

Dissertationen/Habilitationen

Stefan Nagel

# Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit in industriellen Metallberufen

## Empirische Exploration, Kompetenzmodellierung und Perspektiven für die berufliche Bildung

76 BERUFSBILDUNG, ARBEIT UND INNOVATION

wbv

# Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit in industriellen Metallberufen

Empirische Exploration, Kompetenzmodellierung und Perspektiven für die berufliche Bildung

Stefan Nagel

Die Reihe **Berufsbildung, Arbeit und Innovation** bietet ein Forum für die grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung zu den Entwicklungen der beruflichen Bildungspraxis. Adressiert werden insbesondere berufliche Bildungs- und Arbeitsprozesse, Übergänge zwischen dem Schul- und Beschäftigungssystem sowie die Qualifizierung des beruflichen Bildungspersonals in schulischen, außerschulischen und betrieblichen Handlungsfeldern.

Hiermit leistet die Reihe einen Beitrag für den wissenschaftlichen und bildungspolitischen Diskurs über aktuelle Entwicklungen und Innovationen. Angesprochen wird ein Fachpublikum aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie aus schulischen und betrieblichen Politik- und Praxisfeldern.

Die Reihe ist gegliedert in die **Hauptreihe** und in die Unterreihe **Dissertationen/Habilitationen**.

Reihenherausgebende:

**Prof.in Dr.in habil. Marianne Friese**
Justus-Liebig-Universität Gießen
Institut für Erziehungswissenschaften
Professur Berufspädagogik/Arbeitslehre

**Prof. Dr. paed. Klaus Jenewein**
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut I: Bildung, Beruf und Medien
Arbeitsbereich Gewerblich-technische Berufsbildung

**Prof.in Dr.in Susan Seeber**
Georg-August-Universität Göttingen
Professur für Wirtschaftspädagogik und Personalentwicklung

**Prof. Dr. Lars Windelband**
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Berufspädagogik und Allgemeine Pädagogik
Professur Berufspädagogik

**Wissenschaftlicher Beirat**
- Prof. Dr. Matthias Becker, Hannover
- Prof.in Dr.in Karin Büchter, Hamburg
- Prof. Dr. Frank Bünning, Magdeburg
- Prof. Dr. Hans-Liudger Dienel, Berlin
- Prof. Dr. Uwe Faßhauer, Schwäbisch-Gmünd
- Prof. Dr. Karl-Heinz Gerholz, Bamberg
- Prof. Dr. Philipp Gonon, Zürich
- Prof. Dr. Dietmar Heisler, Paderborn
- Prof. Dr. Franz Ferdinand Mersch, Hamburg
- Prof.in Dr.in Manuela Niethammer, Dresden
- Prof.in Dr.in Karin Reiber, Esslingen
- Prof. Dr. Thomas Schröder, Dortmund
- Prof.in Dr.in Michaela Stock, Graz
- Prof. Dr. Tade Tramm, Hamburg
- Prof. Dr. Thomas Vollmer, Hamburg

Weitere Informationen finden Sie auf **wbv.de/bai**

Stefan Nagel

# Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit in industriellen Metallberufen

## Empirische Exploration, Kompetenzmodellierung und Perspektiven für die berufliche Bildung

wbv

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei dem Autor.

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Philosophie (Dr. phil.) an der Philosophischen Fakultät der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover.

Die Dissertation ist unter den Originaltitel „Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit in industriellen Metallberufen – Empirische Exploration, Kompetenzmodellierung und Perspektiven für eine BBNE“ erschienen.

Berufsbildung, Arbeit und Innovation – Dissertationen/Habilitationen, Band 76

2023 wbv Publikation
ein Geschäftsbereich der
wbv Media GmbH & Co. KG, Bielefeld

Gesamtherstellung:
wbv Media GmbH & Co. KG, Bielefeld
**wbv.de**

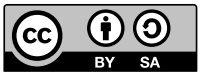
Umschlagmotiv: 1expert, 123rf

Bestellnummer: 76096
ISBN (Print): 978-3-7639-7609-6
ISBN (E-Book): 978-3-7639-7610-2
DOI: 10.3278/9783763976102

Printed in Germany

Diese Publikation ist frei verfügbar zum Download unter wbv-open-access.de

Diese Publikation mit Ausnahme des Coverfotos ist unter folgender Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht: creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de




Für alle in diesem Werk verwendeten Warennamen sowie Firmen- und Markenbezeichnungen können Schutzrechte bestehen, auch wenn diese nicht als solche gekennzeichnet sind. Die Verwendung in diesem Werk berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese frei verfügbar seien.

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Die freie Verfügbarkeit der E-Book-Ausgabe dieser Publikation wurde ermöglicht durch ein Netzwerk wissenschaftlicher Bibliotheken und Institutionen zur Förderung von Open Access in den Sozial- und Geisteswissenschaften im Rahmen der *wbv OpenLibrary 2023*.

Die Publikation beachtet unsere Qualitätsstandards für Open-Access-Publikationen, die an folgender Stelle nachzulesen sind:
https://www.wbv.de/fileadmin/importiert/wbv/PDF_Website/Qualitaetsstandards_wbvOpenAccess.pdf

Großer Dank gebührt den Förderern der OpenLibrary 2023 im Fachbereich Berufs- und Wirtschaftspädagogik:

Otto-Friedrich-Universität **Bamberg** | Humboldt-Universität zu **Berlin** | Universitätsbibliothek **Bielefeld** | Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB, **Bonn**) | Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität **Bonn** | Technische Universität **Braunschweig** | Vorarlberger Landesbibliothek (**Bregenz**) | Staats- und Universitätsbibliothek **Bremen** | Universitäts- und Landesbibliothek **Darmstadt** | Universitäts- und Landesbibliothek **Düsseldorf** | Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek (SLUB, **Dresden**) | Goethe-Universität **Frankfurt am Main** | Pädagogische Hochschule **Freiburg** | Justus-Liebig-Universität **Gießen** | Fernuniversität **Hagen** | Staats- und Universitätsbibliothek **Hamburg** | TIB **Hannover** | Universitätsbibliothek **Kassel** | Karlsruhe Institute of Technology (KIT, **Karlsruhe**) | Pädagogische Hochschule **Karlsruhe** | Universitätsbibliothek **Kiel** | Universitäts- und Stadtbibliothek **Köln** | Universitätsbibliothek **Leipzig** | Zentral- und Hochschulbibliothek (ZHB, **Luzern**) | Hochschule der Bundesagentur für Arbeit (**Mannheim**) | Fachhochschule **Münster** | Universitäts- und Landesbibliothek **Münster** | Landesbibliothek **Oldenburg** | Pädagogische Hochschule **Schwäbisch Gmünd** | Universitätsbibliothek **St. Gallen** | Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZAHW, **Winterthur**)

# Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover am Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik.

An erster Stelle möchte ich meinem Doktorvater Prof. Dr. Matthias Becker für die zahlreichen fachlichen Diskussionen und die umfassende Unterstützung danken. Der kollegiale Austausch hat meine bisherige Zeit am IBM sehr bereichert. Weiterhin danke ich meinem Zweitprüfer Prof. Dr. Thomas Vollmer, der mich mit seinem leidenschaftlichen Engagement für eine Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE) seit der ersten Begegnung begeistert hat und wahrscheinlich unbewusst dazu beigetragen hat, dass diese Arbeit überhaupt entstanden ist.

Ebenso möchte ich mich bei allen Beteiligten der untersuchten Fallunternehmen bedanken, die die Feldforschung ermöglicht haben. Das Interesse und die Aufgeschlossenheit der Unternehmensvertretungen waren eine wesentliche Voraussetzung für die Umsetzung dieser Arbeit. Insbesondere den Fachkräften gilt für die herzliche, aufgeschlossene und fachlich-konstruktive Zusammenarbeit mein Dank. Ohne ihre Bereitschaft wäre die empirische Erhebung nicht durchführbar gewesen.

Bei meinen langjährigen Freunden und Freundinnen möchte ich mich für alles bedanken, was war, was ist und was hoffentlich noch sein wird. Jeder und jede ist auf seine und ihre Art eine wichtige Konstante in meinem Leben. Ihr habt mich nicht nur in diesem Vorhaben gestärkt, sondern sorgt dafür, dass sich mein Kopf und Herz auch mit anderen schönen Dingen des Lebens beschäftigt.

Meiner Familie gilt ebenso ein großer Dank. Insbesondere danke ich meinen Eltern Magrit und Martin, die stets ihr Vertrauen in mich gesetzt und mich darin unterstützt haben, meinen eigenen Weg zu finden. Ihr seid ein kostbarer Teil von mir und werdet es immer sein.

Besonders möchte ich meiner Lebensgefährtin Saskia für die uneingeschränkte Unterstützung, die vielen Gespräche und ihr Sein in meinem Leben danken. Du hast mir in schwierigen Zeiten die notwendige Kraft und Zuversicht gegeben, die es für ein langjähriges Vorhaben braucht.

Mein Dank gilt zum Schluss allen idealistischen Menschen, die durch ihr Handeln die nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft vorantreiben. Wir haben nur diesen einen Planeten und die Natur ist wahrlich ein erstaunlicher und überaus schützenswerter Ort. Wir sollten alles dafür tun, dass uns und den nachfolgenden Generationen diese Kostbarkeit erhalten bleibt.

Hannover, im Dezember 2022 Stefan Nagel

# Inhalt

**Abkürzungsverzeichnis** . . . . . 19

**Abstract** . . . . . 23

**1 Einleitung** . . . . . 25
1.1 Gesellschaftliche Einordnung der vorliegenden Arbeit . . . . . 26
1.2 Forschungsstand und Forschungsdesiderate . . . . . 30
1.3 Zielsetzung und forschungsleitende Fragestellung . . . . . 35
1.4 Wissenschaftstheoretische Einordnung . . . . . 37
1.5 Aufbau der Arbeit . . . . . 39

**2 Theoretische Rahmung nachhaligkeitsorientierter Facharbeit in Gesellschaft, Unternehmen und Bildung** . . . . . 43
2.1 Gesellschaftlich-normative Rahmung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit . . . . . 43
2.1.1 Begriffsbestimmung einer nachhaltigen Entwicklung . . . . . 44
2.1.2 Genese des internationalen Leitbilds einer nachhaltigen Entwicklung . . . . . 48
2.1.3 Konzeptionelle Merkmale einer nachhaltigen Entwicklung . . . . . 54
2.1.4 Forschungsleitende Schlussfolgerungen . . . . . 63
2.2 Betrieblich-institutionelle Rahmung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit . . . . . 65
2.2.1 Green Economy, Green Jobs und Greening der Berufe . . . . . 65
2.2.2 Unternehmerische Verantwortung für Mensch und Umwelt . . . . . 68
2.2.3 Nachhaltigkeit in betrieblichen Geschäftsprozessen . . . . . 74
2.2.4 Treiber nachhaltiger Geschäfts- und Arbeitsprozesse . . . . . 78
2.2.5 Unternehmerische Nachhaltigkeitskommunikation . . . . . 80
2.2.6 Forschungsleitende Schlussfolgerungen . . . . . 82
2.3 Berufspädagogisch-didaktische Rahmung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit . . . . . 83
2.3.1 Bildung als Schlüssel einer nachhaltigen Entwicklung . . . . . 84
2.3.2 Genese und strukturelle Verankerung einer BBNE . . . . . 91
2.3.3 Gestaltungsansätze einer BBNE . . . . . 98
2.3.4 Forschungsleitende Schlussfolgerungen . . . . . 109

**3 Theoretische Exploration zum nachhaltigkeitsorientierten Berufshandeln** 111
3.1 Merkmale nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns . . . . . 111
3.1.1 Handeln und Verhalten in der Arbeits- und Kognitionspsychologie 112
3.1.2 Beruf, Facharbeit und berufliches Handeln . . . . . 113

3.1.3 Berufliche Arbeitsprozesse, Arbeitsaufgaben und Handlungsfelder 117
3.1.4 Handlungsarten nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit ..... 120
3.1.5 Nachhaltigkeitsorientierte Handlungsstrategien ..... 121
3.1.6 Produzentenverantwortung in der Facharbeit ..... 125
3.1.7 Nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte ..... 126
3.1.8 Nachhaltige Entwicklungslogik beruflicher Handlungen ..... 127
3.2 Kompetenz und Performanz nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit ..... 128
3.2.1 Entwicklung eines pragmatischen Kompetenzverständnisses ..... 128
3.2.2 Der Kompetenzbegriff in der Berufsbildung und -forschung ..... 130
3.2.3 Nachhaltigkeitsorientierte Kompetenzmodelle und -ansätze ..... 133
3.2.4 Entitäten nachhaltigkeitsorientierter Kompetenz und Performanz . 136
3.3 Forschungsrelevantes Berufsbild Industriemechaniker:in ..... 147
3.3.1 Einordnung und Struktur des Ausbildungsberufs ..... 147
3.3.2 Begründungen zur Auswahl des Berufsbildes ..... 149
3.4 Forschungsleitende Schlussfolgerungen ..... 150

**4 Forschungsdesign und methodisches Vorgehen** ..... 153
4.1 Interdisziplinäre Forschungsausrichtung ..... 153
4.1.1 Berufswissenschaftliche Forschung ..... 154
4.1.2 Nachhaltigkeitswissenschaftliche Forschung ..... 156
4.2 Forschungsprozess und Methodik ..... 158
4.2.1 Forschungskonzeption ..... 159
4.2.2 Forschungsphasen ..... 160
4.2.3 Sektoranalyse ..... 162
4.2.4 Fallstudien ..... 163
4.2.5 Arbeitsprozessanalysen ..... 167
4.2.6 Experten-Facharbeiter-Workshop ..... 170
4.3 Forschungsqualität ..... 171
4.3.1 Gütekriterien qualitativer Forschung ..... 171
4.3.2 Berufswissenschaftliche Gütebereiche ..... 173

**5 Sektoranalyse des verarbeitenden Gewerbes** ..... 175
5.1 Struktur und Entwicklung des verarbeitenden Gewerbes ..... 175
5.1.1 Charakteristische Merkmale ..... 175
5.1.2 Ökonomische Strukturdaten ..... 177
5.1.3 Unternehmen und Beschäftigung ..... 177
5.2 Nachhaltige Entwicklung im verarbeitenden Gewerbe ..... 178
5.2.1 Nachhaltigkeitsbezogene Trends und Entwicklungen ..... 178
5.2.2 Nachhaltige Unternehmensstrukturen ..... 182
5.2.3 Nachhaltige Entwicklung in der Facharbeit ..... 187
5.3 Forschungsleitende Schlussfolgerungen ..... 189

**6 Fallstudien zu nachhaltigkeitsorientierten Strukturen und Aktivitäten in Unternehmen und Facharbeit** ... 191
6.1 Planung und Durchführung ... 191
6.1.1 Auswahlkriterien ... 191
6.1.2 Zielgruppen ... 197
6.1.3 Feldzugang ... 198
6.1.4 Untersuchungsablauf ... 199
6.1.5 Fallstudiendokumentation ... 202
6.2 Fallstudien in Großunternehmen des verarbeitenden Gewerbes ... 203
6.2.1 Fallstudie GU-I: Industrielle Aufarbeitung von Nfz-Altteilen ... 204
6.2.2 Fallstudie GU-II: Herstellung von Windenergieanlagen ... 212
6.2.3 Fallstudie GU-III: Herstellung von Wellpappenrohpapier ... 218
6.2.4 Fallstudie GU-IV: Herstellung von elektromagnetischen Komponenten ... 224
6.2.5 Fallstudie GU-V: Herstellung von Milchprodukten ... 230
6.3 Fallstudien in KMU des verarbeitenden Gewerbes ... 234
6.3.1 Fallstudie KMU-I: Herstellung von Schweiß- und Blechkonstruktionen ... 234
6.3.2 Fallstudie KMU-II: Subtraktive Herstellung von Metallwaren ... 239
6.3.3 Fallstudie KMU-III: Herstellung von Arzneimitteln ... 244
6.3.4 Fallstudie KMU-IV: Herstellung von Blockheizkraftwerken (BHKW) ... 248
6.3.5 Fallstudie KMU-V: Servicedienstleistungen für Drucklufttechnik ... 252
6.4 Arbeitsprozessanalysen in Fallunternehmen des verarbeitenden Gewerbes ... 256
6.4.1 Arbeitsprozessanalyse: Instandsetzung einer Produktionsanlage zur Herstellung elektropneumatischer Ventileinheiten ... 258
6.4.2 Arbeitsprozessanalyse: Wartung und Optimierung energieintensiver Versorgungsanlagen zur Sicherstellung einer hohen Energieeffizienz ... 261
6.4.3 Arbeitsprozessanalyse: Automatisiertes Schweißen von Schalungshalterungen unter Einsatz eines Knickarmschweißroboters in der Serienfertigung ... 264
6.4.4 Arbeitsprozessanalyse: Einrichtung und Fertigung von Aufbausäulen unter Einsatz einer numerisch gesteuerten Universaldrehmaschine ... 268
6.4.5 Arbeitsprozessanalyse: Um- und Nachrüstung (Retrofit) inkl. Aufarbeitung eines BHKW ... 271

**7 Teilforschungsfragenbezogene Darlegung und Reflexion empirischer Befunde** ... 275
7.1 Nachhaltige Entwicklung von Arbeitswelt und Facharbeit ... 275
7.1.1 Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung in Produktionsunternehmen ... 275
7.1.2 Facharbeit als Bedingungsfaktor für eine nachhaltige Unternehmensentwicklung ... 280
7.1.3 Grüne Berufsakzentuierung der industriellen Metallberufe ... 284
7.1.4 Betriebliche Anforderungen an die Gestaltung einer BBNE ... 291
7.1.5 Zusammenfassung der Forschungsergebnisse zur nachhaltigen Entwicklung der Arbeitswelt und Facharbeit ... 295
7.2 Nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln in der Arbeitswelt industrieller Metallberufe ... 297
7.2.1 Personenbezogene Merkmale, Handlungsspielräume und Partizipation ... 298
7.2.2 Handlungsstrategien einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit 323
7.2.3 Berufliche Handlungsfelder, Arbeitsaufgaben und Anknüpfungspunkte nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit ... 337
7.2.4 Zusammenfassung der Forschungsergebnisse zum nachhaltigkeitsorientierten Berufshandeln ... 364

**8 Kompetenzen für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit in industriellen Metallberufen** ... 369
8.1 Domänenspezifische Kompetenzen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit 369
8.1.1 Empirisch-rekonstruktive Kompetenzmodellierung ... 370
8.1.2 Kompetenzniveaustufen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit ... 370
8.1.3 Strukturierungsansatz und Kompetenzbeschreibung ... 374
8.1.4 Domänenspezifisches Kompetenzmodell nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit ... 376
8.2 Domänenbezogene Kernkompetenzen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit ... 387
8.3 Einordnung in den wissenschaftlichen Diskurs zur BBNE ... 392

**9 Charakterisierung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit und Schlussfolgerungen für eine domänenbezogene BBNE** ... 399
9.1 Modell zur Beschreibung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit ... 399
9.2 Didaktisch-konzeptionelle Ansätze zur domänenbezogenen Ausgestaltung einer BBNE ... 413
9.3 Empfehlungen für eine transformative Ausrichtung der Ordnungsmittel .. 426

**10 Schlussbetrachtung** ... 433
10.1 Zusammenfassung ... 433
10.2 Weiterführender Forschungsbedarf ... 442

10.3 Ausblick . . . . . 443

**Literaturverzeichnis** . . . . . 445

**Autor** . . . . . 483

**Anhang** . . . . . 485
A.1 Leitfaden Experteninterview Fachkräfte . . . . . 485
A.2 Leitfaden Experteninterview Führungskräfte . . . . . 486
A.3 Auswertungsleitfaden Fachkräfte . . . . . 487
A.4 Auswertungsleitfaden Führungskräfte . . . . . 489
A.5 Extraktionstabellen Fachkräfte . . . . . 490
A.6 Extraktionstabellen Führungskräfte . . . . . 519
A.7 Beobachtungsbogen Arbeitsprozessanalyse . . . . . 529

# Abbildungsverzeichnis


**Abb. 1** Planetare Belastungsgrenzen . . . . . 28

**Abb. 2** Reziproke Forschungsebenen der Untersuchung . . . . . 36

**Abb. 3** Wissenschaftliche Einordnung und Konzeption . . . . . 39

**Abb. 4** Aufbau und Struktur der Arbeit . . . . . 42

**Abb. 5** Nachhaltigkeitsziele (SDGs) der Agenda 2030 . . . . . 53

**Abb. 6** Modellierungsansätze einer nachhaltigen Entwicklung . . . . . 59

**Abb. 7** Theoretische Positionen und Regeln einer nachhaltigen Entwicklung . . . . . 63

**Abb. 8** CSR-Pyramide . . . . . 72

**Abb. 9** Drei Verantwortungsbereiche einer CSR . . . . . 73

**Abb. 10** Nachhaltigkeitsansätze in der Wertschöpfungskette produzierender Unternehmen . . . . . 75

**Abb. 11** Business Case for Sustainability . . . . . 79

**Abb. 12** Dimensionen zur Reflexion nachhaltigen Berufshandelns . . . . . 107

**Abb. 13** Didaktische Leitlinien einer BBNE . . . . . 108

**Abb. 14** Beziehungsstrukturen und Gegenstandsbereiche des Berufs . . . . . 115

**Abb. 15** Dimensionen des Arbeitsprozesses/der Facharbeit . . . . . 119

**Abb. 16** 3x3 einer nachhaltigen Entwicklung . . . . . 122

**Abb. 17** Schlüsselkompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung der Weltgesellschaft 134

**Abb. 18** Einflussschema für umweltbewusstes Handeln . . . . . 138

**Abb. 19** Forschungsfelder der Berufswissenschaften . . . . . 155

**Abb. 20** Kreislauforientierte Konzeption des Forschungsprozesses . . . . . 159

**Abb. 21** Forschungsebenen sowie eingesetzte Forschungsinstrumente und -methoden 160

**Abb. 22** Methodisches Vorgehen zur Umsetzung der Sektoranalyse . . . . . 163

**Abb. 23** Methodische Konzeption zum leitfadengestützten Experteninterview . . . . . 167

**Abb. 24** Wichtigste Umweltschutzgüter und -leistungen 2017 nach Umsatz in Mio. Euro . . . . . 179

**Abb. 25** Größte relative Energieeinsparungen durch Energieeffizienzmaßnahmen . . . . 182

**Abb. 26** Relevante Nachhaltigkeitsthemen in Unternehmen . . . . . 184

**Abb. 27** Betroffenheit der Organisationsbereiche von einer nachhaltigen Entwicklung . 184

**Abb. 28** Betriebliche Ansätze zur Energieeffizienzsteigerung . . . . . 187

**Abb. 29** Nachhaltigkeitsgeprägte Stellenanzeigen in Berufshauptgruppen . . . . . 188

**Abb. 30** Kanäle der internen und externen Nachhaltigkeitskommunikation . . . . . 189

**Abb. 31** Genannte Zielperspektiven einer nachhaltigen Entwicklung (n = 270) . . . . . 305

**Abb. 32** Wissenstypen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit . . . . . 306

**Abb. 33** Wahrgenommene Freiheitsgrade zur Ausgestaltung betrieblicher Handlungsspielräume (n = 35) . . . . . 321

**Abb. 34** Funktionen der Handlungsstrategien einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit . . . . . 337

**Abb. 35** Kompetenzniveaustufen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit . . . . . 371

**Abb. 36** Anforderungs- und aufgabenbezogene Modellierung nachhaltigkeitsorientierter Kompetenzen . . . . . 375

**Abb. 37** NaFa-Modell (Modell nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit) . . . . . 401

**Abb. 38** Gestaltungsrahmen einer domänenbezogenen BBNE . . . . . 414

# Tabellenverzeichnis

**Tab. 1** Ziele und Regeln einer nachhaltigen Entwicklung . . . . . 63

**Tab. 2** Ebenen zur strukturellen Verankerung einer BBNE . . . . . 94

**Tab. 3** Theoretische Ansätze zum Handeln und Verhalten . . . . . 112

**Tab. 4** Handlungsfelder und Einsatzgebiete von industriellen Metallberufen . . . . . 148

**Tab. 5** Perspektiven zu Beruf, Arbeit und Individuum im Kontext der zwei leitenden Forschungsrichtungen . . . . . 154

**Tab. 6** Eingesetzte berufswissenschaftliche Instrumente und Methoden . . . . . 161

**Tab. 7** Methoden und Gegenstände von Arbeitsprozessanalysen . . . . . 168

**Tab. 8** Nachhaltigkeitsrelevante Standards für Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes . . . . . 186

**Tab. 9** Verteilung der Fälle nach Wirtschaftszweigen . . . . . 192

**Tab. 10** Verteilung der Fallstudien nach Größenklassifikation . . . . . 193

**Tab. 11** Berücksichtigung nachhaltigkeitsgeprägter Technik in den Fallstudien . . . . . 195

**Tab. 12** Vertreter:innen involvierter Zielgruppen . . . . . 198

**Tab. 13** Exemplarische Forschungsagenda einer durchgeführten Fallstudie . . . . . 200

**Tab. 14** Übersicht über die untersuchten Fälle . . . . . 201

**Tab. 15** Übersicht Fallstudie GU-I . . . . . 204

**Tab. 16** Übersicht Fallstudie GU-II . . . . . 212

**Tab. 17** Übersicht Fallstudie GU-III . . . . . 218

**Tab. 18** Übersicht Fallstudie GU-IV . . . . . 224

**Tab. 19** Übersicht Fallstudie GU-V . . . . . 230

**Tab. 20** Übersicht Fallstudie KMU-I . . . . . 234

**Tab. 21** Übersicht Fallstudie KMU-II . . . . . 239

**Tab. 22** Übersicht Fallstudie KMU-III . . . . . 244

**Tab. 23** Übersicht Fallstudie KMU-IV . . . . . 248

**Tab. 24** Übersicht Fallstudie KMU-V . . . . . 252

**Tab. 25** Übersicht durchgeführter Arbeitsprozessanalysen . . . . . 257

**Tab. 26** Arbeitsprozessanalyse APA-III . . . . . 260

**Tab. 27** Arbeitsprozessanalyse APA-VI . . . . . 263

**Tab. 28** Arbeitsprozessanalyse APA-VII . . . . . 267

**Tab. 29** Arbeitsprozessanalyse APA-IX . . . . . 270

**Tab. 30** Arbeitsprozessanalyse APA-XI . . . . . 273

**Tab. 31** Einstellungen der Fachkräfte gegenüber Nachhaltigkeitsansätzen und -perspektiven (n = 50) . . . . . 315

**Tab. 32** Handlungsanreize nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit . . . . . 317

**Tab. 33** Handlungsfelder, Arbeitsaufgaben und Anknüpfungspunkte nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit . . . . . 339

**Tab. 34** Beschreibung der Kompetenzniveaustufen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit . . . . . 373

**Tab. 35** Domänenspezifisches Kompetenzmodell nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit . . . . . 377

**Tab. 36** Domänenbezogene Kernkompetenzen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit . 388

**Tab. 37** Gegenüberstellung der domänenbezogenen Kernkompetenzen und der Dimensionen zur Reflexion nachhaltigen Berufshandelns (BBNE) . . . . . 394

# Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---|---|
| Abschn. | Abschnitt |
| AEVO | Ausbildereignungsverordnung |
| AIH | Autonome Instandhaltung |
| AMS | Arbeitsschutzmanagementsystem |
| AO | Ausbildungsordnung |
| APP | Applikation |
| AV | Arbeitsvorbereitung |
| BA | Bundesagentur für Arbeit |
| BAFA | Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle |
| BBNE | Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung |
| BBS | Behavior Based Safety |
| BEM | betriebliches Eingliederungsmanagement |
| BGBl | Bundesgesetzblatt |
| BGF | betriebliche Gesundheitsförderung |
| BGM | betriebliches Gesundheitsmanagement |
| BHG | Berufshauptgruppen |
| BHKW | Blockheizkraftwerk |
| BIBB | Bundesinstitut für Berufsbildung |
| BMAS | Bundesministeriums für Arbeit und Soziales |
| BMJV | Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz |
| BMU | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit |
| BNE | Bildung für nachhaltige Entwicklung |
| bspw. | beispielsweise |
| bzgl. | bezüglich |
| BVW | betriebliches Vorschlagswesen |
| C2C | Cradle-to-Cradle |
| ca. | circa |
| CA | Computer-aided quality |
| CC | Corporate Citizenship |

| | |
|---|---|
| CM | Condition Monitoring |
| CMS | Compliance Management System |
| CNC | Computerized Numerical Control |
| CPS | Cyber-physische Systeme |
| CR | Corporate Responsibility |
| CS | Corporate Sustainability |
| CSR | Corporate Social Responsibility |
| DIHK | Deutscher Industrie- und Handelskammertag |
| DNK | Deutscher Nachhaltigkeitskodex |
| DUK | Deutsche UNESCO-Kommission |
| DWKW | Druckluftwärmekraftwerk |
| ebd. | ebenda |
| EBS | Ersatzbrennstoffe |
| EDV | Elektronische Datenverarbeitung |
| EFKffT | Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten |
| EFRE | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung |
| EHS | Environment, Health und Safety |
| EnMS | Energiemanagementsystem |
| EPR | Extended Producer Responsibility |
| ERP | Enterprise Resource Planning |
| ESSM | Energie- und Stoffstrommanagement |
| et al. | und andere |
| EU | Europäische Union |
| evtl. | eventuell |
| FF | flexible Fertigungssysteme |
| GAE | Gesamtanlageneffektivität |
| GFK | glasfaserverstärkte Kunststoffe |
| GG | (Deutsches) Grundgesetz |
| ggf. | gegebenenfalls |
| GHG | Greenhouse Gas Protocol |
| GMP | Good Manufacturing Practice |
| H. d. V. | Hervorhebungen durch den Verfasser |
| HGF | Helmholtz-Gemeinschaft |

| | |
|---|---|
| HMI | Human Machine Interface |
| i. A. a. | in Anlehnung an |
| IHK | Industrie- und Handelskammer |
| IMS | Integriertes Managementsystem |
| inkl. | inklusive |
| IoT | Internet of Things |
| IPCC | Intergovernmental Panel on Climate Change |
| IPS | Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssystem |
| Kap. | Kapitel |
| KMK | Kultusministerkonferenz |
| KMU | Kleine und mittlere Unternehmen |
| KPI | Key Performance Indicator |
| KSS | Kühlschmierstoff |
| KVP | Kontinuierlicher Verbesserungsprozess |
| KWK | Kraft-Wärme-Kopplung |
| LED | Light-Emitting-Diode |
| LTAR | Lost Time Accident Rate |
| MAG | Metal Active Gas |
| MDG | Millennium Development Goal |
| MIT | Massachusetts Institute of Technology |
| MMS | Minimalmengenschmierung |
| MSR | Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik |
| NAP BNE | Nationaler Aktionsplan Bildung für nachhaltige Entwicklung |
| OECD | Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung |
| OEM | Original Equipment Manufacturer |
| OER | Original Equipment Remanufacturer |
| P2P | Punkt-zu-Punkt |
| PDCA | Plan-Do-Check-Act |
| PPS | Produktionsplanungs- und Steuerungssystem |
| PRM | Product Recovery Management |
| PSA | Persönliche Schutzausrüstung |
| resp. | respektive |
| RLT | raumlufttechnische Anlagen |

| | |
|---|---|
| RNE | Rat für Nachhaltige Entwicklung |
| SBSC | Sustainability Balanced Scorecard |
| SCADA | Supervisory Control and Data Acquisition |
| SDG | Sustainable Development Goal |
| SMETA | Sedex Members Ethical Trade Audit |
| SOP | Standard Operating Procedure |
| SPC | Statistische Prozesslenkung |
| SPS | Speicherprogrammierbare Steuerung |
| SRU | Sachverständigenrat für Umweltfragen |
| Tab. | Tabelle |
| TPM | Total Productive Maintenance |
| u. a. | unter anderem |
| UBA | Umweltbundesamt |
| UN | United Nations |
| UNCED | United Nations Conference on Environment and Development |
| UNCHE | United Nations Conference on the Human Environment |
| UNESCO | Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur |
| usw. | und so weiter |
| VDMA | Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau |
| vgl. | vergleiche |
| VN | Vereinte Nationen |
| vs. | versus |
| WAP | Weltaktionsprogramm |
| WBGU | Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen |
| WCED | World Commission on Environment and Development |
| WEA | Windenergieanlage |
| WPO | World Packaging Organisation |
| WRG | Wärmerückgewinnung |
| WZ | Wirtschaftszweige |
| WZM | Werkzeugmaschine |
| z. B. | zum Beispiel |

# Abstract

Die vorliegende Arbeit stellt die Forschungsergebnisse aus der qualitativen Untersuchung zur Exploration nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit in der Domäne industrieller Metallberufe vor. Dabei wird der forschungsleitenden Fragestellung nachgegangen, ob und wie sich nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln in der Domäne industrieller Metallberufe äußert und welche Nachhaltigkeitsbezüge sich auf der personenbezogenen und betrieblich-institutionellen Ebene von Facharbeit feststellen lassen. Für die theoretische Einbettung des Forschungsgegenstands erfolgt zunächst aufgrund des komplexen Beziehungsgeflechts berufsförmig organisierter Arbeit die deskriptive Aufarbeitung drei konzeptioneller Rahmungen – die gesellschaftlich-normative, die betrieblich-institutionelle und die berufspädagogisch-didaktische Rahmung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit. Der durchgeführte Untersuchungsprozess fußt auf einem interdisziplinären Forschungsansatz, der gleichermaßen Theorien und Ansätze der Berufs- und Nachhaltigkeitswissenschaften in sich vereint und in einem multiperspektivisch und triangulativ ausgerichteten Forschungsinstrumentarium zum Ausdruck kommt. Anhand durchgeführter Fallstudien in Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes werden nachhaltigkeitsorientierte Strukturen und Aktivitäten in der Facharbeit und Arbeitswelt offengelegt sowie Anknüpfungspunkte und Handlungsansätze einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit beschrieben. Die durch Arbeitsprozessanalysen erschlossenen Kompetenzanforderungen für ein nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln werden im Anschluss mit der Entwicklung eines Kompetenzmodells und der Darlegung domänenbezogener Kernkompetenzen für die Berufsbildungstheorie und -praxis zugänglich gemacht. Ausgehend von einer Modellbildung zur Charakterisierung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit werden abschließend didaktisch-konzeptionelle Ansätze zur transformativen Gestaltung von Berufsbildungsprozessen sowie ordnungsmittelbezogene Modernisierungsvorschläge angeführt. Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin, einerseits einen empirisch fundierten Theoriebeitrag zum Gegenstandsbereich nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit zu leisten und andererseits verwertungsorientierte Impulse zur Verankerung und Ausgestaltung einer domänenbezogenen Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE) zu setzen.

**Schlagworte**: Berufsbildung, Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE), Berufswissenschaften, Facharbeit, gesellschaftliche Unternehmensverantwortung (CSR), industrielle Metallberufe, Kompetenzen, Kompetenzmodell, nachhaltige Produktion, Nachhaltigkeitswissenschaften

This paper presents the research results from the qualitative study on the exploration of sustainability-oriented professional work in the domain of industrial metal-working occupations. The main research question is whether and how sustainability-oriented professional action is expressed in the domain of industrial metal-working occupations and which sustainability references can be determined at the personal and company-institutional level of professional work. For the theoretical embedding of the research object, the complex relationship of professionally organised work is first described in three conceptual frameworks - the social-normative, the company-institutional and the vocational-pedagogical-didactic framework of sustainability-oriented skilled work. The research process is based on an interdisciplinary research approach that combines theories and approaches of vocational and sustainability sciences and is expressed in a multi-perspectival and thus triangulated set of research instruments. Based on case studies conducted in selected companies in the manufacturing sector, sustainability-oriented structures and activities in professional work and in the associated companies are revealed and related to each other. At the work process level, points of contact and potentials for sustainability-oriented professional work along vocational work tasks are highlighted and domain-related approaches to action for the application of the sustainable guiding strategies and their fundamental functions in the context of vocational actions are presented. The competences for sustainability-oriented occupational action developed through work process analyses are made accessible for vocational education and training theory and practice with the development of a task- and requirement-specific competence model and the development of sustainability-oriented core competences based on it. Based on a further model approach, which contributes to the final characterisation of sustainability-oriented professional work, didactic-conceptual approaches to the transformative design of vocational training processes for industrial metal-working occupations as well as regulatory modernisation approaches are derived and presented. On the one hand, the aim of this thesis is to make an empirically based theoretical contribution to decoding sustainability-oriented professional work and, on the other hand, to provide utilisation-oriented impulses for anchoring and shaping a domain-related BBNE.

**Keywords**: vocational education and training (VET), vocational education and training for sustainable development, vocational sciences, skilled work, corporate social responsibility (CSR), industrial metal professions, competences, competence model, sustainable production, sustainability science

# 1 Einleitung

„Wir können die erste Generation sein, der es gelingt,
die Armut zu beseitigen, ebenso wie wir die letzte sein könnten,
die die Chance hat, unseren Planeten zu retten."

Ban Ki-moon, UN-Generalsekretär von 2007 bis 2016

Mit diesen Worten des angeführten Zitats verdeutlicht der ehemalige UN-Generalsekretär Ban Ki-moon die Dringlichkeit, den globalen Herausforderungen entschieden zu begegnen. Dieses disruptive Narrativ ist aktueller denn je, obgleich es bereits in den 1970er-Jahren mit dem Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit (auch bekannt unter dem Titel Grenzen des Wachstums) in die breite Öffentlichkeit getragen wurde (vgl. Meadows et al. 1972). Es wird zunehmend deutlich, dass insbesondere die bestehenden Konsum- und Produktionsmuster der Industriestaaten die natürlichen Lebensgrundlagen und Wohlfahrtsbestrebungen gefährden (vgl. Welzer & Sommer 2014, S. 14).

Zur Abwendung derartiger Gefährdungen wurde bereits im Jahr 1992 das richtungsweisende Postulat einer dauerhaft tragfähigen und damit nachhaltigen Entwicklung zum internationalen Leitprinzip der Vereinten Nationen erklärt. Eine Entwicklung, die innerhalb planetarer Belastungsgrenzen erfolgt und zur Sicherung der menschlichen Existenz, des gesellschaftlichen Produktivpotenzials sowie der globalen Handlungs- und Entwicklungsmöglichkeiten heutiger und zukünftiger Generationen beiträgt (vgl. Grunwald 2016, S. 29; vgl. Kopfmüller et al. 2001, S. 172; vgl. Rockström et al. 2015, S. 736 ff.). Diese weitreichenden Transformationsabsichten erschöpfen sich nicht in vereinzelten Maßnahmen oder technologischen Innovationen, sondern zielen auf einen tiefgreifenden Umbau aller gesellschaftlichen Handlungsebenen ab (vgl. WBGU 2016, S. 1): angefangen von politischen Rahmenbedingungen über die Neuausrichtung gesellschaftlicher Wertesysteme bis hin zur Etablierung einer Green Economy.

Der damit verbundene Umbau der Wirtschaftsstrukturen erfolgt in der praktischen Umsetzung durch die Leistungserbringung von Fachkräften, wie Hemkes, Kuhlmeier und Vollmer (vgl. 2013, S. 29) anhand der Energiewende verdeutlichen. Das dafür erforderliche nachhaltigkeitsorientierte Denken und Handeln ist in informellen, aber auch in formalen Bildungsprozessen erlern- und förderbar, weshalb Bildung eine Schlüsselfunktion in diesem Transformationsprozess einnimmt (vgl. Fischer 2013, S. 206). Insbesondere die *berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung* (BBNE) an der Schnittstelle zwischen Bildung, Arbeit und Beruf weist das Potenzial auf, die Prinzipien des Leitbildes Nachhaltigkeit mit den Anforderungen der Arbeitswelt zusammenzuführen und damit zur dauerhaft tragfähigen Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft beizutragen (vgl. Bundesregierung 2021, S. 84).

Die vorliegende Arbeit setzt an ebenjener Schnittstelle zwischen *Bildung, Arbeit* und *Beruf* an und zielt auf die empirische Beitragsleistung zur Entschlüsselung des Gegenstandsbereichs nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit ab, um den bestehenden Theorie- und Forschungsstand zu erweitern. Darauf aufbauend folgen konkrete Impulse zur Verankerung und Ausgestaltung einer BBNE für die industriellen Metallberufe.

## 1.1 Gesellschaftliche Einordnung der vorliegenden Arbeit

Die menschliche Spezies erschließt spätestens seit dem Beginn der Neolithischen Revolution im großen Stil die natürliche Umwelt und macht sich diese zu eigen. Natürliche Ressourcen, wie Primärrohstoffe, Umweltmedien oder die Biodiversität selbst, wurden durch die sesshaft werdenden Menschen mit dem erstmaligen Aufkommen erzeugender Wirtschaftsweisen gezielt an gleichen Orten über Generationen beansprucht. Energie- und Stoffströme zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse wurden für Ackerbau und Viehzucht systematisch umgelenkt. So wurden Mineralstoffe und Sonnenenergie systematisch in kultivierten Nutzpflanzen gespeichert, Tiere und Pflanzen domestiziert sowie Ressourcen durch Vorratshaltung über längere Zeit verfügbar gemacht. Damit dies gelang, war eine bestimmte und koordinierte menschliche Leistung aufzubringen, womit Arbeit, wenn auch nicht in institutionalisierter Form wie in der heutigen Zeit, einen Archetypus menschlicher Tätigkeit darstellt.

Der Mensch ist seit jeher ein integraler Bestandteil des Ökosystems, womit zugleich auch die lokale Beeinflussung der Biosphäre seit dem Bestehen der menschlichen Spezies erfolgt. Die voranschreitende technologische Entwicklung im Laufe der menschlichen Zivilisationsgeschichte und der stetig steigende Bedarf an Ressourcen führten jedoch zunehmend zur Entgrenzung lokaler Wirkbereiche des menschlichen Handelns, mit globalen Umweltveränderungen als Folge (vgl. Renn et al. 2007, S. 21). Der menschliche Einfluss[1] auf das planetare Ökosystem hat ein derartiges Ausmaß angenommen, dass unsere Spezies als *geologischer Faktor* bezeichnet werden kann. Um die weitreichenden Auswirkungen auf biologische, geologische und atmosphärische Prozesse zum Ausdruck zu bringen, bestehen deshalb im wissenschaftlichen Diskurs Forderungen zur Benennung eines neuen Erdzeitalters – dem sogenannten *Anthropozän* (vgl. Müller & Niebert 2017, S. 57; vgl. Steffen et al. 2007, S. 614 ff.).

Vor allem der Einsatz fossiler Primärenergieträger führt dazu, dass der Anteil von anthropogen erzeugten Treibhausgasen in der Erdatmosphäre zunehmend ansteigt. Ohne grundlegende Veränderungen im bisherigen Gesellschafts- und Wirtschaftssystem wird nach Vorhersagen das 1,5-Grad-Ziel deutlich überschritten, womit die Risiken für die Resilienz der Ökosysteme und damit für die Menschheit selbst stark

1 Dazu zählt nach Crutzen insbesondere die über Jahrtausende prognostizierte Veränderung des Klimas durch Kohlenstoffdioxidemissionen (vgl. Steffen et al. 2007, S. 614 ff.). Der Weltklimarat Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) hält den menschlichen Einfluss als Hauptursache für die aktuelle Erderwärmung mit einer Wahrscheinlichkeit von 95–100 % für äußerst wahrscheinlich – weshalb auch von einem anthropogenen Treibhauseffekt gesprochen wird (vgl. IPCC 2013, S. 17).

zunehmen (vgl. IPCC 2018; vgl. IPCC 2021). Der anthropogene Treibhauseffekt akkumuliert mit einer ganzen Reihe risikobehafteter Zustände, die zu vielschichtigen lokalen und globalen Herausforderungen ökologischer, sozialer und ökonomischer Art führen.

Nach Prognosen der Bevölkerungsabteilung der Vereinten Nationen wird die menschliche Weltbevölkerung weiter anwachsen. Hochgerechnet werden bis zum Jahr 2050 ca. 9,7 Milliarden Menschen die Erde bevölkern (vgl. UN 2015, S. 1). Bereits gegenwärtig herrscht in vielen Ländern Wasserknappheit und bis zum Jahr 2025 werden voraussichtlich zwei Drittel der Weltpopulation an Wasserknappheit leiden (vgl. UN-Water 2007, S. 2). Rohstoffe als Teil der verfügbaren Ressourcen werden für Produktion und Konsumtion durch anhaltenden Verbrauch stark strapaziert. Alleine im Jahr 2021 hat die Weltbevölkerung 74 % mehr nachwachsende Rohstoffe verbraucht, als die Ökosysteme des Planeten regenerieren können (vgl. Global Footprint Network 2022).

Die Resilienz des komplexen Systems Erde hat Grenzen, deren Überschreitung die Wahrscheinlichkeit des Eintretens sogenannter Kipppunkte[2] erhöht. Dies gefährdet die Stabilität des gesamten Ökosystems und damit die natürlichen Lebensgrundlagen der Menschheit. Um einen „sicheren Handlungsspielraum" für die Entwicklung der Menschheit festzulegen, wurde deshalb das Konzept der *planetaren Belastungsgrenzen* (engl. planetary boundaries) entwickelt (vgl. Steffen et al. 2015, S. 736 ff.). Die ökologisch ausgerichteten Belastungsgrenzen wurden auf der Grundlage von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und durch die Anwendung des Vorsorgeprinzips festgesetzt. Sie sind mit Grenzwerten quantifiziert, die je nach Beschaffenheit nicht über- oder unterschritten werden dürfen. Innerhalb des „sicheren Handlungsspielraumes" besteht nach derzeitigem Kenntnisstand eine nur sehr geringe Wahrscheinlichkeit, dass eine Überschreitung von Kipppunkten erfolgt. Mit der Überschreitung einer planetaren Belastungsgrenze steigt jedoch das Risiko, die Resilienz des Erdsystems zu schwächen. Dies gefährdet nicht nur die natürlichen Lebensgrundlagen und die damit verbundenen Ökosystemdienstleistungen, sondern ebenso eine sozial gerechte und wirtschaftlich leistungsfähige Entwicklung (vgl. SRU 2012, S. 38). In diesem sogenannten Bereich der „Unsicherheit" können keine verlässlichen Aussagen zur Veränderung der Systemzustände getroffen werden (selbstverstärkende Rückkopplungen, Verzögerungseffekte, Wechselwirkungen etc.). Die Überschreitung der planetaren Belastungsgrenzen führt zwar aller Voraussicht nach nicht zur sofortigen und irreversiblen Beeinträchtigung des gesamten Ökosystems, jedoch nimmt die Wahrscheinlichkeit mit zunehmender Überschreitung der Grenze zu, weshalb eine derartige Entwicklung im Sinne des Vorsorgeprinzips strikt zu vermeiden ist. Mit dem Erreichen des „gefährlichen Bereichs" ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass Kipppunkte überschritten werden und die Widerstandsfähigkeit des Erdsystems schwindet.

2 Kipppunkte weisen ein Schwellenverhalten auf und führen zu einem veränderten Systemzustand. Damit verbunden bestehen selbstverstärkende Prozesse, deren Verläufe auch ohne weiteres externes Einwirken und durch Gegenmaßnahmen nicht aufgehalten werden können (irreversibel). Über Rückkopplungseffekte können weitere Kipppunkte im Erdsystem überschritten werden (vgl. Lenton & Schellnhuber 2007, S. 97 f.; vgl. Wunderling et al. 2021, S. 601 ff.).

Die Bedeutung des ökologisch geprägten Modells für die gesamte menschliche Entwicklung beruht auf der Feststellung, dass die Gesellschaft unweigerlich in das Ökosystem eingebettet ist und die Wirtschaft wiederum in die Gesellschaft, weshalb beide anthropogenen Systeme von den natürlichen Systemen und Prozessen der Erde abhängig sind (vgl. Steffen et al. 2015, S. 736 ff.). Von den bisher mit Grenzwerten quantifizierten Belastungsgrenzen sind im Jahr 2022 lediglich zwei Belastungsgrenzen verblieben, die nicht überschritten wurden (Abbildung 1).

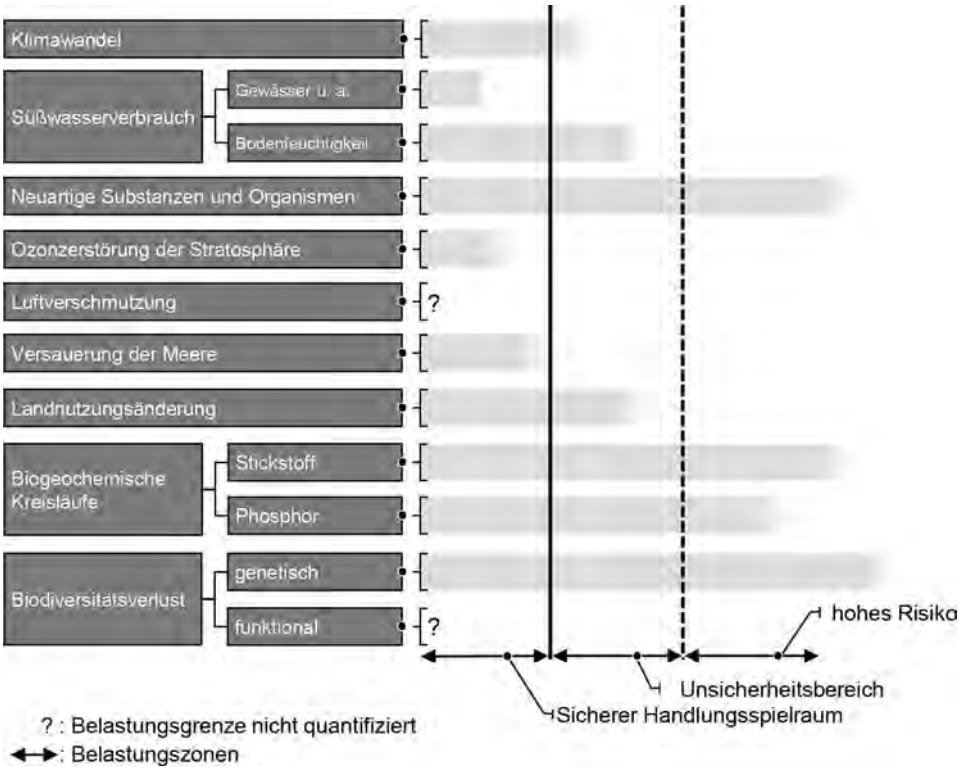



**Abbildung 1:** Planetare Belastungsgrenzen (Eigene Abbildung i. A. a. Rockström 2009, S. 472 ff.; Steffen et al. 2015, S. 736 ff.; Persson et al. 2022, S. 1510 ff.; Wang-Erlandsson et al. 2022, S. 380 ff.)

Als Ursache werden vorrangig globale Trends wie Globalisierungsprozesse, hyperexponentielles Bevölkerungswachstum, steigende Urbanisierung, kohlenstoffbasierte sowie nicht metabolisch naturintegrierte Produktions- und Konsumstrukturen von Industrieländern diskutiert (vgl. Renn et al. 2007, S. 15 f.; vgl. Rieckmann & Schank 2016, S. 65 ff.; vgl. Joób 2008, S. 29). Das wirtschaftliche Wachstumsparadigma der Industriestaaten zählt dabei als wesentlicher Katalysator eines zunehmenden Verbrauchs von Ressourcen und der steigenden Emission von Treibhausgasen (vgl. Rieckmann 2017, S. 148).

Um den dargestellten Krisenphänomenen zu begegnen, ist laut WBGU ein weltweiter Wandel bestehender Gesellschafts- und Wirtschaftsstrukturen erforderlich. Im

Kontext einer derartigen Neuorientierung wird auch von der sogenannten *„großen Transformation"* gesprochen. Komplementäre Zielsetzungen dieses transformativen Ansatzes umfassen die dauerhafte Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen und ein würdevolles Leben in sämtlichen Regionen der Erde (vgl. WBGU 2011a, S. 1 f.). Die proklamierte Eingriffstiefe einer weltweit nachhaltigen Neuorientierung, als weitere fundamentale Transformation neben der Neolithischen, Industriellen und Digitalen Revolution, impliziert das Ausmaß dieses Übergangs (vgl. WBGU 2011b, S. 5; vgl. Stengel 2017, S. 17 ff.). Nach Jackson sind dazu zwei fundamentale Entwicklungspfade denkbar: *„One is to make growth sustainable; the other is to make degrowth stable"* (2009, S. 128).

Als Voraussetzung für den Übergang in ein nachhaltiges Gesellschafts- und Wirtschaftssystem gilt die Entwicklung eines operativen Konzepts mit verbindlichen Zielvorstellungen (vgl. WBGU 2016, S. 3). Wegweisend dafür sind die international verabschiedete Agenda 2030 und die dazugehörigen 17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung (engl. Sustainable Development Goals, kurz: SDGs). Sie gelten als zentrale politische Zielsetzungen der Vereinten Nationen und sollen der weltweiten Sicherstellung einer nachhaltigen Entwicklung dienen. Mit Blick auf die Agenda 2030 wird insbesondere mit dem SDG 12 (Nachhaltige Konsum- und Produktionsweisen) die Notwendigkeit sozial und ökologisch verträglicher Konsum- und Produktionsstrukturen deutlich. Der Umbau bestehender Wirtschaftsstrukturen zählte allerdings bereits einige Jahre zuvor zu den zentralen Themen des UN-Umweltgipfels „Rio+20" und wurde unter dem Sammelbegriff einer *Green Economy* diskutiert. Eine Green Economy intendiert eine international wettbewerbsfähige, umweltschonende und sozialverträgliche Wirtschaft, die sich auf ökologische und ökonomische Synergieeffekte beruft und zur Verringerung von Armut sowie einer gesteigerten zivilgesellschaftlichen Wohlfahrt beiträgt (vgl. BMBF 2016, S. 3). Die Tragweite dieser Forderung impliziert damit ebenfalls eine umfassende ökologische Modernisierung der gesamten Wirtschaft, ihrer Sektoren, der Unternehmen (vgl. BMBF 2021), und damit letztendlich auch der dazugehörigen Facharbeit und Berufsbildung.

Nachhaltigkeit zählt mittlerweile zu den Topthemen in der Unternehmensentwicklung (vgl. Schons et al. 2023, S. 12, vgl. oekom research 2017, S. 20; vgl. Englisch et al. 2013, S. 12). Neben dem betrieblichen Risikomanagement werden mit einer nachhaltigen Ausrichtung der Unternehmensentwicklung ebenso die Erschließung neuer Absatzmärkte, Reputationsaufbau oder produktionsbezogene Effizienzsteigerungen verbunden; kurz gesagt – ein *Business Case of Sustainability* (vgl. Schaltegger & Lüdeke-Freund 2012, S. 2). Betriebe sind offenkundig mit veränderten Herausforderungen konfrontiert, von denen nicht nur Großkonzerne, sondern zunehmend auch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) betroffen sind.

Die Arbeitswelt lässt sich in diesem Zusammenhang als ein „kritischer Ort" bezeichnen (vgl. Schütt-Sayed & Vollmer 2017, S. 85). Fachkräfte wandeln während ihrer Arbeit Ressourcen, in Form von Materialien und Energien, verlustbehaftet in unterschiedlichste Produkte und Handlungsergebnisse um. Gleichzeitig stellt Facharbeit aber auch eine unabdingbare Erforderlichkeit dar, um umwelt- und sozialverträgliche

Innovationen in den Kern- und Unterstützungsprozessen der Unternehmen zu etablieren und betriebliche Nachhaltigkeitspotenziale zu heben. Die durchgängige Umsetzung einer gesellschaftlichen Unternehmensverantwortung (engl. Corporate Social Responsibility, kurz: CSR) auf allen Unternehmensebenen ist demzufolge ohne Fachkräftearbeit kaum denkbar.

Damit Fachkräfte in diesem Spannungsfeld einen individuellen Beitrag zur Mitgestaltung einer nachhaltigen Arbeitswelt und Gesellschaft leisten können, besteht das Bestreben, Nachhaltigkeit als zentrales Prinzip in die Berufsbildung zu implementieren und Lernende angemessen auf die veränderten Anforderungen vorzubereiten (vgl. Kremer 2007, S. 4). Die Gestaltung einer beruflichen Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE) ist dabei kaum rein deduktiv über die normative Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung zu erzielen, sondern hat sich, gemäß anerkannter berufspädagogisch-didaktischer Prinzipien, induktiv an konkreten beruflichen Handlungsfeldern und Arbeitsaufgaben – und damit an der beruflichen Realität – zu orientieren (vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 146).

Lernende sind möglichst frühzeitig zur Umsetzung nachhaltiger Denk- und Handlungsweisen sowohl in berufsbezogenen Arbeitsprozessen als auch in gesellschaftlicher und privater Interaktion zu befähigen (vgl. BMBF 2017, S. 47). Bereits in der Agenda 21 wurde die Schlüsselrolle der beruflichen Bildung mit den folgenden Worten hervorgehoben: *„Aus- und Fortbildung ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Erschließung der menschlichen Ressourcen und die Erleichterung des Übergangs in eine nachhaltigere Welt“* (vgl. UNCED 1992, S. 334).

Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE) soll Lernende dazu befähigen, durch berufsbezogenes Wissen und Können, in Verbindung mit einem fundierten Nachhaltigkeitsbewusstsein, im Kontext epochaltypischer Probleme zu handeln und zu reflektieren, um sowohl betrieblich als auch zivilgesellschaftlich eine soziale, ökologische und ökonomische Verantwortung zu übernehmen (vgl. Schütt-Sayed & Vollmer 2017, S. 92; vgl. Vollmer 2014, S. 92). BBNE verbindet somit die Forderung nach einer beruflichen Handlungsfähigkeit und -bereitschaft mit der normativen Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung. Welches Wissen und Können dabei in Berufsbildungsprozessen zu fördern ist und an welche Anforderungen ein nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln geknüpft ist, lässt sich aufgrund der Vielzahl von Berufen und dem breiten Spektrum an Aufgaben, Verantwortlichkeiten und Tätigkeiten nicht ohne Weiteres beantworten und erfordert eine gezielte Untersuchung der beruflichen und betrieblichen Wirklichkeit der Fachkräfte.

## 1.2 Forschungsstand und Forschungsdesiderate

Spätestens seit der Jahrtausendwende wurde insbesondere im Kontext der BBNE-Modellversuche ein breites Spektrum an Ansätzen und Konzepten erarbeitet, um die Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung auch als Leitprinzip in der beruflichen Bildung zu verankern (vgl. Mohorič 2014, S. 9; vgl. BIBB 2017, S. 2). Zudem wurde die konzep-

tionelle Neuausrichtung der beruflichen Bildung ebenso bildungspolitisch legitimiert. So lautet der aktuelle Bildungsauftrag der Berufsschule:

> „[…] Schüler und Schülerinnen zur Erfüllung der Aufgaben im Beruf sowie zur **nachhaltigen** Mitgestaltung der Arbeitswelt und der Gesellschaft in sozialer, ökonomischer, ökologischer und individueller Verantwortung, insbesondere vor dem Hintergrund sich wandelnder Anforderungen, zu befähigen" (KMK 2021, S. 14; H. d. V.).

Spätestens mit der überarbeiteten Handreichung zur Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz (vgl. KMK 2021) wird ersichtlich, dass durch den bereits im Jahr 2018 angepassten Bildungsauftrag der Berufsschule eine weitere Wende in der Didaktik beruflicher Bildung eingeläutet wurde. Die KMK begreift Bildung nunmehr als *„Schlüssel für Entwicklung und Innovation und damit für eine nachhaltige, zukunftsfähige Gesellschaft"* (ebd., S. 33).

Nachhaltigkeit ist somit nicht nur forschungsperspektivisch, sondern auch bildungsprogrammatisch in der beruflichen Bildung angekommen. Obwohl damit die ordnungspolitischen Hürden verringert erscheinen, besteht weiterhin die Herausforderung der Integration konkreter beruflicher Nachhaltigkeitsaspekte in die Ordnungsmittel der jeweiligen Berufe. Eine umfassende strukturelle und tiefgreifende Verankerung einer BBNE, die Nachhaltigkeit zu einem durchgängigen und verbindlichen Bestandteil didaktischer Konzeptionierung macht, steht somit nach wie vor aus (vgl. Kettschau 2011, S. 1; vgl. Mertineit 2013, S. 48; vgl. Vollmer 2016, S. 254; vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 1; vgl. Holst & Singer-Brodowski 2020, S. 13; vgl. Schütt-Sayed 2020, S. 16). Empirische Ergebnisse zur defizitären Integration komplexer Nachhaltigkeitssachverhalte im berufsbildenden Unterricht untermauern diesen Sachverhalt (vgl. Schütt-Sayed 2017, S. 205).

Die Frage, über welche Kompetenzen Fachkräfte konkret für ein nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln verfügen müssen, und wie diese angemessen in Berufsbildungsprozessen zu fördern sind, rückt dabei in den Fokus einer kompetenz- und handlungsorientierten BBNE. Rebmann und Schlömer (2020, S. 335) begreifen die Kompetenzmodellierung pointiert als notwendigen Erfolgsfaktor, um *„nachhaltige Entwicklung programmatisch in die beruflichen Didaktiken, die Ordnungsmittelarbeit und die pädagogische Professionalisierung der Lehrenden dauerhaft zu integrieren"*.

Als zentrales Kompetenzmodell einer BNE gilt weithin das Modell der *Gestaltungskompetenz*, welches die Lernenden zur Teilhabe an einer nachhaltigen Entwicklung befähigen soll (vgl. de Haan 2008, S. 32). Weitere etablierte Kompetenzmodelle und -konzepte erscheinen häufig in Form von Schlüsselkompetenzen (vgl. Wiek et al. 2011; vgl. Rieckmann 2011). Sie bilden auf abstrakter und analytischer Ebene für die Gestaltung von Bildungsprozessen bedeutsame Reflexionsdimensionen, vernachlässigen aber im Fall der beruflichen Bildung die Qualität der profilgebenden Arbeitszusammenhänge und geben ohne Kontext- und Domänenbezug keinen Aufschluss darüber, wie diese tatsächlich in der Facharbeit zum Tragen kommen. Gerade für die domänenbezogene Ausgestaltung einer BBNE, die auf die Entfaltung von Kompetenzen entlang betrieblicher Geschäftsprozesse und beruflicher Arbeitsprozesse abzielt,

ist die Notwendigkeit von konkreten Bezügen zur beruflichen Wirklichkeit evident. Ein zentrales Forschungsdesiderat ist demzufolge die Eruierung *nachhaltigkeitsbezogener Kompetenzanforderungen* in konkreten *beruflichen Arbeits- und Geschäftsprozessen* (vgl. Kettschau 2011, S. 1). Der Nationale Aktionsplan Bildung für nachhaltige Entwicklung (NAP BNE) hebt in diesem Kontext sowohl domänenspezifische als auch domänenübergreifende Kompetenzen als einen bedeutsamen Untersuchungsgegenstand zur Implementierung einer BBNE hervor (vgl. BMBF 2017, S. 47 f.).

Obgleich in den letzten Jahren vielfältige berufsfeld- und berufsspezifische Forschungsarbeit hierzu geleistet wurde und daraus kompetenzbezogene Modellierungsansätze hervorgegangen sind (vgl. Müller & Fischer 2013, S. 6; vgl. Michaelis 2017, S. 148; vgl. Kettschau & Mattausch 2012, S. 38 ff.; vgl. Tiemeyer 2009, S. 43; vgl. Schütt-Sayed et al. 2021, S. 41), offenbart der bestehende Stand der Theorie, dass – bis auf wenige Ausnahmen (vgl. u. a. Grantz et al. 2014, S. 17) – Forschungsergebnisse zur nachhaltigen Entwicklung in der Metalltechnik unterrepräsentiert sind und zugehörige didaktische Ansätze bisher bestenfalls anteilig Betrachtung gefunden haben. Wolf proklamiert für die Metalltechnik den größten Rückstand in der Entwicklung und Umsetzung einer berufs- bzw. berufsfeldspezifischen BBNE (vgl. 2011, S. 1). Diese Feststellung hat bis heute nicht an Bedeutung verloren und trifft ebenso auf die stark vertretene Berufsgruppe der *industriellen Metallberufe* zu. Auch trotz der Teilnovellierung der industriellen Metall- und Elektroberufe im Jahr 2018 hat Nachhaltigkeit keinen umfassenden Einzug in die Ordnungsmittel der industriellen Metallberufe gefunden.

Damit einhergehend besteht für die industriellen Metallberufe ein breit gefächerter Forschungsbedarf. So gilt auch für die industriellen Metallberufe, dass Erkenntnisse zum erforderlichen beruflichen *Können* und *Wissen* sowie zu den nutzbaren *Anknüpfungspunkten* für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit lückenhaft oder nicht vorhanden sind (vgl. Fischer & Blings 2010, S. 112). Für die thematische Zusammenführung von Beruflichkeit und Nachhaltigkeit in Berufsbildungsprozessen weist Schütt-Sayed zudem eingängig auf die bestehende Notwendigkeit zur Identifikation *konkreter berufsfeldspezifischer Anschauungsbeispiele* aus *realen Arbeitsprozessen* und *Arbeitsaufgaben* hin (vgl. 2020, S. 470).

Eng damit verbunden wird das nachhaltige *Energie- und Ressourcenmanagement* als wesentlicher Aspekt nachhaltiger Berufshandlungen deklariert, bei dem zugleich aber eine fehlende berufswissenschaftliche Forschung bzgl. der konkreten beruflichen Umsetzung konstatiert wird (vgl. Hahne 2006, S. 39). Ein derartiges Management zielt im Kern auf einen effizienten, verträglichen und verringerten Energie- und Materialeinsatz ab. Nicht zuletzt aufgrund dieser Relevanz stellen die didaktischen Leitlinien einer BBNE die Relevanz der *nachhaltigen Leitstrategien* (Effizienz, Konsistenz, Suffizienz) heraus (vgl. Vollmer 2020, S. 208 i. A. a. Kastrup et al. 2012, S. 120). Obgleich Reichwein (vgl. 2015, S. 208 ff.) für die Umsetzung dieser Strategien in der Facharbeit der industriellen Elektroberufe Erkenntnisse geliefert hat, bestehen für die industriellen Metallberufe hingegen kaum gesicherte Erkenntnisse zur domänenbezogenen Umsetzung dieser Strategien. Damit verbunden geht zudem die Frage einher, in welcher Weise

betriebliche *Handlungsspielräume* von Fachkräften in den Unternehmen überhaupt beansprucht und gestaltet werden können, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte zu erzielen (vgl. Vollmer 2008, S. 58; vgl. Schütt-Sayed 2020, S. 470).

Berufsübergreifend besteht die Auffassung, dass der Umbau der bestehenden Wirtschaftsstrukturen hin zu einer Green Economy mit einem qualitativen und quantitativen Wandel der Arbeitswelt verbunden ist (vgl. Graf & Reuter 2017, S. 4 ff.). Neben der Zunahme neuer grüner Berufe (engl. *Green Jobs*) wird eine grüne bzw. nachhaltige Akzentuierung originärer Berufe (engl. *Greening Jobs*) prognostiziert (ebd., S. 52). Allerdings bestehen bisher kaum gesicherte Aussagen darüber, ob sich eine derartige *Berufsakzentuierung* auch bereits für die industriellen Metallberufe abzeichnet, wie sich diese ggf. konkret in den Unternehmen äußert und welche *Relevanz* der Facharbeit für die Etablierung nachhaltiger betrieblicher Strukturen durch die Unternehmen beigemessen wird.

Aus dem skizzierten Forschungsstand und den daraus hervorgehenden Implikationen lassen sich verschiedene Forschungsdesiderate zur Untersuchung der nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit und des damit verbundenen Berufshandelns in industriellen Metallberufen zusammenführen:

**I Forschungsdesiderat** – *Nachhaltige Unternehmensentwicklung und die Relevanz von Facharbeit*: Eine nachhaltige Unternehmensentwicklung hat in den letzten Jahren eine starke Bedeutungszunahme in den Unternehmen erfahren (vgl. Schons et al. 2023, S. 12, vgl. oekom research 2017, S. 20; vgl. Englisch et al. 2013, S. 12). Wie sich diese Bedeutungszunahme konkret in produzierenden Unternehmen äußert und welche Rolle Fachkräfte in diesem Transformationsprozess einnehmen, wurde bisher nicht zusammenhängend untersucht.

**II Forschungsdesiderat** – *Grüne Berufsakzentuierung der industriellen Metallberufe*: Mit dem Wandel zu einer Green Economy werden die Zunahme neuer grüner Berufe und eine grüne bzw. nachhaltige Akzentuierung originärer Berufe prognostiziert (vgl. Graf & Reuter 2017, S. 52). Ob sich eine nachhaltige Berufsakzentuierung auch bereits in den industriellen Metallberufen abzeichnet, geht aus den bestehenden Forschungsarbeiten jedoch nicht gezielt hervor.

**III Forschungsdesiderat** – *Anknüpfungspunkte für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit in beruflichen Handlungsfeldern und Arbeitsaufgaben*: Obgleich die Forschung in anderen Berufsfeldern zur Identifikation von Anknüpfungspunkten für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit in der Domäne bereits deutlich vorangeschritten ist (vgl. Kettschau & Mattausch 2012, S. 38 ff.; vgl. Schütt-Sayed et al. 2021, S. 41), stellt sich für die industriellen Metallberufe weiterhin die Frage, welche Anknüpfungspunkte für ein nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln in den Handlungsfeldern und Arbeitsaufgaben vorzufinden sind.

**IV Forschungsdesiderat** – *Nachhaltigkeitsstrategien in beruflichen Arbeitsprozessen*: Die drei Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung (Effizienz, Konsistenz, Suffizienz) können ebenfalls als Handlungsstrategien begriffen werden. Ihnen wird eine hohe Bedeutsamkeit für die Umsetzung einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit und für die Gestaltung einer BBNE beigemessen (vgl. Kastrup et al. 2012, S. 120; vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 144; vgl. Vollmer 2020, S. 206). Obgleich Reichwein (vgl. 2015, S. 208 ff.) aufgezeigt hat, wie diese Strategien in der Facharbeit industrieller Elektroberufe zum Tragen kommen können, liegen diesbezüglich keine Erkenntnisse darüber für die industriellen Metallberufe vor.

**V Forschungsdesiderat** – *Kompetenzen für die nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit*: In der wissenschaftlichen Diskurslandschaft bestehen verschiedene Kompetenzmodelle und Kompetenzbeschreibungen zur Charakterisierung und Förderung eines nachhaltigen Handelns (vgl. de Haan 2008, S. 32; vgl. Wiek et al. 2011, S. 203 ff.; vgl. Rieckmann 2016, S. 72; vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 144; vgl. Bretschneider et al. 2020, S. 54 f.). Eine empirisch-rekonstruktive Modellierung und Beschreibung von beruflichen Kompetenzen für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit in industriellen Metallberufen entlang einzelner Arbeitsaufgaben ist im wissenschaftlichen Diskurs bisher nicht vorzufinden.

**VI Forschungsdesiderat** – *Nachhaltigkeitsbezüge in individuellen Personenmerkmalen und Handlungsspielräumen*: Berufliche Kompetenz und das damit verbundene Handeln lassen sich als das Ergebnis eines Wechselspiels zwischen den Personenmerkmalen der Fachkraft und den externen Gegebenheiten und Sachverhalten begreifen, die in der Domäne, den Arbeitsprozessen und im Betrieb vorherrschen (vgl. Becker & Spöttl 2015a, S. 8). Damit verbunden bestehen betriebliche Handlungsspielräume, die von den Fachkräften in den Unternehmen beansprucht werden können, um beabsichtigte Handlungsergebnisse zu erzielen. Zusammenführend lassen sich dazu auf performativer Handlungsebene die Entitäten *Wissen*, *Können*, *Wollen* und *Dürfen* anführen (vgl. Becker 2010, S. 56 f.). Welche spezifischen Nachhaltigkeitsbezüge nicht nur in der Einheit des beruflichen Handelns, sondern ebenso entlang der genannten Entitäten feststellbar sind, wurde bisher nicht zusammenhängend anhand eines Berufsbildes untersucht.

**VII Forschungsdesiderat** – *Anforderungen an eine BBNE*: Vielfältige Anforderungen an die inhaltliche und didaktisch-methodische Ausgestaltung einer BBNE sind sowohl bildungstheoretisch als auch paradigmatisch anhand der zentralen Nachhaltigkeitsprinzipien begründet (vgl. Kastrup et al. 2012, S. 120; vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 131 ff.). Hingegen bestehen deutlich weniger Erkenntnisse darüber, welche Anforderungen an die Ausrichtung nachhaltigkeitsorientierter Bildungsprozesse aus der Sicht der Unternehmen gestellt werden.

## 1.3 Zielsetzung und forschungsleitende Fragestellung

Zentraler Forschungsgegenstand dieser Arbeit ist somit das nachhaltigkeitsorientierte berufliche Handeln in der Domäne industrieller Metallberufe unter Berücksichtigung der dazugehörigen Sinn- und Sachzusammenhänge[3]. Das erkenntnisleitende Interesse besteht damit einerseits in der Beitragsleistung zur empirischen Entschlüsselung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit, um vorrangig zur Erweiterung des Theoriestands beizutragen. Andererseits liegt der Zielsetzung der vorliegenden Arbeit zugleich ein praxis- und verwertungsorientiertes Gestaltungsinteresse zugrunde, das auf die Generierung von Impulsen zur Verankerung und Ausgestaltung einer BBNE für die industriellen Metallberufe abzielt.

Die dargelegten Forschungsdesiderate und die daraus resultierenden Forschungsziele führen somit konkludierend zu der forschungsleitenden Fragestellung:

> *„Wie äußert sich nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln in der Domäne industrieller Metallberufe und welche Nachhaltigkeitsbezüge sind auf der personenbezogenen sowie betrieblich-institutionellen Ebene von Facharbeit feststellbar?“*

Die leitende Fragestellung umspannt den skizzierten Forschungsgegenstand und stellt den inhaltlichen Zusammenhang der vorliegenden Arbeit her. Aus der Fragestellung heraus begründet sich die Erarbeitung des bestehenden theoretischen Wissensstands, um den Erhebungsprozess angemessen zu konzeptionieren und die erzielten Forschungsergebnisse in den wissenschaftlichen Diskurs einordnen zu können. Ebenso erfolgt die inhaltliche und zielgruppenbezogene Ausrichtung der Forschungsinstrumente und -methoden entlang der Forschungsfrage. Mit der leitenden Forschungsfrage gehen aus den angeführten Forschungsdesideraten und dem intendierten Erkenntnisinteresse weiterführende Teilforschungsfragen hervor, die den Forschungsprozess konstituieren:

- Welchen Stellenwert hat Nachhaltigkeit für die Unternehmensentwicklung und welche Bedeutung nimmt die *Facharbeit* in diesem Transformationsprozess ein?
- Zeichnet sich der prognostizierte Trend einer *grünen Berufsakzentuierung* in der Domäne der industriellen Metallberufe ab?
- Welche betrieblichen *Handlungsspielräume* und *Partizipationsmöglichkeiten* bestehen für die Fachkräfte zur Mitgestaltung nachhaltiger Produktionsmuster und Arbeitsprozesse?
- Welche konkreten *Anknüpfungspunkte* für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit bestehen in den beruflichen *Handlungsfeldern* und *Arbeitsaufgaben* der Fachkräfte?
- Inwieweit kommen die *nachhaltigen Leitstrategien* (Effizienz, Konsistenz, Suffizienz) in der Domäne der Fachkräfte zum Tragen?

3 Facharbeit ist in einen Sinn- (durch die Konfrontation der Fachkraft mit dem Arbeitsprozess und den damit verbundenen Anforderungen sowie Absichten) und einen Sachzusammenhang (Gegenstände der Facharbeit) eingebunden, die gemeinsam den Kontext der Arbeit charakterisieren (vgl. Becker 2010, S. 60 f.).

- Lassen sich Nachhaltigkeitsbezüge in den verschiedenen *Personenmerkmalen* feststellen, die für kompetentes Handeln als erforderlich erachtet werden?
- Welche *Anforderungen* stellen Unternehmen aus betrieblich-institutioneller Perspektive an die Ausgestaltung einer BBNE?
- Lassen sich *berufliche Kompetenzen* für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit identifizieren und in ein passendes Kompetenzmodell überführen?

Durch die bestehenden Abhängigkeiten zwischen Facharbeit und Arbeitswelt lassen sich nachhaltigkeitsorientierte berufliche Handlungen kaum losgelöst von betrieblichen Strukturmerkmalen untersuchen. Zur Untersuchung des mehrdimensionalen Forschungsgegenstands wird der empirische Erhebungsprozess deshalb auf miteinander in Beziehung stehende Forschungsebenen ausgerichtet, um bedeutsame Zusammenhänge zwischen der Fachkraft und objektiven Merkmalen von Domäne und Betrieb erfassbar zu machen (Abbildung 2).

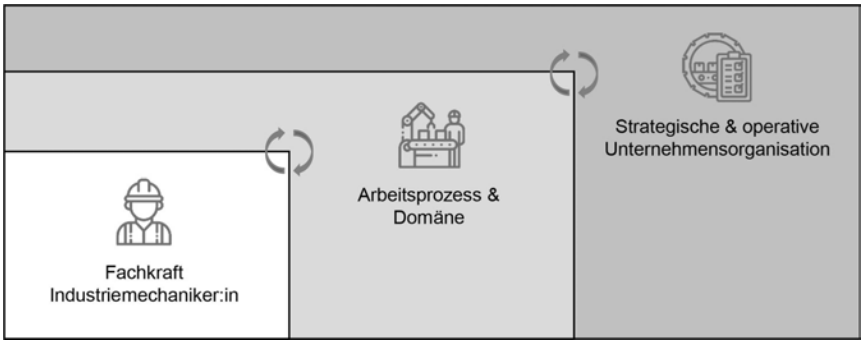



**Abbildung 2:** Reziproke Forschungsebenen der Untersuchung

Mit der reziproken Konzeption wird auf der Ebene der strategischen und operativen Unternehmensorganisation beabsichtigt, übergeordnete und kontextgebende Strukturmerkmale zu untersuchen, die die Facharbeit in den Unternehmen prägen. Dazu zählen ebenso die nachhaltigkeitsorientierten Veränderungen in der Arbeitswelt, die betrieblich offerierten Handlungsspielräume und Partizipationsmöglichkeiten zur Mitgestaltung einer gesellschaftlichen Unternehmensverantwortung (engl. Corporate Social Responsibility, kurz: CSR) wie auch die nachhaltigkeitsbezogenen Anforderungen in den Unternehmen. Mit konkretem Bezug zur Domäne und den darin verorteten Arbeitsprozessen rücken darüber hinaus die nachhaltigkeitsorientierten Anknüpfungspunkte aus unterschiedlichen beruflichen Arbeitsaufgaben und Handlungsfeldern ebenso wie die performative Anwendung nachhaltiger Handlungsstrategien in den Fokus der Untersuchung. Facharbeit und damit auch nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit weist eine individuelle, das heißt subjektbezogene bzw. inkorporierte, Dimension auf. Demzufolge besteht weiterführend die Absicht, die nachhaltigkeitsbezogenen Einstellungen, Motive und Wissensbestände auf der Ebene der Fachkraft zu untersuchen und die erforderlichen beruflichen Kompetenzen zur Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte zu identifizieren.

Die Untersuchung des Forschungsgegenstandes erfolgt im Sektor des *verarbeitenden Gewerbes*. Untersuchungsrelevantes Berufsbild in der vorliegenden Arbeit und repräsentativer Stellvertreter der industriellen Metallberufe ist der Ausbildungsberuf *Industriemechaniker:in*. Dazugehörige Auswahlbegründungen folgen in Abschnitt 3.3.2.

## 1.4 Wissenschaftstheoretische Einordnung

Die wissenschaftstheoretische Einordnung der vorliegenden Arbeit ist in Abhängigkeit des Entdeckungs-, Begründungs- und Verwertungszusammenhangs[4] durch zwei zentrale Leitlinien geprägt.

Die Forschungsziele und die dazugehörige Forschungsfrage (vgl. Abschn. 1.3) wurden aus dem vorgestellten Forschungsstand und den daraus hervorgehenden Forschungsdesideraten (vgl. Abschn. 1.2) abgeleitet. Die Anknüpfung an bereits vorhandene Paradigmen, Theorien und Modelle der Bezugswissenschaften (nachfolgend angeführt) lässt sich als ein kritisch-rationaler Ansatz bezeichnen. Entsprechend ist es erforderlich, die an die Theorie anknüpfenden Fragestellungen mittels empirischer Forschung kritisch zu beantworten, um einen Erkenntnisfortschritt zu erzielen (vgl. Popper 1974, S. 121). Somit prägen in der vorliegenden Arbeit die Ansätze aus dem kritischen Rationalismus den Begründungszusammenhang zur empirischen Annäherung an die bestehende Wirklichkeit des nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handelns in industriellen Metallberufen. Untersuchungsrelevante Entscheidungen innerhalb des Forschungsprozesses erfolgen somit interessenneutral, werturteilsfrei und undogmatisch (vgl. Langfeldt & Nothdurft 2015, S. 30). Es besteht somit das Bestreben einer möglichst objektiven Annäherung an den Forschungsgegenstand, unter Klarstellung dessen, dass keine Gewissheit über die umfassende Wahrheit der Ergebnisse geliefert werden kann und diese dem Kriterium der Falsifizierbarkeit unterliegen (vgl. Popper 1972, S. 216 f.).

Dem Entdeckungs- und Verwertungszusammenhang liegen hingegen Auffassungen zugrunde, die der Denkrichtung der kritischen Theorie zuzuordnen sind. Wenn auch nicht der Forschungsprozess selbst, so sind jedoch die Aufnahme als auch die intendierten Absichten der Forschung durch moralisch-internalisierte Wertvorstellungen und normative Gesellschaftskonstrukte a priori und damit unvermeidbar außerwissenschaftlich und wertbehaftet geleitet (vgl. Görlitz 1983, S. 21). Bewertungsmaßstäbe wie „Relevanz", „Aktualität" oder „Notwendigkeit" des Forschungsvorhabens sind stets normativ und erfolgen mit Rückgriff auf subjektive und intersubjektive Wertungen innerhalb des Gesellschaftssystems. Mit der Annahme von bestehenden kritischen Gesellschaftszuständen, die zur Gefährdung der natürlichen Lebensgrundlagen und der gesellschaftlichen Wohlfahrt führen, besteht mit der Untersuchung nicht nur das Bestreben einer reinen *Reproduktion* der Wirklichkeit (vgl. Dimbath 2016, S. 42),

4 Der Entdeckungszusammenhang ist der Anlass zur Initiierung eines Forschungsprojektes. Hauptgründe sind dabei die Klärung sozialer Probleme, Theoriebildung und Auftragsforschung. Dem Begründungszusammenhang lassen sich alle Forschungsoperationen und methodischen Schritte zuordnen, mit deren Hilfe das Problem oder die Forschungsfrage empirisch untersucht werden soll. Unter Verwertungs- oder auch Wirkungszusammenhang werden die beabsichtigten Wirkungen einer Untersuchung sowie ihr Beitrag zur Lösung des Problems verstanden (vgl. Friedrichs 1990, S. 50 ff.).

sondern die Beitragsbemühung zur *Überwindung* gesellschaftlicher Widersprüche (vgl. Langfeldt & Nothdurft 2015, S. 30 ff.; vertiefend dazu vgl. Horkheimer & Adorno 1988).

### Forschungsdisziplin

Forschungsgegenstände der vorliegenden Arbeit sind Phänomene, die im Kontext berufsförmig organisierter Arbeit entstehen (vgl. Pahl 2013, S. 24). Die Berufswissenschaft knüpft hier an und setzt sich intensiv mit Fragen der Kategorie „Beruf" und „Beruflichkeit" in „[...] *gesellschaftlicher, ökonomischer, sozialer, qualifikatorischer und bildungsbezogener Perspektive auseinander*" (Becker & Spöttl 2015b, S. 54). Die Disziplin weist dabei unterschiedliche Ausrichtungen auf. So ist mit dem Forschungsvorhaben nicht nur die Generierung von Erkenntnissen für die *spezifische Berufswissenschaft* (Berufsbild – Industriemechaniker:in) beabsichtigt, sondern auch für die berufsübergreifende und somit *allgemeine Berufswissenschaft* (vgl. Pahl 2013, S. 27).

Die Arbeit weist durch den beschriebenen Entwicklungs-, Begründungs- und Verwertungszusammenhang einen interdisziplinären Charakter auf. Somit fußt die vorliegende Arbeit auf einer *berufswissenschaftlichen Forschung* (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 71), die zugleich zentrale Paradigmen und Prinzipien der *Nachhaltigkeitswissenschaft* aufgreift. Nachhaltigkeitswissenschaftliche Forschung setzt sich dabei mit gesellschaftlich relevanten und komplexen Fragestellungen auseinander, um Beiträge zur Überwindung gesellschaftlicher Problemfelder zu leisten (vgl. Lang et al. 2014, S. 115). Eine Trennung der Forschungsrichtungen dient lediglich der theoretisch-analytischen Konzeptionierung und ist weder in der Planung und Durchführung des Forschungsprozesses noch im Rahmen der Ergebnisinterpretation möglich oder sinnvoll.

### Forschungsansatz

Zur Untersuchung des mehrdimensionalen Forschungsgegenstands ist ein passender Forschungsansatz zu wählen. Aufgrund der geringen Erkenntnisgrundlage zur nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit in industriellen Metallberufen wird ein offener und damit *explorativer* Zugang zum Forschungsgegenstand gewählt. Der Zugang ermöglicht die Wahrung einer gewissen Flexibilität im Forschungsprozess. Explorativ kann dabei als „auskundschaftend" verstanden werden. Explorative Untersuchungen verschaffen somit einen umfassenden Überblick über den Untersuchungsgegenstand und dienen der Generierung vielfältigster Forschungsergebnisse. Es werden demzufolge keine überprüfbaren Hypothesen vorab festgelegt, sondern Forschungsdaten gesammelt und interpretiert. Ziel von explorativen Studien ist das „Finden bzw. Entdecken" und weniger das „Prüfen" im Rahmen konfirmatorischer Forschung.

### Forschungsprozess

Der Forschungsprozess wird durch eine dualistische Forschungsperspektive flankiert. Einerseits ist die Untersuchung, durch das Bestreben, zur empirischen Entschlüsselung des Forschungsgegenstands beizutragen, *klärungsorientiert* ausgerichtet. Andererseits weist das Forschungsvorhaben einen *innovationsgesteuerten* Charakter auf, da mit dem Erkenntnisgewinn ebenso die Erarbeitung konkreter Impulse zur Verankerung und Ausgestaltung einer domänenbezogenen BBNE beabsichtigt ist. Um den For-

schungsgegenstand theoriegeleitet zu charakterisieren, zu konkretisieren und damit letztendlich untersuchbar zu machen, wird mit einer berufswissenschaftlichen und nachhaltigkeitswissenschaftlichen Entwicklungslinie ein deskriptiv-theoriegeleiteter Zugang geschaffen. Für die empirische Untersuchung kommen berufswissenschaftliche Forschungsinstrumente und -methoden zum Einsatz. Die Erschließung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit in industriellen Metallberufen unter Berücksichtigung der Trinität von *„Arbeit – Beruf – Bildung“* konzeptioniert die Planung, Durchführung und Auswertung des Forschungsprozesses. Abbildung 3 fasst den forschungskonzeptionellen Ansatz der vorliegenden Arbeit zusammen.

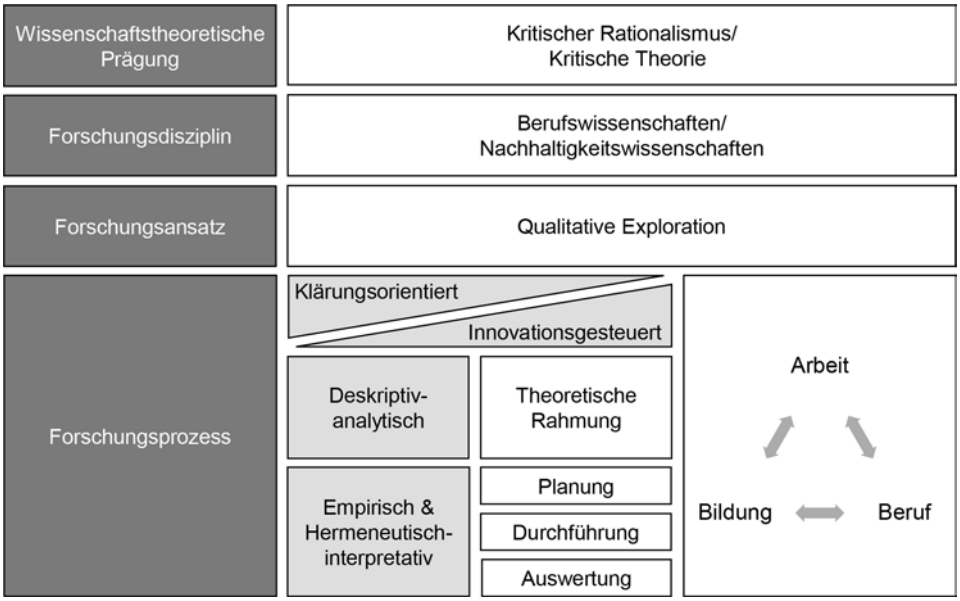



**Abbildung 3:** Wissenschaftliche Einordnung und Konzeption

## 1.5 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Forschungsarbeit wurde mit einem *einleitenden Teil* (vgl. Kap. 1) eröffnet. Es folgen ein *theoretisch-deskriptiver Teil*, der sowohl zur gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und berufsbildungsbezogenen Rahmung als auch zur Konkretisierung untersuchungsrelevanter Sachverhalte dient (vgl. Kap. 2 & Kap. 3), ein *forschungskonzeptioneller Teil* (vgl. Kap. 4 & Kap. 5), ein *empirisch-interpretativer Teil* zur Darlegung und Diskussion der Ergebnisse (vgl. Kap. 6 & Kap. 7) sowie ein darauf aufbauender und zugleich abschließender *rekonstruktiv-reflexiver Teil* (vgl. Kap. 8, Kap. 9 & Kap. 10).

**Einleitender Teil**

Mit dem ersten Teil der vorliegenden Arbeit erfolgte ein problemlösungsorientierter Einstieg. Dazu wurden die epochaltypischen Herausforderungen unserer Gesellschaft,

die gemeinhin aus einer bis dato nicht nachhaltigen Entwicklung unserer gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Systeme resultieren, ebenso dargestellt wie die Schlüsselfunktion von Facharbeit und beruflicher Bildung zur Begegnung dieser Herausforderungen. Daran anknüpfend wurden der Forschungsstand und -bedarf zur Entschlüsselung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit und zur Gestaltung einer BBNE dargelegt, die sowohl zur Zielsetzung der vorliegenden Arbeit als auch zu den damit verbundenen Forschungsfragen führen.

### Theoretisch-deskriptiver Teil

Das zweite Kapitel schafft eine umfassende theoretisch-analytische Rahmung um den Forschungsgegenstand. Die aufgearbeiteten Inhalte bilden die theoretische Basis für die Untersuchung, ermöglichen die spezifische Ausrichtung des Forschungsdesigns und dienen der Reflexion der Forschungsergebnisse. Dazu werden drei theoretisch-deskriptive Rahmungen um den Forschungsgegenstand aufgespannt, die den Forschungsgegenstand zugleich kontextualisieren.

Eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit intendiert die Beitragsleistung zur Mitgestaltung einer nachhaltigen Entwicklung. Entsprechend wird der Komplex einer nachhaltigen Entwicklung als *gesellschaftlich-normative Rahmung* von Facharbeit entwicklungslogisch und wissenschaftspropädeutisch dargelegt. Durch die Verflechtungen zwischen Facharbeit, Wirtschaftssystem und den darin eingebetteten Unternehmen wird darauffolgend die nachhaltige Entwicklung von wirtschaftlichen Strukturen und Unternehmen als *betrieblich-institutionelle Rahmung* von Facharbeit aufgearbeitet. Angehende Fachkräfte sollen durch eine BBNE zur nachhaltigen Mitgestaltung von Gesellschaft und Arbeitswelt befähigt werden (vgl. KMK 2021, S. 14). Damit wird als dritter und letzter theoretischer Rahmen die BBNE als *berufspädagogisch-didaktische Rahmung* erschlossen.

Im dritten Kapitel erfolgen die theoriegeleitete Charakterisierung und Konkretisierung des *nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns* anhand theoretisch fundierter Merkmale, die zugleich empirische Zugänge zum Forschungsgegenstand schaffen.[5] Daran anknüpfend wir der Komplexbegriff[6] der Kompetenz aus unterschiedlichen theoretischen Entwicklungslinien beleuchtet und konstitutive Entitäten des Kompetenzkonstrukts werden herausgearbeitet. Abschließend wird das forschungsrelevante Berufsbild des Industriemechanikers bzw. der Industriemechanikerin vorgestellt.

### Forschungskonzeptioneller Teil

Im vierten Kapitel werden der interdisziplinäre Forschungsansatz und das berufswissenschaftliche Forschungsdesign vorgestellt. Damit verbunden werden Kriterien zur

5 Zwar erfolgt bei einer Operationalisierung auch die Verknüpfung von theoretischen Begriffen und Konstrukten mit einem empirischen Sachverhalt, der Begriff selbst ist aber vergleichsweise stark durch Messtheorien und Messvariablen der quantitativen Forschung geprägt. Daher wird in der vorliegenden Arbeit eher von einer theoretischen Charakterisierung und Konkretisierung forschungsrelevanter Merkmale gesprochen. Damit verbunden besteht das Ziel, einen adäquaten empirischen Zugang zum Forschungsgegenstand zu schaffen und die Erklärungsqualität der Ergebnisse zu erhöhen.

6 Komplexbegriffe sind mehrdeutig und zumeist offen angelegte Containerwörter, die in Abhängigkeit der Forschungsdisziplinen und der Diskussionsziele mit Inhalten gefüllt werden (vgl. Gottschalk-Mazouz 2007, S. 25).

Sicherung der Forschungsqualität dargelegt, die sowohl die Gütekriterien qualitativer Forschung als auch berufswissenschaftliche Gütebereiche berücksichtigen.

Im Anschluss an den analytisch-deskriptiven und methodischen Teil werden im fünften Kapitel die analytisch gewonnenen Ergebnisse der Sektoranalyse vorgestellt. Die Ergebnisse ermöglichen zum einen die Erschließung und Aufbereitung forschungsrelevanter Informationen bzgl. des zu untersuchenden Sektors und zum anderen die systematische und repräsentative Fallstudienplatzierung in ausgewählten Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes.

**Empirisch-interpretativer Teil**

Im sechsten Kapitel wird die Durchführung der empirischen Exploration beschrieben und die Forschungsergebnisse zur nachhaltigen Entwicklung in Unternehmen und Facharbeit in zehn Fallstudienbeschreibungen werden dargelegt und exemplarisch anhand einer Auswahl dokumentierter Arbeitsprozessanalysen expliziert.

Darauf aufbauend werden mit dem siebten Kapitel eine Reihe von weiteren empirisch gewonnen Ergebnissen mit konkretem Bezug zu den Teilforschungsfragen dargelegt, ausgewertet und reflektiert. Während zu Beginn Befunde zur nachhaltigen Entwicklung der Arbeitswelt und der Facharbeit die Ergebnisdarstellung prägen, folgen daran anschließend weiterführende Befunde zum konkreten nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handeln in der Arbeitswelt.

**Rekonstruktiv-reflexiver Teil**

Im achten Kapitel wird aufbauend auf den Forschungsergebnissen ein domänenspezifisches Kompetenzmodell zur Beantwortung der letzten Teilforschungsfrage vorgestellt. Das Modell wurde ausgehend von einer empirischen Forschungsperspektive entwickelt und lässt sich als empirisch-rekonstruktive Kompetenzmodellierung verstehen. Aus dem Kompetenzmodell wurden acht nachhaltigkeitsorientierte Kernkompetenzen abgleitet und domänenbezogen beschrieben, die das Kompetenzmodell zudem transversal erweitern. Das Kapitel endet mit der Analyse der Anschlussfähigkeit der rekonstruierten Kernkompetenzen hinsichtlich der didaktischen Leitlinien einer BBNE, die zugleich auch als Dimensionen zur Reflexion nachhaltigen Berufshandelns begriffen werden können (vgl. Vollmer 2020, S. 208; vgl. Kastrup et al. 2012, S. 120).

Im neunten Kapitel wird ein auf der Grundlage der Forschungsergebnisse und -erkenntnisse entwickeltes Modell zur Charakterisierung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit eingeführt und die dazugehörigen Modellkomponenten werden beschrieben. Darauf aufbauend folgen Ansätze zur didaktisch-konzeptionellen Ausgestaltung einer domänenbezogenen BBNE. Als Beitragsleistung für die strukturelle Verankerung einer BBNE werden zudem konkrete Empfehlungen für die transformative Gestaltung der Ordnungsmittel für den Berufsschulunterricht dargelegt.

Mit dem zehnten Kapitel wird neben einer Zusammenfassung der weiterführende Forschungsbedarf dargelegt. Das Kapitel endet mit einem kurzen Ausblick. Abbildung 4 dient der Darstellung des Aufbaus und der Struktur der vorliegenden Arbeit.

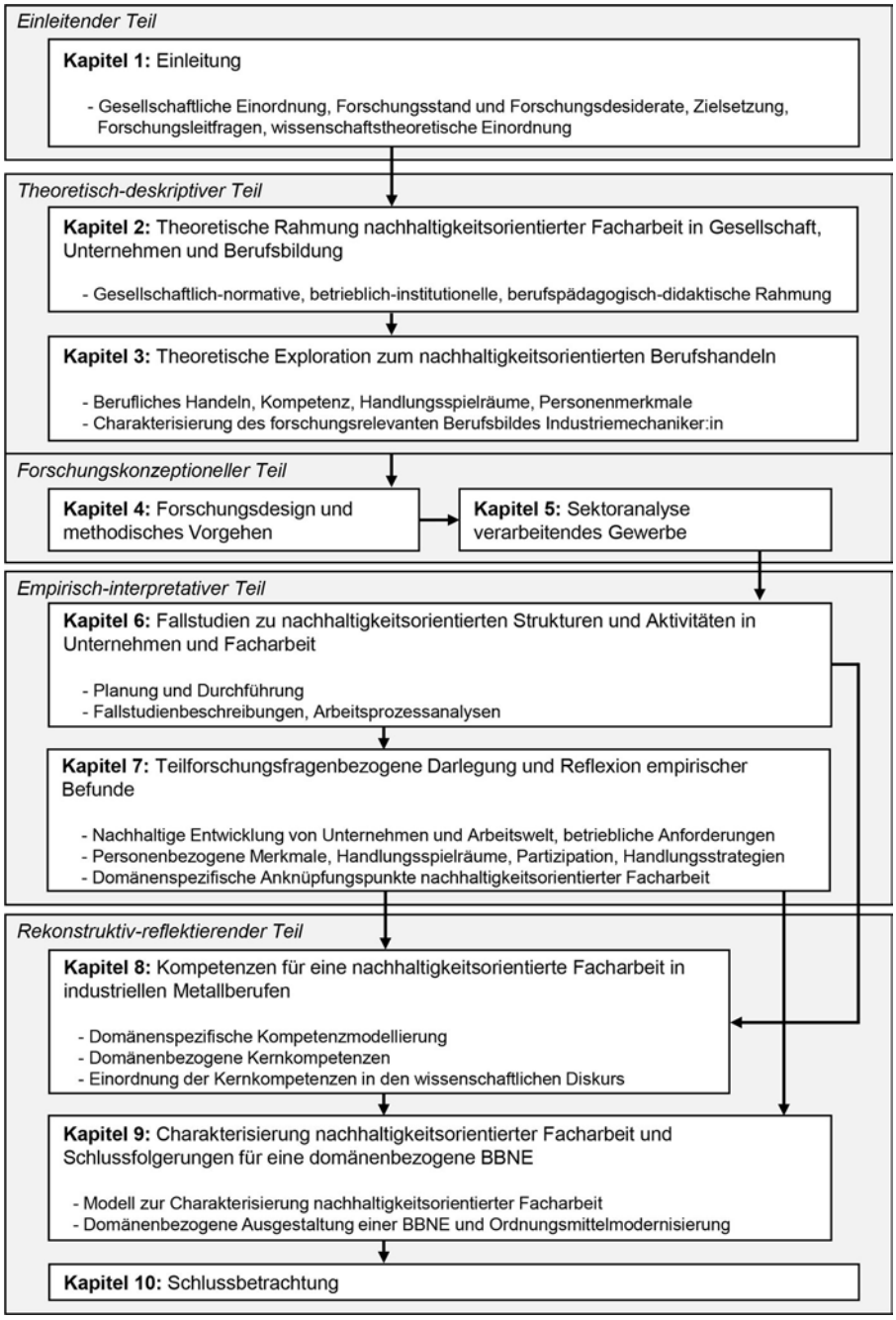



**Abbildung 4:** Aufbau und Struktur der Arbeit

# 2 Theoretische Rahmung nachhaligkeitsorientierter Facharbeit in Gesellschaft, Unternehmen und Bildung

„Die reinste Form des Wahnsinns ist es, alles beim Alten zu lassen
und gleichzeitig zu hoffen, dass sich etwas ändert."

Albert Einstein

Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit und das dazugehörige inhärente Berufshandeln können zusammengefasst als mehrdimensionaler Forschungsgegenstand bezeichnet werden, der durch das komplexe Beziehungsgeflecht berufsförmig organisierter Arbeit sowohl in einen *gesellschaftlich-normativen Rahmen* (vgl. Abschn. 2.1) als auch in einen *betrieblich-institutionellen Rahmen* (vgl. Abschn. 2.2) eingebettet ist. Facharbeit steht innerhalb Deutschlands mit dem System der dualen Berufsbildung in unauflösbarer Wechselwirkung. Einerseits ist der zentrale inhaltliche Bezugspunkt der Berufsbildung die bestehende Wirklichkeit der Arbeitswelt mit den dazugehörigen Arbeits- und Geschäftsprozessen. Andererseits zielt Berufsbildung darauf ab, die berufsbezogene und berufsübergreifende Handlungskompetenz der Lernenden zu stärken und diese zur nachhaltigen Mitgestaltung der Arbeitswelt und der Gesellschaft in sozialer, ökonomischer, ökologischer und individueller Verantwortung zu befähigen (KMK 2021, S. 14). Aus diesem Grund weist der Untersuchungsgegenstand ebenso einen *berufspädagogisch-didaktischen Rahmen* (vgl. Abschn. 2.3) auf. Nachfolgend werden die drei genannten Rahmungen im Kontext des Untersuchungsgegenstands analytisch-deskriptiv aufgearbeitet. Die drei Rahmungen bilden die theoretische Basis für die Untersuchung, ermöglichen die spezifische Ausrichtung der Forschungsinstrumente und -methoden und dienen zur Reflexion der Forschungsergebnisse.

## 2.1 Gesellschaftlich-normative Rahmung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

Der nachhaltige Umbau der bestehenden Wirtschaftsstrukturen erfolgt in der praktischen Umsetzung vor allem durch die Leistungserbringung von Fachkräften (vgl. Hemkes et al. 2013, S. 29). Gleichzeitig gehen mit dem Leitprinzip Nachhaltigkeit aber auch Anforderungen an die Beschaffenheit, Ausrichtung und Ausübung der Facharbeit selbst einher. Für die adäquate Einordnung und Untersuchung des Forschungsgegenstands erfolgt mit der Aufarbeitung der ersten Rahmung die theoretische Auseinandersetzung mit dem Themenkomplex „nachhaltige Entwicklung". Beginnend mit der Erschließung des inhaltlichen Bedeutungsgehalts einer nachhaltigen Entwick-

lung (Abschn. 2.1.1) folgt im Anschluss die Darlegung der Genese des international erklärten Leitbilds (Abschn. 2.1.2). Nach der Aufarbeitung konzeptioneller Merkmale einer nachhaltigen Entwicklung (Abschn. 2.1.3) endet die theoretische Erschließung der gesellschaftlich-normativen Rahmung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit mit der Zusammenführung von forschungsleitenden Schlussfolgerungen für die Konzeptionierung, Durchführung und Reflexion der Untersuchung (Abschn. 2.1.4).

### 2.1.1 Begriffsbestimmung einer nachhaltigen Entwicklung

Die Begrifflichkeiten „Nachhaltigkeit" und „nachhaltige Entwicklung" avancieren im öffentlichen Diskurs zunehmend zu Termini, die für eine verantwortungsvolle gesellschaftliche Transformation stehen, mit der gleichwohl unterschiedliche Zielperspektiven assoziiert werden. Die im wissenschaftlichen und politischen Diskurs vorzufindenden Ansätze reichen dabei von grünen Wachstumshypothesen bis hin zu wachstumskritischen und postmateriellen Transformationserfordernissen, die mit der Überwindung tradierter Wachstums- und Wettbewerbsordnungen einhergehen (vgl. Neckel et al. 2018, S. 19). Auch in der Öffentlichkeit weist Nachhaltigkeit mittlerweile eine Omnipräsenz auf. Im Jahr 2016 war der Begriff der „Nachhaltigkeit" ca. 88 % der Bundesbürger:innen geläufig (vgl. GfK 2016), während im Jahr 2004 die Bekanntheit lediglich ca. 22 % betrug (vgl. BMU 2004, S. 69).

Die Naturwissenschaften liefern vielfältige Beiträge und Erkenntnisse über den Zustand des Ökosystems, geben Prognosen zu ökologischen und sozialen Gefährdungen bei fortschreitender Missachtung planetarer Belastungsgrenzen und zeigen bedeutsame Handlungsfelder einer nachhaltigen Entwicklung auf. Sie können im Modus wertneutraler Objektivität allerdings keine Auskunft darüber geben, was Nachhaltigkeit selbst als normativ-konstruiertes Leitbild und Konstrukt umfassen sollte und aus welchen Gründen und Zielsetzungen heraus eine nachhaltige Entwicklung überhaupt intersubjektiv wünschens- und erstrebenswert ist. Vielmehr liegt die Ausrichtung und Ausgestaltung des Leitbilds in gesellschaftlich-politischer Verantwortung. Entsprechend unterliegt der Begriff selbst einer hohen Gestaltungsdynamik und ist Gegenstand permanenter gesellschaftlicher Aushandlung. Wahrscheinlich erfährt der Terminus auch gerade deshalb eine zunehmend inflationäre Nutzung, mit der Gefahr der Instrumentalisierung für alle auf „Dauerhaftigkeit" ausgerichteten Thematiken, ganz gleich, ob diese mit zentralen Prinzipien des konsolidierten Leitbilds selbst vereinbar sind oder nicht (vgl. Reidel 2010, S. 96; vgl. Weber et al. 2011, S. 14; vgl. Zimmermann 2016, S. 2).

Nachhaltigkeit wird weithin als sogenanntes „pro-word" verstanden. Es wird also damit eine Werthaltung verbunden, die im Kern eine legitimierende Funktion bei der Priorisierung einer nachhaltigen Handlung gegenüber einer nicht nachhaltigen Handlung aufweist (vgl. de Haan et al. 2008, S. 43). Die als überwiegend positiv wahrgenommene Konnotation einer nachhaltigen Entwicklung trifft auf eine breite gesellschaftliche Zustimmung. In einer repräsentativen Umfrage aus dem Jahr 2018 bewerten knapp 80 % der befragten Personen das Thema Nachhaltigkeit in ihrem Leben als wichtig (vgl. yougov 2018). Damit korrespondierend weist eine Studie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUB) darauf hin,

dass 84 % der befragten Personen es für sehr oder eher wahrscheinlich halten, dass eine nachhaltige Entwicklung zu mehr Gesundheit führt, 81 % erwarten eine erhöhte Lebensqualität und knapp die Hälfte aller befragten Personen glaubt, dass eine nachhaltige Entwicklung zu mehr Gemeinschaft führt und postmaterielle Verhaltensmuster zunehmend Verbreitung finden (vgl. BMUB 2016, S. 10).

### Nachhaltigkeit als Komplex paradigmatischer Prinzipien

Wie bereits die Antworten der Umfrage des BMUB suggerieren, geht das Prinzip der Nachhaltigkeit weit über einen reinen Umweltschutz hinaus. In einem Wörterbuch aus dem 19. Jahrhundert wird „Nachhalt" als das, „[...] *woran man sich hält, wenn alles andere nicht mehr hält*" (Campe 1809, S. 403), definiert. Der Bedeutungsgehalt richtet sich auf die Sicherstellung eines als gemeinhin erstrebenswert wahrgenommen Zustandes. So wird Nachhaltigkeit zum Antidot eines Kollapses, der das zeitliche Ende eines stabilen Zustandes impliziert. Nachhaltigkeit bezeichnet somit auf abstrakter Ebene das, „[...] *was standhält, was tragfähig ist, was auf Dauer angelegt ist, was resilient ist, und das heißt: gegen den ökologischen, ökonomischen und sozialen Zusammenbruch gefeit* [ist]" (Grober 2010, S. 14).

Eine moderne Definition einer nachhaltigen Entwicklung mit hohem Bekanntheitsgrad wurde im Jahr 1987 mit der Veröffentlichung des Brundtland-Berichts von der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (engl. kurz: WCED) geprägt. Sie zählt zu den pointiertesten Begriffsbestimmungen und lässt sich als einzige politisch-international anerkannte Definition werten. Demnach liegt eine nachhaltige Entwicklung dann vor, wenn sie

> „die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können" (Hauff 1987, S. 46).

Im Kern der Definition steht die verträgliche Befriedigung der Bedürfnisse[7] aller Menschen. Damit wurde das von den Vereinten Nationen offerierte Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung entlang eines moralischen Anthropozentrismus ausgerichtet. Der Mensch ist nach diesem umweltethischen Grundtypus das wichtigste Element umweltethischer Überlegungen, da der Mensch die Ethik selbst in epistemischer Form hervorgebracht hat. Dies befreit den Menschen jedoch auch in diesem umweltethischen Ansatz nicht von seiner Pflicht in der Ansehung der Natur gegenüber der Menschheit, denn die Menschheit ist auf den Fortbestand der Ökosystemdienstleistungen angewiesen (vgl. Ott 2016a, S. 11). Themen wie Umweltschutz, Klimaschutz, Tierschutz usw. werden somit in den gesellschaftlichen Diskurs aufgenommen und ausgehandelt, sofern diese für den Menschen als instrumentell oder eudaimonistisch wertvoll erachtet werden.[8] Die Formulierung der Definition umschreibt ein generali-

7 Als Bedürfnis kann der objektive Zustand oder das subjektive Empfinden eines bestehenden Mangels verstanden werden. Daran gekoppelt ist zumeist die Motivation, diesen Mangel zu beseitigen (vgl. Toepfer 2011, S. 156 ff.).

8 Natürliche Entitäten weisen einen instrumentellen Wert auf, sofern diese einen konkreten verwertungsorientierten Nutzwert aufweisen (z. B. Holz als Rohstoff). Sie gelten hingegen als eudaimonistisch wertvoll, wenn sie Komponenten eines „glücklichen Lebens" darstellen und Menschen ästhetische, spirituell-religiöse oder anderweitige positive Erfahrungen (z. B. Wald als Erholungsort) mit diesen Entitäten verbinden (vgl. Ott 2016a, S. 9 f.).

siertes Konzept, aus dessen Abstraktionsniveau zwar keine konkreten Handlungsempfehlungen ableitbar sind, das die Prämissen *Zukunftsverantwortung* und *globale Gerechtigkeit* aber als übergeordnete moralische Orientierungsfunktion für die gesellschaftliche Transformation festsetzt. Gerechtigkeit ist dabei sowohl ein zentrales Ziel einer nachhaltigen Entwicklung als auch zugleich eine notwendige Voraussetzung für die gelingende Transformation (vgl. Grunwald & Kopfmüller 2006, S. 30).

Eine nachhaltige Entwicklung impliziert damit einen Paradigmenwechsel – weg von einem nicht dauerhaft tragfähigen Zustand menschlicher Handlungen hin zu einem dauerhaft tragfähigen Zustand zivilisatorischer Aktivitäten innerhalb ökologischer und sozialer Grenzen. Durch die Analyse der gegenwärtigen Diskurslandschaft kristallisieren sich acht zentrale Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung heraus (vgl. Grunwald & Kopfmüller 2021, S. 27; vgl. Grunwald 2016, S. 98; Hauff 1987, S. 46; vgl. Jörissen et al. 2000, S. 35 f.; vgl. Ott & Döring 2008, S. 45 ff.; vgl. Pufé 2014a, S. 20; vgl. Calliess 2021, S. 438; vgl. Jonas 1979, S. 70):

- **Intragenerationelle Gerechtigkeit:** Nachhaltige Entwicklung strebt nach der Gewährleistung gleicher Entfaltungsmöglichkeiten und Chancengerechtigkeit zwischen heute lebenden Generationen. Dies gilt nicht nur zwischen dem globalen Norden und Süden sowie Industrie- und Entwicklungsstaaten, sondern auch in Bezug auf Geschlecht/Gender, Religion, Herkunft oder Alter.
- **Intergenerationelle Gerechtigkeit**: Die Weltgesellschaft steht in der Verantwortung, zukünftigen Generationen eine lebenswerte Umwelt und gleiche Entwicklungschancen zu hinterlassen. Heutige Generationen sind demnach dazu berechtigt, natürliches und kulturelles Erbe zu nutzen, aber auch verpflichtet, dies für die nachfolgenden Generationen zu verwalten. Beide Formen der Gerechtigkeit zielen auf ein Leben in Würde aller Menschen ab.
- **Ökologische Grenzen**: Planetare ökologische Belastungsgrenzen schaffen innerhalb des Ökosystems festgelegte Handlungsspielräume für anthropogene Aktivitäten und deren Auswirkungen. Eine Gesellschaftliche Entwicklung innerhalb dieser Grenzen gewährleistet die Resilienz des Ökosystems und damit die Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen, die aus der Intaktheit der Ökosystemdienstleistungen hervorgehen (Klimaregulierung, Boden- und Sauerstoffbildung, Versorgung mit Rohstoffen, Biodiversität etc.).
- **Vorsorgeprinzip**: Das Vorsorgeprinzip impliziert durch Ressourcen- und Risikovorsorge ein vorbeugendes Handeln, um bei unvollständiger Wissensbasis Umweltschäden im Voraus zu vermeiden. Es legitimiert somit Maßnahmen, die über die bloße Gefahrenabwehr hinausreichen. Dabei ist der schlechten Prognose stets der Vorrang zu geben gegenüber der guten Prognose.
- **Globalität**: Globale Perspektive im lokalen, nationalen oder regionalen Denken und Handeln. Mit dem Prinzip der Globalität geht häufig der Neologismus der „Glokalität" einher. Dieser impliziert eine ganzheitliche Betrachtung globaler Prozesse und die damit verbundenen lokalen Auswirkungen. Bspw. haben Herausforderungen wie der Klimawandel immer eine globale (weltweites Phänomen) und zugleich auch eine lokale Dimension (z. B. lokal verstärkt auftretende Umweltschäden).

- **Ganzheitlichkeit bzw. Kohärenz**: Berücksichtigung der vielfältigen und komplexen Verflechtungen zwischen dem Öko-, Gesellschafts- und Wirtschaftssystem, die eine gemeinsame und inhärente Betrachtung der ökologischen, sozialen und ökonomischen Dimension und deren Wechselbeziehungen untereinander erfordert.
- **Partizipation**: Berücksichtigung und Einbeziehung aller gesellschaftlichen Akteure und Akteurinnen sowie Mitgestaltung auf sämtlichen Handlungsebenen (Politik, Wissenschaft, Wirtschaft, Kultur, Bürger:innen).
- **Moralischer Anthropozentrismus**: Der Schutz der Umwelt wird zur Befriedigung der menschlichen Bedürfnisse als wertvoll erachtet. Neben Quellen- und Senkenfunktionen und anderen Ökosystemdienstleistungen der Natur beziehen sich Nutzungsansprüche auch auf die kulturellen und eudaimonistischen Funktionen wie die Ermöglichung ästhetischer Naturerfahrungen oder Erholungsaspekte.

### Nachhaltigkeit als normativ-regulativer Such-, Forschungs- und Lernprozess

Ein Nachhaltigkeitsverständnis, dessen normative Basis auf prädeliberativen Einverständnissen[9] beruht, geht von einer Interdependenz zwischen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft aus. Langfristig gesehen kann keine gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung ohne eine weitestgehend intakte Umwelt gesichert werden. Diametral dazu ist es ebenso unwahrscheinlich, eine intakte Umwelt zu bewahren, wenn keine grundlegende Existenzsicherung innerhalb der Weltgesellschaft[10] besteht und prekäre Lebenszustände die Menschen zu nicht nachhaltigen Handlungen nötigen, um ihr Überleben zu sichern. Diese wechselseitige Abhängigkeit führt zu einer hohen Komplexität des Leitbilds.

Das Ziel einer nachhaltigen Gesellschaft ist aufgrund dieser Komplexität als ein stark idealisierter und teilweise inkohärenter Zustand zu begreifen. Angesichts dessen werden Nachhaltigkeit ebenso wie die Komplexbegriffe Freiheit oder Gerechtigkeit auch als *regulative Ideen* aufgefasst. Zugehörige Maßnahmen und Entscheidungsfindungen weisen demzufolge einen vorläufigen und hypothetischen Charakter auf (vgl. Deutscher Bundestag 1998, S. 16). In erster Linie ist eine nachhaltige Entwicklung somit ein orientierendes und normatives Leitbild, das auf Werturteilen bzgl. eines gerechten und guten Lebens beruht und im Kontext gesellschaftlicher, wirtschaftlicher und politischer Aushandlung einer dynamischen Ausgestaltung unterliegt.

Folglich wird der Weg zu Nachhaltigkeit auch als *Such-, Forschungs- und Lernprozess* interpretiert (vgl. Homanns 1996, S. 38; vgl. Deutscher Bundestag 1998, S. 19). Im Kern dieses Prozesses steht ein sich sukzessiv transformierendes Gesellschaftsmodell. Dieser Entwicklungsprozess wird weiterhin als „[…] *Verständigungs- und Gestaltungsprozess verstanden, der erst durch die Beteiligung möglichst vieler Menschen mit Ideen und Visionen gefüllt werden kann und der daher ohne gesellschaftliche Partizipation gar nicht vorstell-*

9 Als prädeliberative Einverständnisse zählen provisorische Festlegungen zur Nachhaltigkeit, die durch einschlägige Dokumente mit Orientierungs- und Leitfunktion legitimiert sind (z. B. Brundtland-Bericht, Agenda 2030; vgl. Grunwald 2016, S. 84 f.).

10 Weltgemeinschaft im Sinne Luhmanns ist eine Gesellschaft, die sich über die gesamte Erde erstreckt und als globales soziales System gewertet werden kann (vgl. 1997, S. 145 f.).

*bar ist*" (Michelsen & Rieckmann 2014, S. 370). Für die Ergebnisse dieses Prozesses gilt, dass diese nur dann eine prospektive Rechtfertigungsfähigkeit für die Gesellschaft aufweisen, wenn sie dem öffentlichen Diskurs in Form von Konsens und Dissens ausgesetzt werden (vgl. Neckel et al. 2018, S. 14). Die Aushandlung betrifft dabei alle Mitglieder der Gesellschaft auf öffentlicher, privater und betrieblicher Ebene.

Auf politischer Diskursebene hat sich die nachhaltige Entwicklung vor allem als sogenannte *normative Leitidee* etabliert. Nachhaltigkeitsorientierte Ansätze sind als orientierende Elemente in rechtlichen und politischen Grundordnungen einzelner Länder wie bspw. Ecuador (Verfassung Ecuador 2008; Artikel 14), der Schweiz (Bundesverfassung 2018; Artikel 2 & Artikel 73) oder Deutschland (Grundgesetz; Artikel 20a) wiederzufinden. Der Rat für Nachhaltige Entwicklung (RNE) misst der Nachhaltigkeit einen derartigen Stellenwert zu, dass die Forderung besteht, Nachhaltigkeit als zentrales Staatsziel im Grundgesetz zu verankern (vgl. RNE 2017, S. 3 f.; vgl. Wieland 2016, S. 8).

### 2.1.2 Genese des internationalen Leitbilds einer nachhaltigen Entwicklung

Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung wurde in der Vergangenheit durch eine Vielzahl von Akteuren und Akteurinnen geprägt und ist von einem vorrangig ressourcen-ökonomischen Prinzip zu einem ganzheitlichen Entwicklungsansatz avanciert. Obgleich sich das Leitbild aufgrund der dargelegten normativ-regulativen Ausrichtung in einem andauernden gesellschaftlichen Gestaltungs- und Aushandlungsprozess befindet, lassen sich die zentralen Bezugspunkte der historischen Gewordenheit des Leitbilds skizzieren, die zugleich die fortwährende Ausdifferenzierung des Entwicklungsansatzes unterstreichen.

#### 2.1.2.1 Von der Forstwirtschaft zu den Grenzen des Wachstums

Die dokumentarisch festgehaltenen Ideen und Ansätze im Sinne eines nachhaltigen Handelns lassen sich chronologisch nicht eindeutig bestimmen. Der moderne Bedeutungsgehalt nachhaltiger Handlungsprinzipien wurde in der Neuzeit insbesondere durch den sächsischen Oberberghauptmann Hans Carl von Carolwitz im 18 Jahrhundert geprägt. Durch den steigenden Bedarf von Holz als Baumaterial einerseits und als Energieträger für die Verhüttungsprozesse im Rahmen des ansässigen Silberbergbaus andererseits wurden immer größere Flächen entwaldet, sodass eine kontinuierliche Bereitstellung des Rohstoffes gefährdet war (vgl. Ott & Döring 2008, S. 22). Um zukünftige Engpässe zu verhindern, verschriftlichte Carlowitz Ansätze zu einer „nachhaltigen Forstwirtschaft" in seinem Werk *Sylvicultura Oeconomica*.

In diesem Werk wurde erstmals das Paradigma der Bewirtschaftung des Waldes unter „nachhaltender Nutzung" skizziert. Dazu wurde eine Holzschlag- und Aufforstungsstrategie entwickelt, die eine kontinuierliche, stabile und damit nachhaltige Nutzung gewährleisten sollte. Um den dauerhaften Fortbestand der benötigten Ressource zu sichern, galt die Maxime, nur die Menge an Bäumen zu schlagen, die innerhalb eines Jahres schlagreif nachwächst. In der Maxime spiegelt sich bereits eine zentrale ökologische Managementregel für erneuerbare Ressourcen wider, die heute als fester Bestandteil in der Theorie der *ökologischen Ökonomie* zu finden ist und ebenso in der

Theorie der *starken Nachhaltigkeit* aufgegriffen wurde (vgl. Daly 1990; vgl. Ott & Döring 2008; vgl. Ott 2016a). Mit der Regel wird postuliert, dass die Nutzungsrate erneuerbarer Naturkapitale (Holz, Fisch, Pflanzen etc.) auf Dauer nicht die Regenerationsrate übersteigen darf, um das entsprechende Naturkapital dauerhaft nutzen zu können. Die Maxime steht zusammenfassend für ein grundlegendes Nachhaltigkeitsprinzip, das in der Analogie darauf beruht, von den „Zinsen" bzw. den Erträgen des Kapitalstocks zu leben und nicht den Kapitalstock selbst zu dezimieren. Bemerkenswert in der Abhandlung von Carlowitz ist zudem, dass über die dargestellte Bestandssicherung hinaus, mit der Suche nach „Surrogata", also nach Ersatzrohstoffen für Holz (z. B. Torfkohle), bereits Ansätze zur Substitution überstrapazierter Rohstoffe aufgegriffen wurden.

Anfang des 20. Jahrhunderts erfährt der Nachhaltigkeitsbegriff im Kontext der Fischereiwirtschaft mit dem Konzept des „maximum sustainable yield" eine Renaissance. In Adaption zur Forstwirtschaft wurde die Idee der Bestandssicherung auf den Fischfang übertragen, um einen maximalen Fang unter Beachtung der biologischen Regenerationsfähigkeit der Fischbestände zu erzielen (vgl. Grundwald & Kopfmüller 2012, S. 19). Auch in der Sicherung des Fischbestands waren, ebenso wie bereits im 18. Jahrhundert, die Bemühungen um ein neues Konzept nicht in erster Linie altruistisch oder physiozentrisch[11] begründet, sondern erneut anthropozentrisch-pragmatisch, um den ökonomischen (Absatz der Fischereien) und sozialen (Gefährdung der eigenen Existenzgrundlage) Folgen des kommerziellen Fischfangs zu begegnen.

Im Verlauf zunehmender Industrialisierung trat eine hohe Produktivität als neue Maxime immer stärker in den Vordergrund und führte im frühen Verlauf des Industriezeitalters zur immer stärkeren Ausbeutung von Mensch, Tier und Umwelt. Durch technologische Fortschritte wurde die Produktionseffektivität in den Fabriken gesteigert. Mit der *industriellen Revolution* begann zudem ein bisher nicht dagewesener und bis heute vorlaufender Bevölkerungsanstieg, der trotz eines weit verbreiteten Pauperismus[12] in der damaligen Zeit zu einem exponentiellen Verbrauch natürlicher Ressourcen führte und proportional dazu steigende Umweltbelastungen mit sich brachte.

Obgleich der krisenhaften Erfahrungen erfolgt eine verstärkte Zuwendung zu nachhaltigen Denkweisen erst wieder in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts angesichts der negativen Auswirkungen neuer Technologien und der damit verbundenen Produktions- und Konsumstile, die immer deutlicher zum Vorschein kamen (vgl. Grundwald & Kopfmüller 2012, S. 20). Vor allem wissenschaftliche Veröffentlichungen, die adressatengerecht auf ökologische und soziale Missstände hinweisen, erfuhren in den Jahren eine hohe zivilgesellschaftliche Aufmerksamkeit, wodurch der Diskurs um eine nachhaltige Entwicklung in der breiten Öffentlichkeit entfacht wurde.

Mit dem im Jahr 1962 veröffentlichten Sachbuch *Silent Spring* (dt. Der stumme Frühling) von Carson entstand eine groß angelegte Debatte über das Verhältnis zwi-

11 Physiozentrische Ansätze in der Umweltethik messen im Gegensatz zum reinen Anthropozentrismus den Entitäten der Natur einen eigenen moralischen Wert bei, der bei menschlichen Entscheidungen zu berücksichtigen ist. Dieser moralische Selbstwert wird in der Pathozentrik, als einer von mehreren Ausformungen der Physiozentrik, bspw. allen empfindungs- und leidensfähigen Lebewesen zugesprochen.

12 Pauperismus bezeichnet die Massenarmut des Proletariats im 19. Jahrhundert. Die Verelendung wird dabei häufig als Begleiterscheinung der industriellen Revolution aufgefasst (vgl. Gretschmann & Marr 1981, S. 58).

schen Mensch und Natur. Durch ihre Abhandlungen zur Schädigung der Tier- und Pflanzenwelt durch den großflächigen Einsatz von Pestiziden, und zu den damit einhergehenden Gesundheitsrisiken für den Menschen, wurden das Themenfeld und die Notwendigkeit von Umweltschutz einem breiten Publikum zugänglich gemacht. Ein Jahrzehnt später wurden durch den *Club of Rome* vor allem die Endlichkeit vorherrschender Konsum- und Produktionsmuster und deren Auswirkungen durch die vielfach zitierte Studie zur Zukunft der Weltwirtschaft *The Limits to Growth* (dt. Die Grenzen des Wachstums) in den Fokus des öffentlichen Diskurses gerückt (vgl. Meadows et al. 1972). Durch Computersimulationen am Massachusetts Institute of Technology (MIT) wurden mithilfe eines komplexen Weltmodells die globalen Entwicklungen wie beschleunigte Industrialisierung, rasant wachsendes Bevölkerungswachstum, Nahrungsmittelversorgung, der rapide Abbau natürlicher Ressourcen und die Zerstörung der Umwelt unter der Annahme eines fortbestehenden exponentiellen Wachstums und eines begrenzten Zugriffs auf Ressourcen untersucht (ebd., S. 21). Das Ergebnis der Studie hatte einen disruptiven Charakter und verwies bereits wissenschaftlich fundiert vor knapp über einem halben Jahrhundert auf den unhaltbaren Zustand des ressourcenintensiven Wachstumsparadigmas:

> „Wenn die gegenwärtige Zunahme der Weltbevölkerung, der Industrialisierung, der Umweltverschmutzung, der Nahrungsmittelproduktion und der Ausbeutung von natürlichen Rohstoffen unverändert anhält, werden die absoluten Wachstumsgrenzen auf der Erde im Laufe der nächsten hundert Jahre erreicht" (ebd., S. 17).

Dabei weist das Forschungsteam ausdrücklich darauf hin, dass selbst umfassende technologische Ansätze alleine diesen Zusammenbruch nicht verhindern können (ebd., S. 172).

#### 2.1.2.2 Politische Meilensteine einer nachhaltigen Entwicklung

Die nachfolgenden Ausführungen zur Begegnung der genannten Herausforderungen geben einen Überblick über die internationalen politischen Bemühungen zur Konstituierung des Leitbildes einer nachhaltigen Entwicklung für die Vereinten Nationen. Diesen Bemühungen liegen teils kontroverse Interessen der beteiligten Staaten zugrunde. Dennoch lassen sich bei der Konsensfindung geteilte Basisdiagnosen und Überzeugungen identifizieren, die den gesamten politischen Diskurs durchziehen (vgl. Grundwald 2016, S. 35):

- Diagnose anthropogen verursachter Umweltprobleme,
- Diagnose gravierender Entwicklungs- und Gerechtigkeitsdefizite,
- Diagnose der Interdependenz der beiden genannten Problemfelder,
- Überzeugung der holistischen Betrachtung anthropozentrischer Auswirkungen,
- Diagnose der Notwendigkeit einer Transformation zur Nachhaltigkeit.

Um geeignete Handlungsstrategien als Antwort auf die sich abzeichnenden globalen Herausforderungen zu entwickeln, wurde auf Initiative unterschiedlicher Länder noch im gleichen Jahr, in der die Studie *Grenzen des Wachstums* veröffentlicht wurde, die

erste internationale *Konferenz der Vereinten Nationen über die menschliche Umwelt* (engl. kurz: UNCHE) abgehalten. Trotz unterschiedlicher Schwerpunktsetzungen seitens der teilnehmenden Industrie- und Entwicklungsländer[13] wurden zur Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und der Bekämpfung von Armut in der verabschiedeten Deklaration umfangreiche Handlungsempfehlungen erarbeitet. Diese wurden in einem Aktionsplan zusammengefasst. Darin wurden Maßnahmen zur Umweltdatenerfassung und -forschung, zum Umweltschutz und zur Ressourcenschonung, zum Aufbau von Umweltadministrationen und zur Öffentlichkeitsarbeit vereinbart (vgl. Skupnik 1972, S. 113).

Auch wenn die Konferenz die notwendigen Voraussetzungen für eine internationale Nachhaltigkeitspolitik geschaffen hatte, avancierte die „nachhaltigen Entwicklung" erst über ein Jahrzehnt später zu einem Terminus einer neuen politischen Ausrichtung. Im Jahr 1983 wurde von den Vereinten Nationen die *Kommission für Umwelt und Entwicklung* (engl. kurz: WCED) mit dem ambitionierten Ziel eingerichtet, Handlungsempfehlungen für eine dauerhafte Zukunft zu entwickeln (vgl. Hauff 1987, S. 1 ff.). Unter der damaligen norwegischen Ministerpräsidentin Gro Harlem Brundtland als Vorsitzende wurde im Jahr 1987 der Zukunftsbericht *Unsere gemeinsame Zukunft* veröffentlicht. Konstituierend waren dabei die bis heute weithin anerkannten Grundprinzipien einer globalen Perspektive, der Verknüpfung von Umwelt- und Entwicklungsaspekten und der Realisierung von intra- und intergenerationeller Gerechtigkeit. Die Kommission brachte mit der Veröffentlichung gleichzeitig die wohl bekannteste Formulierung bzw. Definition nachhaltiger Entwicklung hervor (vgl. Abschn. 2.1.1), die sowohl gegenwärtige als auch zukünftige Bedürfnisse einer ganzen Weltbevölkerung berücksichtigt und gleichzeitig Raum für auszuhandelnde Interpretationen und Anknüpfungspunkte bietet. Die auch als *Brundtland-Bericht* bekannte Publikation markierte durch die integrative Betrachtung globaler Herausforderungen eine Wende in der globalen Umweltpolitik und verhalf dem normativen Leitbild der nachhaltigen Entwicklung zu seinem internationalen Durchbruch als globale Entwicklungsperspektive.

Um das entwickelte Konzept in zugehörige Konventionen zu überführen, wurde bereits im Jahr 1992 in Rio de Janeiro die *Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung* (engl. kurz: UNCED) – auch *Weltgipfel* genannt – abgehalten. Bedeutende daraus hervorgegangene Verabschiedungen waren die „Erklärung über Umwelt und Entwicklung", die „Klimarahmen-, Biodiversitäts- und Wüstenkonvention" sowie die „Walddeklaration" (vgl. UNCED 1992). Sie bildeten mit über 2500 Handlungsempfehlungen zur Konkretisierung von Maßnahmen zur Umsetzung des Leitbilds zentrale Bestandteile des Aktionsprogramms *Agenda 21*. Durch die damalige Differenzierung der Ansätze in unterschiedliche Handlungsbereiche[14] etablierte sich im Verlauf

13 Die Teilnehmer aus 112 Staaten hatten unterschiedliche Ausfassungen zu den Handlungserfordernissen. Während Entwicklungsländer vor allem ökonomische und soziale Belange in den Vordergrund stellten, priorisierten die Industrieländer besonders ökologische Herausforderungen (vgl. Zimmermann 2016, S. 4).

14 Relevante Handlungsbereiche umfassten „Soziale und wirtschaftliche Dimensionen", die „Erhaltung und Bewirtschaftung der Ressourcen für die Entwicklung", die „Stärkung der Rolle wichtiger Gruppen" und die „Möglichkeiten der Umsetzung" (vgl. VN 1992).

des weiteren Nachhaltigkeitsdiskurses eine Strukturierung in die interdependenten Dimensionen „Ökologie", „Ökonomie" und „Soziales", die bis heute als konstitutiv gelten.

Neben einer Reihe von Vertragsstaatenkonferenzen[15] folgten die *Rio-Nachfolgekonferenzen*, um eine konstruktive Umsetzung der beschlossenen Konventionen zu gewährleisten. Die *Rio+5*-Konferenz im Jahr 1997 diente vor allem zur Überprüfung des Umsetzungsfortschritts der Ziele der Agenda 21 sowie der Stärkung des Engagements einzelner Staaten. Die Ergebnisse wurden allerdings überwiegend als ernüchternd wahrgenommen, da die globale Situation trotz vielfältiger Maßnahmen keine wesentliche Verbesserung aufwies und viele Ziele unerreicht blieben (vgl. Zimmermann 2016, S. 6; vgl. Kirschten 2017, S. 33).

Ein Jahrzehnt nach dem Weltgipfel fand im Jahr 2002 in Johannesburg der *Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung*, auch *Rio+10* genannt, statt. Ähnlich zur vorangegangenen *Rio+5*-Konferenz wurde eine Bilanz zu den erreichten und weiterhin bestehenden Zielvereinbarungen gezogen. Innovativ war die erstmalige Verankerung quantifizierbarer Ziele im *Johannesburg-Aktionsplan* (vgl. VN 2002). Zudem wurde der Stellenwert der Bildung zu Erreichung der gesetzten Ziele hervorgehoben, woraufhin von den Vereinten Nationen die Weltdekade *Bildung für nachhaltige Entwicklung* (BNE) ausgerufen wurde. Auch wenn die aus der Millenniumserklärung abgeleiteten Millenniumsentwicklungsziele[16] (engl. kurz: MDGs; vgl. VN 2015b) auf der Konferenz konkretisiert wurden, blieben schwerwiegende Defizite in der Nachhaltigkeitsdiagnostik oder der konkreten strategischen Umsetzung ungelöst (vgl. Grundwald 2012, S. 27).

20 Jahre nach dem Weltgipfel in Rio de Janeiro wurde die dritte Nachfolgekonferenz *Konferenz der Vereinten Nationen über nachhaltige Entwicklung* (engl. kurz: UNCSD), auch als *Rio+20* bekannt, erneut in der brasilianischen Hauptstadt abgehalten. Neben der obligatorischen Evaluation und Entwicklung gesetzter Zielvorgaben haben sich zwei wesentliche Bezugspunkte auf dem UN-Gipfel herauskristallisiert: zum einen die unter dem Terminus *Green Economy* gefasste Erforderlichkeit zur Etablierung einer nachhaltigeren Wirtschaft, zum anderen der Beschluss zur Erarbeitung nachhaltiger Entwicklungsziele (engl. kurz: SDGs), die im Jahr 2015 mit der *Agenda 2030* auf dem *Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung* in New York verabschiedet wurden.

Diese komprimierte Darlegung der internationalen Entwicklungslinie des Leitbilds einer nachhaltigen Entwicklung stellt lediglich einen rudimentären Ausschnitt wesentlicher politischer Meilensteine dar. Die fortlaufenden Evaluations- und Entwicklungsprozesse verdeutlichen nach wie vor den Charakter einer normativen und regulativen Idee, der durch die sich verändernden Herausforderungen stets neue Nuancierung erfährt.

15 Bekannte internationale Übereinkommen als Ergebnisse der Vertragsstaatenkonferenzen sind u. a. das Washingtoner Artenschutzübereinkommen, das Übereinkommen über die biologische Vielfalt oder das Kyoto-Protokoll über Klimaänderungen.

16 Die MDGs waren vorwiegend auf die Bedürfnisse von Entwicklungsländern ausgerichtet (Senkung der Kindersterblichkeit, Bekämpfung extremer Armut und Hunger etc.).

### 2.1.2.3 Nachhaltige Entwicklungsziele der Vereinten Nationen (SDGs)

Mit der Agenda 2030 wurden die bis 2015 gesetzten Millenniumsentwicklungsziele (MDGs) durch die 17 Ziele einer nachhaltigen Entwicklung (engl.: Sustainable Development Goals, kurz: SDGs) abgelöst. Sie gelten als weiterer Meilenstein zur politischen Verankerung und Ausrichtung einer nachhaltigen Entwicklung. In einem dreijährigen Vorbereitungsprozess wurde eine Agenda mit 17 Nachhaltigkeitszielen erarbeitet, die im Gegensatz zu den MDGs sowohl für Industrie-, Schwellen- als auch Entwicklungsländer gleichermaßen von Bedeutung sind, die Notwendigkeit einer internationalen Zusammenarbeit verkörpern und die Merkmale der Unteilbarkeit und Universalität aufweisen (vgl. Michelsen 2017, S. 10). Die Konzeption der SDGs ging insbesondere von den Staaten Kolumbien und Guatemala aus. Besonderes Anliegen war dabei, den Stellenwert von sozial- und wirtschaftspolitischen Zielen im Verhältnis zu den umweltbezogenen Zielen international zu festigen (vgl. Scholz 2017, S. 26). Die 17 SDGs umfassen demzufolge Ziele aller drei Dimensionen der Nachhaltigkeit und dienen als strategische Grundlage für eine nachhaltige Transformation der Weltgesellschaft (Abb. 5). Die 17 SDGs werden insgesamt durch 169 Unterziele operationalisiert. Der Entwicklungsstand zur Erreichung der Ziele wird sowohl durch die UN als auch durch die einzelnen Staaten überwacht und durch öffentliche Berichterstattung der Bevölkerung zugänglich gemacht.




**Abbildung 5:** Nachhaltigkeitsziele (SDGs) der Agenda 2030 (UNRIC, 2021)

Die dargestellten SDGs dienen der nachhaltigen Entwicklung von fünf übergeordneten Handlungsfeldern zur Etablierung einer nachhaltigen Gesellschaft, die auch als die fünf „P's" bekannt sind. Dazu zählen die Sicherung von Würde und Gleichheit bei gleichzeitiger Verringerung von Armut (*people*), der Schutz des Planeten vor Schädigung durch Produktion, Konsum und Landnutzung (*planet*), die Sicherstellung eines zufriedenstellenden Lebensstandards unter Beachtung der Harmonisierung von Fortschritt und Natur (*prosperty*) und die Förderung einer friedlichen und gerechten Welt-

gesellschaft (*peace*) unter verstärkter globaler Solidarität (*partnership*). Die SDGs beziehen sich somit auf globale Herausforderungen, die für die Sicherstellung der natürlichen Lebensgrundlagen und ein Leben in Würde entscheidend sind.

Facharbeit weist durch die bestehenden Verflechtungen mit dem Wirtschaftssystem das transformative Potenzial auf, an der Realisierung der dargestellten SDGs mitzuwirken. Denn es sind Fachkräfte, die es ermöglichen, innovative Ideen in materielle oder immaterielle Formen durch berufliche Erfahrung und Innovationsbereitschaft umzusetzen. Es sind Fachkräfte, die im Bereich Erziehung, Ernährung und Pflege unmittelbar für die Gesundheit und das Wohlergehen der Mitmenschen, aber auch für Chancengleichheit im frühkindlichen Alter sorgen (SDG 3 & SDG 4), Fachkräfte, die für sauberes Wasser sorgen und sanitäre Einrichtungen installieren (SDG 6), Landwirte und Landwirtinnen, die einen Großteil unserer täglichen Nahrung produzieren (SDG 2), Berufsgruppen aus dem Berufsfeld Elektro-, Informations- und Metalltechnik, die im Rahmen der Energiewende bezahlbare und saubere Energie ermöglichen und damit gleichzeitig zum Klimaschutz beitragen (SDG 7 & SDG 13).

Fachkräfte unterschiedlicher Berufsfelder können durch ihr Handeln den Wandel zu nachhaltigen Städten und Gemeinden (SDG 11), nachhaltigen industriellen Infrastrukturen (SDG 9) und nachhaltigen Konsum- und Produktionsstrukturen (SDG 12) unterstützen. Nicht zuletzt analysieren bspw. Umweltschutztechnische Assistenten und Assistentinnen (UTAs) die Qualität der Böden, des Wassers, der Abfälle und der Luft, um Rückschlüsse auf die Intaktheit der Umwelt zu ziehen (SDG 14 & 15). Zudem weisen eine hochwertige Facharbeit und Berufsbildung das Potenzial auf, die wirtschaftliche Prosperität der Länder zu begünstigen (SDG 8), einen Beitrag zur gesellschaftlichen Entwicklung und Demokratisierung zu leisten (SDG 16) und letztendlich der Armut und Ungleichheit entgegenzuwirken (SDG 1 & SDG 10). Zudem kann BBNE für eine chancengerechte und hochwertige berufliche Bildung sorgen (SDG 4).

### 2.1.3 Konzeptionelle Merkmale einer nachhaltigen Entwicklung

Nachhaltige Entwicklung umfasst ein breites Gestaltungsfeld, das durch normative und regulative Gestaltungsansprüche geprägt ist. Im Folgenden werden die zentralen konzeptionellen Merkmale in Form von Modellen, Konzepten und theoretischen Zugängen dargestellt.

#### 2.1.3.1 Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung

Wie bereits in den vorangegangenen Abschnitten verdeutlicht, rekurriert das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung auf die Wechselbeziehungen zwischen der ökologischen, sozialen und ökonomischen Dimension.

##### Ökologische Dimension

Die Berücksichtigung der ökologischen Dimension in der Nachhaltigkeitsdebatte begründet sich vor allem aus anthropozentrischer Sicht daraus, dass ökologische Systeme die natürliche Lebensgrundlage der menschlichen Aktivitäten darstellen, weshalb diese auch als *Life Support Systems* bezeichnet werden (vgl. Hauff 2014, S. 23). Tiefgrei-

fende Eingriffe in die Natur, durch den Abbau von Ressourcen, die Beeinflussung von Energie- und Stoffströmen oder die Belastung von Schutzgütern, wie der Atmosphäre oder der Biodiversität, verändern die ökologischen Systeme mit teilweise irreversiblen Folgen und können die fortwährende Inanspruchnahme von Ökosystemdienstleistungen gefährden (vgl. Grundwald & Kopfmüller 2012, S. 54). Der Einbezug der ökologischen Dimension erfordert deshalb die Neubestimmung des Verhältnisses der Zivilisation zu ihren natürlichen Lebensgrundlagen (vgl. ebd., S. 55). Nicht nur deshalb, um Naturkapitalien im Sinne der intergenerationellen Gerechtigkeit für zukünftige Wertschöpfungsprozesse bereitstellen zu können, sondern auch um die Resilienz des Ökosystems und weiterführend den immateriellen Wert der Natur bzgl. ästhetischer, kultureller und erholungsstiftender Erfahrungen zu schützen (vgl. Niekisch 2016, S. 354). Ökologische Nachhaltigkeit fordert deshalb von der Politik, den Unternehmen und der Zivilgesellschaft eine Anpassung der eigenen Aktivitäten an die Belastbarkeit der ökologischen Systeme (vgl. Hauff 2011, S. 16).

### Soziale Dimension

Die soziale Dimension umfasst vor allem die Verteilungs- und Chancengerechtigkeit in Bezug auf die Befriedigung materieller und immaterieller Bedürfnisse, wie das Leben selbst, Gesundheit, Lebensmittelversorgung, Unterkunft und politische Rechte. Erst die Sicherstellung dieser grundlegenden *Defizitbedürfnisse* ermöglicht die eigenständige Gestaltung eines würdigen und selbstbestimmten Lebenskonzeptes (vgl. Grundwald & Kopfmüller 2012, S. 58). Soziale Nachhaltigkeit umfasst dabei die Verbesserung der intra- und intergenerationellen Gerechtigkeit zwischen sozialen Milieus, Altersgruppen, Geschlechtern sowie Ländern und Religionen (vgl. Pufé 2014b, S. 108). Entscheidend für den Zusammenhalt der Gesellschaft ist die Sicherung sozialer Ressourcen wie Toleranz, Solidarität, Integrationsfähigkeit, Inklusion, Partizipation, Gemeinwohlorientierung oder Gerechtigkeitssinn (ebd., S. 107). Damit steht nicht nur der Wohlstand selbst (vorrangig gemessen durch das BIP), sondern vor allem auch die *Wohlfahrt*, verstanden als Lebensqualität und Zufriedenheit, im Fokus dieser Dimension. Soziale Nachhaltigkeit mit den übergeordneten Zielen der Humanität, Freiheit und Gerechtigkeit weist demzufolge eine bedeutende gesellschaftliche Kohäsionsfunktion innerhalb pluralistischer Gesellschaften auf (vgl. Hauff 2017, S. 11).

### Ökonomische Dimension

Die ökonomische Dimension zielt auf die dauerhafte Sicherung eines gewünschten Wohlstands und einer Wohlfahrt durch den Erhalt und die Erwirtschaftung der materiellen und immateriellen Lebensgrundlagen ab (vgl. Hauff 2017, S. 10). Neben der Sicherung ökologischer Systeme (Naturkapital) ist dafür ein dauerhaft funktionsfähiges ökonomisches System erforderlich. Im Zuge der Globalisierung führen wirtschaftliche Aktivitäten allerdings nicht zwangsläufig zum Anstieg des Wohlstandsniveaus und der Lebensqualität, sondern verschärfen partiell sogar die Disparitäten innerhalb der gesellschaftlichen Gruppen (vgl. Zimmermann 2016, S. 9). Die Frage nach einer nachhaltig gestalteten Ökonomie rückt somit in den Fokus der ökonomischen Dimension, da

wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und technischer Fortschritt gleichzeitig für kapitalbasierte Gesellschaften ein wichtiges Moment sind, um Armut entgegenzuwirken und soziale Sicherungssysteme zu finanzieren (vgl. Hauff 2017, S. 10). Entscheidend für eine ökologische Nachhaltigkeit ist demzufolge der *ökologisch- und sozialverträgliche Erhalt* des ökonomischen Kapitalstocks[17] (vgl. Kirschten 2017, S. 40). Insbesondere das vorherrschende Wachstumsparadigma wird innerhalb der Nachhaltigkeitsdebatte kritisch hinterfragt und Ansätze zur relativen und absoluten Entkopplung der Wirtschaftsleistung vom Umweltverbrauch werden kontrovers diskutiert.

#### 2.1.3.2 Modelle einer nachhaltigen Entwicklung

Die Beziehungen zwischen den Dimensionen und zugesprochenen Wertigkeiten der einzelnen Dimensionen werden im Nachhaltigkeitsdiskurs mit unterschiedlichen Modellierungsansätzen abgebildet. Die Modellierungsansätze zeugen nicht nur vom regulativen Entwicklungsprozess einer nachhaltigen Entwicklung (Abb. 6). In den Modellen, die den theoretischen Gegenstandsbereich und die Beziehungsstrukturen einer nachhaltigen Entwicklung abbilden, manifestieren sich auch unterschiedliche Standpunkte innerhalb der Nachhaltigkeitstheorie, die in Abschnitt 2.1.3.3 nochmals aufgegriffen und vertieft werden.

Ein Modell ist durch mindestens drei Merkmale gekennzeichnet und dient als vereinfachtes Abbild der Wirklichkeit (vgl. Stachowiak 1973, S. 13 ff.), in diesem Fall der Darstellung des Leitbilds einer nachhaltigen Entwicklung:

- **Abbildung:** Modelle repräsentieren immer eine andere Entität in Form eines natürlichen oder künstlichen Originals.
- **Verkürzung:** Ein Modell stellt einen Ausschnitt der Realität dar und erfasst niemals alle Attribute des Originals.
- **Pragmatismus:** Modelle weisen eine Ersatzfunktion auf, deren Zweck auf bestimmte Nutzer:innen, Zeiträume oder Operationen beschränkt ist.

##### Säulen-Modelle

Trotz des hohen Stellenwertes eines intakten Ökosystems für die zivilisatorische Entwicklung finden weitere nachhaltigkeitsrelevante Entitäten, wie Entwicklungsprobleme, Partizipation, Gerechtigkeitsfragen oder Fragen nach der Weitergabe von kulturellen und sozialen Ressourcen innerhalb ökologisch geprägter Konzepte häufig weniger Beachtung (vgl. Grundwald & Kopfmüller 2012, S. 56). Mehr-Säulen- bzw. -Dimensionen-Modelle stehen deshalb für eine gleichrangige und gleichberechtigte Beziehung aller Dimensionen. Von den vorzufindenden Mehr-Säulen-Modellen hat das *Drei-Säulen-Modell* hohe Verbreitung gefunden und wurde im Jahr 1998 durch die Enquete-Kommission in den nationalen Nachhaltigkeitsdiskurs eingebracht (vgl. Michelsen & Adomßent 2014, S. 29). Die Dimensionen dienen dabei als Pfeiler, die das „Dach der Nachhaltigkeit" tragen. Unter dem „Dach der Nachhaltigkeit" wird somit

17 Zum ökonomischen Kapitalstock werden grundlegend alle Produktionsfaktoren gezählt, die für die Herstellung von Produkten und Dienstleistungen notwendig sind (vgl. Kirschten 2017, S. 40).

eine gleichrangige Betrachtung und Entwicklung unterschiedlicher Interessen aus Ökologie, Sozialem und Ökonomie ermöglicht.

Kritische Betrachtung erfährt das Modell durch die Abbildung in Form von Pfeilern, deren separierende Wirkung die Möglichkeit einer getrennten Betrachtung einzelner Dimensionen suggeriert, was das Grundprinzip einer Ganzheitlichkeit bzw. Kohärenz konterkariert (vgl. Abschn. 2.1.1; vgl. Vogt 2009, S. 102). Eine weitere Schwachstelle des Modells ist die Möglichkeit der bildhaften Entfernung einer Säule, die den Einsturz des „Daches" nicht gefährden würde (vgl. Pufé 2014b, S. 120). Ott (vgl. 2009, S. 25 ff.) kritisiert die fehlende Darstellung der Schutzbedürftigkeit der ökologischen Säule und konstatiert einen drohenden Bedeutungsverlust der Nachhaltigkeitsidee ohne eine Integration des Modells in eine umfassende Nachhaltigkeitstheorie. Aufgrund der unklaren Gewichtung in der Zielsetzung warnte der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) davor, dass Nachhaltigkeit somit einem „Wunschzettel" gleichkommt, und sprach letztendlich dem Drei-Säulen-Modell die Orientierungsfunktion für den weiteren Nachhaltigkeitsdiskurs ab (vgl. SRU 2002, S. 21).

#### Schnittmengenmodelle

Das Schnittmengenmodell in Form eines Venn-Diagramms stellt entgegen des Drei-Säulen-Modells eine direkte Beziehung zwischen den drei Dimensionen her. Das Modell wird auch als Dreiklangmodell bezeichnet und beinhaltet demzufolge keine separierenden Säulen, sondern ineinandergreifende Dimensionen in Form von Kreisen. Mit dem Modell war der Versuch verbunden, „Schnittmengen" zwischen den sich überschneidenden Flächen der Dimensionen grafisch darzustellen und die Interdependenz und Äquivalenz zwischen den Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales zu verdeutlichen (vgl. Vieweg 2017, S. 26; vgl. Grambow 2013, S. 49). Auch dieses Modell rückt in der aktuellen Nachhaltigkeitsdebatte immer stärker in den Hintergrund.

#### Nachhaltigkeitsdreieck

Das *Nachhaltigkeitsdreieck* gilt als systematische Weiterentwicklung des Drei-Säulen-Modells und des Schnittmengenmodells und führt zur vollkommenen grafischen Aufhebung der einzelnen Dimensionen. Die Dimensionen bilden eine homogene Einheit bzw. Fläche und werden in Form eines gleichschenkeligen Dreiecks zusammengeführt. Das Dreieck ermöglicht zwar die Betrachtung einzelner Dimensionen, stellt aber aufgrund der homogenen Fläche immer eine interdependente Verbindung zu den anderen Dimensionen her (vgl. Pufé 2014b, S. 121). Gleichzeitig bietet die Innenfläche das Potenzial für inhaltliche Schwerpunktsetzungen.

Dieses Modell ist ebenfalls in der Weiterentwicklung der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie aus dem Jahr 2021 vorzufinden und verdeutlicht die perspektivische Bereitschaft zur integrativen Gestaltung einer nachhaltigen Entwicklung unter Berücksichtigung aller drei Dimensionen (vgl. Bundesregierung 2021, S. 71). Interessant ist bei dem Modell der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie, dass das Nachhaltigkeitsdreieck zugleich konzentrisch von einem Ring umfasst ist, der die absoluten Grenzen darstellt. Diese Grenzen werden durch die Ökologie in Form der „Erhaltung der natür-

lichen Lebensgrundlagen in globaler Perspektive“ und durch das Soziale in Form der Sicherstellung eines „Lebens in Würde für alle“ gebildet, womit die limitierende Funktion dieser Dimensionen hervorgehoben wird (vgl. ebd.).

### Vorrangmodelle

*Vorrangmodelle* der Nachhaltigkeit priorisieren eine der dargestellten Dimensionen und nehmen eine eindeutige Gewichtung vor. In den überwiegenden Fällen dieser Traditionslinie wird der ökologischen Dimension Vorrang eingeräumt, auf deren Basis soziale und ökonomische Belange ausgehandelt werden (vgl. Zimmermann 2016, S. 17). In einer derartigen Modellvorstellung ist ein intaktes Ökosystem eine Voraussetzung für soziale Stabilität, die wiederum für eine ökonomische Leitungsfähigkeit als erforderlich erachtet wird.

Unbestreitbar ist, dass Naturkapital die Grundvoraussetzung ist, um soziales und ökonomisches Kapital zu sichern oder zu vermehren. Die Einhaltung ökologischer Grenzen ist demnach unabdingbar, um die natürlichen Lebensgrundlagen zu sichern, die als Voraussetzung für ein Leben in Würde aller Menschen gelten. Mit dem Aufkommen der SDGs wird das Vorrangmodell immer häufiger auch als Tortenmodell modelliert und als sogenannter „*SDGs wedding cake*“ betitelt (vgl. Stockholm Resilience Centre 2017). Unterste und somit basale Ebene bildet die Ökologie. Darauf aufbauend folgen die mittlere Ebene des Sozialen und die oberste Ebene der Ökonomie. Die 17 SDGs sind in dem Modell den einzelnen Ebenen zugeordnet.

### Donut-Modell

Ein wirtschaftswissenschaftlich geprägtes Modell, das die planetaren Belastungsgrenzen bzw. ökologischen Grenzen (vgl. Abschn. 1.1) ebenso wie die sozial-gesellschaftlichen Grundsicherungen berücksichtigt und in einen Modellansatz überführt, ist das relativ junge, aber inzwischen weit verbreitete *Donut-Modell*. Eine nachhaltige Entwicklung und sämtliche ökonomischen Aktivitäten erfolgen in diesem Modell in einem ringförmigen „Korridor“ bzw. einem Handlungsspielraum, der den Menschen einen sicheren und gerechten Raum bietet. Ökonomische Aktivitäten und Erzeugnisse dürfen dabei nicht zur Überschreitung planetarer Belastungsgrenzen führen (Ökologie als obere Grenze des Handlungskorridors) und müssen zugleich sicherstellen, dass ein Mindestmaß sozialer Grundsicherungen nicht unterschritten wird (Soziales als untere Grenze des Handlungskorridors).

In der Donut-Ökonomie wird ebenfalls wie im Vorrangmodell ein ökologisch-sozial eingebettetes Wirtschaftsbild gezeichnet (vgl. Raworth 2021, S. 92). Ähnlich dem Modell der planetaren Belastungsgrenzen kategorisiert Raworth die soziale Dimension einer nachhaltigen Entwicklung ebenfalls durch unterschiedliche Dimensionen, die das soziale Fundament einer nachhaltigen Entwicklung bilden.[18] In diesem Modell gilt eine Wirtschaft dann als dauerhaft tragfähig, wenn weder soziale Standards unterschritten noch ökologische Grenzen überschritten werden (vgl. ebd., S. 67 ff.).

18 Das soziale Fundament wird im Theorieansatz von Raworth (vgl. 2021, S. 60 ff.) durch Sicherstellung von Nahrung, Gesundheit, Bildung, Einkommen und Arbeit, Frieden und Gerechtigkeit, politischer Teilhabe, sozialer Gerechtigkeit, Gleichstellung, Wohnen, Netzwerken, Energie und Wasser gebildet.

In Adaption zum Modell des homogenen Nachhaltigkeitsdreiecks werden die ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekte der zu untersuchenden Facharbeit nicht separiert, sondern gemeinsam und als Einheit im Medium der Arbeit erhoben und zusammenhängend dargestellt. Zugleich ist es kaum bestreitbar, dass Naturkapital die determinierende und damit notwendige Voraussetzung sozialer und ökonomischer Kapitalgenerierung darstellt (Vorrangmodell). Im Forschungsprozess ist entsprechend ein Fokus auf die Identifizierung von Anknüpfungspunkten und Ansätzen in der Facharbeit zu legen, welche insbesondere die ökoeffektive und ökoeffiziente Verträglichkeit der Produktions- und Arbeitsprozesse unter Wahrung ökonomischer Unternehmensziele und sozialer Anforderungen sicherstellen oder erhöhen können.

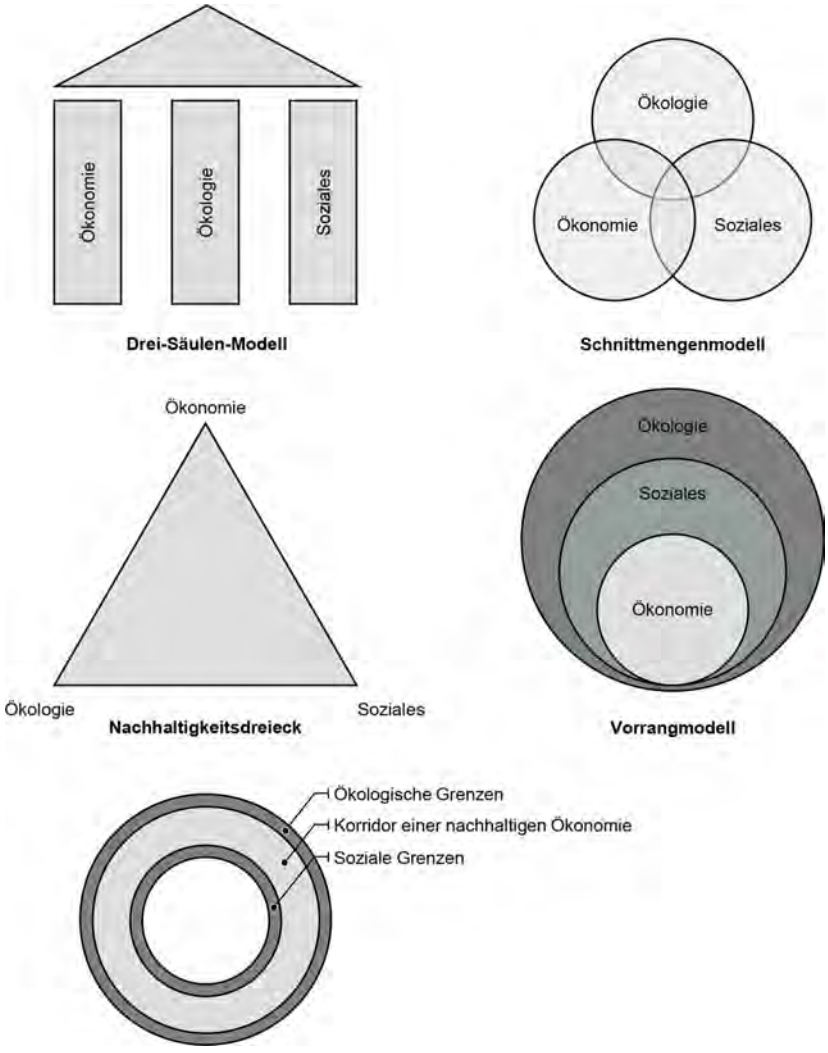



**Abbildung 6:** Modellierungsansätze einer nachhaltigen Entwicklung

Anhand der Modellierungsansätze wird bereits deutlich, dass der Zusammenhang zwischen den Dimensionen und der zugesprochenen Wertigkeit einzelner Dimensionen alles andere als trivial in der Nachhaltigkeitstheorie ist. Deshalb werden im nächsten Abschnitt unterschiedliche Theorielinien und Positionen einer nachhaltigen Entwicklung vorgestellt.

#### 2.1.3.3 Nachhaltigkeitstheorie zwischen Anthropozentrik und Ökozentrik

Unabhängig der dargestellten Modelle wird für die Erstellung von Gütern, Dienstleistungen und die Gestaltung des öffentlichen und privaten Lebens auf ein gesellschaftliches Produktivkapital bzw. auf einen aggregierten Kapitalstock zurückgegriffen, der unterschiedliche Kapitalformen subsumiert (vgl. SRU 2002, S. 59 ff.):

1. *Sachkapital* (z. B. Produktionsmittel, ökonomisches Kapital, Infrastruktur),
2. *Naturkapital* (z. B. Umweltmedien, natürliche Ressourcen),
3. *kultiviertes Naturkapital* (z. B. Äcker, Plantagen, Nutztierhaltung),
4. *Sozialkapital* (z. B. moralisches Orientierungswissen, Institutionen, Solidarität),
5. *Humankapital* (z. B. Gesundheit, Bildung, Fähigkeiten) und
6. *Wissenskapital* (z. B. gespeichertes und abrufbares Wissen).

##### Schwache und starke Nachhaltigkeit

Innerhalb des Nachhaltigkeitsdiskurses bestehen zwei weitestgehend diametrale Theorieansätze, die durch die *schwache* und die *starke Nachhaltigkeit* gebildet werden. Sie umfassen grundlegend unterschiedlich argumentierte Ansätze zum Verhältnis von Naturkapital und Sachkapital in Bezug auf die inter- und intragenerationelle Gerechtigkeit und Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen.

Der Ansatz der *schwachen Nachhaltigkeit* postuliert im Kern einen Zustand, der auf die Erhaltung des Gesamtbestandes der einzelnen Kapitalien abzielt. Der in der neoklassischen Ökonomie verbreitete Ansatz fasst alle Kapitalformen als gleichwertig und somit als austauschbar bzw. konvertierbar auf. Demnach liegt Nachhaltigkeit auch dann vor, wenn ein sinkendes Naturkapital (z. B. durch Biodiversitätsverlust) durch ein steigendes Sachkapital in Form neuer Produktionsanlagen kompensiert wird, solange der Gesamtkapitalstock nicht sinkt (vgl. Kirschten 2017, S. 46; vgl. Grundwald 2016, S. 122). Entitäten der ökologischen Dimension dürfen folgernd zugunsten ökonomischer oder sozialer Ziele zur Disposition gestellt werden, weshalb in diesem Ansatz nicht die Bewahrung der natürlichen Lebensgrundlagen im Vordergrund steht, sondern der Erhalt oder Anstieg des Wohlstands und des Konsumniveaus. Kritiker:innen sehen in diesem Ansatz einen stark funktionalistischen und nicht zukunftsfähigen Ansatz, der einen kurzfristigen Anstieg des Wohlstands ermöglicht, langfristig jedoch zu einer irreparablen Schädigung des Ökosystems führt (vgl. SRU 2012, S. 34).

Als Pendant zum stark anthropozentrischen Ansatz schwacher Nachhaltigkeit besteht der ökozentrisch orientierte Ansatz der *starken Nachhaltigkeit*. Dieser wird im wissenschaftlichen Diskurs insbesondere durch die *Greifswalder Theorie* vertreten (vgl. Ott & Döring 2008). Funktionsfähige Ökosysteme und die darin vorkommenden natürlichen Ressourcen gelten in diesem Ansatz als notwendige Voraussetzung für eine

zivilisatorische Entwicklung und erfüllen darüber hinaus immaterielle und eudaimonistische Wohlfahrtswirkungen, die in der Umweltethik auch unter dem Terminus „Naturgenuss" gefasst werden (vgl. Kirschten 2017, S. 47). Dabei steht der *Erhalt* (Constant Natural Capital Rule) oder die *Steigerung* der Bestände des Naturkapitals im Vordergrund. Weiterhin geht die Theorie davon aus, dass natürliche Grenzen der Ressourcennutzung und der Assimilationsfähigkeit von Schadstoffen bestehen, die nicht überschritten werden dürfen. Sach- und Naturkapital werden im Gegensatz zur schwachen Nachhaltigkeit als komplementäre Kapitalformen aufgefasst, die nicht ohne Weiteres substituierbar sind (vgl. Grundwald 2016, S. 123; vgl. von Hauff 2014, S. 51 ff.). Häufige Vorwürfe einer fehlenden praktischen Umsetzbarkeit kommen Ott und Döring (vgl. 2008, S. 179 ff.) mit einer differenzierten Betrachtung der Inanspruchnahme von sogenannten *Fonds* und *Vorräten* zuvor. Während *Fonds* (Wälder, Fische etc.) unter Beachtung der Regenerationsrate genutzt werden können und über die Zeit konstant zu halten sind, werden *Vorräte* (z. B. Erdgas) tendenziell unwiderruflich verbraucht. In Anbetracht inter- und intragenerationeller Chancen- und Verteilungsgerechtigkeit muss deshalb für die verbrauchten Vorräte zumindest funktionell und physisch gleichwertiger Ersatz bereitgestellt werden (z. B. durch den Ausbau von Technologien zur Nutzung regenerativer Energien), mit dem die gleichen Leistungen erfüllt und Bedürfnisse befriedigt werden können. Andere natürliche Entitäten wie bspw. die Biodiversität gilt es hingegen strikt zu erhalten, da die damit verbundenen Ökosystemdienstleistungen nicht substituiert werden können. Für den generellen Erhalt des Naturkapitals bestehen folgende Managementregeln, die auf den Arbeiten von Pearce und Turner (vgl. 1990) sowie Daly (vgl. 1990) aufbauen (vgl. Ott & Döring 2008, S. 162; vgl. Ott 2016b, S. 193):

1. Erneuerbare Ressourcen nur in dem Maße der *Regenerationsrate* nutzen,
2. nicht erneuerbare Ressourcen nur in dem Maße verbrauchen, wie physisch und funktionell *gleichwertiger Ersatz* an erneuerbaren Substituten geschaffen werden kann,
3. Beschränkung von Schadstoffemissionen auf ein Maß, welches die *Aufnahmekapazität* der Umweltmedien und Ökosysteme nicht übersteigt, und
4. Investitionen in die *Renaturierung* der Umwelt durch Länder, die Naturkapital stark strapaziert oder vernichtet haben.

Angesichts des bestehenden Informationsdefizits über die komplexen und damit verketteten sowie zeitverzögerten Effekte im Ökosystem bildet das Vorsorgeprinzip die Argumentations- und Legitimationsgrundlage dieses Theorieansatzes (vgl. Kap. 2.1.1; vgl. Grundwald & Kopfmüller 2022, S. 98).

#### Integrativer Ansatz einer nachhaltigen Entwicklung

Neben den diametral konzeptionierten Formen der schwachen und starken Nachhaltigkeit bestehen Ansätze, die eine vergleichsweise ausgewogene Position einnehmen und sowohl moralisch-anthropozentrische als auch ökozentrische Argumentationslinien aufgreifen. Das *integrative Konzept* einer nachhaltigen Entwicklung der Her-

mann-von-Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) nimmt hinsichtlich der strittigen Frage zur Substituierbarkeit der Kapitalformen eine mittlere Position ein. Naturkapital und Sachkapital sind in einem begrenzten Umfang substituierbar, solange die elementaren Funktionen der Natur erhalten bleiben. Die Frage der Substituierbarkeit hängt in diesem Ansatz immer vom konkreten Einzelfall ab. Demnach sind für die verschiedensten natürlichen Entitäten individuell Grenzen festzulegen (vgl. Grundwald & Kopfmüller 2022, S. 99; vgl. Jörissen et al. 1999, S. 65). Im Hinblick auf erneuerbare Ressourcen wird die gleiche Position wie beim Greifswalder Ansatz eingenommen.

Bei nicht erneuerbaren Ressourcen wird davon ausgegangen, dass die intensive Nutzung durch strukturelle Abhängigkeiten kaum vermeidbar ist, weshalb der Verbrauch zumindest einen Ausgleich erfordert (vgl. Jörissen et al. 1999, S. 77). Im Unterschied zur starken Nachhaltigkeit ist die *Reichweite*[19] der nicht erneuerbaren Ressourcen bzw. des Naturkapitals über die Zeit konstant zu halten, wobei auch hier nur innerhalb kritischer Grenzen gehandelt werden darf und das Vorsorgeprinzip ebenso gilt, um die Handlungsoptionen zukünftiger Generationen nicht einzuschränken (vgl. Grundwald 2016, S. 104). Die Erfüllung dieser Forderung ist über die Zeit immer schwieriger einzuhalten, womit diese Regel als „sanfter" Weg gewertet wird, um die Produktionsmuster kontinuierlich an knapper werdende Reserven anzupassen (vgl. Jörissen et al. 1999, S. 77).

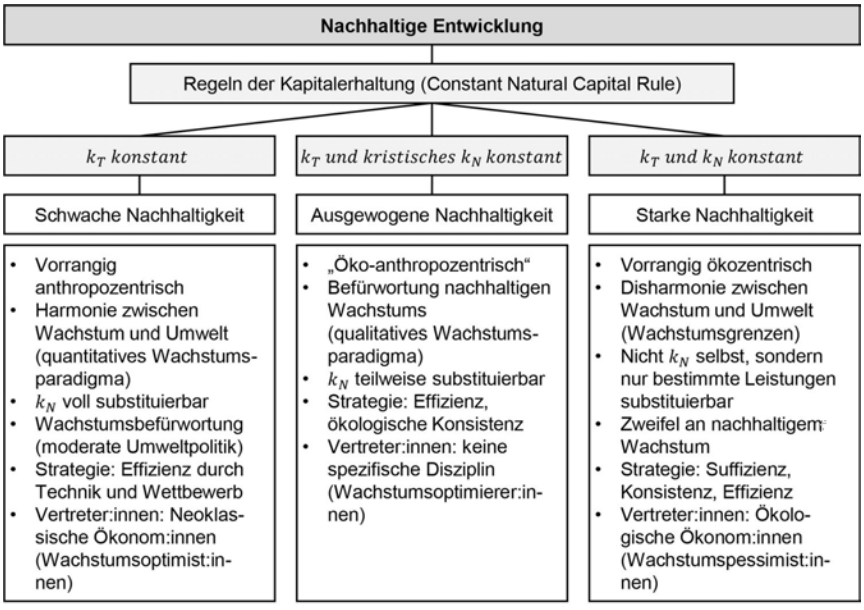
Die theoretisch-normative Fundierung des integrativen Konzepts der HGF basiert auf dimensionsübergreifenden Prämissen der Zukunftsverantwortung und Verteilungsgerechtigkeit. Aufgrund der Interdependenz der Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung (Ökologie, Ökonomie und Soziales) wird eine integrative und reziproke Untersuchung von Nachhaltigkeitsproblemen wie bspw. zwischen Produktions- und Konsummustern, Armut und Umweltverschmutzung gefordert (vgl. Grundwald & Kopfmüller 2012, S. 60). Das HGF-Konzept rekurriert in der Konzeption auf drei zentrale Zielformulierungen, die mit zugehörigen Handlungsregeln verbunden sind, die an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt werden (Tab. 1).

Während starke Nachhaltigkeit weitestgehend die Nicht-Substituierbarkeit des Naturkapitals in einem *Rechtfertigungsdiskurs* abhandelt, um bestehende prädeliberative Einverständnisse zu reformieren, führt das integrative Konzept der HGF einen *Operationalisierungsdiskurs*, der auf internationalen Vereinbarungen aufbaut und eine fallbezogene Argumentation für die auszuhandelnden Diskursgegenstände einfordert (vgl. Grundwald 2016, S. 135). Abbildung 7 gibt einen Überblick über die drei zentralen Positionen innerhalb des Nachhaltigkeitsdiskurses.

19 Die Reichweite kann auch als Dauer aufgefasst werden. Bezogen auf einen Stichtag führen eine festgelegte Nutzungsrate und das Wissen über die vorhandenen Reserven zu einer Dauer, für die bestimmte Reserven zur Verfügung stehen. Diese Dauer ist konstant zu halten, indem entweder der Verbrauch solcher Ressourcen eingeschränkt (Suffizienz), die Ressourceneffizienz erhöht, nicht erneuerbare Ressourcen durch erneuerbare Ressourcen substituiert (Konsistenz) oder neue Reserven erschlossen werden (vgl. Jörissen et al. 1999, S. 77).

**Tabelle 1:** Ziele und Regeln einer nachhaltigen Entwicklung (i. A. a. Kopfmüller et al. 2001, S. 172)

| I. Sicherung der menschlichen Existenz | II. Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials | III. Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten |
|---|---|---|
| 1. Schutz der menschlichen Gesundheit | 1. Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen | 1. Chancengleichheit im Hinblick auf Bildung, Beruf und Information |
| 2. Vermeidung unverträglicher Risiken | 2. Nachhaltige Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen | 2. Partizipation an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen |
| 3. Gewährleistung der Grundversorgung | 3. Nachhaltige Nutzung der Umwelt als Senke | 3. Erhaltung des kulturellen Erbes und der kulturellen Vielfalt |
| 4. Selbstständige Existenzsicherung | 4. Vermeidung unvertretbarer technischer Risiken | 4. Erhaltung der kulturellen Funktionen der Natur |
| 5. Ausgleich extremer Einkommens- und Vermögensunterschiede | 5. Nachhaltige Entwicklung des Sach-, Human- und Wissenskapitals | 5. Erhaltung der sozialen Ressourcen |




$k_T$ = Gesamter Kapitalstock, $k_N$ = Naturkapital

**Abbildung 7:** Theoretische Positionen und Regeln einer nachhaltigen Entwicklung (i. A. a. Steurer 2010, S. 429)

### 2.1.4 Forschungsleitende Schlussfolgerungen

Die theoretisch-analytische Auseinandersetzung mit dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung dient als gesellschaftlich-normative Rahmung der zu untersuchenden Facharbeit. Die Rahmung liefert Hinweise für die Planung und Umsetzung des Untersuchungsprozesses und zur Reflexion der Ergebnisse. Aus der theoretisch-analytischen Exploration gehen folgende Schlussfolgerungen für die Untersuchung hervor:

- Die vorliegende Arbeit folgt der Konzeption eines *moralischen Anthropozentrismus*. Zentraler Bezugspunkt ist somit die verträgliche Befriedigung menschlicher Bedürfnisse, sowohl in der Arbeitswelt selbst als auch durch die Güter, die durch Facharbeit im Rahmen eines betrieblichen Transformationsprozesses hergestellt werden.
- Nachhaltige Entwicklung ist als regulativer *Such- und Lernprozess* zu begreifen, der die Partizipation aller gesellschaftlichen Mitglieder erfordert. Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit wird in der vorliegenden Arbeit ebenfalls als ein solcher Prozess begriffen. Zwar lässt sich Facharbeit an den vorgestellten Nachhaltigkeitsprinzipien reflektieren, jedoch wird davon ausgegangen, dass nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit weder starr noch deterministisch ist, sondern in unterschiedlichen Konnotationen und Ausformungen vorliegt und sich in Berufen individuell äußert. Zudem gilt es zu erfassen, wie und welche *Partizipationsstrukturen* Fachkräfte in den Unternehmen beanspruchen können.
- Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit wird in der vorliegenden Arbeit als eine Facharbeit verstanden, die zur Realisierung der *17 SDGs* beiträgt. Die Untersuchung der Facharbeit in den Produktionsunternehmen des verarbeitenden Gewerbes erfolgt insbesondere im Kontext des SDG 12 (nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster), obgleich dieses SDG vielfältige Verflechtungen zu allen anderen SDGs auf der Wirkebene aufweist.
- Bildung ist nicht nur selbst Gegenstand des SDG 4 (hochwertige Bildung), sondern kann durch die passende Förderung der Lernenden zur nachhaltigen Mitgestaltung der Arbeits- und Lebenswelt befähigen und somit einen Beitrag zur Erreichung der anderen SDGs leisten. Die beabsichtigte Entwicklung von *Impulsen zur Verankerung und Ausgestaltung einer BBNE* für industrielle Metallberufe folgt ebendieser Motivation.
- In der Untersuchung stellen alle *drei Dimensionen* einer nachhaltigen Entwicklung bedeutsame Reflexionszusammenhänge für die Ausgestaltung der Forschungsinstrumente und die Einordnung der Ergebnisse dar.
- Ökologische, ökonomische und soziale Aspekte der Facharbeit werden in Anlehnung an das Modell des *Nachhaltigkeitsdreiecks* nicht separiert, sondern gemeinsam im Medium der Arbeit als Einheit untersucht und zusammenhängend dargestellt.
- Die Theorieansätze zur starken und schwachen Nachhaltigkeit verdeutlichen nochmals die Sonderstellung des *Naturkapitals* im Nachhaltigkeitsdiskurs. Mit der Untersuchung gilt es festzustellen, wie sich die Facharbeit auf den Ressourceneinsatz im Unternehmen (Naturkapital) auswirkt und wie die Fachkräfte im Sinne des *Vorrangmodells* vor allem auch dazu beitragen können, die ökologische Verträglichkeit von Produktions- und Arbeitsprozessen zu erhöhen.
- Das *Vorsorgeprinzip* gilt als bedeutsamer Ansatz, um Schädigungen von Natur und Mensch vorausschauend zu vermeiden. In der Untersuchung gilt es zu eruieren, wie das Vorsorgeprinzip in der Facharbeit zum Tragen kommen kann.

## 2.2 Betrieblich-institutionelle Rahmung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

Industrielle Metallberufe stehen, wie auch andere Berufsgruppen, in einer unauflösbaren Beziehung mit den gegebenen Repräsentationen, Anforderungen und Logiken der Arbeitswelt. Eine Konzentration dieses Beziehungsgeflechtes zeigt sich in der erfahrbaren Wirklichkeit innerhalb der Unternehmen, in denen die Arbeit letztendlich verrichtet wird. Facharbeit wird in einem bestimmten Kontext verrichtet (vgl. Becker et al. 2010, S. 60), womit vielfältige Beziehungsstrukturen innerhalb der Domäne der Fachkräfte, aber auch zwischen der Domäne und den Unternehmen sowie der Gesellschaft bestehen. Innerbetriebliche Faktoren wie das strategische, taktische, operative Management, aber auch das normative Management (Leitbild, Unternehmenspolitik etc.) prägen in ihren gestaltenden und formgebenden Funktionen unweigerlich die beruflich organisierte Arbeit. Unternehmerische Nachhaltigkeitsaktivitäten stellen somit bedeutsame Sinnzusammenhänge nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit her und kontextualisieren berufliche Handlungen ebenso wie gesellschaftliche Entwicklungen.

Mit dem vorliegenden Abschnitt erfolgt deshalb die theoretische Aufarbeitung der betrieblich-institutionellen Rahmung einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit. Zu Beginn werden dazu makroökonomische Ansätze einer Green Economy vorgestellt und das damit verbundene „Greening der Berufe“ wird erläutert (Abschn. 2.2.1). Darauf aufbauend erfolgt in Abschnitt 2.2.2 die unternehmensbezogene und damit mikroökonomische Explikation einer Green Economy anhand des Ansatzes einer gesellschaftlichen Unternehmensverantwortung. Dazu werden bedeutsame Nachhaltigkeitsansätze in betrieblichen Geschäftsprozessen und die Rolle von Facharbeit, Technik und Organisation in Abschnitt 2.2.3 ebenso betrachtet wie die Treiber einer nachhaltigen Unternehmensausrichtung (Abschn. 2.2.4) und die betriebliche Nachhaltigkeitskommunikation (Abschn. 2.2.5). Wie zuvor endet auch dieser Abschnitt mit einer Zusammenführung von forschungsleitenden Schlussfolgerungen für die Untersuchung (Abschn. 2.2.6).

### 2.2.1 Green Economy, Green Jobs und Greening der Berufe

Neben einem tiefgreifenden kulturellen und damit auch normativen Wandel hin zu verantwortungsvollen gesamtgesellschaftlichen Konsummustern greifen als Pendant und entscheidender Transformationsfaktor einer nachhaltigen Entwicklung ebenso verantwortungsvolle Wirtschaftsmuster. Facharbeit ist unzertrennlich mit dem Wirtschaftssystem und seinen Wirtschaftseinheiten, wie den Unternehmen als selbstständige Entscheidungsträger, verbunden. Durch die Kombination der Produktionsfaktoren *Boden* (Naturkapital), *Arbeit* (Humankapital) und Produktionsmittel (*Sachkapital*) entstehen durch planvolle Handlungen innerhalb eines wirtschaftlichen Transformationsprozesses Güter und Dienstleistungen, die zumeist mit negativen externen Effekten einhergehen (Abfälle, Emissionen etc.), die ebenfalls soziale Auswirkungen nach sich ziehen. Entsprechend bemessen sich nachhaltigkeitsorientierte Anforderungen ebenso an einer *erweiterten Produzentenverantwortung* (engl. Extended Producer Re-

sponsibility, kurz: EPR) der Unternehmen. Sie umfasst sowohl eine umwelt- und ressourcenschonende Produkt- bzw. Dienstleistungserstellung als auch eine soziale Verantwortung hinsichtlich des Produktlebenszyklus, der Wertschöpfungskette und der Lieferkette (vgl. Davis & Wilt 1997, S. 1; vgl. Mertineit 2011, S. 3). Diese Form der Verantwortung schließt die Facharbeit mit ein, denn auch ein hoch technologisiertes Wirtschaften ist ohne menschliche Arbeit bis dato ebenso wenig möglich wie beruflich-organisiertes Arbeiten ohne ein Wirtschaftssystem. Eine Wirtschaft, die der dauerhaften, verträglichen und planvollen Befriedigung der menschlichen Bedürfnisse dient, wird dabei auch als *Green Economy*[20] bezeichnet. Eine derartige Wirtschaftsweise begünstigt in ihrer Ausrichtung nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit und andersherum.

### Green Economy

Die Transformation zu einer verantwortungsvollen und gerechten Wirtschaftsweise war eines der zentralen Themen des Umweltgipfels Rio+20 und wurde unter dem Sammelbegriff *Green Economy* subsumiert (vgl. Abschn. 2.1.2). Das Konzept einer Green Economy umfasst eine international wettbewerbsfähige, umweltschonende und sozialverträgliche Wirtschaft und beruft sich besonders auf ökologische und ökonomische Synergieeffekte. Mit der Etablierung einer Green Economy werden Zielvorstellungen verbunden, die mit der Verringerung von Armut, einer gesteigerten zivilgesellschaftlichen Wohlfahrt und einer intra- und intergenerationellen Gerechtigkeit einhergehen (vgl. BMBF 2016, S. 3). Damit wird ersichtlich, dass das Konzept perspektivisch nicht lediglich auf die ökologische Dimension, sondern weitestgehend auf die Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung ausgerichtet ist und diese auf den Wirtschaftssektor überträgt. Im Kontext der Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen und Ökosystemdienstleistungen zielt eine Green Economy insbesondere auf die

- Vermeidung gefährdender Emissionen und Schadstoffeinträge,
- weitestgehende Schließung regionaler Stoffkreisläufe und den Ausbau einer Kreislaufwirtschaft,
- Senkung des Einsatzes von nicht erneuerbaren Ressourcen,
- effiziente Nutzung von eingesetzten Ressourcen,
- Substitution nicht erneuerbarer Ressourcen durch nachhaltig erzeugte erneuerbare Ressourcen,
- Energieversorgung, die ausschließlich auf erneuerbaren Energien basiert, und
- Schonung der Natur und Umwelt zum Erhalt oder der Wiederherstellung von Ökosystemen und ihrer Leistungen ab (vgl. BMU 2012, S. 6).

20 Nachhaltigkeit wird gemeinhin mit der Farbe Grün besetzt. Zwar wurden Versuche unternommen, für eine nachhaltige Wirtschaftsweise den Terminus Blue Economy einzuführen (vgl. Pauli 2010), allerdings hat sich das „Verblauen" bisher kaum im wissenschaftlichen Diskurs etabliert. Auch wenn kein allgemeiner Konsens zur begrifflichen Definition von Green Economy besteht, zeigt sich auf nationaler als auch internationaler Ebene, dass der Bedeutungsinhalt des Begriffs auf eine ökologisch und sozial verträgliche Wirtschaftsweise abzielt (vgl. BMBF 2021; vgl. UNEP 2021). Dieses mehrdimensionale Verständnis wird gleichermaßen dem „Greening der Berufe" zugrunde gelegt.

### Green Jobs und Greening der Berufe

Von hohem Interesse ist für die vorliegende Arbeit der damit verbundene Prozess des sogenannten *Greenings*. Dieser begrenzt sich nicht nur auf technologische Innovationen, die Produktion nachhaltigkeitsorientierter Produkte, effiziente Fertigungsverfahren oder nachhaltige Dienstleistungen. Vielmehr erfolgt mit dem Trend ein grundlegender qualitativer und quantitativer Wandel in der Arbeitswelt. Durch die Entstehung und Umgestaltung von Arbeitsplätzen verändern sich sowohl die Arbeitsaufgaben als auch die Qualität der Arbeit (vgl. Graf & Reuter 2017, S. IV ff.). Greening betrifft dabei nicht nur einzelne innovative Sektoren, sondern die gesamte Volkswirtschaft und die zugehörigen Arbeitsplätze und Berufsstrukturen (vgl. ebd., S. 8).

In diesem Zuge wird auch von einem Greening der Berufe gesprochen. Zwar werden die Ausdrücke *Green Jobs* und *Greening Jobs* zum Teil synonym genutzt, sind aber inhaltlich zu differenzieren. Bei sogenannten *Green Jobs* ist hinsichtlich einer Output- und einer Prozessorientierung zu unterschieden. Als outputorientiert gelten Beschäftigungen in Unternehmen, die durch das Herstellen von Produkten oder Dienstleistungen umweltfreundliche Güter als Arbeitsgegenstand haben (z. B. Herstellung oder Montage von Photovoltaikanlagen). Mit der Prozessorientierung werden Beschäftigungen adressiert (z. B. Energie- und Materialmanager:innen), deren Arbeitsziel in der Verbesserung der Nachhaltigkeits- bzw. Umweltbilanz liegt (vgl. ILO 2012, S. 7). So sind im gewerblich-technischen Umfeld u. a. Green Jobs in Form von umwelttechnischen Berufen oder etwa Weiterbildungen (z. B. Energieberater:in) entstanden. Heinen (vgl. 2016) etwa hat vor diesem Hintergrund ein anforderungsspezifisches und auf die Ansprüche des öffentlichen Bildungsauftrags ausgerichtetes didaktisches Konzept zur Förderung einer Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Gebäudeenergieberatung entwickelt und erprobt.

Das *Greening der Berufe* weist hingegen einen stärker integrativ geprägten Charakter auf und bezieht sich auf originäre Berufsbilder, die eine nachhaltigkeitsorientierte Akzentuierung in den Arbeitsaufgaben und Gegenständen der Arbeit erfahren (vgl. Graf & Reuter 2017, S. 4 ff.). So wird bspw. im SHK-Handwerk der zukünftige Umgang mit nachhaltigen Technologien als Schlüsselfaktor gewertet (vgl. SBZ 2010, S. 12). Auch im Sektor der Offshore-Windenergieerzeugung erfordern veränderte Anforderungen an die Facharbeit nicht zwangsläufig neue Berufsbilder, sondern können mit bestehenden Berufsstrukturen weitestgehend aufgefangen werden (vgl. Grantz et al. 2014, S. 29).

Auch Graf und Reuter (vgl. 2017, S. 50 ff.) oder die Forschungsgruppe um Helmrich (vgl. 2015, S. 14 f.) kommen zu dem Ergebnis, dass für die betriebliche Umgestaltung von Produkten und Produktionsprozessen in erster Linie keine neuen Berufsbilder notwendig sind, sondern vielmehr *zusätzliche Kompetenzen*. Als besonders relevant werden in diesem Zusammenhang Tätigkeiten und Ansätze zur Steigerung der Ressourceneffizienz bewertet. Weiterführend kommt Mertineit (vgl. 2013, S. 34) übereinstimmend zu dem Resultat, dass die „Aufstockung" vorhandener Qualifikationen und die Kombination von beruflichen Kompetenzen mit ökologischen Kompetenzen (besonders ressourceneffizientes Arbeiten) relevant für die Umsetzung einer nachhaltigen Unternehmensausrichtung sind und nicht „grüne Spezialqualifikationen" oder

der Ausbau grüner Berufe. Mertineit (vgl. ebd., S. 50 f.) hebt dabei die Bedeutung einiger handwerklicher und industrieller Berufe hervor, zu denen auch das forschungsrelevante Berufsbild des Industriemechanikers bzw. der Industriemechanikerin zählt:

- Anlagenmechaniker:in für Sanitär-, Heizung- und Klimatechnik: u. a. Installation, Instandhaltung und Reparatur von häuslichen solarthermischen und photovoltaischen Anlagen;
- Elektroniker:in mit der Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik: u. a. Installieren von Smart-Home-Systemen;
- Elektroniker:in für Gebäude- und Infrastruktursysteme: u. a. energieeffiziente Gebäudeautomation;
- Industriemechaniker:in: u. a. Einsatz bei Herstellern von Windenergie-, Solar- und Wasserkraftanlagen sowie in Brunnenbauunternehmen (Geothermie) im Maschinen- und Anlagenbau;
- Mechatroniker:in: u. a. Tätigkeitsperspektiven im gesamten Bereich der regenerativen Energietechnik;
- Produktionstechnologe/Produktionstechnologin: Energie- und materialeffiziente Gestaltung von Fertigungsprozessen;
- Verfahrensmechaniker:in für Kunststoff- und Kautschuktechnik, Fachrichtung Faserverbundtechnologie: u. a. Herstellung und Reparatur von Rotorblättern für Windenergieanlagen.

### 2.2.2 Unternehmerische Verantwortung für Mensch und Umwelt

Unternehmen stellen wirtschaftlich selbstständige Organisationseinheiten dar, die sich aus einem oder mehreren Betrieben zusammensetzen, um innerhalb eines sozio-ökologisch-ökonomischen Systems spezifische Unternehmenszwecke und -ziele zu verfolgen. Alleine aus systemtheoretischer Betrachtung sind Unternehmen damit auf soziale und ökologische Entitäten angewiesen und prägen diese zugleich. Unternehmen benötigen Konsument:innen für die Vermarktung der erzeugten Waren und Dienstleistungen, nutzen Ressourcen für Wertschöpfungsprozesse und beanspruchen u. a. durch die Erzeugung von Emissionen die Senkenfunktion des Ökosystems. Vereinfacht gesagt, wird ein erfolgreiches Wirtschaften ohne ein intaktes sozio-ökologisch-ökonomisches System deutlich erschwert.

Dieses komplexe System ist nicht statisch, sondern unterliegt dynamischen Veränderungen durch Herausforderungen wie Globalisierung, Bevölkerungszuwachs, Klimawandel, Vermögens- und Verteilungsdisparitäten oder etwa Ressourcenverknappung (vgl. Pufé 2017, S. 71 ff.). Damit verbunden führen veränderte Stakeholder-Anforderungen (gesteigerte Nachfrage nach einer nachhaltigen Produktpalette, Zertifizierungen, Nachhaltigkeitssiegeln etc.) und verschärfte Gesetzesanforderungen (CSR-Berichtspflicht, Lieferkettengesetz etc.) dazu, dass Nachhaltigkeit zunehmend zu den unternehmerischen Topthemen zählt (vgl. Schons et al. 2023, S. 12, vgl. oekom research 2017, S. 20; vgl. Englisch et al. 2013, S. 12). Betriebe sind offenkundig mit veränderten Herausforderungen konfrontiert, von denen nicht nur Großkonzerne, sondern zunehmend auch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) mitsamt ihrer Belegschaft betroffen sind.

Fachkräfte finden sich dabei in einem ambivalenten Verhältnis wieder (vgl. Schütt-Sayed & Vollmer 2017, S. 85). Fachkräfte wandeln in Produktionsprozessen Ressourcen, in Form von Materialien und Energien, durch die eigene Arbeitsleistung und unter Einsatz von Betriebsmitteln, verlustbehaftet in Produkte um. Dieser arbeitsförmige Transformationsprozess stellt zumeist eine *Kuppelproduktion* dar. Entsprechend entstehen neben den Hauptprodukten zwangsläufig unerwünschte Nebenprodukte, auch als Koppelprodukte bezeichnet, die mit negativen externen Effekten einhergehen (vgl. Dyckhoff 1996, S. 176). Dazu zählen vorwiegend Emissionen und Abfälle, die neben negativen ökologischen Effekten auch soziale Auswirkungen im In- und Ausland zur Folge haben. Zugleich sind Unternehmen aber auch Promotoren für die Entwicklung nachhaltiger Strukturen und Facharbeit ist eine unabdingbare Gelingensbedingung, um umwelt- und sozialverträgliche Innovationen in Kern- und Unterstützungsprozessen zu etablieren und betriebliche Nachhaltigkeitspotenziale zu heben.

Aktivitäten zur nachhaltigen Ausrichtung von Unternehmen werden häufig unter dem Begriff *„gesellschaftliche Unternehmensverantwortung"* (engl. Corporate Social Responsibility, kurz: CSR) zusammengefasst. Der damit verbundene Wandel impliziert eine hohe Eindringtiefe in das Kerngeschäft der Unternehmen und damit auch in das normative, strategische und operative Management. Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung umfasst nicht nur die sozial- und umweltverträgliche Umstrukturierung der Lieferkette, Geschäftsprozesse und Produkte, sondern auch die Etablierung einer nachhaltigkeitsverträglichen Unternehmenskultur zur Sicherstellung eines transparenten und ethischen Handelns, welches sich auf die Einhaltung von Gesetzen, Richtlinien und freiwilligen Kodizes bezieht (engl. Compliance). Dieser Handlungsanspruch wird zwar auf leitender Ebene institutionalisiert, muss jedoch insbesondere von den Fachkräften auf produktiver Ebene akzeptiert, internalisiert und schlussendlich im Berufshandeln gelebt werden, um die Wirksamkeit ebenjener normativen Ansprüche in den Produktionsprozessen und im sozialen Miteinander in den Unternehmen zu entfalten.

Die nachhaltige Ausrichtung von Unternehmen dient mikroökonomisch sowohl dem betrieblichen Risikomanagement (z. B. durch die Erfüllung regulatorischer Anforderungen) als auch der Erzielung ökologisch-ökonomischer Synergieeffekte durch die Erschließung neuer Absatzmärkte, Ressourceneinsparungen, Reputationsaufbau oder produktionsbezogene Effizienzsteigerungen. Aus makroökonomischer und gesamtgesellschaftlicher Perspektive trägt eine CSR zur Erhaltung des sozio-ökologisch-ökonomischen Systems und damit letztendlich auch zur Selbsterhaltung der Unternehmen bei. Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung unterliegt in diesem Sinne einem sogenannten *Shared-Value*-Ansatz[21] und ermöglicht, die ökologischen, sozialen und ökonomischen Effekte unternehmerischen Handelns in Einklang mit den Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung zu bringen.

21 Der „Shared-Value"-Ansatz trägt sich durch die Annahme, dass die Prosperität eines Unternehmens in Wechselwirkung mit dem Wohlstand und der Wohlfahrt einer Gesellschaft steht. Unternehmerisches Engagement erzeugt dabei einen Mehrwert für die Gesellschaft, der sich wiederum positiv auf die Unternehmensentwicklung auswirkt (vgl. Porter & Kramer 2011, S. 66 f.).

#### 2.2.2.1 Konzeptionen unternehmerischer Nachhaltigkeitsaktivitäten

Erste Formen einer unternehmerischen Gesellschaftsverantwortung formten sich bereits nachweislich durch prosperierende Handelsverflechtungen und Kundenerwartungen im Spätmittelalter unter dem Leitbild des „Ehrbaren Kaufmanns“[22] bei den venezianischen Kaufleuten und in der norddeutschen Hanse heraus (vgl. Klink 2008, S. 216).

Termini wie *Bürgerschaftliches Engagement* (engl. Corporate Citizenship, kurz: CC), *Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung* (engl. Corporate Social Responsibility, kurz: CSR), *Unternehmerische Verantwortung* (engl. Corporate Responsibility, kurz: CR) oder *Nachhaltige Unternehmensführung* kreisen allesamt mit unterschiedlichen Konnotationen um die Gestaltungsfelder unternehmerischer Nachhaltigkeitsaktivitäten. In der externen Unternehmenskommunikation werden unternehmensbezogene Nachhaltigkeitsaktivitäten vorwiegend unter den angloamerikanischen Begriffen „Corporate Social Responsibility“ (CSR) oder „Corporate Responsibility“ (CR) geführt. Gemeinsam haben diese Begriffe, dass sie heute vorzugsweise eine Art der Wertschöpfung intendieren, die eine hohe Umweltverträglichkeit aufweist, die soziale bzw. ethische Gerechtigkeitsprinzipien berücksichtigt und ökonomisch tragfähig ist – kurz gesagt: nachhaltig ist.

Um für die Untersuchung Klarheit über die Begriffe und die dahinterstehenden Konzeptionen zu schaffen, werden im Folgenden die vier wesentlichen Konzeptionen dargestellt und in Bezug zueinander gesetzt.

- **Corporate Citizenship (CC)**: Kennzeichnet sich durch ein bürgerbezogenes und damit primär soziales Unternehmenshandeln, welches über das Kerngeschäft des Unternehmens hinausgeht. Im Vordergrund steht dabei ein freiwilliges und gemeinnütziges Engagement. Dies manifestiert sich u. a. in Form von *Corporate Givings* (Spendenaktionen, Sponsoring von Vereinen etc.) oder dem *Corporate Volunteering* (Einsatz des eigenen Personals für gemeinnützige Zwecke). Ziel ist die Steigerung der Gemeinnützigkeit (vgl. Mayer 2017, S. 20; vgl. Dubielzig & Schaltegger 2005, S. 236)
- **Corporate Social Responsibility (CSR):** Auch unter gesellschaftliche Unternehmensverantwortung gefasst, gilt nachweislich als zunehmend wichtiger Faktor in der Unternehmensführung (vgl. Hollmann 2015, S. 8). Konstituierend für diesen Ansatz ist die Berücksichtigung sozialer und ökologischer Ziele bei der Ausrichtung der unternehmerischen Aktivitäten und der Stakeholderkommunikation (vgl. EU 2001, S. 7). Im Gegensatz zu CC wird CSR als weitreichenderes freiwilliges Konzept verstanden, das CC integriert und über eine reine *Compliance*[23] hinausgeht.
- **Corporate Responsibility (CR):** Wird als eine unternehmerische Verantwortung aufgefasst, welche die Auswirkungen unternehmerischen Handelns auf sämt-

22 Das Leitbild des „Ehrbaren Kaufmanns“ ist auch heute noch von hoher Bedeutung bei kaufmännischen Berufen. Über 90 % der befragten Unternehmen messen dem Leitbild eine sehr hohe oder hohe Bedeutung für das unternehmerische Handeln bei (vgl. IHK 2015, S. 4).

23 Als Compliance wird allgemein die Konformität gegenüber geltendem Recht und gegenüber der Einhaltung von Normen und Leitlinien verstanden (vgl. Kleinfeld & Kettler 2011, S. 276).

liche Einflussbereiche wie die Gesellschaft und Mitarbeiter:innen (*sozial*), die Umwelt (*ökologisch*) und das wirtschaftliche Umfeld (*ökonomisch*) integrativ berücksichtigt. Durch die integrative Berücksichtigung der Ökonomie als Dimension der Nachhaltigkeitstrias, wird CR auch als ein ganzheitliches Konzept betitelt, unter dem Ansätze von CC und CSR subsumiert werden (vgl. BMAS 2019; vgl. Praum 2015, S. 41).

- **Corporate Sustainability (CS):** Im deutschen Sprachraum auch als unternehmerische Nachhaltigkeit etabliert, umfasst nicht nur die Integration von ökologischen und sozialen Ansprüchen in wirtschaftliche Unternehmensbelange, sondern deren gleichwertige Berücksichtigung. In diesem Kontext wird auch vom „*Triple-Bottom-Line-Ansatz*" gesprochen, bei dem die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit integrativ und gleichbedeutend im Unternehmensmanagement Berücksichtigung finden (vgl. Mayer 2017, S. 24; vgl. Sandberg 2011, S. 13).

### Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung (CSR)

Wie bereits angedeutet, werden im wissenschaftlichen Diskurs CC und CSR den CR- und CS-Konzeptionen zum Teil untergeordnet (vgl. Praum 2015, S. 41; vgl. Schaltegger 2011, S. 193). Spätestens jedoch bei der Analyse der Definition der *Europäischen Kommission* (vgl. 2011, S. 7), des *Nationalen CSR-Forums* (vgl. 2010, S. 7) sowie der *ISO 26000* (vgl. 2011, S. 14) verschwimmen die Grenzen zwischen den Ansätzen CSR und CS sowie CR derart, dass bestenfalls in der akademischen Diskussion vereinzelte Auffassungen über Differenzierungen Bestand haben. CR, CSR und CS sind historisch betrachtet nicht dasselbe, weisen aber mit Bezug auf die Inhalte der drei genannten Bezüge auf makroökonomischer Ebene praktisch die gleiche inhaltliche Ausgestaltung auf. Entsprechend wird der Standpunkt von Loew und Rohde (vgl. 2013, S. 12) zur inhaltlichen Gleichartigkeit der Ansätze in der vorliegenden Arbeit geteilt.

Loew und Rohe (ebd., S. 10) liefern zur Klärung der Begrifflichkeit eine zeitgemäße und umfassende Definition unternehmerischer Gesellschaftsverantwortung:

> „CSR ist die Verantwortung eines Unternehmens für die Auswirkungen seiner Aktivitäten auf die Gesellschaft und die Umwelt und sein CSR-Management, also die Verwendung von geeigneten Verfahrensweisen sowie die Durchführung von Projekten, die dazu führen, dass vom Unternehmen und seinen Aktivitäten negative Auswirkungen auf einzelne Menschen, die Gesellschaft, und die Umwelt vermieden oder minimiert werden, anzuwendendes Recht eingehalten wird, die Interessen der Stakeholder angemessen berücksichtigt werden und zu einer nachhaltigen Entwicklung beigetragen wird."

Die Definition umfasst sämtliche Unternehmensaktivitäten und damit die Produktionsfaktoren resp. die Facharbeit (vgl. ebd.). Das Verständnis einer unternehmensbezogenen Gesellschaftsverantwortung im Sinne dieser Definition dient als theoretisches Grundverständnis für die Untersuchung der nachhaltigkeitsorientierten Ansätze und Maßnahmen in den Fallunternehmen des verarbeitenden Gewerbes. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit werden die Begriffe Nachhaltigkeitsmanagement und CSR-Management synonym verwendet.

### 2.2.2.2 Modelle gesellschaftlicher Unternehmensverantwortung

Verantwortung kann durch die von Weber (vgl. 1919) eingeführte Verantwortungsethik als eine Maxime aufgefasst werden, die Subjekte und Institutionen auffordert, für die Folgen des eigenen Handelns aufzukommen. Diese praktische Maxime liegt auch einer CSR zugrunde und adaptiert diese Verantwortlichkeiten auf unternehmerisches Handeln der Institution und ihrer Subjekte. CSR erstreckt sich dabei in den Unternehmen auf unterschiedliche Verantwortungsbereiche und Stakeholdergruppen.

#### CSR-Pyramide nach Caroll

Das im Jahr 1979 entwickelte Pyramidenmodell von Carroll (vgl. 2016, S. 5) zählt im CSR-Diskurs wohl zu den am meisten aufgegriffenen CSR-Modellen. CSR wird in diesem Modell anhand von vier aufeinander aufbauenden Stufen charakterisiert (Abb. 8).




**Abbildung 8:** CSR-Pyramide (i. A. a. Carroll 2016, S. 5)

Um Waren und Dienstleistungen für die konsumierende Gesellschaft anbieten zu können und Arbeitsplätze sowie die damit verbundene Einkommensmöglichkeit zu schaffen, ist *wirtschaftlicher Erfolg* erforderlich und gefordert. Damit bildet die ökonomische Verantwortung die Basis des Modells, um Leistungen auf höherer gesellschaftlicher Ebene erbringen zu können.

Darauf aufbauend besteht die Forderung einer *Gesetzeskonformität* hinsichtlich des Unternehmenshandelns. Diese Forderung beruft sich auf die prinzipielle Einhaltung legaler Handlungsweisen und -mittel sowie der gesetzlichen Bestimmungen. Aktivitäten und Managementansätze in diesem Bereich fallen häufig unter dem Stichwort *Corporate Governance* (dt. Grundsätze der Unternehmensführung) und *Compliance* (dt. Regeltreue). Durch die Dreidimensionalität von Nachhaltigkeit zählen hierzu bspw. sowohl Inhalte des Steuerrechts als auch das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) oder etwa das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG).

Eng daran angrenzend handelt es sich bei der *ethischen Verantwortung* um eine freiwillige, aber zugleich gesellschaftlich erwartete Einhaltung von ethischen Prinzi-

pien. Dazu zählt sowohl die Sicherstellung von Sozialstandards entlang der gesamten Lieferkette als auch die Vermeidung vorsätzlicher Umweltbelastungen durch die Produktion.

Die höchste Ebene umfasst die *philanthropische Verantwortung*. Dieser ebenfalls als freiwillig einzustufende Beitrag gilt als wünschenswert und umfasst vor allem Ansätze des bürgerschaftlichen Engagements. Es handelt sich um Beiträge der Unternehmen mit dem Ziel, sich in der Rolle eines „fürsorglichen Gesellschaftsmitglieds" aktiv für die Zivilgesellschaft zu engagieren. Dies äußert sich durch Spenden, Sponsoring, Stiftungen und weitere Instrumente in den Bereichen Ökologie, Soziales und Kultur (ebd., S. 2 ff.).

### Verantwortungsbereiche einer CSR nach Hiß

Die Systematisierung nach Caroll gibt eine Vorstellung von der Vielschichtigkeit der Forderungen und Erwartungen, die von außen an das Unternehmen herangetragen werden. Für einen adäquaten und forschungspraktischen Zugang zu betrieblichen CSR-Aktivitäten wirkt der konzeptionelle Ansatz allerdings eher abstrakt.

Ein weiterer Systematisierungsansatz, der die konstitutiven Verantwortungsbereiche einer CSR entlang der Wertschöpfung kategorisiert, stammt von Hiß (vgl. 2005, S. 37). In diesem Modell werden die Bereiche einer CSR in drei konzentrischen Sphären abgebildet (Abb. 9). Die Trennung zwischen den Verantwortungsbereichen erfolgt dabei lediglich zur analytischen Betrachtung (ebd., S. 41).

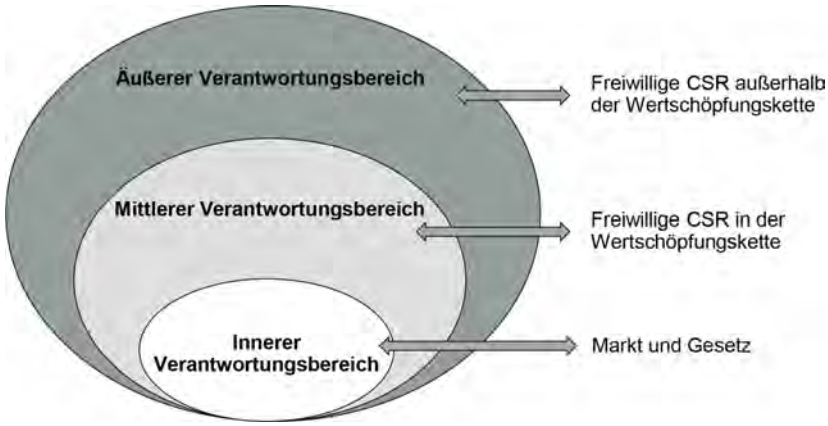



**Abbildung 9:** Drei Verantwortungsbereiche einer CSR (i. A. a. Hiß 2005, S. 38)

Die Abbildung verdeutlicht, dass mit der Ausweitung der Sphären zugleich der Verantwortungsbereich von Unternehmen auf eine zunehmend aktive Gestaltung des Wirtschaftsprozesses und der gesellschaftlichen Umwelt abzielt, angefangen mit einem gesetzlich limitierenden Rahmen des innersten Verantwortungsbereichs hingehend zu einem zunehmend freiwilligen Bereich. Dieser erstreckt sich über den mittleren Verantwortungsbereich der Wertschöpfung bis in den äußeren Verantwortungsbereich und fokussiert somit auch gesellschaftliche Wohlfahrtsbelange (ebd., S. 38).

Der *innere Verantwortungsbereich* rekurriert auf eine gesetzlich verpflichtende Basis. Die ökonomische Leistungserbringung erfolgt restriktiv unter Einhaltung von Gesetzen und Vereinbarungen. Die Internalisierung von negativen externen Effekten des unternehmerischen Handelns erfolgt durch staatlichen Druck. Dennoch lässt sich auch hier von CSR sprechen, da ein unternehmerischer Beitrag für die Gesellschaft durch die Teilnahme am Markt und die Respektierung von Recht und Gesetz erfolgt. Wie auch bei Caroll besteht in diesem Ansatz die Auffassung, dass Unternehmen durch die Bereitstellung nachgefragter Güter und Dienstleistungen sowie Arbeitsplätze einer bedeutsamen gesellschaftlichen Funktion nachkommen (ebd., S. 39).

Im *mittleren Verantwortungsbereich* werden nachhaltigkeitsorientierte Ansätze verortet, die in erster Linie in Zusammenhang mit der Wertschöpfungskette und dem Kerngeschäft des Unternehmens stehen. Die Ansätze werden als überwiegend freiwilliger Beitrag aufgefasst und umfassen sowohl die unterstützenden Aktivitäten wie bspw. Personalwirtschaft, Technologieentwicklung oder Beschaffung als auch die primären Aktivitäten wie Logistik, Produktion oder Marketing. Auch Aktivitäten zu Gestaltung einer nachhaltigen Lieferkette (engl. Supply Chain Sustainability) sind in diesem Verantwortungsbereich zu verorten (ebd., S. 40). Facharbeit lässt sich in diesem Sinne somit vorrangig dem mittleren Verantwortungsbereich einer CSR zuordnen.

Der *äußere Verantwortungsbereich* umfasst CSR-Aktivitäten, die in keinem direkten Zusammenhang mit der Wertschöpfungskette des Unternehmens stehen. Ähnlich der „philanthropischen Verantwortungsebene" nach Caroll stehen auch hier freiwillige Instrumente und Ansätze eines „fürsorglichen Gesellschaftsmitglieds" im Mittelpunkt. Auch wenn Aktivitäten aus diesem Verantwortungsbereich außerhalb der Wertschöpfungskette zu verorten sind, bedeutet dies nicht, dass keine Beziehungen zu den Entitäten der Wertschöpfungskette bestehen. So greifen Ansätze wie das *Gemeinnützige Arbeitnehmerengagement*[24] (engl. Corporate Volunteering) durchaus auf interne Ressourcen zurück, die der produktiven Ebene des Unternehmens entspringen (ebd., S. 40 f.).

### 2.2.3 Nachhaltigkeit in betrieblichen Geschäftsprozessen

Die Facharbeit der industriellen Metallberufe erfolgt in produzierenden Unternehmen zur unmittelbaren, aber auch zur mittelbaren Wertschöpfung (z. B. Instandhaltung) und ist damit im *mittleren Verantwortungsbereich* einer CSR zu verorten (vgl. Abschn. 2.2.2.2). Entlang der dazugehörigen Geschäftsprozesse besteht eine Reihe unterschiedlicher Gestaltungsfelder für die Etablierung und Umsetzung einer CSR auf der produktiven Ebene (Abb. 10). Beginnend bei einem nachhaltigen Produktdesign (vgl. Oerkermann 2015, S. 155 f.), über prozessbezogene und organisatorische Maßnahmen in der Beschaffung und Distribution, der Etablierung verträglicher Produktions- und Arbeitsprozesse bis hin zu verschiedenen Recyclingansätzen am Ende der Wertschöpfungskette (vgl. Ansari & Wulf 2014, S. 691).

24 Bei dem gemeinnützigen Arbeitnehmerengagement stellen Unternehmen Mitarbeiter:innen für die Mitwirkung in sozialen oder ökologischen Projekten frei. Aufwendungen erfolgen in Form von Arbeitszeit sowie den Fähigkeiten der Mitarbeiter:innen (vgl. Kreipl 2020, S. 255 f.).

Den Geschäftsprozessen ist gemein, dass diese eine zeitlich zusammenhängende und logisch verknüpfte Abfolge von Aktivitäten zur Verfolgung des Unternehmenszweckes und der Unternehmensziele umfassen. Die Leistung wird durch „Aufgabenträger:innen" (Betriebswirtschaftler:innen, Fachkräfte, Ingenieure und Ingenieurinnen usw.) in organisatorischen Einheiten innerhalb einer Aufbau- und Ablauforganisation unter Einsatz elementarer und dispositiver Produktionsfaktoren erbracht (vgl. Gutenberg 1951, S. 1; vgl. Staud 2001, S. 6). In Abhängigkeit des Modellierungsansatzes lassen sich Geschäftsprozesse u. a. in Kern- (Produktion, Marketing, Logistik) und Unterstützungsprozesse (Instandhaltung, Beschaffung) unterscheiden (vgl. Rosenkranz 2002, S. 4).




**Abbildung 10:** Nachhaltigkeitsansätze in der Wertschöpfungskette produzierender Unternehmen (Ergänzung durch den Autor; i. A. a. vgl. Burschel 2003, S. 293; vgl. Wildemann 2012, S. 143 ff.; vgl. Wulf et al. 2013, S. 779)

### Nachhaltigkeit in industriellen Produktionsprozessen

Die Facharbeit in industriellen Metallberufen ist in Produktionsunternehmen zwar in erster Linie im Geschäftsprozess der Produktion und dem dazugehörigen Unterstützungsprozess der Instandhaltung zu verorten, kann aber durchaus auch Beziehungsstrukturen zu unterschiedlichen Geschäftsprozessen wie der Produktentwicklung oder dem Recycling aufweisen.

*Produktion* umfasst den gesteuerten und planvollen Einsatz von unterschiedlichen Produktionsfaktoren zur Herstellung bzw. Fertigung von Wirtschafts- oder Gebrauchsgütern sowie zur Generierung von Dienstleistungen (vgl. Kummer et al. 2013, S. 135). Eine nachhaltigkeitsorientierte Produktion umfasst eine bestimmte Form der strategischen und operativen Ausrichtung, die eine dauerhafte und tragfähige Produktionsfähigkeit durch die Veränderung des Produktionsprozesses, der Produktionsumgebung, der Produkte, der eingesetzten Werkstoffe und Betriebsmittel sowie der Aufbau- und Ablauforganisation und des Handelns der Fachkräfte anstrebt (vgl. Wulf et al.

2012, S. 779 f.). Mit dem Ziel einer nachhaltigen Produktion geht der Ansatz zur Gestaltung eines verträglichen *Produktlebenszyklus*[25] (engl. Product Life Cycle) einher.

Damit rückt ebenso die verträgliche Gestaltung von produkt- und prozessbezogenen Energie- und Stoffströmen durch das betriebliche *Energie- und Stoffstrommanagement* (ESSM) in den Fokus einer nachhaltigkeitsorientierten Produktion. Ziel ist die Senkung von Umweltbelastungen durch den verschwendungsarmen Einsatz und die verträgliche Nutzung der Energie- und Stoffströme und deren Kreislaufführung (vgl. Walther 2010, S. 18). Als angestrebte Wirkung zählt die Senkung von Ressourcenaufwendungen, problematischen Stoffen, Abfällen und Emissionen (vgl. de Man et al. 1998, S. 20). Ansätze einer kreislaufbezogenen Wertschöpfung sind dabei das Verlangsamen, Verringern und Schließen von Energie- und Materialkreisläufen (vgl. Geissdoerfer et al. 2016, S. 759). Die betriebliche Umsetzung des ESSM erfolgt durch separate oder kombinierte Strategien. Während *additive Strategien* vom Produktionsprozess selbst unabhängig sind (additiver nachsorgender Umweltschutz), subsumieren *integrative Strategien* (integrierter vorsorgender Umweltschutz) Maßnahmen, die vorwiegend in industriellen Produktions- und Unterstützungsprozessen selbst oder entlang des gesamten Produktlebenszyklus umgesetzt werden (vgl. Kreikebaum 1992, S. 10; Schaltegger et al. 2008, S. 8; Walther 2010, S. 18 f.). Als bedeutsame Bedingungsfaktoren für die Etablierung und Aufrechterhaltung verträglicher Energie- und Stoffströme gelten die eingesetzte *Technik*, die umgesetzte *Organisation* und die handelnden *Mitarbeiter:innen* (vgl. Mertineit 2009, S. 9; vgl. Ansari & Wulf 2014, S. 691; vgl. Loebe & Severing 2014, S. 8).

*Technologisch* relevant zur Sicherstellung verträglicher Energie- und Stoffströme sind insbesondere die komplementär zueinanderstehenden *integrativen Technologien* (integrierter vorsorgender Umweltschutz) und *End-of-Pipe-Technologien* (additiver nachsorgender Umweltschutz; vgl. Klein 2013, S. 74). Integrative Technologien sind typisch für das produktionsorientierte Konzept der *Cleaner Production*. Technologische Maßnahmen setzen unmittelbar bei der Entstehung von Ressourcenverbräuchen, Emissionen und Abfällen an, mit dem Ziel, diese durch Effizienz-, Konsistenz- oder Suffizienzstrategien zu reduzieren oder zu vermeiden (vgl. Staniškis & Arbačiauskas 2011, S. 3; vgl. Schaltegger et al. 2008, S. 8). Die technologische Umsetzung erfolgt durch die Modernisierung von Anlagen, die Kreislaufführung von Stoffen oder die Implementierung von Rückgewinnungsanlagen (vgl. Klein 2011, S. 74). Additive Technologien (End-of-Pipe-Technologien) sind hingegen den Produktionsanlagen in erster Linie vor- oder nachgeschaltet, um die durch den Produktionsprozess entstehenden Umweltbelastungen zu minimieren (vgl. Büringer 2005, S. 42). Dazu gehören technische Systeme zur Rauchgasreinigung (Luftfilter), Abwasserreinigung (Kläranlagen) oder auch Schalldämpfer zur Schallreduktion (ebd.).

25 Ein Produktlebenszyklus wird in Phasen eingeteilt. Während in der Betriebswirtschaftslehre vor allem die Phasen von der Markteinführung bis zum Marktaustritt vorherrschen (Produktprojekt), sind im Rahmen des Product-Lifecycle-Managements vorwiegend Phasen wiederzufinden, die das Produkt, mitsamt der prozessbezogenen Lebensphasen, selbst zum Gegenstand machen (Produktindividuum). Die zugehörigen Phasen sind Produktentwicklung, Produktion, Nutzung und Entsorgung. Dieses Verständnis von einem Produktlebenszyklus liegt auch der vorliegenden Arbeit zugrunde.

*Organisation* zielt auf die Schaffung eines Systems von beständigen Regelungen über Strukturen und Abläufe ab, um u. a. in Betrieben die effiziente Umsetzung der gesetzten Unternehmensziele zu gewährleisten (vgl. Weber et al. 2014, S. 108). Durch die Integration eines CSR-Managements lassen sich im inneren Verantwortungsbereich (unfreiwillige Nachhaltigkeitsaktivitäten durch Gesetze etc.) und im mittleren Verantwortungsbereich (freiwillige Nachhaltigkeitsaktivitäten in der Wertschöpfungskette) spezifische Ordnungshandlungen festlegen. Typische Organisationsmaßnahmen sind die Einführung bzw. Umsetzung einer Energie- und Ressourcenstrategie, der Einsatz eines Nachhaltigkeitsmanagements, die Benennung von Verantwortlichkeiten (Energie- und Materialbeauftragte oder Ansprechpartner:innen in den Betriebseinheiten) oder aber auch die Aufnahme bzw. Berücksichtigung von nachhaltigkeitsrelevanten Zielen und Maßnahmen in die bzw. in der Planung der Prozess- und Verfahrensabläufe, Aufgaben- und Arbeitsplatzbeschreibungen sowie Betriebsanweisungen oder Wartungspläne (vgl. Mertineit 2009, S. 9). Nachhaltigkeitsorientierte Organisationshandlungen führen demzufolge nicht nur zu einer veränderten Ablauforganisation, sondern beeinflussen somit ebenfalls die Arbeitsorganisation. Arbeitsorganisatorische Konzepte wie *Jobenlargement*, *Jobrotation*, *Jobenrichment* oder *teilautonome Arbeitsgruppen* können mit positiven Effekten bzgl. Arbeitszufriedenheit, Belastungsausgleich, Eigenverantwortlichkeit oder Zusammengehörigkeitsgefühl einhergehen. Sie stellen somit auch zugleich arbeitsorganisationsbezogene Ansätze zur Humanisierung der Arbeit im Kontext der sozialen Dimension von Nachhaltigkeit dar (vgl. Weber et al. 2014, S. 108; vgl. Bartscher & Huber 2007, S. 76).

*Mitarbeiter:innen bzw. Fachkräfte* können durch Entscheidungen und Handlungen innerhalb der zu gestaltenden Handlungsspielräume einen entscheidenden Einfluss auf den Energie- und Materialverbrauch in der Produktion nehmen (vgl. Vollmer 2008, S. 55). Dies betrifft in produzierenden Unternehmen sowohl die Kernprozesse zu Güterherstellung als auch die zugehörigen Unterstützungsprozesse im produktionsnahen Umfeld, zu denen insbesondere die vorbeugende und korrektive Instandhaltung zählt (vgl. Osterloh & Frost 2006, S. 38). Ansari und Wulf (vgl. 2014, S. 691) proklamieren dabei, dass im realbetrieblichen Umfeld die Rolle der Fachkräfte bei der Umsetzung von Nachhaltigkeitszielen noch unterschätzt wird und notwendige Qualifizierungserfordernisse nur unzureichend beachtet werden. Obgleich der Bedingungsfaktor „*Fachkraft*“ bzw. „Facharbeit“ den zentralen Gegenstandsbereich in der vorliegenden Arbeit bildet, ist dieser nicht getrennt zu betrachten, sondern durch den eigentlichen Arbeitsprozess an die *Technik* (Arbeitsgegenstand) und die *Organisation* (Arbeitsorganisation) gebunden. Technik in Form von Arbeitsgegenständen und Organisation in Form von Arbeitsorganisation stellen zentrale Arbeitsprozessdimensionen in der Berufs- und Berufsbildungsforschung dar (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 105; vgl. Rauner et al. 2018, S. 12) und werden entsprechend gemeinsam für die Untersuchung berücksichtigt.

### 2.2.4 Treiber nachhaltiger Geschäfts- und Arbeitsprozesse

Nachhaltigkeit geht mit der unternehmerischen Herausforderung einher, unter Wahrung der Wettbewerbsfähigkeit die beabsichtigte Prosperität mit dem Spannungsfeld ökologischer und sozialer Anforderungen zusammenzuführen (vgl. Hardtke & Prehn 2001, S. 73). Dazu sind monetäre Aufwendungen und teils umfassende Investitionsmaßnahmen erforderlich, die zum Teil auf den Umbau der gesamten Produktionsstruktur abzielen. Entsprechend stellt sich die Frage, was Unternehmen abseits regulativ-rechtlicher Zwänge zur Etablierung nachhaltiger Strukturen bewegt.

#### Business Case for Sustainability

Die freiwillige Integration von Nachhaltigkeitsansätzen ist für Unternehmen insbesondere dann von hohem Interesse, wenn ein sogenannter *Business Case for Sustainability* vorliegt oder erwartet wird. Laut Schaltegger und Hasenmüller (vgl. 2005, S. 6) kann sich lediglich ein freiwilliges Umwelt- und Sozialengagement dauerhaft in einem Unternehmen etablieren, wenn dies ökonomisch zu betreiben ist. Einen Business Case for Sustainability zu generieren, erfordert Nachhaltigkeitsaktivitäten, die den Unternehmenserfolg nicht parallel zu den Nachhaltigkeitsaktivitäten steigern, sondern gerade durch das Nachhaltigkeitsmanagement:

> „A business case for sustainability results from the intelligent design of voluntary or mainly voluntary social and environmental management and creates a positive business effect based on a distinct management or entrepreneurial activity" (Schaltegger & Lüdeke-Freund 2012, S. II).

In der Abbildung 11 wird dieser Zusammenhang verdeutlicht. Die durchgezogene Linie stellt die Annahme dar, dass freiwillige ökologische und/oder soziale Aktivitäten den ökonomischen Erfolg des Unternehmens bis zu einem maximalen wirtschaftlichen Erfolg (ÖE*) steigern (Punkt A). Maßnahmen, die über diesen Punkt hinausgehen, verringern den ökonomischen Erfolg des Unternehmens, wobei in Punkt B der wirtschaftliche Erfolg dem Ausgangsniveau ($ÖE_0$) entspricht. Typische Beispiele für diesen Business Case sind Ressourceneffizienzmaßnahmen oder ein erhöhter Absatz durch den Vertrieb von nachhaltigen Produkten. Die konträre Position geht davon aus, dass Umwelt- und Sozialmaßnahmen den ökonomischen Erfolg schmälern (gestrichelte Linie). Exemplarisch stehen dafür bspw. End-of-Pipe-Technologien (vgl. Abschn. 2.2.3) aufgrund gesetzlicher Anforderungen. Für einen Business Case for Sustainability ist das Nachhaltigkeitsmanagement hypothetisch in einer Form auszurichten, dass der Zusammenhang zwischen dem Umwelt- und Sozialengagement und dem Unternehmenserfolg im Spektrum zwischen den beiden Kurven, aber oberhalb von $ÖE_0$ liegt (vgl. Schaltegger 2005, S. 6 ff.).

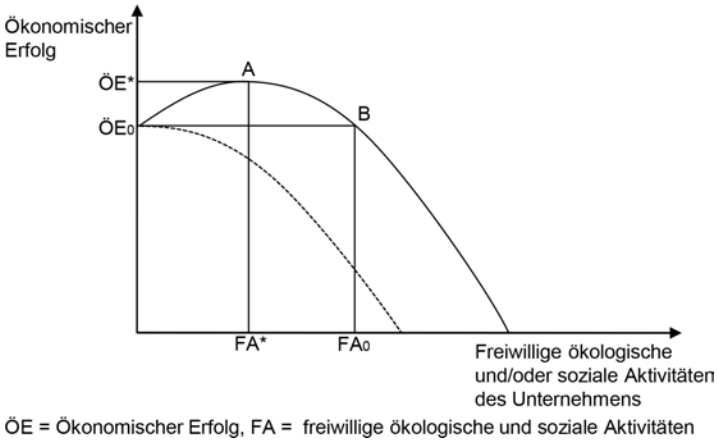



**Abbildung 11:** Business Case for Sustainability (i. A. a. Schaltegger & Lüdeke-Freund 2012, S. 5)

### Treiber für eine nachhaltige Ausrichtung von Geschäfts- und Arbeitsprozessen

Nachhaltigkeitsbestrebungen in Unternehmen beziehen sich nach Dyllick (vgl. 2003, S. 239) zumeist auf basale Motivationen, denen politisch-ethische und markterfolgsorientierte Gründe zugrunde liegen. Als wichtige Triebfedern dafür zählen sowohl die Schaffung soziokultureller Werte im Kontext der Unternehmensphilosophie als auch die Generierung ökonomischer Werte für den Absatzmarkt und Aktionäre sowie Aktionärinnen. Pufé (vgl. 2017, S. 181 f.) konkludiert als bedeutsame Treiber:

- **Kostensenkung**: Insbesondere Ansätze der Ressourceneffizienz, die nach kurzer Amortisationszeit zur Senkung laufender Kosten führen können, stellen für Unternehmen einen wichtigen Potenzialhebel für Win-win-Situationen zwischen Umwelt-/Ressourcenentlastung und Kosteneinsparungen dar.
- **Stakeholder/Reputation**: Durch die positive Wahrnehmung und Bewertung der unternehmerischen Verantwortung können Stakeholder freiwillig als Multiplikatoren und Multiplikatorinnen für den Absatzmarkt fungieren. Komplexe Kaufentscheidungen können durch die vertrauensförderliche Informationsbereitstellung positiv beeinflusst werden.
- **Risikominderung**: Im Sinne des Vorsorgeprinzips kann rechtlichen Vorgaben und künftigen Verschärfungen des Umweltschutzes durch eine frühzeitige Ausrichtung zur Nachhaltigkeit (proaktiv) entgegengewirkt und die dauerhafte Einhaltung der Gesetze ohne Sanktionen ermöglicht werden.
- **Innovation**: Veränderte Absatzmärkte und Nachfragen können genutzt werden, um nachhaltigkeitsverträgliche Produktinnovationen oder nachhaltigkeitsorientierte Dienstleistungen zu platzieren. Zudem gehen mit der Etablierung einer CSR ebenso Innovationen einher, die sich auf den Produktionsprozess selbst beziehen.
- **Differenzierung:** Die Differenzierung durch Nachhaltigkeit kann im Wettbewerb entscheidende Vorteile liefern. Kund:innen können durch eine nachhaltigkeitsorientierte Ausrichtung gewonnen oder gebunden werden. Zudem können neue

Wertschöpfungspotenziale und Geschäftsfelder erschlossen werden. Mehrkosten für Produkte werden dabei unter Umständen durch mehr Transparenz und durch das gestiegene Umweltbewusstsein der Konsument:innen in Kauf genommen.

### 2.2.5 Unternehmerische Nachhaltigkeitskommunikation

Unternehmerische Nachhaltigkeitskommunikation – auch CSR-Kommunikation genannt – ist ein eigenständiges Themenfeld im CSR-Management. Aufgrund der Verflechtungen zwischen den drei Nachhaltigkeitsdimensionen erfolgt eine zunehmend integrative und umfassende Kommunikationsart, welche die originäre Umweltkommunikation sukzessive ablöst (vgl. Michelsen 2005, S. 25).

Grundsätzlich dient Kommunikation nach dem Sender-Empfänger-Modell zur sprachlichen oder nonverbalen Übertragung von Informationen via Codierung und Decodierung zwischen mindestens zwei Kommunizierenden (vgl. Ternes 2008, S. 31). Bezieht man den Austausch von Informationen auf Systeme wie Unternehmen und Betriebe, ist den Informationsflüssen eine inhärente Zielausrichtung zuzuschreiben. Zerfaß (2014, S. 23) definiert Unternehmenskommunikation als

> „[...] alle gesteuerten Kommunikationsprozesse, mit denen ein Beitrag zur Aufgabendefinition und -erfüllung in gewinnorientierten Wirtschaftseinheiten geleistet wird und die insbesondere zur internen und externen Handlungskoordination sowie Interessenklärung zwischen Unternehmen und ihren Bezugsgruppen (Stakeholdern) beitragen."

Adaptiert man dieses Kommunikationsverständnis auf nachhaltige Unternehmensaktivitäten, wird offensichtlich, welchen Stellenwert die Kommunikation zur Umsetzung der Unternehmensstrategie einnimmt. Ohne vertieft in die Theorie der Nachhaltigkeitskommunikation einzusteigen, lassen sich vorrangig die nachfolgenden Kommunikationsbereiche für die Verbreitung von Nachhaltigkeitsinformationen unterscheiden.

#### Externe Marktkommunikation

Die externe Marktkommunikation ist organisationsbezogen auf Wettbewerber, Transaktionspartner, Wirtschaftsverbände und subjektbezogen auf Konsument:innen und potenzielle Arbeitnehmer:innen ausgerichtet (vgl. Zerfaß 2014, S. 50). Ziel ist die Unterstützung tauschvertraglicher Koordinationsmechanismen zwischen den bestehenden und potenziellen Vertragspartnern (ebd., S. 49). Dies geschieht sowohl durch die Stärkung eines nachhaltigen Produkt- oder Markenimages (z. B. durch den Vertrieb energieeffizienter Anlagen oder den Einsatz recycelter Verpackungen) als auch durch den Vertrauensaufbau hinsichtlich der Stakeholder (vgl. Hardtke & Prehn 2001, S. 219).

#### Public Relations/Öffentlichkeitsarbeit

Unter Public Relations bzw. Öffentlichkeitsarbeit fallen ebenfalls externe Kommunikationsströme, die an eine breite Interessengruppe gerichtet sind (z. B. Tier- und Umweltschutzvereine, Anwohner:innen oder Behörden). Durch die öffentliche Verbreitung unternehmerischer Nachhaltigkeitsbestrebungen (gemeinnützige Aktionen,

nachhaltigkeitsrelevante Zertifizierungen etc.) sind zunächst keine ökonomischen Absichten ausschlaggebend, sondern eine soziale Integration des Unternehmens in die Gesellschaft, die alleine durch herkömmliche Autoritätsbeziehungen und Marktmechanismen nicht erreichbar ist (vgl. Zerfaß 2010, S. 302). Die Schaffung gesellschaftlicher Akzeptanz erfolgt u. a. durch den Einsatz von Massenmedien (vgl. Hardtke & Prehn 2001, S. 219).

### Berichterstattung

Als Sonderform der externen Nachhaltigkeitskommunikation gilt der CSR- bzw. Nachhaltigkeitsbericht. Ein erster Meilenstein bei der Ausweitung der nichtfinanziellen Unternehmensberichterstattung stellt die im Jahr 2017 vollzogene Überführung der CSR-Richtlinie in nationales Recht durch das CSR-Richtlinie-Umsetzungsgesetz dar. Davon betroffen sind kapitalmarktorientierte Unternehmen, Finanzinstitute und Versicherungen mit mehr als 500 Mitarbeiter:innen. Die Berichterstattung kann als Erweiterung des Lageberichts um eine nichtfinanzielle Erklärung oder als eigenständiger nichtfinanzieller Bericht veröffentlicht werden. Die Konzeption der Berichterstattung bezieht sich überwiegend auf den Triple-Bottom-Line-Ansatz (TBL) und kennzeichnet sich entsprechend durch die Offenlegung von Informationen über Umwelt-, Sozial- und Arbeitnehmerbelange, die Einhaltung von Menschenrechten, Diversität sowie die Bekämpfung von Korruption und Bestechung (vgl. BGBl 2017, S. 803 f.). Obwohl keine einheitlich definierten Standards für die Berichterstattung existieren, können Unternehmen auf etablierte Rahmen für die Berichterstattung nichtfinanzieller Leistungen zurückgreifen (z. B. GRI-Standards, Kriterien des deutschen Nachhaltigkeitskodex). Damit die berichtspflichtigen Unternehmen die geforderten Informationen bzgl. der Nachhaltigkeit in der Lieferkette bereitstellen können, besteht ferner auch für Zulieferer und KMU innerhalb des Lieferantennetzwerkes die Anforderung, sich mit betrieblichen Nachhaltigkeitsanforderungen und deren Dokumentation zu befassen.

Im Jahr 2022 wurde eine weitreichende Änderung der bestehenden EU-Richtlinie vorgenommen, womit ab dem Jahr 2024 die „Corporate Sustainability Reporting Directive“ (CSRD) für die CSR-Berichterstattung zu berücksichtigen ist. Mit der neuen EU-Richtlinie sieht die EU-Kommission eine deutliche Verschärfung und Ausweitung der CSR-Berichtspflicht vor (vgl. Richtlinie EU 2022/2464). Die Richtlinie gilt nunmehr unabhängig der Kapitalmarktorientierung für alle großen Unternehmen (mehr als 250 Mitarbeitende). Weitere Schwellenwerte für große Unternehmen umfassen eine Bilanzsumme von über 20 Millionen Euro und einen Umsatz von über 40 Millionen Euro. Zwei der drei Merkmale müssen für das Greifen der Berichtspflicht vorliegen. Sofern eine Kapitalmarktorientierung vorliegt, sind darüber hinaus auch kleine und mittlere Unternehmen ab zehn Mitarbeitenden zur Nachhaltigkeitsberichterstattung verpflichtet. Schätzungen zufolge wird damit insgesamt die Anzahl der berichtspflichtigen Unternehmen um das Dreißigfache auf ca. 15.000 alleine in Deutschland ansteigen (vgl. IHK 2023). Aber auch Unternehmen außerhalb der EU, die in der EU mindestens eine Tochtergesellschaft oder Niederlassung aufweisen und innerhalb der EU einen Nettoumsatz von mehr als 150 Millionen Euro erzielen, sind ab dem Jahr 2028 zur Nachhaltigkeitsberichterstattung verpflichtet.

**Betriebsinterne Kommunikation**

Die interne Kommunikation bezieht sich primär auf die Informationsweitergabe auf allen internen betrieblichen Ebenen, um eine Strukturierung und Steuerung der Leistungserbringung zu ermöglichen (vgl. Brugger 2010, S. 14). Über unterschiedliche Kommunikationskanäle werden dabei auch Informationen zu den Unternehmenszielen, zur Nachhaltigkeitsstrategie oder zu anderen nachhaltigkeitsrelevanten Themen an die Mitarbeiter:innen bzw. Fachkräfte weitergegeben. Für Antes zählen gezielte Kommunikation und Information mit zu den zentralen Gestaltungsprinzipien, um Mitarbeiter:innen das nachhaltigkeitsorientierte Handeln im Unternehmen zu erleichtern (vgl. 2002, S. 50 ff.).

Sowohl die betriebsinterne als auch die externe Nachhaltigkeitskommunikation ist von hoher Relevanz für die Planung und Durchführung der Untersuchung. Während die externe Nachhaltigkeitskommunikation analysiert wird, um kommunizierte Nachhaltigkeitsaktivitäten in den Unternehmen zu sichten und somit geeignete Produktionsunternehmen für die Untersuchung zu identifizieren, weist die interne Nachhaltigkeitskommunikation selbst eine Untersuchungsrelevanz im Kontext gelebter nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit auf.

### 2.2.6 Forschungsleitende Schlussfolgerungen

Auf der Grundlage der durchgeführten theoretisch-analytischen Exploration der betrieblich-institutionellen Rahmung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit lassen sich bedeutsame Implikationen für die Untersuchung der Arbeitswelt der Fachkräfte und der Facharbeit selbst ableiten.

- Graf und Reuter prognostizieren ein *Greening der Berufe* in der gesamten Volkswirtschaft. In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, ob ein derartiger Trend auch in der zu untersuchenden Facharbeit feststellbar ist.
- Mertineit schreibt einigen Berufen eine besondere Bedeutung bei der großen Transformation zu. Dazu zählt u. a. der:die Industriemechaniker:in. Dies untermauert die Wahl des Berufsbildes Industriemechaniker:in als *forschungsrelevantes Berufsbild* aus der Gruppe der industriellen Metallberufe.
- *Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung* (CSR) zielt auf alle Unternehmensebenen und damit auch auf die produktive Ebene des Shopfloors ab. Damit gehen tendenziell bedeutsame Sinnzusammenhänge für die Facharbeit einher. Entsprechend gilt es, die Ansätze einer unternehmerischen Gesellschaftsverantwortung (CSR) zur Kontextualisierung der Facharbeit in den Unternehmen zu untersuchen.
- Lowe und Rohe heben in ihrer Definition von CSR die *Durchführung von Projekten* hervor. Es gilt entsprechend zu untersuchen, inwieweit auch Fachkräfte in betriebliche CSR-Projekte eingebunden werden.
- In Anlehnung an das CSR-Modell nach Hiß wird vorrangig der *mittlere Verantwortungsbereich* einer CSR, und damit genauer gesagt die Facharbeit, als zentraler Produktionsfaktor der betrieblichen Wertschöpfungskette zum primären Forschungsgegenstand. Da Facharbeit durchaus in Wechselwirkung mit

dem inneren und äußeren Verantwortungsbereich stehen kann, sind weiterführend auch diesbezügliche Beziehungsstrukturen in der Untersuchung zu berücksichtigen.
- Ansari und Wulf proklamieren in ihren Arbeiten, dass die *Rolle der Fachkräfte* zur Umsetzung betrieblicher Nachhaltigkeitsziele wichtig ist, aber häufig betrieblich unterschätzt wird. Daran anknüpfend soll untersucht werden, welche Bedeutung der Facharbeit zur Umsetzung betrieblicher Nachhaltigkeitsziele tatsächlich in den untersuchten Fallunternehmen beigemessen wird.
- *Technik*, *Organisation* und *Mitarbeiter:innen* gelten als bedeutsame Bedingungsfaktoren, um effiziente und verträgliche Energie- und Stoffströme in der Produktion zu etablieren und fortlaufend sicherzustellen. Diese drei Bedingungsfaktoren stellen zugleich zentrale *Arbeitsprozessdimensionen* dar und sind als inhärente Bestandteile der vollrichteten Arbeit im Forschungsprozess angemessen mit zu berücksichtigen.
- Sowohl der *Produktlebenszyklus* als auch *integrative* und *End-of-Pipe-Technologien* stellen bedeutsame technologische Innovationsmomente einer verträglichen Produktion dar und sind für die Untersuchung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit relevant.
- Die *Nachhaltigkeitskommunikation* nimmt einen hohen Stellenwert in der Untersuchungsplanung und -durchführung ein. Einerseits wird die externe Nachhaltigkeitskommunikation für die kriteriengeleitete Fallstudienplatzierung analysiert. Andererseits wird die interne Nachhaltigkeitskommunikation im Kontext der Facharbeit selbst zum Untersuchungsgegenstand deklariert.

## 2.3 Berufspädagogisch-didaktische Rahmung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

Die erfolgreiche Absolvierung einer Ausbildung innerhalb des dualen Berufsbildungssystems befähigt die Lernenden gemeinhin dazu, Facharbeit unter Berücksichtigung betrieblicher und gesellschaftlicher Anforderungen angemessen im Wirtschaftssystem verrichten zu können und durch erwirtschaftetes Einkommen die eigenen Bedürfnisse zu befriedigen. Berufliche Bildung nimmt damit bereits eine herausragende Bedeutung im Kontext der bedürfnisbezogenen Nachhaltigkeitsdefinition aus dem Brundtland-Bericht ein (vgl. Abschn. 2.1.1). Die Berufsschule hat den Bildungsauftrag, die Auszubildenden *„zur **nachhaltigen** Mitgestaltung der Arbeitswelt und der Gesellschaft in sozialer, ökonomischer, ökologischer und individueller Verantwortung“* zu befähigen (KMK 2021, S. 10; H. d. V.). Qualifizierte Facharbeit erfolgt damit nicht nur innerhalb der zwei zuvor aufgearbeiteten Rahmungen, sondern geht ebenso aus einer bildungsbezogenen Rahmung hervor und ist zugleich zentraler Gegenstand dieser Rahmung. Vielmehr noch wird an die Berufsbildung der bildungspolitische Anspruch gestellt, die angehenden Fachkräfte dazu zu befähigen, diese beiden zuvor aufgearbeiteten Rah-

mungen im Kontext der großen Transformation aktiv mitzugestalten. Facharbeit und die dargelegten Rahmungen stehen somit in einer engen Wechselbeziehung mit dem bestehenden Bildungswesen.

Mit diesem Abschnitt erfolgt deshalb zum einen eine theoretisch-analytische Aufarbeitung der berufspädagogisch-didaktischen Rahmung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit, um zum einen forschungsrelevante Implikationen für die Untersuchung zu identifizieren und die Forschungsergebnisse im Kontext einer BBNE einordnen zu können. Zum anderen weist die vorliegende Arbeit ein praxis- und verwertungsorientiertes Gestaltungsinteresse auf, das auf die Beitragsleistung zur Weiterentwicklung ebenjener berufspädagogisch-didaktischen Rahmung abzielt. Zu Beginn wird dazu die Schlüsselfunktion der Bildung und damit auch der Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung dargelegt (Abschn. 2.3.1). Darauf aufbauend folgen in Abschnitt 2.3.2 die Genese der BBNE und der Stand der strukturellen Verankerung. Didaktisch-konzeptionelle Ansätze einer BBNE werden in Abschnitt 2.3.3 vorgestellt. Auch dieser Abschnitt endet mit einer Zusammenführung von forschungsleitenden Schlussfolgerungen für die Konzeptionierung, Durchführung und Reflexion der Untersuchung (Abschn. 2.3.4).

### 2.3.1 Bildung als Schlüssel einer nachhaltigen Entwicklung

Die große Transformation von Gesellschaft und Wirtschaft ist ein offener partizipativer Prozess. Die dafür nötigen zivilisatorischen und technologischen Anstrengungen können ausschließlich von der Menschheit selbst aufgebracht werden, denn es sind die Menschen, die diese zwei fundamentalen Systeme unserer geistigen und materiellen Lebenswelt erschaffen haben und fortlaufend umgestalten. Es ist naheliegend, dass eine solche Transformation einen Wertewandel erfordert, der ebenfalls von der Menschheit selbst ausgehen muss (vgl. WBGU 2011, S. 73; vgl. Rieckmann 2018, S. 5). Nachhaltigkeit muss also gewollt sein. Zugleich weisen Forschungsergebnisse aber darauf hin, dass ein von derartigen Werten geprägtes Nachhaltigkeitsbewusstsein Individuen nicht per se dazu befähigt, die eigenen Handlungen im Sinne der intendierten Absicht oder Ziele in der Praxis umsetzen zu können (vgl. Rebmann & Slopinski 2018, S. 73).

Um von einer Handlungsbereitschaft zum erfolgreichen nachhaltigkeitsorientierten Handeln zu gelangen, ist entsprechend mehr erforderlich als ausschließlich ein fundiertes Nachhaltigkeitsbewusstsein. Lernende müssen ebenso die konkreten Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten ausbauen, die für ein nachhaltiges berufliches Handeln in einer sich stetig wandelnden Lebenswelt erforderlich sind. Kuhlmeier und Vollmer (vgl. 2018, S. 142) bringen diesen Umstand für die Berufsbildung mit der Feststellung auf den Punkt, dass ein fundiertes Nachhaltigkeitsbewusstsein zwar erforderlich ist, um das eigene berufliche Handeln in transformative gesellschaftliche Zusammenhänge einordnen zu können, aber ohne konkrete Handlungskompetenz de facto wirkungslos bleibt. Insofern ist es naheliegend, dass der Bildung eine herausragende Funktion für den Transformationsprozess zugesprochen wird (vgl. UNCED 1992, S. 285; vgl. BMBF 2017, S. 8). Insbesondere die berufliche Bildung an

der Schnittstelle zwischen Bildung, Arbeit und Beruf wird dabei als „Schlüssel zu nachhaltiger Entwicklung" gewertet (vgl. BMBF 2018, S. 79).

Der Terminus der Bildung hat insbesondere in Deutschland eine lange geisteswissenschaftliche Tradition (vgl. Raithel et al. 2009, S. 36). Mit Blick auf die Soziologie kann Bildung als die Förderung von Individuen zur Eigenständigkeit und Selbstbestimmung verstanden werden. Ermöglicht wird dies durch das reziproke Wechselspiel zwischen sinnlicher Aneignung und gedanklicher Auseinandersetzung mit der erfahrbaren Lebenswelt (vgl. Adorno 1971, S. 44). Klafki (vgl. 2007, S. 19) fügt dem Begriff der Bildung in kantianischer Art die Sphäre der Vernunft hinzu und sieht Bildung als Befähigung zur „vernünftigen Selbstbestimmung", die eine freie moralische Urteilsfähigkeit und „Selbsttätigkeit" ermöglicht. Ebendiese Eigenständigkeit und vernünftige Selbstbestimmung stellen ein Potenzial für die Gesellschaft und die Lernenden dar, um den Zustand struktureller Nicht-Nachhaltigkeit unserer modernen Weltgesellschaft kritisch zu hinterfragen und sich in emanzipierter und konstruktiver Form auf transformative Pfade zu begeben, die auf die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und ein Leben in Würde aller Menschen abzielen.

#### 2.3.1.1 Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)

Als zentraler bildungspolitischer Pfad für die große Transformation gilt die Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE). Eine BNE soll die Lernenden dazu befähigen, trotz bestehender Widersprüche und Ambiguitäten bewusste Entscheidungen für das eigene Handeln zu treffen, die mit dem Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen, der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit und einer sozialen Gerechtigkeit vereinbar sind (vgl. Fischer & Hantke 2017, S. 175; vgl. Rieckmann 2018, S. 5). Angesichts der aufgezeigten Herausforderungen unserer modernen Gesellschaft (vgl. Abschn. 1.1) impliziert eine BNE transformative Bildungs-, Lern- und Emanzipationsprozesse, die für alle Lernenden sowohl relevant als auch lebensweltlich sind, da die Folgen einer Nicht-Nachhaltigkeit ebenso die Lebenswelt der Lernenden betrifft.

Einerseits wird BNE regulativ durch politische Vorgaben zur Implementierung dieses Bildungskonzepts legitimiert. Auf internationaler Ebene wird mit der „Bildungsagenda 2030" die Schlüsselrolle einer BNE für die Umsetzung der 17 SDGs hervorgehoben und die Verankerung in alle Bildungsbereiche programmatisch vorangetrieben (vgl. UNESCO/DUK 2021, S. 2). Auch auf nationaler Ebene wird Bildung in der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie pointiert als „Schlüssel" einer nachhaltigen Entwicklung bezeichnet (vgl. Bundesregierung 2021, S. 169). Zur strukturellen Verankerung einer BNE in der deutschen Bildungslandschaft werden mit dem „Nationalen Aktionsplan Bildung für nachhaltige Entwicklung" (NAP BNE) an die 130 Ziele und 349 Handlungsempfehlungen für alle Bildungsbereiche festgelegt, die es bis zum Jahr 2030 zu erreichen gilt (vgl. BMBF 2020, S. 6; vgl. Nationale Plattform Bildung für nachhaltige Entwicklung 2017, S. 3 ff.).

Andererseits lässt sich eine BNE nicht nur bildungspolitisch, sondern auch bildungstheoretisch durch die kritisch-konstruktive Didaktik von Klafki (vgl. 2007) begründen. Der Bildungsanspruch an Lehr-/Lerninhalte und Aufgaben umfasst immer

auch das Allgemeine in Form „epochaltypischer Schlüsselprobleme“ der kulturellen, gesellschaftlichen, politischen und individuellen Existenz, die es im Unterricht zu behandeln gilt. Zentrale Schlüsselprobleme stellen in etwa die Friedensfrage, das Umweltproblem, die wachsende Weltbevölkerung, die Ungleichheit innerhalb unserer Gesellschaften, das Verhältnis zwischen Industriegesellschaften zu Entwicklungsländern, Gefahren und Möglichkeiten der neuen technischen Steuerungs-, Informations- und Kommunikationsmedien, menschliche Sexualität und das Verhältnis der Geschlechter zueinander dar (vgl. Klafki 1995, S. 9 ff.). Schlüsselprobleme, die sich bei genauerer Betrachtung allesamt inhaltlich und perspektivisch in den 17 SDGs der Agenda 2030 wiederfinden lassen und damit eine außerordentlich hohe aktuelle Nachhaltigkeitsrelevanz aufweisen.

BNE lässt sich somit als eine Bildung begreifen, die Lernende zum zukunftsfähigen Denken und Handeln auf lokaler und globaler Ebene befähigt (vgl. Nationale Plattform Bildung für nachhaltige Entwicklung 2017, S. 7). So spricht Rieckmann (vgl. 2018, S. 8) von der Notwendigkeit, die Lernenden dahingehend zu motivieren und zu befähigen, sich als aktive „Nachhaltigkeitsbürger:innen“ zu verstehen und an der Mitgestaltung einer nachhaltigen Zukunft mitzuwirken. Die BNE ist damit deutlich disruptiver und breiter aufgestellt als die traditionelle Umweltbildung und setzt weitreichende bildungstheoretische Akzente:

- „Die Zielorientierung an der Vision einer sich nachhaltig entwickelnden Gesellschaft macht die eigene Zukunft der Schüler zum sinnstiftenden Moment von Bildungsprozessen.
- Werteerziehung erstreckt sich nicht im Nachvollziehen anerkannter gesellschaftlicher Normen, sondern umfasst das Erlernen des Umgangs mit vielen, auch einander widersprechenden Wertvorstellungen.
- Derartige Bildungsziele sind nur zu erreichen, wenn man die Schüler darin unterstützt und fördert, sehr anspruchsvolle Kompetenzen zu entwickeln – Kompetenzen, die in der derzeitigen Generation der Erwachsenen höchst defizitär ausgeprägt sind.“ (Rost 2002a, S. 11)

#### 2.3.1.2 Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE)

BNE umfasst vom Primär- bis zum Quartärbereich alle Bereiche des Bildungssystems. Das Bildungskonzept Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE) ist somit eine bildungsbereichsspezifische Ausformung der BNE, weshalb BNE als übergeordneter bzw. subsumierender Begriff zu verstehen ist. Im Umkehrschluss ist BBNE gleichzeitig auch immer als BNE zu verstehen und somit mit dem gleichen übergeordneten Ziel versehen, Beiträge für eine sozial gerechte, ökologisch verträgliche und ökonomisch leistungsfähige Gesellschaft und Wirtschaft zu liefern. Für das Gelingen einer BBNE ist dazu nicht nur eine Neuausrichtung der Bildung, sondern ebenso eine Neuausrichtung der schulischen und betrieblichen Lernorte an der Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung notwendig (vgl. Mertineit 2013, S. 44). Eine derartige Reformierung der Lernorte und der dort verorteten Berufsbildungsprozesse erfordert eine individuelle und fortwährende Persönlichkeitsentwicklung der Lehrenden und Lernenden zur Stärkung der Frustrationstoleranz gegenüber nicht nachhaltiger Zustände.

Darauf aufbauend wird das zentrale Ziel verfolgt, die Lernenden zur kompetenten Mitgestaltung einer nachhaltigen Arbeits- und privaten Lebenswelt zu befähigen (vgl. Bretschneider et al. 2020, S. 54).

Trotz der Anforderungen und Gestaltungsansprüche einer „allgemeinen BNE", die gemeinhin auch für eine BBNE gelten, bestehen aufgrund der historischen Gewordenheit von Beruf und Arbeit sowie durch die Kooperationsstrukturen im dualen Ausbildungssystem weitere spezifische Anforderungen an eine BBNE. Verflechtungen im dualen Berufsbildungssystem führen zu engen Wechselwirkungen und Abhängigkeiten zwischen dem Bildungs- und Wirtschaftssystem. Damit sind sowohl restriktive Wirkungen, aber zugleich auch Innovationspotenziale verbunden. So kann berufliche Bildung nicht nur unmittelbar die nachhaltigkeitsorientierte Handlungsfähigkeit und -bereitschaft der Lernenden fördern, sondern mittelbar über die Lernenden auf die Transformation der Arbeitswelt selbst einwirken. Die Bedeutung dieses Wirkzusammenhangs wurde bereits mit der Agenda 21 hervorgehoben: *„Aus- und Fortbildung ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Erschließung der menschlichen Ressourcen und die Erleichterung des Übergangs in eine nachhaltigere Welt"* (UNCED 1992, S. 334).

Zum einen gilt es, Ansprüche zu berücksichtigen, die entgegen der Allgemeinbildung auf die Förderung von Kompetenzen zur Leistungserbringung in weitestgehend abgesteckten beruflichen Handlungsfeldern des Beschäftigungssystems ausgerichtet sind. Zum anderen sind diese Ansprüche in einer Form aufzugreifen, in der eine nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft und Wirtschaft nicht konterkariert, sondern durch die Befähigung der Lernenden zur Mitgestaltung der Arbeits- und Lebenswelt sogar begünstigt wird. BBNE ist somit ein stetig auszuhandelndes und auszugestaltendes Kontinuum in einem komplexen Interessengeflecht und damit *„zum einen ein höchst abstraktes und normativ begründetes Bildungsziel – vergleichbar mit den Bildungsaufträgen zur Förderung der Demokratie oder zur Beachtung der Menschenrechte. Zum anderen ist BBNE an ganz konkrete Aufgaben und Kompetenzen geknüpft"* (Hemkes et al. 2013, S. 31).

Die Wirtschaft ist seit jeher im Wandel und damit auch die damit korrespondierenden Anforderungen an die erfahrenen, aber auch an die angehenden Fachkräfte. Nachhaltigkeit und Digitalisierung zählen zu den zwei als langfristig eingestuften „Megatrends" im Wirtschaftssystem (vgl. Biebeler et al. 2020, S. 7). Die Bundesregierung (vgl. 2021, S. 84) spricht in der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie von einer Schnittstellenfunktion der BBNE zwischen Bildung, Arbeit und Beruf. Das damit verbundene Potenzial besteht im Sinne der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie darin, die Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung für das berufliche Handeln zu erschließen und darüber hinaus Perspektiven für eine nachhaltigkeitsorientierte Gestaltung der Wirtschaft und Gesellschaft in beruflichen Bildungsprozessen aufzuzeigen (vgl. ebd.). Als zentrales Ziel lässt sich in diesem Kontext die Entwicklung einer nachhaltig ausgerichteten Beschäftigungsfähigkeit als sogenannte „Sustainemployability" begreifen, die sowohl branchenspezifische als auch gesellschaftliche Rahmenbedingungen berücksichtigt (vgl. DUK 2014, S. 6). Um diese Form der Beschäftigungsfähigkeit zu er-

reichen, ist BBNE als ein lebensbegleitender Prozess und als ein zentrales Gestaltungsmoment der Berufsbildung zu verstehen (vgl. Hemkes 2014, S. 230 f.).

Diesem transformativen Bildungskonzept liegt aufgrund der Heterogenität von Berufs- bzw. Facharbeit und der Unschärfe der Nachhaltigkeitsidee ein offener Ansatz zugrunde, der eine lernortabhängige sowie berufs- und branchenspezifische Ausgestaltung der Bildungsprozesse erfordert (vgl. Schlömer et al. 2017, S. 2). Darüber hinaus ist BBNE nicht nur mit normativen Bildungsansprüchen verbunden, sondern birgt für den Lern- und Arbeitsort Betrieb das Potenzial, nachhaltige Formen des Wirtschaftens durch innovative Facharbeit zu etablieren. BBNE kann somit auf unternehmerischer Ebene dazu beitragen, Geschäftsmodelle einer CSR mit der Kompetenz- und Persönlichkeitsentwicklung der Fachkräfte zusammenzuführen. Schlussendlich bietet BBNE als sogenanntes „Zukunftsprogramm" (vgl. Rebmann & Schlömer 2020, S. 325) für die berufliche Bildung *„große synergetische Potenziale zur gemeinsamen Förderung von beruflicher Handlungsfähigkeit und einer praktischen Gestaltung von Nachhaltigkeit"* (Horst & Singer-Brodowksi 2020, S. 13). Die vorliegende Arbeit setzt genau an diesem Potenzial und somit an der Schnittstelle zwischen Bildung, Arbeit und Beruf an.

#### 2.3.1.3 BBNE im Kontext der nachhaltigen Entwicklungsziele (SDGs)

Mit der Agenda 21 wurde bereits vor knapp 30 Jahren die Berufsbildung auf politisch-internationaler Ebene als eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Erleichterung des Übergangs in eine nachhaltige Welt deklariert (vgl. UNCED 1992, S. 334). Mit der im Jahr 2015 von der UN-Vollversammlung verabschiedeten Agenda 2030 wird diese Bedeutsamkeit nochmals bekräftigt und die Bildung mit dem SDG 4 (Inklusive, gleichberechtigte und hochwertige Bildung) zu einem eigenständen SDG erhoben (vgl. Vereinte Nationen 2015, S. 18).

Obgleich bereits mit der Agenda 21 die Bedeutung aller Bildungsbereiche hervorgehoben wurde, lag der bildungspolitische Fokus der einige Jahre später verabschiedeten MDGs (insbesondere MDG 2 – Primärschulbildung für alle) auf der Sicherung der Grundschulausbildung im globalen Süden. Als Folge rückten weiterführende Bildungsgänge in anderen Regionen der Welt weitestgehend in den Hintergrund (vgl. Martens & Obenland 2017, S. 56). Mit der Agenda 2030 wurde auf dieses Defizit umfänglich reagiert. Nicht zuletzt deshalb, weil ein nicht unerheblicher Anteil sozialer und ökologischer Problemstellungen im globalen Süden aus dem nicht nachhaltigen Handeln der klassischen Industriestaaten der westlichen Welt resultiert. Entsprechend verlagerte sich der Fokus mit der Agenda 2030 und wurde auf global vernetzte Ursachen ausgeweitet. Damit einhergehend wurde ein wesentlich umfassenderer bildungspolitischer Ansatz verankert, der alle Bildungsbereiche berücksichtigt.

(B)BNE und die SDGs stehen in einem interdependenten Wechselverhältnis. Mit dem SDG 4 hat die Weltgemeinschaft beschlossen, bis 2030 eine inklusive, gleichberechtigte und hochwertige Bildung zu gewährleisten, die die Möglichkeiten lebenslangen Lernens für alle Mitmenschen sicherstellt. In diesem Zuge wird eine BNE als Bestandteil hochwertiger Bildung explizit in den zugehörigen Teilzielformulierungen aufgeführt. So heißt es in Teilziel 4.7:

> „Bis 2030 sicherstellen, dass alle Lernenden die notwendigen Kenntnisse und Qualifikationen zur Förderung nachhaltiger Entwicklung erwerben, unter anderem durch **Bildung für nachhaltige Entwicklung** und nachhaltige Lebensweisen, Menschenrechte, Geschlechtergleichstellung, eine Kultur des Friedens und der Gewaltlosigkeit, Weltbürgerschaft und die Wertschätzung kultureller Vielfalt und des Beitrags der Kultur zu nachhaltiger Entwicklung“ (Vereinte Nationen 2015, S. 18; H. d. V.).

Mit dem Teilziel 4.7 des SDG 4 wird BNE erstmals formal von den Vereinten Nationen als eigenständiges Handlungsfeld definiert (vgl. Nationale Plattform Bildung für nachhaltige Entwicklung 2017, S. 8). Wie im Teilziel angeführt, betrifft BNE „alle Lernenden“ und damit auch Lernende aus dem berufsbildenden Bereich. Die Umsetzung und Ausgestaltung einer BBNE finden somit ihre aktuelle bildungspolitische Legitimation vor allem auch in dem SDG 4. Hochwertige Bildung in Form einer (B)BNE ist aber nicht nur Zielstellung und Gegenstand des SDG 4 (Top-down), sondern zugleich aus ihrer Konstitution heraus ein bedeutsames Moment, um alle 17 SDGs bis 2030 zu erreichen (Button-up). Um die große Transformation – geleitet durch die 17 SDGs – zu realisieren, sind für sämtliche Gesellschaftsmitglieder, und damit auch angehende Fachkräfte, Lehrkräfte und betriebliches Ausbildungspersonal, eben durch eine (B)BNE die entsprechenden Möglichkeiten zu schaffen, um die nötigen Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten, Werte und Einstellungen zur Mitgestaltung dieses Prozesses zu entwickeln (vgl. UNESCO/DUK 2021, S. 3). (B)BNE ist somit beides – einerseits integrale Zielstellung zur Sicherstellung qualitativ hochwertiger Bildung (SDG 4) und andererseits bedeutsame Voraussetzung für die Verwirklichung aller anderen SDGs.

Damit Nachhaltigkeit nationales Bildungsziel wird und somit eine hochwertige Bildung (SDG 4) sichergestellt werden kann, wurde im Rahmen des UNESCO-Weltaktionsprogramms Bildung für nachhaltige Entwicklung (WAP; 2015–2019) des NAP BNE unter dem Vorsitz des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) verabschiedet. Zur dauerhaften Etablierung einer BBNE in die bestehende Berufsbildungslandschaft wurden fünf zentrale Handlungsfelder formuliert (vgl. Nationale Plattform Bildung für nachhaltige Entwicklung 2017, S. 41 ff.):

1. **Handlungsfeld:** *Bestandsaufnahme auf allen Ebenen*, um mögliche Anknüpfungspunkte für Nachhaltigkeitsaspekte mithilfe von Best-Practice-Beispielen in den vorhandenen Ordnungsmitteln zu identifizieren. Zur Umsetzung werden ebenso Unterrichtsmaterialien und Lehr-/Lernarrangements gesichtet, gesammelt und bestehende Forschungsergebnisse bzgl. einer BBNE hinzugezogen.
2. **Handlungsfeld:** *Erschließung weiterer Potenziale für eine BBNE* durch Verzahnung der formalen Berufsbildung mit der informellen Bildung in Form von Berufserfahrung, um Innovationen aus der betrieblichen Praxis kurzfristig in die Ausbildung zu integrieren. Dazu ist u. a. beabsichtigt, die regionale Vernetzung von Akteuren und Akteurinnen einer BBNE über Berufsbildungsausschüsse zu fördern.
3. **Handlungsfeld:** *Betriebe und berufliche Schulen als nachhaltige Lernorte etablieren*. Damit besteht neben der Absicht einer nachhaltigen Schulentwicklung auf institutioneller Ebene das Ziel der Qualifizierung von Ausbildungspersonal durch nachhaltigkeitsorientierte Fort- und Weiterbildungen.

4. **Handlungsfeld:** Für eine nachhaltig ausgerichtete Beschäftigungsfähigkeit sind *nachhaltigkeitsorientierte Kompetenzanforderungen* zu identifizieren und zu definieren. In den Vordergrund treten dabei domänenspezifische und domänenübergreifende Kompetenzen sowie Arbeits- und Geschäftsprozesse mitsamt den darin verankerten Anknüpfungspunkten eines nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns.
5. **Handlungsfeld:** *Curriculare und didaktische Umsetzung von BBNE* durch die strukturelle Verankerung von nachhaltigkeitsorientierten Kompetenzentwicklungszielen in der Berufsbildung. Ziel ist es, nachhaltigkeitsorientierte Kompetenzen in die Ordnungsmittel zu implementieren und zur Förderung dieser Kompetenzen geeignete didaktische Mittel zu entwickeln. Dazu besteht die Absicht, BBNE in den Antragsgesprächen für die Modernisierung oder Neugestaltung von Berufen berufsspezifisch zu berücksichtigen. Zudem wird die Ausbildereignungsverordnung (AEVO) auf nachhaltigkeitsorientierte Anpassungen geprüft und ggf. angepasst. Zur Unterstützung der Berufsschullehrkräfte wird u. a. ein umfassender Kriterienkatalog für die Gestaltung nachhaltigkeitsorientierter Lehr- und Lernarrangements angestrebt.

Die formulierten Teilforschungsfragen aus Abschnitt 1.3 weisen vielfältige Bezugspunkte zu den dargelegten Handlungsfeldern des NAP BNE auf. Insbesondere für die *Handlungsfelder I, IV und V* kann die vorliegende Arbeit domänenbezogene Beiträge liefern, die zur Etablierung einer BBNE für die industriellen Metallberufe aufgegriffen werden können.

Zusätzlich liefert die „BNE 2030-Roadmap" Zielformulierungen, Inhalte und Lösungsansätze für die Berücksichtigung der 17 SDGs im Bildungssektor. Mit der „BNE 2030-Roadmap" werden drei zentrale Reflexionsfelder für die Gestaltung einer BNE angeführt, die nachfolgend durch den Autor um die spezifische Perspektive einer BBNE erweitert werden (vgl. UNESCO/DUK 2021, S. 18):

- **Transformatives Handeln:** Bildung muss die Möglichkeiten aller Lernenden hervorheben und Wege aus der Realität der Lernenden aufzeigen, die die positive Beeinflussung der Zukunft durch eigenes transformatives Handeln ermöglichen. Transformatives Handeln ist demzufolge per se integraler Bestandteil einer BBNE. Berufliche Bildung ist bereits durch anerkannte berufspädagogisch-didaktische Prinzipien auf konkrete berufliche Handlungen ausgerichtet. Mit dem Ziel, eine nachhaltigkeitsorientierte berufliche Handlungskompetenz zu fördern, besteht die Absicht, die Lernenden zur Mitgestaltung einer nachhaltigen Arbeitswelt und Gesellschaft zu befähigen. BBNE knüpft damit im Kern an der beruflichen und lebensweltlichen Realität mit ihren Herausforderungen an, die in der Domäne der Fachkräfte und Lernenden vorzufinden ist.
- **Strukturelle Veränderungen**: BNE legt den Fokus auf die strukturellen Ursachen einer nicht nachhaltigen Entwicklung und ermutigt dazu, alternative Entwicklungspfade einzuschlagen. Übertragen auf die BBNE gerät somit u. a. die Frage nach den Auswirkungen einer linearen Wirtschaftsweise, einer Wegwerfgesellschaft und alternativen zirkulären Wirtschaftsmodellen in den Fokus. BBNE

bleibt dabei nicht auf abstrakter Ebene makrostruktureller Konzepte, sondern greift konkrete mikrostrukturelle Veränderungen aus der Arbeitswelt auf (z. B. Etablierung betrieblicher Energie- und Stoffkreisläufe zur Wärmerückgewinnung durch Einbau und Nutzung von Rekuperatoren).

- **Technologische Zukunft:** Der technologische Fortschritt hat die globalen Herausforderungen beschleunigt und verschärft, bietet aber auch Lösungsansätze. Für die BBNE zielt dieses Reflexionsfeld auf ein kritisches technologisches Denken ab, dass Technologie gleichwohl als Chance und als Risiko begreift. Industrielle Fachkräfte sind bereits jetzt mit den veränderten Herausforderungen durch eine zunehmende Digitalisierung der Arbeitswelt konfrontiert (vgl. Becker et al. 2022, S. 54 ff.). Dabei unterliegt der Wandel der Wirtschaft einerseits einer voranschreitenden Technologisierung und bemisst sich andererseits in seiner sozio-ökologischen Verträglichkeit an dem Paradigma der Nachhaltigkeit. Die zukünftige Entwicklung beider in einem augenscheinlich ambivalenten Verhältnis zueinander stehenden Trends kann sowohl durch Kontrarietät als auch durch Komplementarität gekennzeichnet sein und bietet vielfältige und zum Teil dilemmatabehaftete Lernpotenziale im Rahmen der BBNE (vgl. Nagel 2020, S. 49).

### 2.3.2 Genese und strukturelle Verankerung einer BBNE

Wie bereits angedeutet, weist die BBNE eine Entwicklungslinie von mittlerweile annähernd 30 Jahren auf. Der Ursprung des Bildungskonzepts liegt in der beruflichen Umweltbildung. Mit dem vorliegenden Abschnitt wird aufgezeigt, weshalb BBNE als umfassende Weiterentwicklung der Umweltbildung zu sehen ist und wie weit die strukturelle Verankerung einer BBNE im deutschen Berufsbildungssystem vorangeschritten ist.

#### 2.3.2.1 Bildungspolitische Meilensteine

BBNE ist historisch gewachsen und unzertrennlich mit der internationalen und nationalen Debatte über eine nachhaltige Entwicklung verbunden. Rückblickend gingen mit der Zunahme der öffentlich geführten Diskurse über ökologische Krisen und deren Folgen in den 1960er- und 1970er-Jahren (vgl. Abschn. 2.1.2) einige Jahre später erste Ansätze zur Ausformung einer beruflichen Umweltbildung einher. Die Entstehung der *beruflichen Umweltbildung* wird entsprechend auf die 1980er- bis 1990er-Jahre datiert (vgl. Kutt 2006, S. 36). Ebenfalls gingen damit neue Berufe einher. So trat bereits im Jahr 1984 der Ausbildungsberuf Ver- und Entsorger:in mit den Fachrichtungen Abwasser, Abfall und Wasserversorgung in Kraft, um vielfältige Funktionen im technischen Umweltschutz zu übernehmen. Der Ausbildungsberuf ist damit genealogischer Vorläufer der modernen umwelttechnischen Berufe, die als Nachfolgeberufe den Ausbildungsberuf Ver- und Entsorger:in im Jahr 2002 abgelöst haben (Fachkraft für Wasserversorgungstechnik, Fachkraft für Abwassertechnik, Fachkraft für Kreislauf- und Abfallwirtschaft und Fachkraft für Rohr-, Kanal- und Industrieservice).

Mit der traditionellen beruflichen Umweltbildung war in erster Linie die Absicht verbunden, das Umweltbewusstsein und -wissen in Verbindung mit unverträglichen Handlungsansätzen zu fördern (vgl. Okun & Schulz 2000, S. 36 ff.). Vergleicht man

diesen ganzheitlichen Ansatz (kognitiv, affektiv, psychomotorisch) der Persönlichkeitsentwicklung mit der konzeptionellen Ausrichtung einer modernen BBNE aus den zwei vorherigen Abschnitten, werden trotz der Eindimensionalität der Umweltbildung (ökologische Dimension) die Parallelen zur BBNE überaus deutlich. Trotz vielfältiger Erfolge bei der Implementierung der beruflichen Umweltbildung in den 1990er-Jahren, wie z. B. die Verankerung des „Umweltschutzes" in die Ausbildungsordnungen im Jahr 1991[26], bahnte sich nur ein Jahr später bereits ein weiterer Paradigmenwechsel an. Mit der Agenda 21, als Ergebnis der Konferenz für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen (1992), rückten neue bildungskonzeptionelle Ansprüche in den Vordergrund. Sie zielten nunmehr auf die Berücksichtigung intra- und intergenerationeller Gerechtigkeitsprinzipien ab und erweiterten die bisher vorrangig ökologische Dimension um eine soziale und ökonomische Dimension. So wurde der Diskurs einer beruflichen Umweltbildung zunehmend durch den einer nachhaltigen Entwicklung überlagert (vgl. Rebmann 2006, S. 303).

Als Folge wurde die Notwendigkeit eines komplexeren Berufsbildungskonzepts in Form einer BBNE diskutiert, das als umfassende Erneuerung und Erweiterung der beruflichen Umweltbildung deklariert wird. Eine BBNE unterscheidet sich von der beruflichen Umweltbildung, indem sie (vgl. Kutt 2001, S. 51):

- die ökologische, soziale und ökonomische Dimension einer nachhaltigen Entwicklung berücksichtigt,
- innovative didaktisch-methodische Vermittlungs- und Aneignungsprozesse aufgreift,
- auf die Mitgestaltung von innovativen Strukturen zur Veränderung der Lebens- und Arbeitswelt abzielt,
- verstärkt politische Entwicklungen, strukturelle Veränderungen und Technologieentwicklungen einbezieht,
- sich für berufs-, lernort- sowie lebensbereichsübergreifende Ansätze öffnet und
- ein lebenslanges Lernen ermöglicht.

Als bildungspolitischer Auftakt dieser Neuausrichtung lässt sich insbesondere der *Orientierungsrahmen Bildung für nachhaltige Entwicklung* der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) aus dem Jahr 1998 anführen. Mit dem Orientierungsrahmen wurden bereits konzeptionelle Leitvorstellungen und didaktische Ansätze für die Implementierung von Nachhaltigkeit in alle Bildungsbereiche vorgelegt (vgl. BLK 1998). Kurz darauf folgte die vom BMBF beauftragte Machbarkeitsstudie zur BBNE, mit dem zentralen Ergebnis, dass die bestehende berufliche Umweltbildung die Anforderungen einer BBNE nicht systematisch abdecken kann, woraufhin unterschiedliche Handlungsfelder und Strategien zur Umsetzung einer BBNE erarbeitet und vorgeschlagen wurden (vgl. Mertineit et al. 2001, S. 143 ff.).

Diese konnten u. a. im Rahmen der UN-Weltdekade *Bildung für nachhaltige Entwicklung* (2005–2014) systematisch aufgegriffen werden. In zwei Förderphasen konn-

26 Mit dem Beschluss zur „Einbeziehung von Fragen des Umweltschutzes in die berufliche Bildung" im Jahr 1991 wurde die im Jahr 1988 vom Hauptausschuss des BIBB beschlossene „Empfehlung zur Einbeziehung von Fragen des Umweltschutzes in die berufliche Bildung" ergänzt und der Weg des Umweltschutzes in die Ausbildungsordnungen geebnet.

ten darauf aufbauend unterschiedliche Projekte initiiert werden. Dabei stand in der ersten Phase der UN-Dekade die Aufbereitung theoretischer Bezüge und Begründungen einer BBNE im Vordergrund, während in der zweiten Phase die konkrete Umsetzung der Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung in berufliches Wissen und Handeln fokussiert wurde (vgl. Klanten 2014, S. 6). In der ersten Phase der Modellversuche wurden zehn Wirtschaftsmodellversuche zu den Themen Ressourceneffizienz und nachhaltige Managementstrategien in Industrie und Handwerk unter dem Titel *Nachhaltige Entwicklung in der beruflichen Bildung* von 2004 bis 2010 umgesetzt. In diesem Zuge wurde nicht nur die Integration nachhaltigkeitsorientierter Inhalte in die berufliche Bildung forciert, sondern Nachhaltigkeit zugleich auch verstärkt als Leitbild für die Berufsbildung proklamiert (vgl. Kettschau 2011, S. 7). Daran anschließend wurden mit der zweiten Förderphase *Berufliche Bildung für eine nachhaltige Entwicklung* (2010–2013) spezifische Schwerpunkte im Bereich erneuerbare Energien, Bauen und Wohnen, Chemie sowie Ernährung gelegt und sechs zugehörige Modellversuche gefördert. Damit verbunden wurden branchenbezogene und zugleich transferfähige Konzepte einer BBNE weiterentwickelt (vgl. Mohorič 2014, S. 9). BBNE wurde ab diesem Zeitpunkt als umfassender Ansatz zur Innovation und Modernisierung der Aus- und Fortbildungsberufe durch das BIBB offeriert (vgl. BIBB 2013, S. 3).

Im Rahmen des UNESCO-Weltaktionsprogramms Bildung für nachhaltige Entwicklung (WAP BNE 2015–2019) erfolgte die dritte Modellversuchsreihe *Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung 2015–2019*. Die bis dato umfangreichste Modellversuchsreihe bestehend aus 18 Verbundprojekten sowie 45 beteiligten Verbundpartner untergliederte sich in drei Förderlinien. Während sich die erste Förderlinie mit der Entwicklung von Ausbildungs- und Qualifizierungskonzepten zur Nachhaltigkeit in kaufmännischen Berufen beschäftigte, widmete sich die zweite Förderlinie der Gestaltung nachhaltiger Lernorte in Berufsbildungseinrichtungen (vgl. BIBB 2016, S. 4). Als branchenspezifische Erweiterung ist die dritte Förderlinie anzusehen, die auf die explizite Entwicklung von domänenspezifischen Nachhaltigkeitskompetenzen in Lebensmittelhandwerk und -industrie abzielte (vgl. BIBB 2017, S. 2). Zur Umsetzung des UNESCO-Weltaktionsprogramms Bildung für nachhaltige Entwicklung (2015–2019) wurde im gleichen Zeitraum der NAP BNE verabschiedet. Im Gegensatz zu den vorherigen Fassungen des Nationalen Aktionsplans zielt der NAP BNE aus dem Jahr 2017 erstmals explizit auf die Erreichung der 17 SDGs der Agenda 2030 ab. Mit dem Ziel, BNE in allen Bereichen des deutschen Bildungssystems strukturell zu verankern, wurden fünf zentrale Handlungsfelder für die BBNE definiert, die im vorherigen Abschnitt bereits darlegt wurden. Um die Umsetzung der gesteckten Ziele aus dem NAP BNE überprüfen zu können, wurden mit dem Verbundprojekt *Indikatoren Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung* Indikatoren mit der Absicht ermittelt, eine systematische Erfassung der Implementierung, Verstetigung und Umsetzungsdefizite einer BBNE fortwährend zu unterstützen (vgl. BIBB 2020a, S. 2).

In die Forschungs- und Entwicklungstradition der Modellversuche reiht sich der Förderschwerpunkt *Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung im Transfer für Ausbildungspersonal 2020–2022* (BBNE-Transfer) mit neuen Modellversuchen ein. Das Ziel

besteht vorrangig darin, die Ergebnisse aus der vorangegangen Modellversuchsreihe aufzugreifen, für die nachhaltigkeitsbezogene Weiterbildung von Ausbildungspersonal nutzbar zu machen und durch den Transfer in die Berufsbildungspraxis zu überführen.

Das UNESCO-Programm *BNE 2030* leitet für den Zeitraum 2020 bis 2030 den internationalen Diskurs um eine BNE an und baut auf dem UNESCO-Weltaktionsprogramm (WAP BNE 2015–2019) auf (vgl. UNESCO/DUK 2021, S. 1 ff.). Ob neuartige Inhalte und Perspektiven aus dem UNESCO-Programm BNE 2030 in eine mögliche Neufassung des NAP BNE überführt werden, wird sich zukünftig zeigen.

#### 2.3.2.2 Strukturelle Verankerung

Mit der Darlegung der bildungspolitischen Meilensteine stellt sich einhergehend die Frage, inwieweit BBNE tatsächlich im Berufsbildungssystem strukturell verankert ist.

##### Transferformen und Ebenen der strukturellen Verankerung

Aufgrund der komplexen Verflechtungen in der Berufsbildung einerseits und der Heterogenität von Berufsfeldern und Berufen andererseits besteht die Herausforderung in der angemessenen Überführung der gewonnenen Erkenntnisse aus der Praxis beruflicher Arbeitswelten und der Forschung in das berufliche Bildungssystem unter Berücksichtigung der normativen Gesellschaftsanforderungen. Zudem ist das deutsche Berufsprinzip zu berücksichtigen, während gleichzeitig der Anspruch besteht, innovative und transformative Bildungsansätze zu verfolgen, ohne dabei die berufliche Ausbildung zu überfrachten. Die umfassende strukturelle Verankerung einer BBNE zielt entsprechend auf ein komplexes „Bedingungsgefüge" zwischen regulativ-forschender, institutioneller und pädagogisch-didaktischer Ebene ab (Tab. 2), in dem erschwerend Interessenkonflikte aufgrund einer Vielzahl von Akteuren und Akteurinnen fortwährend auszuhandeln sind (vgl. Kettschau 2011, S. 7).

**Tabelle 2:** Ebenen zur strukturellen Verankerung einer BBNE (Ergänzung durch Autor; i. A. a. Diettrich et al. 2007, S. 10; Kettschau 2011, S. 8; Horst & Singer-Brodowski 2020, S. 2)

| Makroebene (regulativ-forschend) | Mesoebene (institutionell) | Mikroebene (pädagogisch-didaktisch) |
|---|---|---|
| • Bundes- und Landesgesetze<br>• Beschlüsse und Empfehlungen der KMK<br>• Beschlüsse des Hauptausschusses des BIBB<br>• Ordnungsmittel<br>• Bildungsgänge<br>• Nationale und internationale Qualifizierungsrahmen<br>• Berichterstattung zur Berufsbildung<br>• Berufsbildungsforschung/ Berufswissenschaften | • Berufsverbände<br>• Zuständige Stellen<br>• Schulverwaltungen<br>• Bildungsträger<br>• Netzwerke<br>• Regionale Lernortkooperationen | • Lernort Berufsschule & Betrieb<br>• Ausbildungspersonal<br>• Lehrkräfte<br>• Lernhaltige Arbeits- & Geschäftsprozesse<br>• Handlungsfelder & Arbeitsaufgaben<br>• Ausbildungsszenarien<br>• Lehr-/Lernarrangements<br>• Berufliche Didaktik |

Um dennoch eine systematisierte Verankerung einer BBNE voranzutreiben, wurde ein Modellansatz entwickelt, der den gezielten Transfer erleichtern soll. Dieser differenziert vier Formen des Transfers von Projekt- und Forschungsergebnissen in das Berufsbildungssystem. In der praktischen Umsetzung des Transfers werden zumeist mehrere Transferformen gleichzeitig beansprucht (vgl. Kastrup et al. 2014, S. 175 ff.):

- **Regionaler Transfer** der Ergebnisse und Erkenntnisse durch die örtliche Verbreitung auf gleicher Ebene des Berufsbildungssystems. Im Mittelpunkt steht die Verbreitung eines neu entwickelten Konzeptes von einer Institution auf eine andere Institution ähnlicher Art.
- **Temporaler Transfer**, indem erprobte und bewährte Ergebnisse in der eigenen Institution dauerhaft verankert werden. Eine Verbreitung über die eigene Institution rückt bei dieser Form des Transfers in den Hintergrund.
- **Vertikaler Transfer** trägt in besonderem Maße zur berufsbildungsprogrammatischen Verankerung und prospektiven Verstetigung einer BBNE bei, indem Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Praxis und Forschung für die Weiterentwicklung der Berufsbildungsstrukturen genutzt werden. Mit der Berücksichtigung in den Neuordnungsverfahren können domänenspezifische und -bezogene Nachhaltigkeitsaspekte Einzug in die Ordnungsmittel finden, womit sie ein verbindlicher Bestandteil für die Berufsbildungspraxis werden.
- **Lateraler Transfer** ermöglicht die Übertragung von Ergebnissen aus einem internen Handlungsbereich in einen externen Handlungsbereich der beruflichen Bildung. Zu den drei externen Handlungsbereichen zählen im Wesentlichen die Berufsbildungspraxis (z. B. Fachpublikationen), die Berufsbildungsforschung und Berufswissenschaften (z. B. Forschungsberichte) und die Berufsbildungsadministration (z. B. Prüfungsausschüsse).

Der vertikale Transfer ist zwar vorrangig auf die dargestellte Makroebene ausgerichtet, nimmt aber einen deutlich größeren Wirkungsraum ein, der sich bis auf die Mikroebene erstreckt. Wissenschaftliche Erkenntnisse können in Neuordnungsverfahren einfließen, um die aktuellen Herausforderungen von Wirtschaft und Gesellschaft zu berücksichtigen. Die Inhalte aus den Ordnungsmitteln schaffen auf der Mikroebene wiederum einen verbindlichen Rahmen für die Gestaltung nachhaltiger Berufsbildungsprozesse und begünstigen darüber hinaus die Etablierung nachhaltiger Lernorte. Kettschau (vgl. 2011, S. 8) räumt entsprechend der Makroebene das Potenzial einer treibenden Kraft ein und Singer-Brodowski und Grapentin-Rimek (vgl. 2019, S. 149 ff.) weisen explizit darauf hin, dass zur strukturellen Verankerung einer BBNE die Aufnahme von Nachhaltigkeitsansätzen in die Ordnungsmittel von überaus großer Bedeutung ist. Dies stützt die Ausrichtung des praxis- und verwertungsorientierten Gestaltungsinteresses der vorliegenden Arbeit (vgl. Abschn. 1.3).

#### Formal-inhaltliche Verankerung einer BBNE

Obwohl BBNE seit der Jahrtausendwende fester Diskursgegenstand zur Weiterentwicklung der Berufsbildung ist, ließ sich auch knapp 15 Jahre später immer noch ernüchternd feststellen, dass BBNE bis dato nur eine marginale Berücksichtigung in der

Berufsausbildung gefunden hat und Kompetenzmodelle der beruflichen Bildung für nachhaltige Entwicklung *„bisher kaum Einfluss auf die Berufsbildungspraxis“* (Vollmer & Kuhlmeier 2014, S. 204) genommen haben. Um deshalb einen systematischen Einblick in die Verankerung einer BNE in der gesamten Bildungslandschaft zu erhalten, Hemmnisse zu lokalisieren und damit letztendlich die Implementierungsbestrebungen zu unterstützen, wird seit dem Jahr 2015 ein bundesweites BNE-Monitoring durchgeführt. Federführend ist dabei das Institut Futur (Freie Universität Berlin), das zugleich für die wissenschaftliche Beratung des UNESCO-Programms *ESD for 2030* sowie des *NAP BNE* verantwortlich ist. Auch hierbei führten umfassende Dokumentenanalysen einige Jahre später zu der gleichen Erkenntnis, dass eine umfassende Verankerung einer BBNE in den zentralen Dokumenten der dualen Ausbildung kaum einen nennenswerten Fortschritt verzeichnen kann (vgl. Otte & Singer-Brodowski 2017, S. 7).

Eine bedeutsame Wende in dieser Entwicklung stellt die im Jahr 2018 überarbeitete *Handreichung zur Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz* dar, die zugleich ein Meilenstein in der verbindlichen Verankerung einer BBNE in den zentralen Dokumenten der Berufsbildung ist (vgl. KMK 2018a). Während noch in der aktualisierten Auflage aus dem Jahr 2017 Nachhaltigkeit lediglich in den Bereich der Wirtschafts- und Sozialkunde gewerblich-technischer Ausbildungsberufe (Prüfgebiet „nachhaltige Existenzsicherung“) explizit aufgenommen wurde (vgl. KMK 2017), kann in der darauffolgenden Auflage von einer regelrechten Durchdringung mit nachhaltigen Bezugspunkten gesprochen werden (vgl. KMK 2018a). Nachhaltigkeit ist nunmehr im Lernfeldkonzept, im Bildungsauftrag der Berufsschule, in den berufsbezogenen Vorbemerkungen und in den Lesehinweisen der Lernfelder verankert.

So wurde vergleichsweise still mit dem im Jahr 2018 angepassten Bildungsauftrag der Berufsschule eine weitere Wende in der Didaktik beruflicher Bildung formal durch die KMK eingeläutet. Die in den 1990er-Jahren bildungsprogrammatisch eingeführte Gestaltungsorientierung und bildungsplanerisch vollzogene arbeitsorientierte Wende (vgl. Rauner 2006, S. 17) wird nunmehr sowohl normativ als auch wissenschaftspropädeutisch um das Paradigma einer nachhaltigen Entwicklung erweitert und im Bildungsauftrag der Berufsschulen verankert.

Auch die KMK (2021, S. 33) wertet Bildung nunmehr pointiert als *„Schlüssel für Entwicklung und Innovation und damit für eine nachhaltige, zukunftsfähige Gesellschaft“*. Damit ist Nachhaltigkeit nicht nur forschungsperspektivisch, sondern auch bildungsprogrammatisch in einem zentralen Dokument mit Steuerungsfunktionen angekommen und eine formal-inhaltliche Anforderung in zukünftigen Neuordnungsverfahren.

Wenngleich die formalen Weichen gestellt wurden, musste auch wenige Jahre nach der aktualisierten Auflage der Handreichung der KMK aus dem Jahr 2018 festgestellt werden, dass die Verankerung von Nachhaltigkeit in den Ordnungsmitteln aller anerkannten Ausbildungsberufe als ein überaus langwieriger Prozess einzustufen ist. So verdeutlicht auch der Kurzbericht zu Beginn des UNESCO-BNE-Programms *ESD for 2030*, dass weiterhin weder thematisch noch konzeptionell eine umfassende Verankerung einer BBNE in den formalen Dokumenten festgestellt werden kann (vgl. Holst

& Singer-Brodowski 2020, S. 11). Zwar sind vereinzelte Vorstöße auch durch die Modellversuche berufsspezifisch gelungen, doch mehrheitlich stellt die Ökonomie nach wie vor die vorherrschende Nachhaltigkeitsdimension dar (ebd., S. 12 f.).

Im Jahr 2021 wurde der Verankerung einer BBNE neuer Aufwind verliehen. So wie in der Umweltbildung die Integration des „Umweltschutzes" einen Meilenstein darstellte, ist auch die modernisierte Standardberufsbildposition „Umweltschutz und Nachhaltigkeit" ein weiterer Meilenstein für die BBNE. Der Weg zur Modernisierung der Berufsbildposition „Umweltschutz" wurde bereits formal im Jahr 2017 mit dem zweiten Handlungsfeld des *NAP BNE* forciert (vgl. Nationale Plattform Bildung für nachhaltige Entwicklung 2017, S. 44). So gelten ab dem 1. August 2021 für alle modernisierten und neu entwickelten Ausbildungsberufe neue Mindestanforderungen durch die modernisierte Standardberufsbildposition „Umweltschutz und Nachhaltigkeit". Mit dieser Maßnahme wird beabsichtigt, dass alle Auszubildenden in einer zukunftsweisenden Ausbildung Kompetenzen entwickeln können, die in einer sich verändernden Arbeitswelt benötigt werden (vgl. BIBB 2021a, S. 12 f.).

Mit dem Blick auf Neuordnungsverfahren wird in Bezug auf gewerblich-technische Berufe (z. B. der modernisierte Ausbildungsberuf „Elektroniker:in für Gebäudesystemintegration") deutlich, dass punktuell die Verankerung einer BBNE – wenn auch zögerlich – voranschreitet. So zeigen sich in der Ausbildungsordnung exemplarische Nachhaltigkeitsbezüge wie etwa die Qualifikationsanforderung *„Komponenten der Antriebstechnik, insbesondere unter Berücksichtigung der Energieeffizienz, auswählen"* (vgl. BGBl 2021, S. 8). Wenngleich die Verankerung von BBNE in verbindlichen Dokumenten nicht zwangsläufig zur praktischen Umsetzung führt, so stellt der Ansatz doch einen bedeutsamen strukturellen Hebel dar, um das Bildungssystem an den veränderten Qualifizierungsbedarf anzupassen (vgl. Holst & Singer-Brodowski 2020, S. 2).

Die Empfehlung des BIBB, die modernisierten Standardberufsbildpositionen ab sofort integrativ zu vermitteln, das heißt auch ohne Erneuerung der Ausbildungsordnung, erscheint als überaus bedeutsam und zwingend notwendig. Rückblickend wurden in den letzten fünf Jahren durchschnittlich 12 anerkannte Ausbildungsberufe pro Jahr modernisiert (vgl. BIBB 2021b). Bei 324 anerkannten Berufen (Stand 2021) würde es demzufolge rechnerisch 27 Jahre dauern, bis Nachhaltigkeit als integraler Bestandteil in den Ordnungsmitteln aller Berufe verankert ist. Dies ist mit dem SDG 4[27], welches es bis zum Jahr 2030 zu erreichen gilt, de facto unvereinbar.

Die Bedeutsamkeit einer BBNE steht kaum noch zur Diskussion, wie die Standardberufsbildposition „Umweltschutz und Nachhaltigkeit" verdeutlicht. Ob damit alleine aber eine durchgängige inhaltliche und letztendlich auch didaktische Verankerung zu erzielen ist, kann als fragwürdig betrachtet werden. Damit BBNE in ihrer ganzen Komplexität abgebildet werden kann, ist zudem die Identifikation konkreter berufs- und berufsfeldspezifischer Anschauungsbeispiele und Anknüpfungspunkte aus realen Arbeitsprozessen erforderlich (vgl. Schütt-Sayed 2020, S. 404). Für die Aus-

27 Dies gilt insbesondere für das Teilziel 4.7: *„Bis 2030 sicherstellen, dass alle Lernenden die notwendigen Kenntnisse und Qualifikationen zur Förderung nachhaltiger Entwicklung erwerben, unter anderem durch Bildung für nachhaltige Entwicklung* […]" (Vereinte Nationen 2015, S. 18).

bildung der industriellen Metallberufe und damit auch für die Industriemechaniker:innen sind zwar für übergeordnete Themenfelder der BBNE vielfältige Anknüpfungspunkte in den Ordnungsmitteln gegeben, wirklich konkrete Nachhaltigkeitsbezüge sind allerdings bis dato weder in der Ausbildungsordnung noch in den Rahmenlehrplänen der fünf industriellen Metallberufe feststellbar. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass die Neufassung der Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen und die Fassung der Rahmenlehrpläne aus dem Jahr 2018 stammen und gegenüber der Fassung der Neuordnung des Jahres 2004 nur marginale Hinweise auf explizite Nachhaltigkeitsanforderungen enthalten. Dabei weisen gerade die industriellen Metallberufe aufgrund ihrer hohen Verbreitung in einer Vielzahl von Branchen und der hohen Ausbildungsquoten ein hohes Potenzial für die nachhaltige Entwicklung auf.

Damit die strukturelle Verankerung einer BBNE neben vereinzelten Vorstößen flächendeckend gelingen kann, besteht nach wie vor das Erfordernis, die berufs-, betriebs- und branchenspezifische Gestaltung einer BBNE weiter voranzutreiben (vgl. Singer-Brodowski & Grapentin-Rimek 2019, S. 3). Darüber hinaus ist das Leitprinzip Nachhaltigkeit zu einem integrativen Bestandteil der Berufsbildungspraxis und zu einem zentralen Forschungsfeld der Berufsbildungsforschung zu erheben (vgl. Rebmann & Schlömer 2018, S. 335). In diesem Kontext werden die nachhaltigkeitsorientierte Modellierung von beruflichen Kompetenzen und die Kompetenzentwicklung besonders hervorgehoben und zugleich als „kritischer Erfolgsfaktor" bewertet. Eine derartige Modellierung stellt für Rebmann und Schlömer (ebd.) eine zentrale Voraussetzung dar, *„um nachhaltige Entwicklung programmatisch in die beruflichen Didaktiken, die Ordnungsmittelarbeit und die pädagogische Professionalisierung der Lehrenden dauerhaft zu integrieren"*.

Mit der vorliegenden Arbeit sollen empirisch abgesicherte Erkenntnisse zur nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit erschlossen werden, welche die strukturelle Verankerung einer BBNE für die industriellen Metallberufe und insbesondere für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker:in begünstigen können. Dabei soll der Forderung nach konkreten berufs- und berufsfeldspezifischen Anschauungsbeispielen und Anknüpfungspunkten aus realen Arbeitsprozessen ebenso nachgekommen werden wie der Notwendigkeit der domänenspezifischen Modellierung von nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Kompetenzen (vgl. Abschn. 1.3).

### 2.3.3 Gestaltungsansätze einer BBNE

Neben der strukturellen Verankerung einer BBNE auf Makroebene bedarf es gleichzeitig auf der Mikroebene geeigneter didaktisch-methodischer Ansätze für die Gestaltung von nachhaltigkeitsorientierten Berufsbildungsprozessen. Eine BBNE zielt einerseits darauf ab, domänenbezogene Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten für ein nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln zu fördern und andererseits Möglichkeitsräume zu schaffen, innerhalb derer ein Nachhaltigkeitsbewusstsein entwickelt werden kann (vgl. Vollmer & Kuhlmeier 2014, S. 15; vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 142). Damit

sind im Kern zwei zentrale Fragestellungen verbunden (vgl. Schütt-Sayed et al. 2020, S. 200):

1. **Die Frage der Zielsetzung**: Über welche Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten sowie nachhaltigkeitsverträglichen Werte und Einstellungen müssen (angehende) Fachkräfte verfügen, um konkrete nachhaltigkeitsorientierte Gebrauchswerte durch berufliches Handeln zu erzielen und die Arbeits- und Lebenswelt durch berufliches Handeln nachhaltig mitzugestalten?
2. **Die Frage der Umsetzung**: Wie sind Berufsbildungsprozesse in den entsprechenden Lernorten didaktisch zu gestalten, damit eine berufliche Handlungskompetenz gefördert wird, die zur nachhaltigen Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft beiträgt?

Die erste Fragestellung wird im Rahmen des empirischen Forschungsprozesses aufgegriffen. Zur ersten Annäherung an die zweite Fragestellung werden nachfolgend die bestehenden didaktischen Gestaltungsansätze und -anforderungen einer BBNE skizziert. In Kapitel 9 der vorliegen Arbeit wird die Umsetzungsfrage anhand der gewonnenen domänenbezogenen Forschungsergebnisse und Erkenntnisse erneut aufgegriffen.

#### 2.3.3.1 Pädagogisch-didaktische Prinzipien

Eine BBNE zielt auf die passende Ergänzung und nicht auf die grundlegende Erneuerung anerkannter berufspädagogisch-didaktischer Prinzipien ab. Entsprechend hat sich ein integrativer Ansatz etabliert, der die bisherigen Berufsbildungsansätze um eine Nachhaltigkeitsperspektive ergänzt (vgl. Schütt-Sayed & Vollmer 2017, S. 95). Um die Lernenden darin zu befähigen, ihre eigenen Haltungen sowie die gesellschaftlichen Zustände kritisch zu hinterfragen und sich darüber hinaus aktiv an der großen Transformation zu beteiligen, werden *transformatives Lernen*, *Lernerzentrierung* und *Handlungsorientierung* als zentrale pädagogische Ansätze einer Bildung für nachhaltige Entwicklung hervorgehoben (vgl. UNESCO 2018, S. 54). In der beruflichen Bildung bestehen teils gleichartige und teils eigenständige berufspädagogisch-didaktische Prinzipien, die im Rahmen einer BBNE dazu beitragen sollen, Lernende für die kompetente Mitgestaltung einer nachhaltigen Arbeit- und Lebenswelt zu befähigen. Nachfolgend werden sechs zentrale (berufs-)pädagogisch-didaktische Prinzipien dargelegt, die zum einen aus der Diskurslandschaft einer BNE und zum anderen aus dem Feld der beruflichen Bildung hervorgegangen sind.

##### Handlungsorientierung

Handlungsorientierung prägt den wissenschaftlichen und praxisorientierten Berufsbildungsdiskurs seit den 1980er-Jahren. Das Konzept der Handlungsorientierung ist in der beruflichen Bildung fest etabliert und ein fundamentaler Gestaltungsanspruch in den Ordnungsmitteln (vgl. Herkner & Pahl 2020, S. 189). Der zentrale Ansatz zielt auf die Überwindung des Dualismus von Denken (innere Dimension) und Handeln (äußere Dimension) ab, indem „Lernen durch Tun“ erfolgt (vgl. Czycholl 2009, S. 173). Als

ein Konzept der Ganzheitlichkeit werden kognitive, affektive und psychomotorische Komponenten des Lernens berücksichtigt (vgl. Meyer 1987, S. 214 ff.). Wie in der beruflichen Realität auch konstituiert sich das Unterrichtsgeschehen entlang des Hervorbringens von materiellen oder auch immateriellen Handlungsprodukten. Anders als in kognitivistischen Lehr-/Lernansätzen erfolgt die Erschließung beruflicher und betrieblicher Wirklichkeit zum einen durch das zu erzielende Handlungsprodukt und zum anderen anhand konkreter beruflicher Handlungssituation (induktives Prinzip). Nach Gudjons (vgl. 1994, S. 58) kennzeichnet einen handlungsorientierten Unterricht:

- *Schülerorientierung* (Interessen der Lernenden berücksichtigen),
- *Ganzheitlichkeit* (kognitives, affektives und psychomotorisches Erleben in einer vollständigen Handlung),
- *Situationsbezug* (studierte reale Fälle und Probleme aus der Lebenswelt),
- *Selbsttätigkeit* (eigentätige & aktive Auseinandersetzung mit Lerninhalten),
- *Soziales Lernen* (Kommunikation & Konfliktbewältigung),
- *Produktorientierung* (materielle oder immaterielle Handlungsprodukte) und
- *Öffnung der Schule* (individuelle Lernwege & außerschulische Lernorte).

Die arbeitswissenschaftlich geprägte Handlungsregulationstheorie (vgl. Volpert 1971; vgl. Hacker 1973) prägte das Konzept des handlungsorientierten Unterrichts insbesondere in Form der „vollständigen Handlung". Dabei handelt es sich um einen konstruktivistischen Prozess, der einen ganzheitlichen Handlungszyklus aus den Schritten „Informieren, Planen, Entscheiden, Ausführen, Kontrollieren und Bewerten" umfasst (vgl. Hacker & Skell 1993, S. 268 ff.). In der Berufsbildung hat sich dieser Ansatz verfestigt. Es wird davon ausgegangen, dass der Lernprozess am Kreislauf einer vollständigen Handlung auszurichten ist. Moderne Lernfeldkonzeptionen tragen diesem Ansatz Rechnung, indem die kompetenzorientierten Lernfeldformulierungen entlang der vollständigen Handlung strukturiert werden.

Handlungsorientierung stellt ein zentrales Prinzip in der BBNE dar, um eine nachhaltigkeitsorientierte berufliche Handlungskompetenz zu fördern und damit ein nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln zu ermöglichen. Ein Handeln, das im Betrieb stets situiert und mit einem Handlungsprodukt verbunden ist, selbstständiges und kritisches Denken erfordert, konfliktbehaftet ist und kognitive, affektive und psychomotorische Bezugspunkte in vollständigen Handlungen aufweist, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte zu erzielen. Handlungsorientierter Unterricht ermöglicht es, die „Wirklichkeit" nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit zu einem möglichst konkreten Unterrichtsgegenstand zu machen, wenngleich diese betrieblich verortete Wirklichkeit individuell-konstruktivistisch durch die Lernenden zu erschließen und in gesellschaftlich-ökologische Gesamtzusammenhänge einzuordnen ist.

### Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung

Mit der „arbeitsorientierten Wende" in der Didaktik der beruflichen Bildung werden die „[...] *bedeutsamen beruflichen Arbeitssituationen und das darauf bezogene Arbeitsprozesswissen als Dreh- und Angelpunkt für die Gestaltung beruflicher Bildungsgänge und -prozesse hervorgehoben*" (Rauner 2004, S. 2).

Mit der im Jahr 1999 getroffenen Vereinbarung der KMK wurde die arbeitsorientierte Wende in der beruflichen Bildung bildungsplanerisch vollzogen. Mit der Wende wurde eine wissenschaftspropädeutisch legitimierte Lehrplanentwicklung zugunsten einer Orientierung an „lernhaltigen Arbeits- und Geschäftsprozessen" aus der betrieblichen und beruflichen Realität abgelöst (vgl. Rauner 2006, S. 16 ff.). Die verzahnte Betrachtung von Arbeiten und Lernen rückte wieder in den Mittelpunkt der betrieblichen Aus- und Weiterbildung und damit das Qualifizierungs- und Bildungspotenzial der Arbeitswirklichkeit mit ihren beruflichen Arbeitsaufgaben, die eine Bildung im Medium des Berufs ermöglichen (vgl. Lipsmeier 1996, S. 205; vgl. Berben 2008, S. 1).

Ausgangspunkt didaktisch-methodischer Überlegungen und inhaltlicher Ausgestaltung ist die Facharbeit selbst, mitsamt den konstituierenden Arbeitszusammenhängen, den vorzufindenden Problemstellungen und beruflichen Arbeitsaufträgen, die in den Arbeits- und Geschäftsprozessen zu bewältigen sind (vgl. Fischer 2003, S. 7 ff.). Arbeitsprozesse sind die in zeitlicher und sequenzieller Dimension verstandenen Aufgabenbereiche, die durch Fachkräfte beherrscht und gestaltet werden und einen vollständigen Arbeitsablauf zur Erfüllung eines Auftrags oder einer Lösung einer Problemstellung umfassen (vgl. Becker 2013, S. 13). Arbeitsprozesse kennzeichnen aus der subjektbezogenen Perspektive der Fachkräfte selbst die Entität Beruflichkeit. Sie stellen in ihrer Mehrdimensionalität die zentralen Bezugspunkte einer berufsbezogenen Didaktik her (vgl. Becker 2018, S. 367 f.).

Arbeitsprozesse sind wiederum in Geschäftsprozesse eingebettet (vgl. Abschn. 2.2.3). Die Lernfeldsystematik der Rahmenlehrpläne wird vorwiegend entlang beruflicher Arbeits- und Geschäftsprozesse strukturiert (vgl. Reetz & Seyd 2006, S. 246). In der aktuellen Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen wird folglich davon gesprochen, dass

> „Lernfelder durch die Handlungskompetenz mit inhaltlichen Konkretisierungen und die Zeitrichtwerte beschrieben sind. Sie sind aus Handlungsfeldern des jeweiligen Berufes entwickelt und orientieren sich an berufsbezogenen Aufgabenstellungen innerhalb zusammengehöriger **Arbeits- und Geschäftsprozesse**. Sie verbinden ausbildungsrelevante berufliche, gesellschaftliche und individuelle Zusammenhänge unter dem Aspekt der Entwicklung von Handlungskompetenz" (KMK 2021, S. 12; H. d. V.).

In Anlehnung an die ursprünglichen Konzeptionen von Bader (vgl. 2003, S. 213) zum Zusammenhang zwischen Handlungsfeld, Lernfeld und Lernsituation geht die KMK nunmehr davon aus, dass sich Handlungsfelder an berufsbezogenen Aufgabenstellungen innerhalb zusammengehöriger Arbeits- und Geschäftsprozesse orientieren. Handlungsfelder und die daraus entwickelten Lernfelder sind damit unzertrennlich an die für den Beruf bedeutsamen Arbeits- und Geschäftsprozesse gebunden. Berufswissenschaftliche Untersuchungen können an dieser Stelle eingesetzt werden, um ebenjene beruflichen Handlungsfelder und Arbeitsaufgaben entlang der Arbeits- und Geschäftsprozesse zu identifizieren. Sie ermöglichen somit den empirischen Zugang zu den berufsbezogenen Inhalten, die zugleich zentrale Gegenstände von Berufsbildungsprozessen sind.

Insofern ist es naheliegend, dass auch in einer BBNE die gleichen Ausgangspunkte aufgegriffen werden. Nachhaltigkeitsorientierte Berufsbildungsprozesse können demnach nicht einfach aus den Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung deduziert werden, sondern rekurrieren auf ein induktives Verfahren, bei dem die konkreten beruflichen Handlungsfelder und Aufgabenbereiche den Zugang zur domänenbezogenen Ausgestaltung einer BBNE darstellen (vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2013, S. 13). Dazu zählen neben der „fachlich-methodischen" Dimension des Arbeitsprozesses insbesondere auch die gesellschaftlichen und ökologischen Wechselwirkungen, die mit den Arbeits- und Geschäftsprozessen einhergehen (vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 140).

**Kompetenzorientierung**

Mit der Kompetenzentwicklung und -orientierung in der Berufsbildung wird die Bedeutsamkeit der Selbststeuerung, -verantwortung und -organisation hervorgehoben, um eine Lern- und Arbeitsfähigkeit bei den Ausbildenden zu entwickeln, die auf Dauerhaftigkeit ausgelegt ist (vgl. Bolder 2002, S. 665 f.). Der sich in den 1980er-Jahren zunehmend verfestigende Standpunkt, dass fachsystematisch vermitteltes Wissen als sogenanntes „träges" deklaratives Wissen kaum in praktisches Berufshandeln überführt werden kann, brachte die „Kompetenz"[28] als didaktische Kategorie in den Berufsbildungsdiskurs. Didaktisches Handeln zur Förderung der Kompetenzentwicklung hat sich demnach nicht länger auf die qualifikatorische Vermittlung von Inhalten und Wissen und die Einübung von bestimmten Fertigkeiten zu begrenzen, sondern ist auf die Entwicklung von Wissen und die Befähigung zum Handeln zur Bewältigung beruflicher Probleme und Aufgaben auszurichten (vgl. Euler 2020, S. 206). Die Kompetenzorientierung steht damit im engen Zusammenhang mit der „arbeitsorientierten Wende" und fand als „Bildungsleitsemantik" in den 1990er-Jahren einen umfassenden Einzug in die Ordnungsmittel (vgl. Pahl 2021, S. 256).

Mittlerweile ist die Entwicklung „beruflicher Handlungskompetenz" sowohl in der Berufsbildungspraxis als auch der Berufsbildungsforschung als zentrales Leitmerkmal zu betrachten. Ebenso wie die Handlungsorientierung bildet sich die Kompetenzorientierung in den Ordnungsmitteln ab. In modernisierten Ansätzen wird nunmehr berufsbezogen von Fachkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz als Dimensionen beruflicher Handlungskompetenz gesprochen, deren Förderung zum Leitziel der beruflichen Bildung deklariert wurde. Auch in der BBNE ist die Kompetenzorientierung ein zentrales Prinzip. Die Förderung einer nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handlungskompetenz geht dabei einerseits mit dem Ziel der Entwicklung von konkretem berufsbezogenem Wissen und Können einher, um die Lernenden darin zu befähigen, einen praktischen Beitrag zur Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft leisten zu können. Andererseits besteht ebenso im Zuge der Persönlichkeitsentwicklung der Anspruch, ein Nachhaltigkeitsbewusstsein bei den Lernenden als Teil einer derartigen Handlungskompetenz zu schärfen (vgl. Schütt-Sayed & Vollmer 2017, S. 92 f.).

28 Der Kompetenzbegriff wird in Abschn. 3.2 erneut aufgegriffen und vertiefend diskutiert.

### Gestaltungsorientierung

Die Zivilgesellschaft trägt und legitimiert letztendlich den Wandel einer nachhaltigen Entwicklung, womit die Bevölkerung wesentlich zur *Mitgestaltung* des Transformationsprozesses beiträgt (vgl. WGBU 2011, S. 252). In der Handreichung zur Erarbeitung von Rahmenlehrplänen nach dem Lernfeldkonzept wird zudem konstatiert, dass Berufsausbildung zur nachhaltigen Mitgestaltung der Arbeitswelt und der Gesellschaft befähigen soll (KMK 2021, S. 14).

Die Befähigung zur (Mit-)Gestaltung von Arbeit und Technik, als eine Leitidee für die berufliche Bildung, hat ihren Ursprung ebenfalls in den 1980er-Jahren (vgl. Rauner 1988, S. 32 ff.). Als Antwort auf die wachsende Kritik an der bestehenden „Anpassungsorientierung" wurde erstmals in der „Rahmenvereinbarung der KMK zur Berufsschule" (vgl. KMK 1991) und in den „Handreichungen zur Erarbeitung von Rahmenlehrplänen nach dem Lernfeldkonzept" das neue Paradigma zur *Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft* eingeführt (vgl. KMK 1999, S. 8). Anders als die Handlungskompetenz zielt die mit dem Paradigma assoziierte „Gestaltungskompetenz"[29] stärker auf die schöpferische Qualität des eigenverantwortlichen Handelns und der Ausgestaltung von Handlungsspielräumen ab. Dabei wird davon ausgegangen, dass die betriebliche Wirklichkeit nicht umfassend durch Technologie und Kapitalverwertung determiniert ist (vgl. Rauner 2021, S. 105).

Mit einer BBNE sind Perspektiven verbunden, die ebenfalls weit über die Enge der deterministischen Tradition beruflicher Anpassungsqualifizierung hinausgehen. Fachkräfte sind zu befähigen, Handlungsspielräume in der Arbeitswelt und Gesellschaft eigenständig auszugestalten, um eine nachhaltige Entwicklung voranzutreiben (vgl. Gratz et al. 2013, S. 21). Auch Ansätze des transgressiven Lernens können hier anknüpfen, gehen aber weit über die partizipative und die eigenständige Ausgestaltung von Handlungsspielräumen hinaus. Transgressive Lernprozesse sind demnach nicht nur auf die Mitgestaltung bestehender Strukturen oder noch ferner an deren Anpassung ausgerichtet, sondern liefern Perspektiven zur Umgestaltung bestehender Gesellschaftsverhältnisse durch disruptives Denken – auch verstanden als konstruktiv-störendes Denken (vgl. Lotz-Sisitka et al. 2015, S. 73 ff.).

### Transformatives Lernen

Dem Ansatz des transformativen Lernens wird eine hohe Relevanz für die pädagogisch-didaktische Gestaltung einer BNE in allen Bildungsbereichen beigemessen (vgl. UNESCO/DUK 2021, S. 14; vgl. Grund & Singer-Brodowski 2020, S. 28). Vergleichsweise wenig Beachtung hat dieser Theorieansatz im bisherigen Diskurs um eine BBNE gefunden.

Bereits mit dem Gutachten *Welt im Wandel – Gesellschaftsvertrag für eine große Transformation* des WBGU (vgl. 2011) und spätestens mit dem UNESCO-Programm *BNE 2030*, welches „transformative Handlungen" zu einem der drei zentralen Reflexionsfelder macht (vgl. UNESCO/DUK 2021, S. 18; vgl. Abschn. 2.3.1.3), ist transforma-

29 Die Gestaltungskompetenz nach Rauner ist nicht zu verwechseln mit dem von de Haan geprägten Ansatz der Gestaltungskompetenz, der insbesondere in der BNE Verwendung findet.

tives Lernen in den Blickpunkt nachhaltigkeitsorientierter Bildungsprozesse gerückt. Lernende und Lehrende sollen mit dieser Form des Lernens dazu befähigt werden, die große Transformation der Gesellschaft mitzugestalten. Der Ursprung der Theorie des transformativen Lernens fußt in der Erwachsenenbildung und liegt knapp 50 Jahre zurück. Vertreter:innen dieser Theorie legen die Annahme zugrunde, dass Individuen sowohl im Kindes- als auch im Erwachsenenalter Einschätzungen und Annahmen bzgl. ihrer natürlichen Umwelt und sich selbst erlernen. Das Erlernte beeinflusst dabei letztendlich die aktuelle Wahrnehmung, aber auch die Bewertung gemachter Erfahrungen (vgl. Blum et al. 2021, S. 15). Der Aufbau dieser von dem Theoriebegründer Mezirow als „Bedeutungsperspektiven" (engl. meaning perspectives) betitelten Sichtweisen, wird durch individuelle, kulturelle und gesellschaftliche Sozialisation maßgeblich geprägt und manifestiert sich letztendlich in sogenannten „Alltagsideologien" (vgl. Mezirow 1991, S. 199; vgl. Brookfield 2000, S. 130; vgl. Singer-Brodowski 2016, S. 15). Sie fungieren dabei als eine Art Filter, die unsere Annahmen in gewohnte Bewertungsschemata lenken und damit Handlungen beeinflussen (vgl. Blum et al. 2021, S. 15).

Transformatives Lernen zielt nun darauf ab, dass Lernende genau diese Bedeutungsperspektiven (*meaning perspectives*) und habitualisierten Rahmungen (*frames of references*) erkennen, kritisch hinterfragen und verändern können. Es geht also nicht vorrangig um die Allokation von Wissen, sondern aus emanzipatorischer Sicht um die Befähigung zum Überwinden unreflektierter und unkritisch erlernter Denk-, Fühl- und Handlungsmuster aus der bisherigen Sozialisation (ebd.). Im Sinne des Beutelsbacher Konsens sind Bildungsprozesse dabei in einer Form zu gestalten und umzusetzen, dass ein Aufoktroyieren politischer Meinungen ausgeschlossen ist. Vielmehr geht es im transformativen Lernen darum, die Lernenden zu Selbstreflexionsfähigkeit zu befähigen (vgl. Sterling 2010, S. 514).

Für die BBNE erscheint transformatives Lernen auf den ersten Blick abstrakt. Transformatives Lernen ist aber auch deshalb für die berufliche Bildung von hoher Relevanz, damit Lernende eigene Interpretations- und Bewertungsmuster bzw. Sichtweisen auf das eigene Berufshandeln, aber auch auf die betrieblichen Abläufe und die Arbeits- und Lebenswelt insgesamt wahrnehmen, kritisch reflektieren und ggf. überwinden können. Dadurch, dass die Bedeutungsperspektiven und die habitualisierten Rahmungen den Lernenden soziale Orientierung und Sicherheit geben, lassen sich diese allerdings nur schwer ablegen – getreu dem Motto „*Das haben alle schon immer so in meinem Ausbildungsbetrieb gemacht*". Als Initiator zur Transformation von verfestigten Bedeutungsperspektiven können krisenbehaftete Erfahrungen als sogenannte „desorientierende Dilemmata" (*disorienting dilemmas)* eingesetzt werden (vgl. Mezirow 1978, S. 12). Dabei helfen die bisherigen Bedeutungsperspektiven weder zur Interpretation der Situation noch zur Bewältigung der damit verbundenen Problemlage und sind kaum mit den eigenen Annahmen und Sichtweisen vereinbar. Die entstehende Irritation kann von der angehenden Fachkraft als unangenehm empfunden werden, weil der erlernte „soziale Filter" nicht mehr funktioniert (vgl. Singer-Brodowski & Getzin 2016, S. 41; vgl. Blum et al. 2021, S. 15). Als Folge können Unsicherheit und Desorientierung bei den Lernenden auftreten, womit zugleich aber auch ein Transformationspotenzial eröffnet wird. Durch Reflexionsprozesse, die von Lehrkräften angeleitet und

begleitet werden, können die Lernenden neue Bedeutungsperspektiven erschließen, die in Konsistenz mit der erfahrenen Situation stehen. In diesem Kontext kann in weiterem Sinne auch von der induzierten Überwindung „kognitiver Dissonanzen“[30] gesprochen werden.

In dem UNESCO-Programm *BNE 2030* wird die Bedeutung dieser Irritationen als bedeutsames Moment für eine BNE hervorgehoben: „[...] *Zuallererst erfordert Transformation unter anderem ein gewisses Maß an* ***Disruption****, die Menschen dazu bringt, die Sicherheit des Status quo oder ihres „üblichen“ Denkens, Verhaltens oder Lebens zu verlassen* [...]“(UNESCO/DUK 2021, S. 18, H. d. V.).

Die Disruption darf dabei unangenehm sein und die affektive Dimension des Lernens bewusst ansprechen, da nicht nachhaltiges Handeln mit ebenso ernsthaften Konsequenzen verbunden ist (vgl. Abschn. 1.1). Bedeutsam ist dabei aber, die Lernenden nicht durch eine Form von „Katastrophendidaktik“ (vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 146) mit der Unsicherheit und Desorientierung alleine zu lassen, sondern gerade darauf aufbauend gemeinsam im Lehr-/Lernprozess neue Bedeutungsperspektiven und Lösungsansätze zu erschließen, die einen emotionalen und motivational-volitiven Charakter haben.

### Lernerzentrierung

Lernerzentrierung zielt auf die Bereitschaft ab, durch selbstständiges Lernmanagement die eigenen Kompetenzen fortwährend im Sinne des „lebenslangen Lernens“ weiterzuentwickeln (vgl. Schreier 2011, S. 12). In einem lernerzentrierten Unterricht wird demzufolge von selbstständigen Lernenden ausgegangen, die eigenständig ihre Fähigkeiten und Kenntnisse durch das „Erleben“ entwickeln. Passive Lernerfahrungen und reiner Wissenstransfer, bspw. durch eine reine deklarative Wissensvermittlung, rücken in den Hintergrund. Vielmehr stellen die Lebenswelt der Lernenden und das vorhandene Vorwissen die bedeutsamen Ausgangspunkte für die Entwicklung und Begleitung der Lernprozesse dar (vgl. Rieckmann 2018, S. 9). Damit verbunden ist die Idee einer Kompetenzentwicklung, die nicht primär durch die Lehrkraft, sondern durch die Lernenden selbst mitgestaltet wird. Dies führt zu einem veränderten Rollenverständnis, bei dem nicht mehr die Wissensvermittlung, sondern die Lernprozessbegleitung im Mittelpunkt steht (vgl. Schreier 2011, S. 12).

Das Prinzip der Lernerzentrierung ermöglicht es Lernenden, sich auf eine stetig verändernde Arbeitswelt und ein lebensbegleitendes Lernen vorzubereiten und in dieser handlungsfähig zu bleiben (vgl. ebd., S. 13). Eine sich verändernde Arbeitswelt, die durch die Herausforderungen der Megatrends Nachhaltigkeit und Digitalisierung in zunehmendem Maße geprägt wird (vgl. Biebeler et al. 2020, S. 7). Lernerzentrierung kann in einer BBNE zum Tragen kommen, indem Lernende darin befähigt werden, sich selbstständig in betriebliche Nachhaltigkeitsansätze und -strukturen einzuarbeiten, Nachhaltigkeitsdefizite im Unternehmen zu erkennen und eigenverantwortlich

30 Durch kognitive Dissonanzen können Individuen als unangenehm empfundene Spannungen und Gefühlszustände durch Widersprüche erfahren. Empfundene kognitive Dissonanz führt zu Handlungen und Denkweisen, die darauf ausgerichtet sind, die Dissonanz zu reduzieren, um die unangenehmen Spannungen abzubauen und Widerspruchsfreiheit zu erreichen (vgl. Raab et al. 2010, S. 42).

die erforderlichen Kompetenzen zur Bewältigung der dazugehörigen Herausforderungen zu entwickeln.

#### 2.3.3.2 Reflexionsdimensionen und didaktische Leitlinien

Ein adäquater didaktischer Ansatz, der darauf ausgerichtet ist, nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln in Berufsbildungsprozessen angemessen zu fördern, muss sich daran bemessen, die Lücke zwischen Beruflichkeit und Nachhaltigkeit zu schließen (vgl. Schütt-Sayed 2020, S. 98). Damit rückt die Frage in den Mittelpunkt, wie das Konkrete und Situierte der Facharbeit (Arbeitsprozesse, Arbeitsaufträge, Handlungsspielräume, berufsspezifische Kompetenzanforderungen etc.) mit dem Abstrakten der normativ-regulativen Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung zusammengeführt werden kann, ohne die dargestellten berufspädagogisch-didaktischen Prinzipien aus dem vorherigen Abschnitt außer Acht zu lassen.

Um dieser Anforderung nachzukommen, wurde im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung der BBNE-Modellversuchsprogramme sukzessive ein Ansatz der Didaktik der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung erarbeitet (vgl. Vollmer & Kuhlmeier 2014; vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018).

##### Dimensionen zur Reflexion nachhaltigen Berufshandelns

Eine BBNE geht von realen beruflichen Handlungssituationen aus und gestaltet Berufsbildungsprozesse reflexiv entlang der Leitidee der nachhaltigen Entwicklung (vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 138 f.). Dazu werden fünf *Dimensionen zur Reflexion nachhaltigen Berufshandelns* vorgeschlagen, die zugleich auch inhaltlich und perspektivisch als Ausdifferenzierung einer nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handlungskompetenz und als didaktische Analysekategorien für die Gestaltung nachhaltigkeitsorientierter Lehr-/Lernarrangements aufgefasst werden können (vgl. ebd., S. 144; vgl. Vollmer 2020, S. 206).

Von der Produkt- und Prozessdimension bis hin zur systemisch-normativen Dimension zeichnet sich ein zunehmender Abstraktionsgrad in den Reflexionsdimensionen ab (Abb. 12). Insbesondere die Dimensionen mit einem höheren Abstraktionsgrad stehen in enger Relation zu den zentralen Prinzipien und Ansätzen einer nachhaltigen Entwicklung (vgl. Abschn. 2.1.1). Es lässt sich für die Didaktik einer BBNE feststellen, dass ein pragmatischer Ansatz verfolgt wird, der auf prädeliberativen Einverständnissen zum Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung und auf einem moralisch-aufgeklärten Anthropozentrismus fußt (vgl. Abschn. 2.1.1). Das abstrakte Kohärenzprinzip – verstanden als Gesamtvernetzung der Bereiche Umwelt, Wirtschaft und Soziales (Retinität) – wird durch konkrete Dilemmata in der Facharbeit durch die systemisch-normative Dimension zu einem reflexiven Gegenstand der BBNE. Das intra- und intergenerationelle Gerechtigkeitspostulat und „globales Denken“ werden in der Raum- und Zeitdimension konkret, indem die weltweiten Auswirkungen einer lokalen Facharbeit in Berufsbildungsprozessen hinterfragt werden. Facharbeit wird im Sinne des Vorsorgeprinzips nicht nur entlang der kurzfristigen, sondern auch anhand der mittel- und langfristigen Wirkungen reflektiert und Auswirkungen von Arbeits- und Geschäftsprozessen werden entlang des gesamten Produktlebenszyklus berücksich-

tigt. In einer BBNE wird demzufolge ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt, der neben dem Produkt oder der Dienstleistung auch Liefer- und Wertschöpfungsketten einbezieht und deren Potenziale und Hemmnisse für eine nachhaltige Entwicklung in Berufsbildungsprozessen aufgreift (Produkt- und Prozessdimension). Zudem ist eine BBNE darauf ausgerichtet, für ein konkretes nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln zu befähigen. Dazu sind die Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung (Effizienz, Konsistenz, Suffizienz) in Berufsbildungsprozessen anhand der beruflichen Wirklichkeit aufzuarbeiten (strategische Dimension).

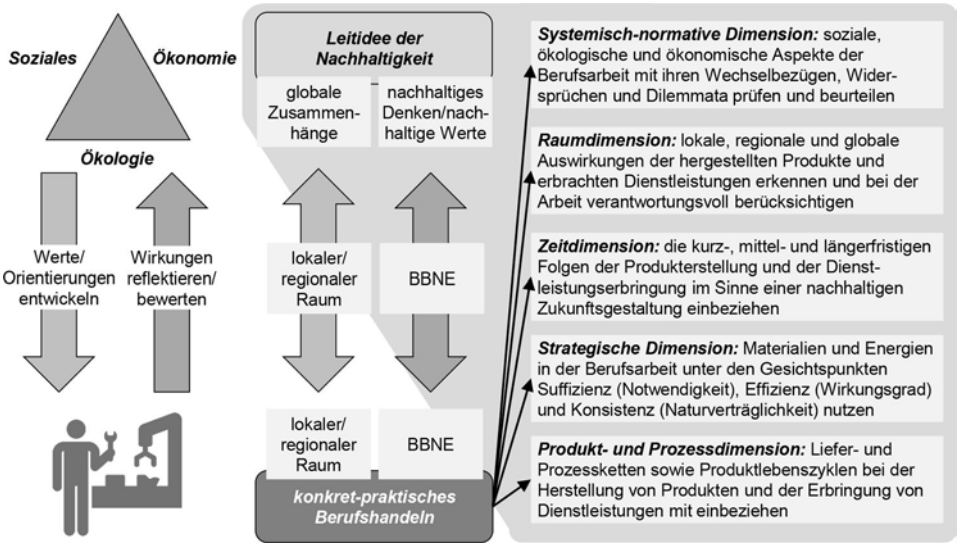



**Abbildung 12:** Dimensionen zur Reflexion nachhaltigen Berufshandelns (i. A. a. Vollmer 2020, S. 206)

### Didaktische Leitlinien einer BBNE

Ihren Ursprung finden die Dimensionen zur Reflexion nachhaltigen Berufshandelns in den *didaktischen Leitlinien für die Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung* (vgl. Kastrup et al. 2012, S. 120). Zu Beginn noch als Thesen angeführt, die zur Diskussion über die konkrete Ausgestaltung der BBNE anregen sollten, sind sie heute nunmehr fester Bestandteil im Diskurs um die Ausgestaltung einer BBNE (Abb. 13). Sie wurden als Gegenentwurf zu den vorwiegend „bildungstheoretisch-ideellen" Ansätzen mit der Begründung entworfen, dass der Gegenstandsbereich der zugehörigen Konzeptionen zumeist abstrakte Kompetenz- und Inhaltsdimensionen umfasst, die nicht ohne Weiteres für die Gestaltung von Berufsbildungsprozessen verwertbar sind und zudem kaum konkrete didaktische Konzepte lieferten (vgl. ebd.). Aus dieser Kritik heraus wurden die nachfolgenden Leitlinien einer BBNE mit dem Ziel entwickelt, dass abstrakte Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung für die Berufsbildungspraxis zu konkretisieren. Zur Erhöhung der Praxiswirksamkeit werden damit zugleich didaktische Gestaltungsansätze für die konkrete Umsetzung einer BBNE geliefert (vgl. ebd.; vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 145).

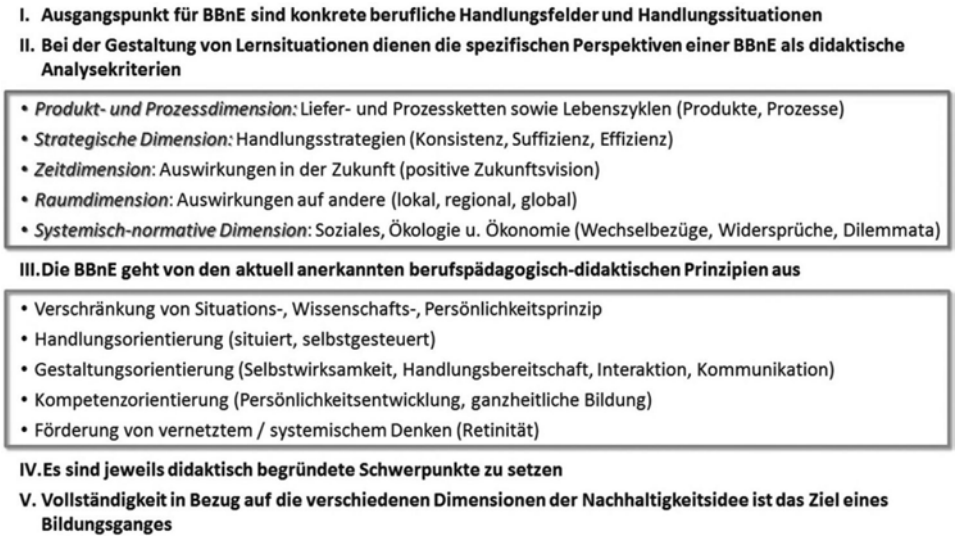



**Abbildung 13:** Didaktische Leitlinien einer BBNE (Vollmer 2020, S. 208)

Die *erste Leitlinie* wird damit markiert, dass eine BBNE nicht deduktiv, sondern induktiv auf der Grundlage der Handlungsfelder und -situationen der beruflichen Arbeitswelt zu gestalten ist. Im vorherigen Abschnitt wurde zudem herausgestellt, dass nach der Handreichung zur Erarbeitung von Rahmenlehrplänen sich ebendiese Handlungsfelder nunmehr an berufsbezogenen Aufgaben- oder Problemstellungen innerhalb zusammengehöriger Arbeits- und Geschäftsprozesse orientieren (vgl. KMK 2021, S. 31), weshalb eine BBNE weiterführend anhand der beruflichen Arbeits- und Geschäftsprozesse zu analysieren und auszugestalten ist.

Die fünf Dimensionen zur Reflexion nachhaltigen Berufshandelns dienen im Rahmen der *zweiten Leitlinie* als nachhaltigkeitsbezogene Analysekriterien, die während der didaktischen Analyse zur Unterrichtsvorbereitung eingesetzt werden können, um Nachhaltigkeitsaspekte zu identifizieren und diese in die bestehenden oder aber auch zu entwickelnden Lehr-/Lernarrangements zu überführen. Sie können als „Relevanzfilter" (Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 146) für den Unterrichtsgegenstand und als Kategorien für die Sachanalyse und didaktische Analyse herangezogen werden.

BBNE versucht nicht, anerkannte berufspädagogisch-didaktische Prinzipien von Grund auf zu innovieren, sondern diese, wo es sinnvoll erscheint, um eine Nachhaltigkeitsperspektive zu ergänzen (vgl. Kastrup et al. 2012, S. 123). Die Orientierung gebenden Prinzipien der *dritten Leitlinie* wurden bereits im vorherigen Abschnitt theoretisch aufgearbeitet.

Um einer Überfrachtung durch BBNE entgegenzuwirken, ist die berufliche Wirklichkeit in Berufsbildungsprozessen nicht zwangsläufig an sämtlichen Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung zu reflektieren. Vielmehr sind didaktisch begründete Schwerpunkte zu setzen, die nicht zu einem aufgesetzten oder künstlichen Unterricht

führen, in dem die Lernenden nicht an ihre Erfahrungen aus der Arbeits- und Lebenswelt anschließen können (*vierte Leitlinie*).

Argumentationslinien zur Harmonisierung der drei Nachhaltigkeitsdimensionen werden im Nachhaltigkeitsdiskurs kontrovers diskutiert und zum Teil abgelehnt (vgl. Abschn. 2.1.3.3; vgl. Ott & Döring 2008, S. 145 ff.; vgl. de Haan 2021, S. 11). Abseits von Fragen zur Gleichrangigkeit oder Gewichtung der drei Dimensionen gilt es als unbestritten, dass berufliches Handeln ökologische, soziale und ökonomische Auswirkungen hat und entsprechend in diese drei Dimensionen eingebettet ist. Damit verbundene Synergien und Konflikte zwischen den Dimensionen besitzen ein wichtiges Lernpotenzial (vgl. Kastrup et al. 2012, S. 122), um die Komplexität einer nachhaltigen Entwicklung zu durchdringen und letztendlich Potenziale und Dilemmata in der eigenen Facharbeit zu erkennen. Mit der *fünften Leitlinie* einer BBNE wird deshalb eine Auseinandersetzung mit den drei Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung während des Ausbildungsverlaufs angestrebt, was nicht zwangsweise mit einer gleichrangigen Betrachtung der drei Dimensionen gleichzusetzen ist.

Mit der vorliegenden Arbeit wird ein domänenbezogener Beitrag zu jeder der vorgestellten didaktischen Leitlinien einer BBNE geliefert. So besteht die Absicht, berufliche Handlungsfelder und Arbeitsaufgaben entlang realer Geschäfts- und Arbeitsprozesse empirisch zu identifizieren, in denen vielfältige Potenziale und Anknüpfungspunkte für ein nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln vorzufinden sind (Leitlinie I). Die Potenziale und Anknüpfungspunkte erlauben zugleich das Setzen didaktisch begründeter Schwerpunkte (Leitlinie IV).

Insbesondere die Produkt- und Prozessdimension, die Beeinflussung der Produktlebenszyklen sowie die strategische Dimension zur Reflexion nachhaltiger Berufshandlungen erfordern die Erschließung der nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit in der beruflichen Wirklichkeit und werden als Forschungsperspektiven im Forschungsprozess aufgegriffen (Leitlinie II).

Mit der Absicht, berufliche *Kompetenzen* für ein nachhaltigkeitsorientiertes *berufliches Handeln* zur *Mitgestaltung* nachhaltiger Unternehmensstrukturen zu identifizieren, besteht eine hohe Verwertbarkeit der Ergebnisse zur Umsetzung der anerkannten berufsdidaktisch-pädagogischen Prinzipien (Leitlinie III).

Die Mehrdimensionalität der Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung stellt einen forschungstheoretischen Referenzrahmen für die Ausrichtung der Forschungsinstrumente und -methoden und die Analyse der Forschungsergebnisse dar. Demzufolge werden zur ganzheitlichen, wenn auch nicht zu gleichrangigen Betrachtung, ökologische, soziale und ökonomische Untersuchungsschwerpunkte in der Untersuchung aufgegriffen (Leitlinie V).

### 2.3.4 Forschungsleitende Schlussfolgerungen

Aus der theoretisch-analytischen Exploration der BBNE als berufspädagogisch-didaktische Rahmung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit lassen sich sowohl Anforderungen an die Gestaltung und Durchführung des Untersuchungsprozesses als auch an die Verwertbarkeit der Ergebnisse ableiten. Folgende Implikationen ergeben sich aus der theoretischen Erschließung der berufspädagogisch-didaktischen Rahmung:

- Mit den *didaktischen Leitlinien einer BBNE* werden berufliche Handlungsfelder, in denen Arbeitsaufgaben durch Arbeitsprozesse bewältigt werden, zum Ausgangspunkt einer BBNE deklariert. Diese gilt es mitsamt der dazugehörigen Nachhaltigkeitspotenziale und Anknüpfungspunkte für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit empirisch zu identifizieren und zu beschreiben.
- BBNE rekurriert u. a. auf die Kopplung von Beruflichkeit und Nachhaltigkeit im *Berufsethos*. Das Berufsethos ist deshalb im Untersuchungsprozess als inhärenter Forschungsgegenstand der Facharbeit zu berücksichtigen.
- Die formulierten Teilforschungsfragen weisen eine hohe Anschlussfähigkeit zu den Gegenstandsbereichen der Handlungsfelder I, IV und V des *NAP BNE* auf. Das Forschungsvorhaben ist somit auch aus bildungspolitischer Perspektive von Relevanz, um zur Verankerung einer BBNE für industrielle Metallberufe beizutragen.
- Mit Bezug auf die drei Reflexionsdimensionen der *BNE 2030* ist in der Untersuchung neben dem konkreten *transformativen Handeln* auch der Gegenstandsbereich der *strukturellen Veränderungen* und der *technologischen Zukunft* in den Unternehmen zu erfassen.
- Bezogen auf den Modellansatz zum Transfer von Projekt- und Forschungsergebnissen wird insbesondere der *vertikale Transfer* der Forschungsergebnisse beabsichtigt. Demzufolge sind die Ergebnisse entsprechend aufzubereiten, um eine hohe Verwertbarkeit für eine mögliche Weiterentwicklung der Ordnungsmittel sicherzustellen.
- Auch wenn die aktuellen Ordnungsmittel der industriellen Metallberufe kaum nachhaltigkeitsbezogene Inhalte aufweisen, bestehen zahlreiche nutzbare curriculare *Anknüpfungspunkte* für eine BBNE. Diese Anknüpfungspunkte gilt es zu identifizieren und mit den empirischen Ergebnissen zusammenzuführen.
- Die *nachhaltigkeitsorientierte Modellierung von beruflichen Kompetenzen* wird als zentrale Voraussetzung begriffen, um die nachhaltige Entwicklung programmatisch in die beruflichen Didaktiken, die Ordnungsmittelarbeit und die pädagogische Professionalisierung der Lehrenden zu integrieren. Demzufolge ist auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse die Entwicklung eines domänenspezifischen Kompetenzmodells anzustreben.
- Die *Gestaltungsorientierung* als berufspädagogisch-didaktisches Prinzip zielt auf die ausgestaltbaren Handlungsspielräume ab, die nicht durch Technologie und Kapitalverwertung determiniert sind. Mit der Untersuchung gilt es ebenjene Handlungsspielräume zu identifizieren.
- Die *Reflexionsdimensionen eines nachhaltigen Berufshandelns* werden in der Ergebnisdiskussion der vorliegenden Arbeit als Reflexionsgrundlage beansprucht, um die Verwertbarkeit der Forschungsergebnisse für eine BBNE zu analysieren und zu bewerten.

# 3 Theoretische Exploration zum nachhaltigkeitsorientierten Berufshandeln

„Unser Schicksal hängt nicht von den Sternen ab, sondern von unserem Handeln."
William Shakespeare

Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit und das dazugehörige berufliche Handeln lassen sich als mehrdimensionaler Forschungsgegenstand begreifen, der durch seine gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und bildungspolitischen Verflechtungen in eine normativ-gesellschaftliche, betrieblich-institutionelle und berufspädagogisch-didaktische Rahmung eingebettet ist. Zur weiteren theoretischen Erschließung und Konkretisierung des Forschungsgegenstands erfolgt in dem vorliegenden Kapitel die deskriptive Annäherung an den Gegenstandsbereich des *nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns* anhand unterschiedlicher Entwicklungslinien und theoretischer Konzeptionen. Zu Beginn des Kapitels werden dazu die profilgebenden Merkmale eines nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handelns herausgearbeitet (Abschn. 3.1). Erfolgreiches Handeln zur Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte setzt Kompetenzen voraus, die eine situative Bewältigung der beruflichen Arbeitsprozesse und Problemstellungen ermöglichen. Der multidisziplinär geprägte Kompetenzbegriff wird dazu in Abschnitt 3.2 anhand unterschiedlicher Modellierungsansätze und analytisch anhand konstitutiver Entitäten aufgearbeitet. Abschließend wird in Abschnitt 3.3 der Ausbildungsberuf Industriemechaniker:in vorgestellt und die Auswahl für die Untersuchung begründet. Das Kapitel endet mit der Darlegung von forschungsleitenden Schlussfolgerungen, die sich aus der theoretischen Exploration zum nachhaltigkeitsorientierten Berufshandeln ableiten lassen (Abschn. 3.4).

## 3.1 Merkmale nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns

Der vorliegende Abschnitt dient dazu, unterschiedliche theoretische Bezugspunkte nachhaltigkeitsorientierter beruflicher Handlungen analytisch aus unterschiedlichen Theorielinien und wissenschaftlichen Diskursen zu einem einheitlichen Bild zusammenzuführen. Daran anknüpfend werden forschungsrelevante Merkmale herausgearbeitet, die es im Forschungsprozess zu untersuchen gilt, um ein möglichst ganzheitliches und empirisch abgesichertes Bild nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit zu erzeugen. Während zu Beginn durch arbeitspsychologische und berufswissenschaftliche Theorieansätze ein grundlegendes Verständnis des beruflichen Handelns und der Facharbeit konsolidiert wird (vgl. Abschn. 3.1.1 bis Abschn. 3.1.3), befassen sich die nachfolgenden Abschnitte mit nachhaltigkeitsbezogenen Merkmalen beruflichen Handelns (vgl. Abschn. 3.1.4 bis Abschn. 3.1.8).

### 3.1.1 Handeln und Verhalten in der Arbeits- und Kognitionspsychologie

In Döners (vgl. 2001) Abhandlungen zum „Bauplan für eine Seele" wird der hypothetischen Frage nachgegangen, wie eine Maschine beschaffen sein könnte, um ebenso wie ein Mensch zu fühlen, zu denken, zu wollen und zu handeln – kurz gesagt, um das zu sein, was Menschlichkeit ausmacht. Im Mittelpunkt steht dabei ein Regelsystem aus menschlichen Bedürfnissen, Motivationen und Handlungen. Während die Begrifflichkeit des Bedürfnisses bereits im Kontext der Nachhaltigkeitsdebatte in Kapitel 2 beleuchtet wurde und die Entität der Motivation nachfolgend in Abschnitt 3.2.4.3 aufgegriffen wird, erfolgt in diesem Abschnitt die theoretische Erschließung des Komplexbegriffes „Handeln".

*Handeln* geht in der wissenschaftlichen Debatte eng zusammen mit dem Begriff des *Verhaltens* einher. Das Verhalten von Personen wird durch die Umgebung geprägt. Die Umgebung wiederum kann durch das jeweilige Verhalten verändert werden, womit die Interaktion eines Subjektes mit der Umgebung im Medium des Verhaltens erfolgt. Dieses Verhalten kann sowohl beobachtbar als auch nicht beobachtbar sein (vgl. Straka 2013, S. 2). Die Gesamtheit der Verhaltensweisen ist dabei nicht zwangsläufig vom Subjekt selbst bewusst wahrnehmbar. Verhalten gilt somit nicht per se als bewusstseinspflichtig und kann beim betrachteten Subjekt rein reaktiv auftreten (vgl. Kienle & Kunau 2014, S. 51). Dass die zum Teil synonym verwendeten Begriffe „Verhalten" und „Handlung" nicht den gleichen Deutungsgehalt aufweisen, machen insbesondere Theorieansätze aus der Psychologie oder der Arbeitswissenschaft deutlich. Wesentliche Theorielinien, in denen unterschiedliche wissenschaftliche Zugänge zu den genannten Entitäten geschaffen wurden, sind in der Tabelle 3 aufgeführt.

**Tabelle 3:** Theoretische Ansätze zum Handeln und Verhalten

| Ansatz | Bekannte Vertreter |
|---|---|
| Verhaltenstheoretisch | Watson (vgl. 1913), Skinner (vgl. 1957) |
| Kognitionstheoretisch | Newell und Simon (vgl. 1972), Rasmussen (vgl. 1986) |
| Tätigkeitstheoretisch | Leontjew (vgl. 1977), Rubinstein (vgl. 1984) |
| Handlungstheoretisch | Miller, Galanter und Pribram (vgl. 1973), Hacker (vgl. 2006), Volpert (vgl. 1987), Oesterreich (vgl. 1987) |

Der überwiegende Anteil der aufgeführten Ansätze weist „Verhalten" als übergeordnete Entität aus, in der zwar die „Handlung" eingeschlossen ist, Handeln gleichzeitig aber ein Spezifikum eigener Qualität darstellt. Greift man auf die handlungstheoretischen Ansätze im Rahmen der Handlungsregulationstheorie nach Hacker (vgl. 2009, S. 29 f.) zurück, lässt sich unter einer Handlung eine *bewusste* Abfolge von Aktionen begreifen, die durch ein bestimmtes *Ziel* initiiert und *reguliert* werden. Die Zielsetzung setzt dabei die Vorwegnahme des Ergebnisses der Handlung voraus. Die Handlungsregulationstheorie rekurriert im Kern auf die psychische Regulation und Strukturierung von Arbeitstätigkeiten. Eine Handlung ist in diesem Sinne die Einheit einer willentlich bzw. bewusst gesteuerten Tätigkeit in einer Situation durch ein bestimmtes

Motiv. Die zentralen Merkmale der Handlungsregulation sind neben der Zielgerichtetheit die hierarchische und zyklische Organisation von Handlungen. Ohne an dieser Stelle diese Merkmale zu vertiefen, wird dabei davon ausgegangen, dass unterschiedliche Phasen beim Handeln in zyklischer Reihenfolge durchlaufen werden, wobei das vollständige Durchlaufen auch als *sequenzielle Vollständigkeit* bezeichnet wird (ebd., S. 31 ff.). Die Reihenfolge besteht aus

1. *Richten bzw. Zielbildung* (Vorwegnahme des Ergebnisses als Ziel),
2. *Orientieren* (Ausführmöglichkeiten, Handlungsbedingungen),
3. *Entwerfen* (Handlungs- bzw. Aktionsprogramm),
4. *Entscheidung* (Vorgehensvarianten),
5. *Entschließen* (Handlungsvorbereitung zum Handlungsvollzug) und
6. *Kontrolle* (Soll-Ist-Vergleich).

Verdichtet man die handlungstheoretischen Implikationen, so ist eine Handlung durch die folgenden konstitutiven Merkmale gekennzeichnet:

- Absichtlichkeit
- Bewusstheit
- Kontrolle
- Motiviertheit
- Regelbezogenheit
- Situationsbezogenheit
- Zielorientierung

Handeln wird demzufolge als ein absichtliches, regelbezogenes, zielorientiertes, kontrolliertes und bewusstes sowie motiviertes Verhalten eines Subjekts in einer bestimmten Situation aufgefasst. Handeln strebt allgemein gefasst ebenso die Befriedigung von Bedürfnissen an wie die Vermeidung von Defiziten oder der eigenen Schädigung. Ein beliebiges Verhalten demgegenüber kann unabhängig von diesen Merkmalen erfolgen (z. B. das Stolpern an der Fertigungslinie).

### 3.1.2 Beruf, Facharbeit und berufliches Handeln

Der *Beruf* kann als eine auf Dauer angelegte Erwerbstätigkeit verstanden werden, wobei diese Form der Erwerbstätigkeit an bestimmte Kenntnisse, Fertigkeiten, Fähigkeiten und Berufserfahrungen geknüpft ist (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 17). Sie gelten als *„institutionell verankerte soziale Schemata, die technische und ökonomische Problemlösungen mit den Bedürfnissen, Interessen und biografischen Orientierungen der Arbeitenden vermitteln“* (Severing 2014, S. 6). Damit wirkt der Beruf als ein zentrales Strukturmerkmal gesellschaftlicher Einordnung und Bewertung (vgl. Dostal et al. 1998, S. 440). Mit dem Beruf geht der Begriff der *Beruflichkeit* einher. Dieser impliziert kultivierte Arbeit in komplexen arbeitsteiligen Gesellschaften und bezeichnet somit ein regulatives Prinzip zur Reproduktion und Innovation des gesellschaftlichen Arbeitsvermögens (vgl. Kutscha 2008, S. 2).

Die Ausübung eines Berufes wird mit der ganzheitlichen Ausübung von Arbeitshandlungen verbunden und ist weniger durch Arbeitsteilung oder stark routinierte Prozesse gekennzeichnet. Durch zentrale berufliche Merkmale wie Aufgaben, Tätigkeiten, Qualifikationen, Erfahrungen, Arbeitsverfahren und -techniken sowie Arbeitsmittel wird in der berufswissenschaftlichen Forschung der Beruf auch über die Wechselwirkung von *„Arbeit – Technik – Bildung"* betrachtet. Sie stellen drei zentrale und komplexe Momente im beruflichen Handlungssystem dar, die durch Arbeitszusammenhänge verknüpft sind (vgl. Martin & Pangalos 1993, S. 77 ff.). Durch die Wechselwirkungen zwischen diesen Momenten lassen sich derartige berufliche Handlungssysteme als dynamisch begreifen, die durch technologische Innovationen oder veränderte Geschäftsprozesse unmittelbar beeinflusst werden (vgl. Klaffke 2008, S. 9). Berufe entstehen, bestehen und verändern sich somit in einem Spannungsfeld zwischen Arbeitsplatz- und Arbeitskraftseite (Abb. 14). Aus der Sicht der Arbeitsplatz- und Arbeitskraftseite kann ein Beruf durch folgende Merkmale charakterisiert werden (vgl. Dostal et al. 1998, S. 440):

- Bündel von Qualifikationen in Form von Wissen, Fähigkeiten, Fertigkeiten und sozialen Merkmalen (Verhaltensweisen, Orientierungen, Werthaltungen)[31],
- Aufgabenfelder, die durch die Kombination von Arbeitsmitteln, Arbeitsgegenständen und dem Arbeitsumfeld geprägt sind, und
- hierarchisch abgestufte Handlungsspielräume, die sich aus der Wechselbeziehung zwischen Qualifikationen und Kompetenzen auf der Arbeitskraftseite sowie den Anforderungen auf der Arbeitsplatzseite ergeben. Die Handlungsspielräume sind bestimmt durch Status, Organisationseinheit und Arbeitsmilieu.

Dostal, Stooß und Troll (1998, S. 440) kommen konkludierend zu dem Schluss, dass

> „über den Beruf in seiner hierarchischen, statusmäßigen Abstufung [...] die Chancen des einzelnen festgelegt [sind], sein Einkommen zu sichern, sich selbst zu verwirklichen, autonom zu handeln, an Kulturgütern teilzuhaben, über die Arbeit seine Identität zu finden und an der Weiterentwicklung und Ausgestaltung der Berufsmuster aktiv mitzuwirken".

*Facharbeit* lässt sich in diesem Zusammenhang als ein berufliches Muster oder eine berufliche Form verstehen, das bzw. die von der Berufsausbildung und den Merkmalen des Berufs gleichermaßen geprägt ist. Facharbeit wird von Fachkräften umgesetzt, die im Rahmen der dualen Ausbildung in einem bestimmten Beruf ausgebildet und damit befähigt sind, Arbeiten eines Berufes selbstständig und fachgerecht umzusetzen. Das Vorhandensein erforderlicher Qualifikationen wird über entsprechende Prüfungsformate sichergestellt (vgl. Bunk et al. 1995, S. 25) Eine Fachkraft ist somit im Gegensatz zur angelernten Arbeitskraft dadurch gekennzeichnet, dass diese die formal vorgeschriebene Prüfung erfolgreich abgelegt hat und sich somit im erlernten Beruf qualifikatorisch legitimiert und berufsfachlich adäquat betätigen kann.

31 Die dargelegten Entitäten werden in der modernen Kompetenzdebatte auch als Personenmerkmale von Kompetenz begriffen (vgl. Becker & Spöttl 2015a, S. 9; vgl. Kaufhold 2006, S. 23). Abbildung 14 wurde entsprechend durch den Autor an dieses Verständnis angepasst.

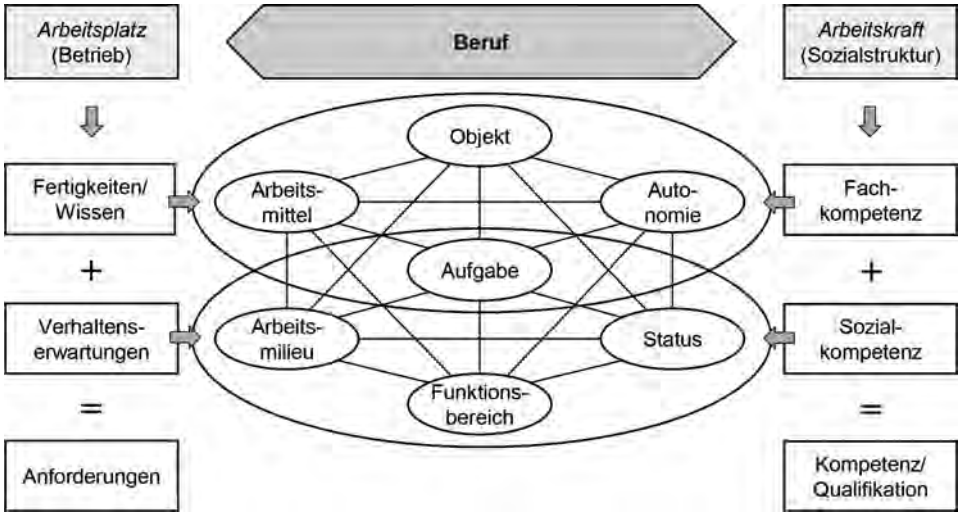



**Abbildung 14:** Beziehungsstrukturen und Gegenstandsbereiche des Berufs (Ergänzung durch Autor; Dostal et al. 1998, S. 440)

### Berufliches Handeln in der Domäne

Berufliche Handlungen lassen sich im Gegenstandsbereich der *Domäne* verorten. Fachkräfte sind einer Domäne dann zuordenbar, wenn sie in dieser in der Lage sind, im Rahmen ihrer Facharbeit kompetent zu handeln. Die Domäne kann damit als abgestecktes *Handlungsgebiet* verstanden werden, das durch das Können der Fachkraft beansprucht wird, sofern dieses durch die Expertise oder durch die Qualifikation der handelnden Fachkraft legitimiert wird. Das zu beanspruchende Handlungsgebiet lässt sich dabei nicht eindeutig eingrenzen und kann sowohl weiter gefasst den Beruf als Ganzes als auch enger gefasst berufliche Handlungsfelder umfassen (vgl. Becker 2010, S. 58; vgl. Becker 2013, S. 13).

Berufliches Handeln ist zudem stets situiert und damit auch in einen spezifischen *Kontext* eingebettet. Der Kontext wird dabei durch die vorzufindenden Sinn- und Sachzusammenhänge gebildet (vgl. Becker 2010, S. 60). Während der Sinnzusammenhang durch die Konfrontation mit dem Arbeitsprozess selbst und dessen Beziehungsstrukturen gebildet wird (Arbeitsorganisation, Organisations- und Prozessbeziehungen, Methoden, betriebliche und gesellschaftliche Rahmenbedingungen), spiegeln sich in dem Sachzusammenhang die Gegenstände der Facharbeit wider (Produkte, Kunden, Anlagen, Werkzeuge etc.).

Berufliches Handeln ist demnach ein absichtliches, regelbezogenes, zielorientiertes, kontrolliertes und bewusstes sowie motiviertes und domänenbezogenes Verhalten einer Fachkraft in einer beruflichen Situation, die in einen betrieblichen und gesellschaftlichen Kontext eingebettet ist. Diese spezifische Ausformung menschlichen Handelns zielt auf die Lösung bestimmter berufsbezogener Probleme und Aufgaben ab und ist mit unterschiedlichen Anforderungen aus der Gesellschaft und Arbeitswelt konfrontiert. Es ist damit mehr als ein losgelöstes funktionelles und materialistisches

Handeln im Rahmen rationalisierter Wertschöpfungsprozesse. Berufliche Handlungen sind in eine spezifische sozioökonomische Gesellschaftsstruktur eingebunden, setzen bestimmte Qualifikationen sowie Kompetenzen voraus und erfolgen in einer institutionalisierten gesellschaftlichen Kategorie – dem Beruf. In der betrieblichen Praxis ist berufliches Handeln, stark vereinfacht gesagt, gleichbedeutend mit dem Bearbeiten von Arbeitsaufgaben oder dem Lösen domänentypischer Probleme (vgl. Spöttl 2010, S. 167). Berufliches Handeln lässt sich somit als ein korrespondierendes System aus domänenbezogenen Anforderungen und den mobilisierten Kompetenzen der Fachkraft begreifen (vgl. Becker & Spöttl 2015a, S. 11).

Berufliche Handlungen sind an einen festen Kontext mit *objektiven* betrieblichen bzw. beruflichen Arbeitsprozessen, Sinn- und Sachzusammenhängen sowie dazugehörigen Anforderungen gebunden (vgl. Becker 2010, S. 60). Fachkräfte sind mit vorfindbaren Gegebenheiten innerhalb ihrer Domäne konfrontiert, die allerdings sowohl von der Fachkraft selbst als auch durch Außenstehende *subjektiv* erfahren und durchlebt werden und somit einer individuellen Wahrnehmung (Bedeutsamkeit, Notwendigkeit etc.) und Gestaltung (Sorgfalt, Ausführung etc.) unterliegen. Müller (vgl. 2012, S. 65) postuliert in diesem Zusammenhang, dass neben der *individuellen Ebene* (Wissen, Fähigkeiten, Fertigkeiten sowie individuelle Voraussetzungen, Neigungen, Einstellungen und Werthaltungen), die für beliebige Handlungen erforderlich ist, zudem die *unternehmerische Ebene* (Tätigkeitsbereiche, Arbeitsmittel und -techniken, Arbeitsumgebung und -kontext sowie Unternehmenswerte) für berufliche Handlungen konstituierend ist und der Handlung eine feste Zielorientierung und Bedeutung innerhalb des betrieblichen Kontextes verleiht.

Ähnlich dazu beschreiben Straka und Macke (vgl. 2002, S. 163) im Rahmen ihrer lern-/lehr-theoretischen Didaktik zwei Klassen von Bedingungen, die bei beruflichen Handlungen wirken. Die *internen Bedingungen*, die ähnlich der individuellen Ebene das Subjekt selbst einbringt (Kenntnisse, Wissen, Fertigkeiten, Fähigkeiten, Motive, Emotionen, Werte etc.), und die *externen Bedingungen*, die unabhängig vom handelnden Subjekt vorzufinden sind (z. B. Aufgabe, Hilfsmittel, Normen, Kultur, Sachverhalte etc.). Berufliches Handeln ist in diesem Sinne an eine Struktur gebunden, die sich aus den dispositiven bzw. psychischen Personenmerkmalen der Fachkraft (subjektiv) einerseits und denjenigen Bedingungen und objektiven Gegebenheiten einer Handlungssituation andererseits zusammensetzt, die mit zugewiesenen Zuständigkeiten einhergehen (Straka & Macke 2009a, S. 15; Straka & Macke 2009b, S. 27). Becker und Spöttl (vgl. 2015a, S. 21) weisen in diesem Kontext auf die nicht zu vernachlässigende Funktion der *Relation* dieser Bedingungen hin. Demnach besteht eine unauflösbare Wechselbeziehung zwischen den internen Bedingungen (Personenmerkmalen) und externen Bedingungen (Sachverhalte und Zuständigkeiten). Diese führt dazu, dass sich nicht nur das Wahrnehmbare in der Arbeitswelt aufgrund des Handelns der Fachkraft ändert, sondern im Umkehrschluss ebenso die externen Bedingungen im Medium des Handelns die internen Bedingungen verändern, womit keine der beiden Bedingungen eine eindeutige Voraussetzung für die jeweils andere ist, sondern diese vielmehr eine reziproke Beziehungsstruktur aufweisen.

### 3.1.3 Berufliche Arbeitsprozesse, Arbeitsaufgaben und Handlungsfelder

Einschlägige theoretische Rahmungen beruflicher Handlungen lassen sich generell in einer systemischen oder auch prozessualen Konzeptionierung unterscheiden. Im Rahmen der Organisationslehre werden berufliche Handlungen vorwiegend in einem Arbeitssystem bzw. in einem *soziotechnischen System* verortet, welches als Teilsystem vom Hauptsystem der Gesellschaft oder weitergefasst vom ökologischen Gesamtsystem gesondert betrachtet wird. Das Arbeitssystem bzw. Soziotechnische System dient vorrangig der funktionalen Erfüllung von Arbeitsaufgaben. Die DIN EN ISO 6385:2004 definiert dieses Arbeitssystem als

> „[…] System, welches das Zusammenwirken eines einzelnen oder mehrerer Arbeitender mit den Arbeitsmitteln umfasst, um die Funktion des Systems, innerhalb des Arbeitsraumes und der Arbeitsumgebung unter den durch die Arbeitsaufgaben vorgegebenen Bedingungen, zu erfüllen" (DIN EN ISO 6385:2016, S. 7).

Über die Systemgrenze hinaus erfolgen die Eingabe (Material, Energie, Informationen) und Ausgabe (Produkte, Emissionen, Informationen). Das Arbeitssystem selbst umfasst das Zusammenwirken von Menschen, Arbeitsmitteln, Arbeitsumgebung, Arbeitsraum, Arbeitsaufgaben, und Arbeitsorganisation. Im Zentrum der Betrachtung steht dabei die *Erfüllung der Funktion des Systems* unter den vorgegebenen Bedingungen (ebd., S. 7 ff.).

*Prozessorientierte Ansätze* rücken hingegen den eigentlichen Prozess, in dem die berufliche Handlung mitsamt den Dimensionen zum Tragen kommt, in den Mittelpunkt der Betrachtung. Berufliches Handeln ermöglicht im Rahmen eines Arbeitsprozesses, Arbeitsaufgaben von einem Anfangs- (Auftrag, Problemstellung) in einen Endzustand (Ergebnis bzw. Ziel) zu überführen. Arbeitsprozesse sind

> „die in zeitlicher Dimension gedachten Aufgabenbereiche von Berufstätigen, die diese beherrschen und gestalten. Ein Arbeitsprozess ist ein vollständiger Arbeitsablauf einer Person zur Erfüllung eines Auftrags oder Lösung einer Problemstellung und hat immer ein Arbeitsergebnis zum Ziel" (Becker 2013, S. 13).

Bei der Arbeitsprozessorientierung steht also nicht die Funktion bzw. Funktionalität des Arbeitsablaufes im Vordergrund, sondern die sich *vollziehende* Mehrdimensionalität bzw. Ganzheitlichkeit von Facharbeit aus *subjektbezogener Sicht*. Hierzu gehören auch die Betrachtung und Einbettung der Arbeit in den Gesamtarbeitsprozess und in die dazugehörigen Geschäftsprozesse. In Abbildung 15 sind die Dimensionen des Arbeitsprozesses zusammengeführt (vgl. Becker 2010, S. 59; vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 105; vgl. Martin 1994, S. 291; vgl. Rauner 2017, S. 139; vgl. Rauner et al. 2018, S. 12):

- **Arbeitsgegenstände** definieren im hohen Maße die Sachzusammenhänge des jeweiligen Berufs und weisen in ihrer Struktur und Systematik, je nach Berufsbild, eine unterschiedlich starke Variation auf. Sie konstituieren berufliche Problemstellungen bzw. Arbeitsaufträge und sind mit gebrauchswertbehafteten Ergebnissen verbunden, die durch den Vollzug des Arbeitsprozesses erzielt werden. Bei industriellen Metallberufen, wie dem Ausbildungsberuf Industriemechaniker:in, werden die kontextschaffenden Bezugspunkte zwar maßgeblich durch Technik

bestimmt, aber nicht zwangsläufig durch Technik determiniert. Vielmehr manifestieren sich die Arbeitsgegenstände in vielfältiger Art und Form und sind u. a. abhängig von Sektor und Einsatzgebiet, in dem die Fachkraft ihre Arbeit verrichtet. Arbeitsgegenstände können in Form unterschiedlichster materieller Gegenstände (z. B. Produktionsanlagen) ebenso auftreten wie in Form von Subjekten (z. B. Kunden), Konzepten und Systemen (z. B. Qualitätsmanagement), abstrakten Materialisationen (z. B. SCADA-Systeme zur Überwachung und Steuerung) oder selbst in Werkzeugen (z. B. handgeführte Werkzeuge), sofern diese die typischen Arbeitsprozesse hinreichend prägen.

- **Methoden** spiegeln die Art und Weise der Bearbeitung von Arbeitsaufgaben durch die Fachkraft wider. Die Methodik unterliegt dabei einer gewissen Dynamik, die in Abhängigkeit von der Organisation zwischen hoher Standardisierung und erfahrungsbasierter Offenheit zu verorten ist. Die Fachkraft setzt dabei je nach Handlungsspielraum ein ganzes Repertoire an kontext-, sach- und fachgerechten Methoden ein, um das Arbeitsergebnis zu erreichen. Dazu gehören bspw. Methoden zum Montieren oder Demontieren von Teilsystemen, zum Überprüfen der Qualität oder zur Dokumentation der Arbeit.
- **Werkzeuge** unterschiedlichster Komplexität erweitern für die Erzielung gebrauchswertbehafteter Arbeitsergebnisse die bestehenden Grenzen der physiologischen und psychologischen Möglichkeiten der Fachkräfte. Diese können von einfachen handgeführten Werkzeugen über komplexe Werkzeugmaschinen bis hin zu softwarebasierten Datenmanagementsystemen reichen.
- **Arbeitsorganisation** ist ein instrumentelles Resultat der betrieblichen Arbeitsgestaltung. Die jeweilige Festlegung der betrieblichen Arbeitsorganisation unterliegt dabei einem gestalterischen Moment zwischen Notwendigkeit (z. B. durch Gesetze, Vorschriften, Produktionsvollzugsplanung) und dem subjektiv Erwünschten. Arbeitsorganisation umfasst insbesondere die Verteilung und Strukturierung von Arbeitsaufgaben, Entscheidungs- und Verantwortungsstrukturen, Kooperations-, Informations- und Kommunikationsformen sowie die zugehörigen zeitlichen und räumlichen Abläufe.
- **Anforderungen** entstehen durch Einbettung von Facharbeit in die vielschichtigen betrieblichen und gesellschaftlichen Kontexte. Anforderungen werden durch unterschiedliche Anspruchsberechtigte (engl. Stakeholder) gestellt. Neben Anforderungen durch den Gesetzgeber (Umweltschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften etc.) werden gesellschaftlich-normative Anforderungen bspw. in Form von Normen oder Regeln zur Antidiskriminierung oder Ressourcenschonung an die Facharbeit gestellt, die in einigen Unternehmen durch das normative Management bspw. in einen betrieblichen Verhaltenskodex (engl. Code of Conduct) überführt werden. Kunden stellen zudem vorwiegend gebrauchswertspezifische Anforderungen an die Facharbeit und das Produkt. Der Betrieb fordert u. a. die Erfüllung gesetzter Qualitätsstandards oder die Einhaltung kalkulatorischer Vorgaben (z. B. im Arbeitsplan). Nicht zuletzt stellen das Kollegium und die Fachkraft selbst subjektivierte Anforderungen an die eigene Facharbeit (z. B. in Form von Perfektionismus, Pragmatismus, Ästhetik).

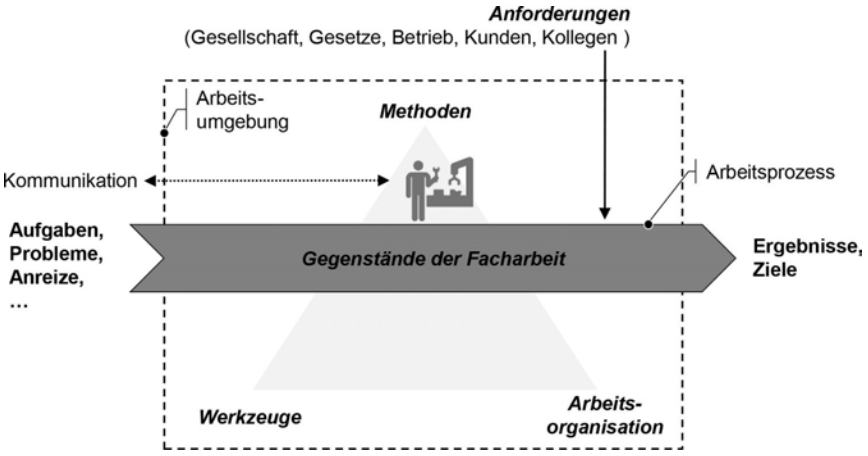



**Abbildung 15:** Dimensionen des Arbeitsprozesses/der Facharbeit (i. A. a. Becker 2010, S. 60)

### Berufliche Arbeitsaufgaben und Handlungsfelder

Der berufliche Arbeitsprozess ist unzertrennlich an eine Arbeitsaufgabe geknüpft. Arbeitsaufgaben bilden mit dem dazugehörigen Arbeitsauftrag oder dem Problem eine feste Rahmung, in der das Arbeitsergebnis zu erbringen ist. Die in dem Arbeitsprozess zu bewältigenden *beruflichen Arbeitsaufgaben* können dabei als eine Form der Aufgaben aufgefasst werden,

> „[...] die für den Beruf typisch sind und die eine vollständige Handlung (Informieren, Planen, Durchführen, Kontrollieren, Bewerten) umfassen. Sie beschreiben die konkrete Facharbeit anhand von sinnvermittelnden Arbeitszusammenhängen und charakteristischen Aufträgen oder Problemstellungen" (vgl. Becker 2010, S. 91).

Berufliche Arbeitsaufgaben werden in erster Linie von Berufstätigen, also Fachkräften ausgeführt. Sie gelten durch ihre Merkmale für den Beruf und für die Berufs- bzw. Facharbeit als typisch. Die Erfüllung ist dabei nicht nur durch die oben genannten Anforderungen gekennzeichnet, sondern auch durch *Handlungsspielräume* (vgl. Becker 2013, S. 13). Becker (vgl. ebd.) merkt zudem an, dass berufliche Arbeitsaufgaben in jedem Fall keine Konstrukte darstellen, sondern durch empirische Forschungsarbeit im Feld zu identifizieren sind.

*Berufliche Handlungsfelder* lassen sich als eine übergeordnete Kategorie begreifen, in der die beruflichen Arbeitsaufgaben der Fachkräfte verankert sind. Sie subsumieren eine bestimmte Anzahl an vergleichbaren Arbeitsaufgaben, die mit ähnlichen Anforderungen oder Sinn- und Sachzusammenhängen konnotiert sind. Ein Handlungsfeld nimmt damit immer auch eine Funktion der Gruppierung von Arbeitsaufgaben ein (vgl. ebd.). Berufe innerhalb einer Berufsgruppe oder eines Berufsfeldes können sowohl gleichartige als auch unterschiedliche berufliche Handlungsfelder aufweisen. In besonderen Fällen kann eine einzelne Arbeitsaufgabe – wenn sich diese merkmalsbezogen deutlich von anderen Arbeitsaufgaben unterscheidet – ein eigenständiges

Handlungsfeld aufspannen. Nach der *Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz (KMK) für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe* verknüpfen Handlungsfelder zudem berufliche, gesellschaftliche und individuelle Anforderungen. Durch didaktische Reflexion und Aufarbeitung werden aus beruflichen Handlungsfeldern die Lernfelder für die Rahmenlehrpläne der jeweiligen Berufe entwickelt. Sie „*orientieren sich an berufsbezogenen Aufgaben- oder Problemstellungen innerhalb zusammengehöriger und zunehmend vernetzter Arbeits- und Geschäftsprozesse*“ (vgl. KMK 2021, S. 12).

Handlungsfelder können ebenso wie der Beruf selbst durch gesellschaftliche Trends und Herausforderungen geprägt oder hervorgebracht werden. So wurden im Rahmen einer empirisch angelegten Studie u. a. generische Handlungsfelder einer Industrie 4.0 identifiziert und beschrieben (vgl. Spöttl et al. 2018, S. 126). Dadurch, dass sowohl Digitalisierung als auch Nachhaltigkeit als Megatrends gewertet werden, die die Arbeitswelt maßgeblich prägen und zukünftig noch stärker verändern werden (vgl. Biebeler et al. 2020, S. 7), kann ebenso nicht nur eine digitale, sondern auch eine nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft und Unternehmen zu veränderten oder neuartigen beruflichen Handlungsfeldern führen.

### 3.1.4 Handlungsarten nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

Einen möglichen Ansatz zur weiteren theoretischen Konkretisierung des nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handelns bietet die hierarchisch-sequenzielle Handlungsorganisation. Eine vollständige Handlung besteht je nach Komplexität aus vielen Einheiten – auch *Vergleichs-Veränderungs-Rückkopplungs-Einheiten* (VVR-Einheiten) genannt –, die hierarchisch organisierte, zyklische Einheiten bilden (vgl. Hacker 2006, S. 153). In dieser Modellvorstellung wird das bereits vor Handlungsbeginn antizipierte Handlungsergebnis durch den Entschluss zum Ausführen zur Vornahme. Handlungsziele als Form der Vornahme organisieren dabei die Handlung oder anders gesagt – die ausgeführte Handlung wurde im Voraus kognitiv strukturiert. Eine Analyse derartiger Einheiten, die sich in ähnlicher Weise auch in anderen Ansätzen wie bspw. der Tätigkeitstheorie nach Leontjew (vgl. 1977) abzeichnen, ermöglicht zwar eine dezidierte Analyse von Handlungen bzw. Tätigkeiten, erscheint aber für die empirisch-explorative Untersuchung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit, in der die dezidierte hierarchisch-sequenzielle Handlungsorganisation zunächst für den beabsichtigten Erkenntnisgewinn nicht entscheidend ist, als weniger geeignet.

Für eine systematische Untersuchung der nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit ist es daher vielversprechend, grundlegende Handlungsarten im Erhebungsprozess zu berücksichtigen. Ohne eine vertiefte Auseinandersetzung mit der *Reflexions-Systemtheorie* an dieser Stelle führen zu können, lassen sich Handlungen nach diesem Theorieansatz in *objektbezogenes Handeln* (Objektveränderung, Bewegungshandeln, sozialer Objektbezug: Arbeit), *soziales Handeln* (Behandeln, strategisches Handeln, kommunikatives Handeln, normbezogenes Handeln), *innersubjektives Handeln* (körperbezogenes Handeln, Selbstdetermination/Grundentscheidungen, Vorentscheidungen zum sozialen Handeln, Sinnentwürfe) und *Ausdruckshandeln* (Ausdrucksobjekte, Mimik

und Gestik, Gemeinschaftsausdruck, Zeichenhandeln) unterscheiden (vgl. Heinrichs 2019, S. 69).

(Fach-)Arbeit wird in der Reflexions-Systemtheorie primär dem objektbezogenen Handeln zugeordnet. Besteht allerdings gerade die Absicht, die berufsförmig-organisierte Arbeit als „Ganzes" und damit auch mit den dazugehörigen sozialen und institutionellen Wechselbezügen zu berücksichtigen (vgl. Abschn. 3.1.2), erscheint auch diese Systematisierung wenig geeignet. Tiemeyer (vgl. 2009, S. 50 f.) hingegen differenziert aus der spezifischen Perspektive von Berufsarbeit und -bildung vier Handlungsarten, die zur Lösung nachhaltigkeitsrelevanter beruflicher Problemstellungen zum Tragen kommen können. Facharbeit wird in dieser Systematisierung nicht vom sozialen und innersubjektiven Handeln losgelöst betrachtet. Vielmehr werden die vier Handlungsarten unter der Kategorie Facharbeit bzw. Berufshandeln subsumiert:

- **Instrumentelle Handlungen** beziehen sich vorrangig auf die motorische Umsetzung bzw. den beobachtbaren Vollzug in sich geschlossener Arbeitsabläufe. Die Handlungen sind meist durch einen konkreten Arbeitsauftrag oder eine Problemstellung initiiert, weisen einen prozessualen und festen Ablauf auf und haben ein konkretes Arbeitsergebnis zum Ziel.
- **Kognitive und metakognitive Handlungen** dienen der bewussten und zielgerichteten geistig-mentalen Durchdringung beruflicher Sachverhalte. Zugehörige Handlungen können exemplarisch das Antizipieren nachhaltigkeitsrelevanter Problemlösungsansätze, die Ideengenerierung zur Mitgestaltung der unternehmerischen Gesellschaftsverantwortung, kreative Ansätze zur Erzielung nachhaltiger Gebrauchswerte, Entscheidungs- und Zielbildungsprozesse in ambivalenten Handlungssituationen (Dilemmatasituationen) oder auch die Identifikation von Nachhaltigkeitsdefiziten darstellen.
- **Kommunikative Handlungen** umfassen die verbale oder schriftliche Interaktion mit anderen Personen, Arbeitsgruppen oder Organisationseinheiten. Kommunikation ist für den betrieblichen und gesellschaftlichen Diskurs über nachhaltige Entwicklung und zur Teilhabe an der Unternehmensentwicklung unabdingbar. Fachkräfte können über bidirektionale Kommunikationsstrukturen tendenziell nachhaltigkeitsrelevante Informationen kommunizieren oder bspw. Lösungsansätze kollaborativ in der Gruppe besprechen (vgl. Abschn. 2.2.5).
- **Reflexiven Handlungen** wird eine hohe Bedeutung beigemessen, um das berufliche Handeln in gesellschaftliche und ökologische Zusammenhänge stellen zu können (vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 142). Dabei können sowohl die Selbstreflexion, die Begründungen der eigenen Handlungen, aber auch die Beurteilung von Geschäfts- und Arbeitsprozessen im Zentrum derartiger Handlungen stehen.

### 3.1.5 Nachhaltigkeitsorientierte Handlungsstrategien

Die drei zentralen Leitstrategien aus dem Diskurs um eine nachhaltige Entwicklung können zur weiteren Konkretisierung auf den Gegenstandsbereich der Facharbeit übertragen werden. Ebenso wie die drei Nachhaltigkeitsdimensionen das Leitbild der Nachhaltigkeit in wechselwirkende Handlungsfelder systematisieren, profilieren die

drei Leitstrategien die Frage nach der Umsetzung. Die Leitstrategien umfassen die *Effizienz*, *Suffizienz* und *Konsistenz* (Abb. 16).

Die Strategien haben sich aufgrund der unterschiedlichen und zum Teil synergetischen Funktionen und Potenziale als fundamentale und teils komplementäre Transformationsstrategien fest im Nachhaltigkeitsdiskurs etabliert. Sie bilden ein strukturierendes und strategisches Analyseraster für gesellschaftliche und wirtschaftliche Nachhaltigkeitsansätze (vgl. Behrendt et al. 2018, S. 8). Die Umsetzung der drei Leitstrategien zielt auf die langfristige Versorgung der Gesellschaft und Wirtschaft mit den notwendigen Ressourcen, die Entwicklung ökologisch-sozial verträglicher Innovationen und letztendlich auf die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und ein Leben in Würde aller ab (vgl. Deutscher Bundestag 1998, S. 196; vgl. Huber 2000, S. 12; vgl. Pufé 2017, S. 123). Auch wenn die drei Leitstrategien weithin als anerkannter Konsens gelten, existieren teils stark auseinandergehende Ansichten zur Definition, Abgrenzung sowie zum Stellenwert der drei Strategien für den gelingenden Transformationsprozess hin zu einer nachhaltigen Gesellschaft und einer Green Economy. Dadurch, dass eine CSR bei konsequenter Implementierung alle Unternehmensebenen einbezieht, ist es naheliegend, dass den Leitstrategien auch für das berufliche Handeln und die Gestaltung einer BBNE eine hohe Relevanz beigemessen wird (vgl. Abschn. 2.3.3.2).

Die Adaption der Strategien auf die Facharbeit führt aus beruflicher Perspektive zu sogenannten *Handlungsstrategien*, die in der Bewältigung beruflicher Arbeitsaufgaben oder Problemstellungen zum Tragen kommen können. Durch die hohe Affinität zu technisch-prozessualen Zusammenhängen und dem vergleichsweise hohen Abstraktionsgrad sind die drei Handlungsstrategien als verallgemeinerte nachhaltigkeitsorientierte Analysekategorien im geplanten Untersuchungsprozess einsetzbar.

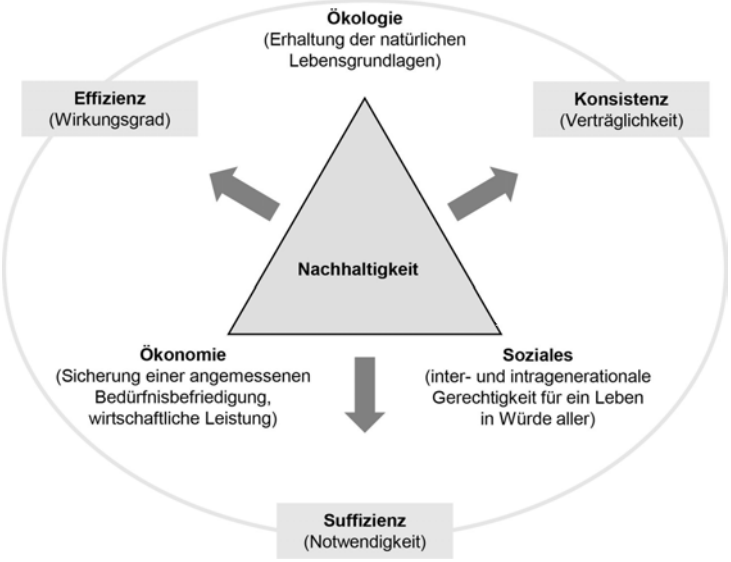



**Abbildung 16:** 3x3 einer nachhaltigen Entwicklung (i. A. a. Siebenhühner 2001, S. 78)

#### 3.1.5.1 Effizienz (Wirkungsgrad) – Ressourcen ergiebiger nutzen

Die Effizienzstrategie, häufig auch als Ökoeffizienz bezeichnet, impliziert ein optimiertes Verhältnis zwischen Nutzen (Output) und Aufwand (Input). Bei Geschäfts- und Arbeitsprozessen in Unternehmen ist entsprechend nicht die absolute Kennzahl der Güter- oder Dienstleistungsgenerierung entscheidend, sondern vielmehr, wie viele Ressourcen relativ betrachtet zum Nutzen aufgewendet werden. Beabsichtigt wird zumeist die Verbesserung des Input-Output-Verhältnisses (Wirkungsgrad) durch die relative Senkung des Ressourceneinsatzes. Nichtsdestotrotz können zur Steigerung der Effizienz verschiedene Prinzipien zum Einsatz kommen, die in ihrer Wirkung einen unterschiedlichen Einfluss auf den langfristigen Erhalt der verfügbaren Ressourcen nehmen. Das Maximierungsprinzip führt zur Maximierung des Nutzens bei konstantem Aufwand. Das Minimierungsprinzip hingegen führt zu einem festen Nutzen unter Minimierung des Aufwands. Im Gegensatz zum Minimal- und Maximalprinzip sind beim Extremumprinzip beide Werte variabel und sogenannte „Win-win-Situationen" erzielbar (vgl. Schmidt 2008, S. 6; vgl. Känel 2018, S. 26).

Die Strategie strebt insbesondere die Erzielung ökonomisch-ökologischer Synergieeffekte zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit an. Dadurch, dass keine tiefgreifenden Veränderungen der Produktions- und Konsummuster, sondern vorwiegend Optimierungen an den bestehenden Produktionsprozessen und Produkten erfolgen, weist die Strategie die wohl größte Akzeptanz in Unternehmen auf und zählt als bevorzugte Nachhaltigkeitsstrategie in der Wirtschaft und Politik (vgl. von Hauff 2011, S. 21). Bezogen auf eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit lässt sich also auf dieser theoretischen Grundlage schlussfolgern, dass die Anwendung dieses Strategieansatzes in den Arbeitsprozessen ein optimales Verhältnis zwischen Aufwand (Arbeitsleistung, Material, Energie etc.) und Ergebnis (Produkte, Problemlösung, Dienstleistung etc.) anstrebt.

Effizienzsteigerungen können allerdings auch produktions- und konsumsteigernde Auswirkungen haben und die beabsichtigten Effizienzsteigerungen konterkarieren. Wenn Maßnahmen zur Effizienzsteigerung nicht zum erhofften Einsparpotenzial führen, ist dies häufig die Folge eines sogenannten *Rebound-Effektes*. Ein Rebound-Effekt liegt vor, wenn *„eine Effizienzsteigerung eine vermehrte Nachfrage bzw. Nutzung bewirkt und dadurch die möglichen Einsparungen beim Einsatz von Ressourcen nicht voll ausgeschöpft werden"* (Semmling et al. 2016, S. 5). Von einem *direkten Rebound-Effekt* wird üblicherweise dann gesprochen, wenn Effizienzsteigerungen die spezifischen Kosten einer Leistung senken und damit zu einer erhöhten Nachfrage bzw. zu einem erhöhten Verbrauch (Menge & Nutzung) des gleichen Gutes im gleichen Wirkbereich führen (vgl. ebd., S. 5 f.). Als weitere Ursache für die mangelnde Ausschöpfung einer Effizienzsteigerung lässt sich zudem der *indirekte Rebound-Effekt* anführen. Dieser Effekt liegt vor, wenn durch Effizienzsteigerungen Vermögen entsteht, dass für andere Güter oder Leistungen in anderen Wirkbereichen verausgabt wird (vgl. Haan et al. 2014, S. 33). Im schlechtesten Fall können vermeintliche Maßnahmen zur Effizienzsteigerung sogar dazu führen, dass der ursprüngliche Energie- oder Materialverbrauch steigt, also ein Mehrverbrauch nach der Effizienzmaßnahme vorliegt (z. B. durch Ver-

haltensänderungen). Hierbei wird von einem sogenannten *Backfire-Effekt* gesprochen (vgl. ebd., S. 19).

#### 3.1.5.2 Suffizienz (Notwendigkeit) – Ressourcen weniger nutzen

Ansätze der Suffizienz nehmen die Frage nach der Notwendigkeit von Aufwendungen auf und hinterfragen grundsätzlich die Konsum-, aber auch die Produktionsmuster. Besonders unter der Perspektive der *Genügsamkeit* von Konsument:innen, aber auch hinsichtlich der dafür notwendigen Produktionsabläufe stehen absolute Reduktionsbemühungen auf ein dauerhaft und global gerechtes Niveau im Vordergrund. Konstitutiv dabei ist die Frage nach dem „rechten Maß" der eingesetzten Energie- und Stoffströme (Notwendigkeit). Entsprechend gilt es, den Ressourceneinsatz vor allem zu reduzieren und verträglich zu substituieren (vgl. Behrendt et al. 2016, S. 12; vgl. Schmitt et al. 2015, S. 8). Relevant für eine nachhaltige Entwicklung und für ein nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln ist demzufolge nicht nur eine effiziente Nutzung von Ressourcen, sondern auch die absolute Begrenzung und der sparsame sowie umsichtige Umgang mit diesen. Aufgrund des Bestrebens zur absoluten Reduktion der Ressourcenbeanspruchung und Umweltbelastung wird der Ansatz auch unter dem Begriff der Ökoeffektivität diskutiert.

Die Suffizienzstrategie weist im Gegensatz zur Effizienzstrategie eine geringere soziokulturelle Akzeptanz auf, denn sie zielt auf die grundsätzliche Veränderung von Konsum- und Produktionsmustern ab. Mit dem Credo „Weniger ist mehr" fußt die Strategie auf einer bewussten Reduktion des Ressourceneinsatzes und -verbrauchs und hinterfragt die eigentliche Notwendigkeit oder Erforderlichkeit des Verbrauchs selbst. Eine nachhaltige Facharbeit umfasst in diesem Sinne nicht nur die effiziente Nutzung von Energie und Materialien oder den effizienten Einsatz der eigenen Arbeitsleistung, sondern auch den rationellen und umsichtigen Umgang mit diesen.

#### 3.1.5.3 Konsistenz (Verträglichkeit) – Ressourcen verträglich nutzen

Mit der Konsistenzstrategie geht der Anspruch einher, anthropogene Stoff- und Energieströme entweder störsicher geschlossen oder vereinbar mit natürlichen Stoff- und Energieströmen zu gestalten (vgl. Behrendt et al. 2018, S. 13). Neben einem qualitativen Wandel zur naturverträglichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe oder regenerativer Energien haben wieder- und weiterverwertbare Produkte, Kreislauf- und Recyclingansätze sowie die Vermeidung oder sachgerechte Entsorgung von Abfällen eine hohe Bedeutung für diesen Strategieansatz (vgl. Huber 2000, S. 4; vgl. von Hauff 2011, S. 21).

Mit direktem Bezug zur Produktion ist der *Cradle-to-Cradle-Ansatz* von Braungart und McDonough (vgl. 2002) anzuführen. Demnach müssen hergestellte Produkte entweder als „biologischer Nährstoff" dem biologischen Kreislauf wieder zuführbar sein oder als „technischer Nährstoff" permanent in anthropogenen bzw. technischen Kreisläufen gehalten werden. Ziel ist also eine metabolisch naturintegrierte Wirtschaftsweise. Von den drei genannten Strategien hat der Konsistenzansatz voraussichtlich das weitreichendste Transformations- und Umweltentlastungspotenzial (vgl. Behrendt

et al. 2018, S. 26). Gleichzeitig ist die Strategie aber auch mit einer hohen Eingriffstiefe in die Unternehmensabläufe und -strukturen verbunden und erfordert auf makroökonomischer Ebene den fundamentalen und ambitionierten Wandel von einer Linearwirtschaft zu einer Kreislaufwirtschaft.

Konsistenz in der Facharbeit in Produktionsunternehmen impliziert somit zunächst einmal verträgliche Arbeitsprozesse und -umgebungen, und zwar nicht nur hinsichtlich der Natur (Ökologie), sondern auch bezogen auf die Menschen (Soziales). Demzufolge gehen mit der Strategie auch soziale Anforderungen wie der Arbeits- und Gesundheitsschutz einher.

### 3.1.6 Produzentenverantwortung in der Facharbeit

Für Gambow (vgl. 2013, S. 516) umfasst eine nachhaltige Handlung die Berücksichtigung aller drei Nachhaltigkeitsdimensionen unter besonderer Beachtung einer intra- und intergenerationellen Verantwortung. Auf einer ähnlichen Abstraktionsebene findet sich ein moralisch geprägter Definitionsansatz aus der Berufsbildung. Demnach ist nachhaltiges Handeln ein *„absichtliches, wenigstens teilbewusstes Handeln, welches nach moralischen Prinzipien erfolgt und als Wertorientierungen soziale, ökologische und ökonomische Aspekte umfasst“* (Bliesner-Steckmann 2018, S. 35).

Die Definition weist zwar ebenfalls die drei Nachhaltigkeitsdimensionen auf, verbindet aber mit ihnen explizite Wertorientierungen, die eine berufliche Handlung konnotieren und dieser somit einen moralischen Kern verleihen. Eine innere Orientierung, die für die handelnde Fachkraft selbst dann noch gegeben ist, wenn der Kontext beruflicher Handlungssituationen das Verhältnis der Dimensionen ambivalent oder gar antinomisch erscheinen lässt.

Internalisierte Wertvorstellungen als leitende Normen in Form konkretisierter und wertebehafteter Handlungsregeln im Berufsalltag zu leben, setzt eine bewusst wahrgenommene Verantwortung voraus, die gegenüber einer bestimmten Moralgemeinschaft besteht. Die Verantwortung für die Verträglichkeit der Wertschöpfungsprozesse und Produkte wird mit Blick auf die Unternehmen zunächst überwiegend bei der Unternehmensführung verortet (vgl. Davis & Wilt 1997, S. 1). Nichtsdestotrotz ist mit dieser Verantwortung eine Form der „hierarchischen Vererbung“ in der Aufbauorganisation verbunden. Denn mit einer unternehmerischen Gesellschaftsverantwortung (vgl. Abschn. 2.2.2) spannt sich auch für die handelnden Fachkräfte ein erweiterter Verantwortlichkeitsbereich auf. Fachkräfte können entsprechend im Rahmen ihrer bestehenden Befugnisse und Handlungsspielräume ebenfalls einer *Produzentenverantwortung* in der Arbeitswelt nachkommen. Nach Mertineit (vgl. 2009, S. 23) umfasst Produzentenverantwortung sowohl den effizienten und schonenden Umgang mit Materialien und Energien bei der Produkt- bzw. Dienstleistungserstellung als auch die Berücksichtigung sozial verantwortbarer Lebens- und Arbeitsbedingungen in der gesamten Wertschöpfungskette und in vor- und nachgelagerten Prozessen. Eine derartige Übertragung von Verantwortlichkeit sollte allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass die konkrete Umsetzung der großen Transformation nicht alleine durch die Unternehmen und die Fachkräfte erfolgen kann, sondern eine gesamtgesellschaft-

liche Herausforderung darstellt, die mit einer Neuausrichtung verantwortungsvoller Produktions- *und* Konsummuster einhergeht.

Kuhlmeier und Vollmer (vgl. 2018, S. 142) schreiben ebenso wie Mertineit (vgl. 2009, S. 14) in diesem Zusammenhang der *Reflexionsfähigkeit* eine besondere Qualität für das nachhaltigkeitsorientierte berufliche Handeln zu. Der Reflexionsprozess der Fachkräfte bezieht sich dabei sowohl auf die expliziten und impliziten Umweltauswirkungen als auch auf die Lebens und Arbeitsbedingungen aller Menschen. Ein solcher Reflexionsprozess lässt sich auch als das ganzheitliche Verstehen von Zusammenhängen auffassen, welches die konkreten Arbeitsaufträge, die eingesetzte Technik und die hergestellten Produkte sowie die Berufsarbeit selbst in Beziehung zum Gesellschafts- und Ökosystem stellt (vgl. Vollmer & Schütt-Sayed 2017, S. 92). Vereinfacht gesagt ermöglichen derartige Reflexionsprozesse, dass konkrete Berufliche mit dem abstrakten Gesamtgesellschaftlichen und Ökologischen zusammenführen.

### 3.1.7 Nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte

Mit der Vollrichtung von Facharbeit geht die Schaffung von Gebrauchswerten einher. Der Gebrauchswert bezeichnet in der Arbeitswerttheorie die gesellschaftliche oder individuelle Nützlichkeit eines materiellen (z. B. Produkt) oder aber auch immateriellen Gutes (z. B. Dienstleistungen) im Unterschied zu seinem Tauschwert auf dem Markt (vgl. Smith 2013). Bspw. haben Grundnahrungsmittel und die Herstellung dieser einen hohen Gebrauchswert, aber einen vergleichsweise geringen Tauschwert. Kuhlmeier und Vollmer (vgl. 2013, S. 8) führen an, dass der Kern gewerblich-technischer Facharbeit in der Schaffung von Gebrauchswerten nach der Vorstellung der Auftraggeber:innen liegt. Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit schafft demzufolge Gebrauchswerte, die nicht nur den Vorstellungen der Auftraggeber:innen entsprechen, sondern zugleich auch einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten, wobei das eine das andere nicht ausschließt. Es wird also davon ausgegangen, dass eine umfassende Beitragsleistung zur Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft nur dann möglich ist, wenn auch die Arbeitsprozesse zur Erzielung derartiger Gebrauchswerte und die dazu eingesetzten Technologien eine Verträglichkeit zu den Anforderungen einer nachhaltigen Entwicklung aufweisen (vgl. ebd., S. 6).

Die Schaffung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte bezieht sich nicht nur auf Waren bzw. materielle Güter, sondern auch auf unterschiedliche immaterielle Güter wie bspw. menschliche Leistungen in Form von Facharbeit bzw. Dienstleistungen. So liegt bspw. der Gebrauchswert einer Fassadendämmung darin, „[…] *die Energieverluste des Gebäudes zu reduzieren, Heizkosten einzusparen und den Wohnkomfort zu erhöhen*“ (ebd., S. 8). Dieser Gebrauchswert ist somit unmittelbar an die menschliche Leistungserbringung selbst gekoppelt, die notwendig ist, um die Fassadendämmung überhaupt umzusetzen, und lässt sich demzufolge nicht von den dafür erforderlichen Berufshandlungen trennen.

In der vorliegenden Arbeit wird davon ausgegangen, dass *nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte* in ihrer Nützlichkeit im Interesse des Unternehmens liegen und eine vergleichsweise hohe Vereinbarkeit mit den Nachhaltigkeitsdimensionen Ökolo-

gie, Ökonomie und Soziales aufweisen. Damit wird in unterschiedlicher Ausprägung, und bestenfalls komplementär, zur Schonung der natürlichen Lebensgrundlagen und der Sicherstellung sozialer Standards unter Berücksichtigung ökonomischer Leistungsfähigkeit beigetragen. Nachhaltigkeitsorientierte Gebrauchswerte charakterisieren damit sozusagen die konkreten nachhaltigkeitsorientierten Wirkungen der verrichteten Facharbeit.

Nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte, die im Kontext industrieller Facharbeit erzielt werden, sind aller Voraussicht nach an unterschiedliche Arbeitsprozesse und Repräsentationen der Domäne geknüpft. Diese können sowohl *gegenständlich* (z. B. Elektromotor hoher Energieeffizienzklasse) oder *abstrakt materialisiert* (z. B. Programme, Steuerungen) sein als auch *Konzepte* oder *Strategien* (z. B. systematisches Energiemanagement) umfassen (vgl. Becker 2010, S. 59; vgl. Pfeiffer 2004, S. 20). So kann bspw. der nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswert einer Anlagenoptimierung in einem Produktionsunternehmen darin liegen, durch den Einsatz energieeffizienter Aktoren (gegenständlich), einer effizienten Anlagensteuerung (abstrakt materialisiert) und die Aufnahme von Betriebsparametern für das Energiemanagement (Konzepte und Strategie) den Energieeinsatz sowie die damit verbundenen Energiekosten und Emissionen zu reduzieren.

### 3.1.8 Nachhaltige Entwicklungslogik beruflicher Handlungen

Die Berücksichtigung und Übertragung des regulativ-normativen Charakters einer nachhaltigen Entwicklung auf die Sphäre der Arbeitswelt lässt es wenig zielführend erscheinen, den Forschungsgegenstand derart zu determinieren, dass die zu untersuchende Facharbeit bzw. die berufliche Handlung als explizit „nachhaltig" (statisch) zu deklarieren ist, zumal das Leitbild selbst einer stetigen Dynamik unterworfen ist. Vielmehr versteht sich das „Nachhaltige" als ein erstrebenswerter Zielzustand, der den Handlungen und Entscheidungen eine Orientierung gibt.

Vielversprechender erscheint es daher, berufliche Handlungen aus einer Perspektive der *nachhaltigen Entwicklungslogik* zu untersuchen, bei der die *Zielperspektive* und *Orientierung* der vorzufindenden Handlungen entscheidend sind (vgl. Meyer et al. 2008, S. 104). Das Erkenntnisinteresse bezieht sich dementsprechend nicht auf den Zustand oder die Differenzierung von nachhaltiger oder nicht nachhaltiger Facharbeit (*statisch*), sondern auf berufliche Handlungen, die eine bewusste Orientierung, Absichtlichkeit und Motivation zur Umsetzung nachhaltigkeitsbezogener Zielvorstellungen aufweisen (*dynamisch*).

Um dieser Perspektive gerecht zu werden, wird deshalb auch in der vorliegenden Arbeit nicht von nachhaltigen beruflichen Handlungen bzw. Berufshandlungen, sondern von *nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handlungen* gesprochen. Es wird davon ausgegangen, dass nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln einen individuellen Charakter aufweist, der sich zwar an den Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung bemessen lässt, in der konkreten Umsetzung aber vor allem auch an den Beruf, die jeweilige Position im Unternehmen, die Branche, die Unternehmenskultur sowie die Personenmerkmale und Handlungsspielräume geknüpft ist.

## 3.2 Kompetenz und Performanz nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

Eine wesentliche Voraussetzung für erfolgreiches berufliches Handeln sind auf der *individuellen Ebene* von Facharbeit das Vorhandensein und die Bereitschaft zur Mobilisierung von Kompetenz. Ausgehend von einem kognitionspsychologisch-pragmatischen Grundverständnis von Kompetenz (vgl. Abschn. 3.2.1) erfolgt eine berufsbildungswissenschaftliche, arbeitsprozessbezogene und nachhaltigkeitsorientierte Vertiefung des Begriffsverständnisses (vgl. Abschn. 3.2.2 bis Abschn. 3.2.3). Der Abschnitt endet mit der Darlegung unterschiedlicher Entitäten, die gemeinsam das mehrdimensionale Kompetenzkonstrukt aufspannen (vgl. Abschn. 3.2.4).

### 3.2.1 Entwicklung eines pragmatischen Kompetenzverständnisses

In Abschnitt 1.2 wurde die Relevanz der Identifikation und Definition von nachhaltigkeitsbezogenen Kompetenzanforderungen für die strukturelle und inhaltliche Etablierung einer BBNE dargelegt. Diettrich, Hahne und Winzier (2007, S. 8) räumen der nachhaltigkeitsbezogenen Kompetenzförderung in der Berufsbildung aufgrund der Verflechtungen zwischen Facharbeit, Betrieben und Wirtschaft eine herausragende Stellung in der Bildungslandschaft ein, um das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung umzusetzen. Demnach hat

> „in kaum einem anderen Bildungsbereich [...] der Erwerb von Kompetenzen für nachhaltiges Handeln eine so große Auswirkung auf die Zukunftsfähigkeit wirtschaftlicher, technischer, sozialer und ökologischer Entwicklungen wie in den Betrieben der Wirtschaft."

Was sich dabei hinter dem Begriff der Kompetenz verbirgt, ist alles andere als trivial und mündet in unterschiedlichen Kompetenzverständnissen, die sowohl durch behavioristische als auch kognitivistische Auffassungen geprägt sind. Gnahs (vgl. 2010, S. 11) spricht von einer regelrechten „Kompetenzkonjunktur" seit den 1990er-Jahren, die trotz der Popularität des Kompetenzbegriffs nicht frei von Kontroversen ist und über die Zeit vielfältige Kompetenzdefinitionen und -konzeptionen hervorgebracht hat. Bis zur Verbreitung des Prinzips der Kompetenzorientierung (vgl. Abschn. 2.3.3.1) waren Bildungsprozesse vorrangig auf die Aneignung von formal erworbenen Qualifikationen[32] ausgerichtet. Die „Kompetenzkonjunktur" wurde durch die Auffassung gestärkt, dass die alleinige Aneignung von Qualifikationen auf Dauer nicht zielführend ist, um die Handlungsfähigkeit der Fachkräfte trotz immer kürzerer technologischer Innovationszyklen und sich stetig ändernden Anforderungen in der Arbeitswelt sicherzustellen. Um diesen Herausforderungen langfristig begegnen zu können, rückte das dynamische und auf Selbstorganisation ausgerichtete Konstrukt der Kompetenz in den Vordergrund und sorgte für einen Paradigmenwechsel in der Bildungsdebatte.

32 Während Qualifikationen vor allem in formellen Lernprozessen erworben werden, um mit bekannten und strukturierten Kontexten umgehen zu können, entwickelt sich Kompetenz auch durch informelle Lernprozesse und ermöglicht, unstrukturierte, unbekannte und veränderliche Aufgaben und Probleme zu meistern (vgl. Erpenbeck & Sauer 2000, S. 31).

Der heute vor allem im erziehungs- und sozialwissenschaftlichen Diskurs vorherrschende Kompetenzbegriff lässt sich zusammenfassend auf drei Entwicklungslinien zurückführen (vgl. Klieme & Hartig 2007, S. 14). Die älteste der drei Entwicklungslinien bezieht sich auf die Funktionsweise des modernen Beamtentums in dem von Weber aufgestellten Bürokratieansatz (erste Hälfte des 20. Jahrhunderts). Im Kern des Kompetenzbegriffs stehen die Erfüllung der zugeordneten Pflichten und die Ausübung entsprechender Rechte in bürokratischen Organisationsformen. Kompetenz äußert sich diesem Verständnis nach über die *Zuständigkeit* durch amtliche Pflichten und über die *Verfügung* von Zwangsmitteln zur Erfüllung dieser Pflichten (vgl. Weber 2002, S. 551 ff.).

Chomsky führte mit seiner Sprachtheorie in den 1960er- und 1970er-Jahren eine neue Ausrichtung des Kompetenzbegriffs ein. Als eher technischer Begriff bezieht sich Kompetenz in diesem Theorieansatz auf die Fähigkeit des Sprechens und Hörens. Kompetenz äußert sich dabei in der Fähigkeit, mithilfe eines begrenzten Konglomerats an Kombinationsregeln und Grundelementen beliebig viele verbale Äußerungen zu gestalten und zu verstehen (vgl. Chomsky 1971; vgl. Chomsky 1988). Chomsky postulierte in seinen Abhandlungen zudem die heute weithin anerkannte Annahme, dass das Konstrukt der Kompetenz als subjektbezogenes Potenzial des Menschen von der Performanz als beobachtbares Verhalten bzw. Handeln zu unterscheiden ist. Die nicht kongruente Beziehung zwischen Kompetenz und Performanz ist mit besonderen Herausforderungen in der Kompetenzidentifikation und Kompetenzdiagnostik verbunden, da die in der Tiefenstruktur des Individuums verankerte Kompetenz demzufolge nur indirekt über das beobachtbare Handeln festgestellt werden kann. Kompetenz ist demnach

> „[...] ein hypothetisches Konstrukt, das dabei hilft, innerpsychische Veranlagungen (Dispositionen) des Menschen zu beschreiben, welche nur indirekt über die Realisierung dieser Disposition in beobachtbarem Verhalten erschlossen werden können." (Beck 2007, S. 70)

Obgleich die Differenzierung von Kompetenz und Performanz bis heute in der Theorie Bestand hat, gilt die Vorstellung der Determiniertheit und Universalität von Kompetenz, wie sie bei Chomsky vorzufinden ist, in einem modernen Kompetenzverständnis als weitestgehend überholt. In der aktuellen Kompetenzdebatte herrscht weitestgehend Konsens, dass sich Kompetenzen dynamisch und permanent durch informelle und formelle Lernprozesse entwickeln. Sie erfahren somit in der Lebens- und Arbeitswelt stetig neue Nuancierungen und werden fortwährend durch die Wechselwirkung mit den vorzufindenden Gegebenheiten kultiviert und umstrukturiert. Kompetenz gilt damit nicht als eine von der Natur gegebene Disposition, sondern als *erworben* (vgl. Klieme et al. 2007, S. 65).

Diese Vorstellung resultiert vor allem aus der dritten wesentlichen Entwicklungslinie, die in etwa parallel zum Kompetenzansatz von Chomsky entwickelt wurde. Ohne an dieser Stelle vertieft auf die Ausführungen von McClelland (vgl. 1973) zu den konstituierenden Merkmalen von *Situation* und *Kontext* einzugehen, werden diese Merk-

male weitestgehend in der funktional-pragmatischen Definition von Weinert (vgl. 2001) aufgegriffen. Um eine Definition vornehmen zu können, analysierte Weinert verschiedene Modellierungsansätze, um daraus gemeinsame und konstitutive Merkmale einzugrenzen und abzuleiten, die sich für eine pragmatische Kompetenzdefinition und Kompetenzfeststellung als nützlich erweisen.

Weinert (vgl. 1999, S. 22 ff.) plädiert aufgrund der festgestellten Disparität zwischen psychologisch ganzheitlichen Theorien und deren praktischer Übertragbarkeit auf den Bereich der Bildung und der empirischen Bildungsforschung für einen pragmatischen Ansatz. Aus der Diskussion der unterschiedlichen Konzeptionen definiert Weinert Kompetenzen schließlich als

> „[...] die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können" (Weinert 2001, S. 27).

Die funktional-pragmatische Ausrichtung dieser Kompetenzdefinition bezieht sich auf situative Anforderungen (variable Situationen) und umfasst im Kern fünf zentrale Merkmale, die ebenso in anderen Ansätzen wiederzufinden sind (vgl. Sloane & Dilger 2005, S. 5 ff.; Klieme & Leutner 2006, S. 879; vgl. Gnahs 2010, S. 21). Demnach werden Kompetenzen

- auf das Subjektive des Individuums bezogen,
- durch formelle und informelle Lernprozesse selbstorganisiert ausgebaut,
- situationsbezogen sowie domänen- und kontextspezifisch mobilisiert,
- auf kognitive, motivationale, volitionale, soziale sowie praktische Fähigkeiten zurückgeführt und
- ermöglichen in ihrem Zusammenwirken erfolgreiches, variables, gestalterisches und verantwortungsvolles Problemlösen.

### 3.2.2 Der Kompetenzbegriff in der Berufsbildung und -forschung

Die Forderung nach einer ganzheitlichen Persönlichkeitsentwicklung der Lernenden implizierte einen Paradigmenwechsel von der Qualifikationsaneignung zur Förderung umfassender Kompetenzen. Als Folge wurde der Begriff der Handlungskompetenz als Bildungsleitsemantik in den 1990er-Jahren in der beruflichen Aus- und Weiterbildung verankert. Die handlungs- und kompetenzorientierte Neuausrichtung erfolgte dabei entlang eines aufgeklärten und emanzipatorischen Bildungsbegriffs, der bereits in den 1970er-Jahren eingeführt wurde (vgl. Roth 1971). Mündigkeit wurde nunmehr für ein verantwortungsvolles Handeln – im Gegensatz zu den bis dahin bestehenden anpassungsorientierten Vorstellungen von Erziehung – zum normativen Leitziel moderner Erziehung postuliert und die Sach-, Sozial- und Werteinsicht als Trias einer pädagogischen Anthropologie in den Mittelpunkt der Erziehungswissenschaften gerückt (vgl. Roth 1971, S. 596). Roth (vgl. ebd., S. 180 f.) setzte daran anknüpfend das Vorhandensein von *Selbst-*, *Sach-* und *Sozialkompetenz* zur Erlangung von Mündigkeit und

Handlungsfähigkeit voraus und stellte damit das wohl erste Kompetenzstrukturmodell im erziehungswissenschaftlichen Diskurs auf.

### Berufliche Handlungskompetenz

Der aktuelle Bildungsauftrag der Berufsschule zielt auf die Stärkung *berufsbezogener* und *berufsübergreifender Handlungskompetenz* ab. Handlungskompetenz entfaltet sich in der Konzeption der KMK in den Dimensionen Fachkompetenz, Selbstkompetenz[33] und Sozialkompetenz (vgl. KMK 2021, S. 14). Der Bildungsauftrag steht somit in der Tradition der pädagogischen Anthropologie von Roth, die durch Bader zum Ende der 1980er-Jahren aufgegriffen wurde und in angepasster Form bis heute bildungs- und ordnungspolitisch fortbesteht. Durch Bader (1989, S. 75) wurde berufliche Handlungskompetenz definiert als *„die Fähigkeit und Bereitschaft des Menschen, in beruflichen Situationen sach- und fachgerecht, persönlich durchdacht und in gesellschaftlicher Verantwortung zu handeln sowie seine Handlungsmöglichkeiten ständig weiterzuentwickeln"*. Berufliche Handlungskompetenz wird in dieser Konzeption analytisch in Dimensionen (Fach-, Human- und Sozialkompetenz) und Akzentuierungen (Methodenkompetenz, Lernkompetenz und kommunikative Kompetenz) differenziert (vgl. ebd.).

Mit dem nur einige Jahre später eingeführten Lernfeldkonzept wurde ordnungspolitisch die bis dahin bestehende *Fachsystematik* zugunsten einer *Handlungssystematik* weitestgehend abgelöst und die Förderung einer Handlungskompetenz durch zentrale Dokumente mit Steuerungsfunktionen formal durch die KMK legitimiert. Diese wurde mit Bezug auf Roth und Bader durch die Dimensionen der Fachkompetenz, Personalkompetenz und Sozialkompetenz beschrieben. Handlungskompetenz umfasst nach wie vor

> „[…] die Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten" (KMK 2021, S. 15).

Damit ist berufliche Handlungskompetenz weitaus mehr als eine reine Qualifizierung. Berufliche Handlungsfähigkeit gilt als übergeordnetes Ziel der beruflichen Bildung, um Lernende durch die Förderung beruflicher Handlungskompetenz zur Bewältigung konkreter beruflicher, gesellschaftlicher und privater Anforderungssituationen in spezifischen Kontexten zu befähigen (vgl. KMK 2021, S. 32; vgl. Dehnbostel 2015, S. 16 ff.). Damit besteht sowohl in psychologischer als auch in berufspädagogischer Sicht die geteilte Auffassung, dass Kompetenz die Handlungsfähigkeit in individuellen Handlungssituationen herstellt, und zwar in einem und durch einen spezifischen Kontext.

### Arbeitsprozessorientiertes Verständnis beruflicher Kompetenz

Kompetenzstrukturmodelle ermöglichen die differenzierte Betrachtung und Analyse unterschiedlicher Kompetenzdimensionen oder -facetten. Dafür werden Kompeten-

33 In vorherigen Dokumenten der KMK auch als Personal- oder Humankompetenz betitelt.

zen hinsichtlich abgegrenzter Leistungen oder Leistungsbereiche formuliert und erfasst (vgl. Brand et al. 2005, S. 4). Kompetenzen werden in bestimmten Leistungsbereichen mobilisiert und rekurrieren auf *„abgegrenzte Gegenstandsbereiche, Problem- oder Handlungsfelder"*, in denen die spezifische Leistung erbracht wird (ebd.).

Die Abgrenzung bestimmter Leistungen oder Leistungsbereiche sollte allerdings nicht dazu führen, dass die kontextschaffenden Zusammenhänge in der Domäne selbst vernachlässigt werden (vgl. Franke 2005, S. 38). Um dieses kognitionspsychologisch geprägte Dilemma zu überwinden, schlagen Becker und Spöttl (vgl. 2015a, S. 8 ff.) eine arbeitsprozessorientierte Ausrichtung des Kompetenzbegriffs vor, die die Wechselbeziehung zwischen Fachkraft und domänenspezifischen Arbeitsprozessen in den Mittelpunkt rückt. Berufliche Kompetenz umfasst demzufolge ein Konstrukt, das domänenbezogen an einfachere oder auch komplexere Aufgaben und Anforderungen gebunden ist und sich aus einer Vielzahl nicht voneinander trennbarer Kompetenzbestandteile kennzeichnet (ebd., S. 1). Berufliche Kompetenz dient dabei der situativen Bewältigung beruflicher Arbeitsprozesse und bezieht sich auf Arbeitsaufgaben, Problemstellungen und Anforderungen, die im Kontext des beruflichen Lebensumfelds auftreten. Eine derartige Auffassung schließt Kompetenz ohne Handlungszusammenhang in Domäne und Betrieb kategorisch aus, da die externen Gegebenheiten in der Arbeitswelt nach dieser Auffassung die Kompetenzen der Fachkräfte ebenfalls formen.

Berufliche Kompetenzen werden demnach über real-betriebliche Arbeitsaufgaben mit den zugehörigen Arbeitsprozessbezügen anhand unterschiedlicher Dimensionen erhoben, beschrieben und letztendlich auch festgestellt. In Anlehnung an die arbeitsprozessbezogenen Dimensionen (vgl. Abschn. 3.1.3) wird berufliche Kompetenz durch

- die Auseinandersetzung der Fachkraft mit den *Gegenständen* der Facharbeit unter Berücksichtigung der Aufgabenstellung und der Ergebnisse,
- die Beherrschung der *Werkzeuge*, der *Methoden* und der *Arbeitsorganisation* und
- die Auseinandersetzung mit den *Anforderungen* unterschiedlicher Akteure und Akteurinnen (Gesellschaft, Betrieb, Kund:innen etc.) charakterisiert und beschrieben (vgl. Becker & Spöttl 2015a, S. 9).

Die konzeptionelle Erzielung einer inhaltlichen Validität ist dabei nicht an die Qualität einer rein kognitionspsychologischen Kompetenzmodellierung gebunden, sondern an die pragmatische und empirische Erschließung performativer beruflicher Handlungen, die eine Darstellung der Arbeitsprozess- und Domänenbezüge mit den zugehörigen kompetenzbezogenen Anforderungen ermöglicht. Die mit Weinerts Definition einhergehenden personenbezogenen Merkmale von Kompetenz (Fähigkeiten, Fertigkeiten, Einstellungen, Werte, Motive) werden nicht relativiert, sondern sind in diesem Ansatz als inhärente Bestandteile der arbeitsprozessbezogenen Kompetenzdimensionen zu betrachten, die für die Bewältigung des Arbeitsprozesses in ihrer Gesamtheit zu mobilisieren sind (vgl. ebd.).

### 3.2.3 Nachhaltigkeitsorientierte Kompetenzmodelle und -ansätze

Sowohl auf internationaler[34] als auch auf nationaler Ebene werden unterschiedliche Kompetenzmodelle und -ansätze diskutiert, die dazu beitragen sollen, die Mitglieder der Gesellschaft für ein nachhaltigkeitsorientiertes Handeln und letztendlich zur Mitgestaltung der großen Transformation zu befähigen.

#### Schlüsselkompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung

Schlüsselkompetenzen tragen nach der OECD zu wertvollen Ergebnissen für die Gesellschaft bei (vgl. OECD 2005, S. 6). Ihnen wird ein besonderer Stellenwert zugesprochen, um die Bevölkerung für die Mitgestaltung einer nachhaltigen Entwicklung zu befähigen (vgl. Rieckmann 2013, S. 11). Schlüsselkompetenzen lassen sich als *multifunktionale*, *fach-* und *kontextübergreifende* Kompetenzen begreifen, die für die Realisierung gesellschaftlicher und individueller Ziele (z. B. Nachhaltigkeit) als erforderlich betrachtet werden, weshalb ihnen auch eine „Querschnittsfunktion" zugesprochen wird (vgl. Müller 2008, S. 113).

Ein Kompetenzansatz, dessen Teilkompetenzen diese Merkmale weitestgehend erfüllen, ist der Ansatz der *„Gestaltungskompetenz"*[35] (vgl. de Haan et al. 2008, S. 183). Auf nationaler Ebene avancierte der Ansatz als grundlegendes Bildungsziel einer BNE (vgl. Michelsen & Fischer 2015, S. 12). Mit dem Terminus der Gestaltungskompetenz wird die Fähigkeit bezeichnet, *„Probleme nicht nachhaltiger Entwicklungen* [zu] *erkennen und Wissen über nachhaltige Entwicklung wirksam anwenden zu können"* (de Haan et al. 2008, S. 12). Das zugehörige Kompetenzstrukturmodell umfasst 12 Teilkompetenzen, die aus den Schlüsselkompetenzen der OECD für eine BNE ausdifferenziert wurden (vgl. de Haan et al. 2008, S. 186; vgl. OECD 2005, S. 12 ff.). Die Teilkompetenzen umfassen die Kompetenz zur Perspektivübernahme, Kompetenz zur Antizipation, Kompetenz zur disziplinübergreifenden Erkenntnisgewinnung, Kompetenz zum Umgang mit unvollständigen und überkomplexen Informationen, Kompetenz zur Kooperation, Kompetenz zur Bewältigung individueller Entscheidungsdilemmata, Kompetenz zur Partizipation, Kompetenz zur Motivation, Kompetenz zur Reflexion auf Leitbilder, Kompetenz zum moralischen Handeln, Kompetenz zum eigenständigen Handeln und die Kompetenz zur Unterstützung anderer (vgl. de Haan et al. 2008, S. 188).

Daneben besteht der Ansatz der *„Schlüsselkompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung der Weltgesellschaft"*. Das Konglomerat aus Kompetenzen wurde auf der Grundlage einer internationalen Studie (internationale Befragung von über 70 Experten und Expertinnen aus dem Bereich der BNE) erhoben. Mit der Studie konnten 19 Schlüsselkompetenzen identifiziert werden, die modifiziert und ebenfalls zu 12 Schlüsselkompetenzen verdichtet wurden. Zentraler Anspruch bei der Modellierung war die Charakterisierung von universalen nachhaltigkeitsbezogenen Schlüsselkompetenzen. Sie werden in ihrer Konzeption, entsprechend den Merkmalen von Schlüsselkompe-

34 Als bekannte internationale Konzepte und Modelle gelten bspw. die *Key Competencies in Sustainability* (vgl. Wiek et al. 2011), die *Competences for Sustainable Development* (vgl. Martens et al. 2010) oder die *Sustainability Capabilities* (vgl. Thomas et al. 2013).

35 Das Kompetenzkonzept der Gestaltungskompetenz von de Haan ist nicht zu verwechseln mit dem Ansatz der Gestaltungskompetenz nach Rauner (vgl. Abschn. 2.3.3.2).

tenzen, als *bildungsbereichs-* und *fachübergreifend* deklariert. Trotz der zum Teil hohen Übereinstimmung mit den Teilkompetenzen der Gestaltungskompetenz werden sie durch die Einbeziehung von europäischen und lateinamerikanischen Experten und Expertinnen als global orientierte Weiterentwicklung der Gestaltungskompetenz gewertet (vgl. Rieckmann & Schank 2016, S. 72). Die ebenfalls untersuchte Bedeutungszuschreibung der Kompetenzen verdeutlicht, dass für den Umgang mit globalen Herausforderungen Kompetenzen zum vernetzten Denken und Umgang mit Komplexität, Kompetenzen zum vorausschauenden Denken und Kompetenzen zum kritischen Denken als besonders relevant eingestuft werden (vgl. Rieckmann 2011b, S. 55).

**Schlüsselkompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung**

1. Kompetenz zur Ambiguitäts- und Frustrationstoleranz
2. Bewertungskompetenz
3. Kompetenz zu Empathie und Perspektivenwechsel
4. Kompetenz zum gerechten und umweltverträglichen Handeln
5. Kompetenz zum interdisziplinären Arbeiten
6. Kompetenz für Kommunikation und Mediennutzung
7. Kompetenz zum kritischen Denken
8. Partizipationskompetenz
9. Kompetenz zur Planung und Umsetzung innovativer Projekte und Vorhaben
10. Kompetenz zum vernetzten Denken und Umgang mit Komplexität
11. Kompetenz zum vorausschauenden Denken
12. Kompetenz zur Zusammenarbeit in (heterogenen) Gruppen

**Abbildung 17:** Schlüsselkompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung der Weltgesellschaft (i. A. a. Rieckmann & Schank 2016, S. 72)

### Kompetenzen für eine nachhaltigkeitsorientierte berufliche Handlungsfähigkeit

So universal der Anspruch dieser Schlüsselkompetenzen sein mag, so tut sich gerade hier aufgrund der fach- und kontextübergreifenden Konzeption eine Diskrepanz in der Übertragbarkeit auf die berufliche Bildung und die zugehörigen Bezugswissenschaften auf. Wie im vorherigen Abschnitt ausgeführt, fußt das berufspädagogische und -wissenschaftliche Kompetenzverständnis geradezu auf ebenjener konkreten arbeits-, fach- und kontextbezogenen Ausrichtung des Kompetenzbegriffs. Entsprechend ist berufliche Kompetenz ohne die Wechselbeziehung zwischen der Fachkraft und den domänenbezogenen Repräsentationen sowie den betrieblichen und gesellschaftlichen Anforderungen bzw. Bedingungen kaum denkbar.

Begreift man kompetentes und nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln nicht als Resultat rein kognitionspsychologischer Prozesse, sondern ebenfalls als ein Ergebnis der erfolgreichen Konfrontation mit Problemsituationen und Arbeitsaufgaben in der Arbeitswelt selbst, so wird die interdependente Beziehung zwischen Fachkraft, Arbeitsprozess und Betrieb zu einem geradezu konstitutiven Bezugspunkt für die Identifikation von Kompetenzen für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit. Die dargelegten Schlüsselkompetenzen bilden sicherlich auf abstrakter Ebene bedeutsame Reflexionsbezüge für die Kompetenzentwicklung, vernachlässigen aber die profilgebende Qualität der Arbeitszusammenhänge aus den real-betrieblichen Situationen, in denen die Kompetenzen situiert und kontextbezogen in den Betrieben mobilisiert

werden. Kaum einer wird bestreiten, dass die Kompetenz zum vorausschauenden Denken oder eine Partizipationskompetenz eine prädiktive Kraft für die Etablierung einer nachhaltigen Entwicklung aufweist, nur geben diese Kompetenzen ohne Kontext- und Domänenbezug keinen Aufschluss darüber, wie diese tatsächlich in einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit zum Tragen kommen. Gerade für die Ausgestaltung einer BBNE, die auf die Entfaltung von Kompetenzen entlang von Arbeits- und Geschäftsprozessen und konkreten Handlungssituationen abzielt, ist die Notwendigkeit konkreter Bezüge zur beruflichen Wirklichkeit jedoch evident.

Kuhlmeier und Vollmer (vgl. 2018, S. 142 f.) führen zur Charakterisierung einer *nachhaltigkeitsorientierten Handlungskompetenz* fünf allgemeinberufliche Kompetenzen an, die im Rahmen einer BBNE entsprechend zu fördern sind und die Bezüge zur Arbeitswelt aufgreifen:

- Soziale, ökologische und ökonomische Aspekte der Berufsarbeit mit ihren Wechselbezügen, Widersprüchen und Dilemmata zu prüfen und zu beurteilen
- Lokale, regionale und globale Auswirkungen der hergestellten Produkte und erbrachten Dienstleistungen zu erkennen und bei der Arbeit verantwortungsvoll zu berücksichtigen
- Die kurz-, mittel- und längerfristigen Folgen der Produkterstellung und der Dienstleistungserbringung im Sinne einer nachhaltigen Zukunftsgestaltung einzubeziehen
- Materialien und Energien in der Berufsarbeit unter den Gesichtspunkten Suffizienz (Notwendigkeit), Effizienz (Wirkungsgrad) und Konsistenz (Naturverträglichkeit) zu nutzen
- Liefer- und Prozessketten sowie Produktlebenszyklen bei der Herstellung von Produkten und der Erbringung von Dienstleistungen einzubeziehen

Mit der Ausrichtung der Kompetenzen besteht der Anspruch, über eine reine Handlungsfähigkeit für den Einsatz nachhaltiger Technologien oder Verfahren hinauszugehen und Fachkräfte ebenso darin zu befähigen, über die Folgen ihres Handelns in der Arbeitswelt zu reflektieren. Entsprechend hat in dieser Konzeption die Förderung nachhaltigkeitsbezogener *Reflexionsfähigkeit* als Teil der Handlungskompetenz einen hohen Stellenwert. Damit soll es Lernenden und Fachkräften ermöglicht werden, ihr Handeln in den Kontext gesellschaftlicher und ökologischer Wechselwirkungen einzuordnen und eine positive Berufsidentität aufzubauen, die im Einklang mit dem normativ-philanthropischen Leitbild der nachhaltigen Entwicklung steht (vgl. ebd.).

Ein weiterer Ansatz zur Modellierung nachhaltigkeitsorientierter Kompetenzen zur Mitgestaltung der Arbeitswelt findet sich im *„Entwurf für einen Orientierungsrahmen Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung“* (vgl. Hahne & Kutt 2004, S. 4 f.). In der Konzeption wird zwischen *nachhaltigkeitsrelevanten Kernkompetenzen* sowie *berufs- bzw. domänenspezifischen Kompetenzen* unterschieden, die beide gleichermaßen für ein nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln als erforderlich erachtet werden. Nachhaltigkeitsrelevante Kernkompetenzen gelten als berufsfeldübergreifend bzw. allgemeinberuflich und sollen in gewisser Weise den Kern eines nachhaltigen Denkens

und Handelns in der Arbeitswelt abbilden (ebd., S. 3). Als zentrale berufsübergreifende Kernkompetenzen werden folgende Kompetenzen vorgeschlagen (ebd., S. 4):

- Systemisches, vernetztes Denken; Verfügbarkeit über berufsübergreifendes Wissen und seine Anwendung in konkreten Situationen
- Fähigkeit im Umgang mit Komplexität, die prinzipiell durch das Zusammenwirken ökonomischer, ökologischer und soziokultureller Komponenten bei nachhaltigkeitsbezogenem Verhalten besteht
- Verstehen kreislaufwirtschaftlicher Strukturen und Lebenszyklen
- Soziale Sensibilität, interkulturelle Kompetenz und Bereitschaft zu globaler Perspektive individuellen Handelns
- Kommunikations- und Beratungskompetenz zur Gestaltung von Netzwerken sowie Fähigkeit zum konstruktiven Umgang mit Konflikten und „scheinbaren" Widersprüchen
- Wertorientierungen im Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung wie Wirtschaftsethik, Solidarität, Toleranz, Verantwortungsbewusstsein

Nachhaltigkeitsorientierte domänenspezifische Kompetenzen beziehen sich hingegen auf konkrete und praktische Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse, die für ein nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln in der beruflichen Domäne erforderlich sind (vgl. Hahne 2007, S. 4). Durch die Domänengebundenheit lassen sich diese nicht ohne Weiteres aus allgemeinen Anforderungen ableiten, sondern sind ebenso wie nach dem arbeitsprozessbezogenen Kompetenzverständnis (vgl. Abschn. 3.2.2) individuell zu erschließen.

Eine besondere Herausforderung bei der Rekonstruktion von beruflichen Kompetenzen ist die relative Unschärfe der zu untersuchenden Domäne. Sie führt hypothetisch zugunsten der Repräsentativität und zu Lasten der Handhabbarkeit zu einer kaum überschaubaren Anzahl performativer Handlungen, die in unterschiedlichen Sektoren, Branchen, Unternehmen und Handlungsfeldern untersucht werden müssten. Entsprechend ist ein Kompromiss erforderlich, der sowohl dem Anspruch ausreichender Repräsentativität hinsichtlich der zu untersuchenden Arbeitsprozesse und -aufgaben gerecht wird als auch dem Anspruch von Überschaubarkeit bzw. Handhabbarkeit nachkommt (vgl. Schlömer 2009, S. 21 f.).

### 3.2.4 Entitäten nachhaltigkeitsorientierter Kompetenz und Performanz

Trotz der Heterogenität der vorgestellten Kompetenzansätze wird deutlich, dass berufliche Handlungsfähigkeit Kompetenzen voraussetzt, die in der individuellen Tiefenstruktur der Fachkräfte verankert sind. Weitestgehender Konsens besteht in der Annahme hinsichtlich der *Mehrdimensionalität* des Kompetenzkonstrukts, das neben kognitiven und motivationalen Merkmalen ebenso psychomotorische, soziale und volitionale Merkmale umfasst. Sie gelten als Bestandteile einer jeden Kompetenz und tragen gemeinsam dazu bei, dass Fachkräfte über eine Handlungsfähigkeit verfügen, die bei einer ausreichenden Bereitschaft mobilisiert werden kann, um ein beabsichtigtes Ziel oder etwas Wünschenswertes erfolgreich in ein adäquates Ergebnis zu überfüh-

ren (vgl. Weinert 2001, S. 27; vgl. Sloane & Dilger 2005, S. 5 ff.; vgl. Brand et al. 2005, S. 4; vgl. Gnahs 2010, S. 21; vgl. Becker 2010, S. 55 f.; vgl. Rickmann 2013, S. 11).

### Innere und äußere Dimension beruflicher Kompetenz

Kompetenz als Personenmerkmal ist nicht zwangsläufig unmittelbar beobachtbar oder messbar. So kann eine Person zwar über Kompetenzen verfügen, ist aber ggf. nicht bereit, diese in bestimmten Situationen zu mobilisieren, weil bspw. individuelle Handlungswiderstände die Handlungsbereitschaft sinken lassen, was aber nicht bedeutet, dass die Person nicht über die erforderlichen Kompetenzen verfügt. Chomsky (vgl. 1981) differenziert für dieses Spannungsverhältnis zwischen Kompetenz und Performanz (vgl. Abschn. 3.2.1).[36] Trotz dieses Spannungsverhältnisses bildet die Paarung zugleich aber auch ein interdependentes Gefüge zwischen dem, was *mobilisiert werden kann*, und dem, was *tatsächlich mobilisiert wird*, weshalb sich dieses Gefüge auch als *innere* und *äußere Dimension* von Kompetenz begreifen lässt. Während die innere Dimension beruflicher Kompetenz entsprechend auch im „inneren" der Person verortet ist, zeigt sich die äußere Dimension bzw. „veräußerte Dimension" von Kompetenz in gewisser Weise in der Performanz (vgl. Becker 2010, S. 56). Die äußere Dimension ist allerdings nicht ausschließlich durch die von der Fachkraft mobilisierten Personenmerkmale gekennzeichnet, sondern ebenso durch die Handlungsspielräume, Anforderungen und Zuständigkeiten, die die Handlung in der Domäne und im Betrieb maßgeblich beeinflussen.

Komponenten bzw. Entitäten wie *Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten, Einstellungen, Werte, Interessen* und *Motive* sind typische Personenmerkmale, die der inneren Dimension von Kompetenz zugeordnet werden, wobei Kompetenz selbst als Personenmerkmal begriffen werden kann, das sich aus den genannten Entitäten zusammensetzt. Sie lassen sich auch als intrapersonale Merkmale verstehen, die in Kombination die Disposition der Fachkräfte charakterisieren (vgl. Hanft & Müskens 2002, S. 14). Die äußere Dimension wird durch das explizite *Wissen*, das *Können*, das *Wollen* und das zuständigkeitsbezogene *Dürfen* gebildet, die sich gemeinsam in der performativen *Handlung* in der Arbeitswelt manifestieren (vgl. Becker 2010, S. 55 f.). Empirische Zugänge sind gemeinhin nur über die äußere Dimension gegeben, während die innere Dimension von Kompetenz nur indirekt über die äußere Dimension erfasst und rekonstruiert werden kann. Franke hebt in diesem Kontext hervor, dass hohe Performanz ein Indikator für eine hohe Kompetenz ist (vgl. Franke 2005, S. 36). Gleichwohl ist anzuführen, dass mit diesem Transfergedanken aber auch Hemmnisse verbunden sind, da im Umkehrschluss fehlende beobachtbare Performanz aus den oben genannten Gründen nicht zwangsläufig auf eine tatsächlich fehlende Kompetenz hinweist.

### Modellkomponenten umweltpsychologischer Modellierungen

Etablierte umweltpsychologische Modelle zur Erklärung umweltbewussten und nachhaltigen Handelns sind zwar in ihrer Konzeption nicht explizit auf die berufliche Reali-

36 Nach Chomsky (vgl. 1981, S. 6) werden Kompetenzen erst in der Performanz, also der eigentlichen Ausübung oder Ausführung sichtbar.

tät abgestimmt, weisen aber ebenfalls Entitäten auf, die sich einer inneren und einer äußeren Dimension zuordnen lassen und zum Teil eine hohe Übereinstimmung zu denjenigen aufweisen, die für berufliche Handlungen als relevant erachtet werden. Das *integrative Einflussschema umweltbewussten Handelns* von Fietkau und Kessel (1981, S. 10 f.) wurde in den 1970er-Jahren konzipiert. Es wird insbesondere in der umweltpsychologischen Praxisarbeit angewendet, obgleich es in zahlreichen anderen Disziplinen rezipiert und eingesetzt wird (vgl. Hellbrück & Kals 2012, S. 105). Das Erklärungsmodell verbindet Ansätze aus der umweltpsychologischen Modell- und Interventionsforschung und dient der systematischen Erklärung umweltbezogenen Verhaltens. Der Modellaufbau besteht in erster Linie aus *dispositiven Variablen* (umweltbezogene Einstellungen und Werte sowie umweltrelevantes Wissen) und *externen Bedingungen* (Handlungsanreize, Verhaltensangebote und wahrgenommene/s Verhalten/Konsequenzen). Über Wirkmechanismen werden kausale Zusammenhänge zwischen den Determinanten bzw. Modellvariablen abgebildet. Über das Zusammenwirken aller Modellvariablen wird die Aktivierung eines umweltbewussten Handelns als wahrscheinlich angenommen. Gleichzeitig dienen die Modellvariablen als *Ansatzpunkte zur Veränderung des Umweltbewusstseins*, um darüber hinaus umweltschützendes Verhalten aktiv zu fördern (vgl. Fietkau & Kessel 1981, S. 10 f.).

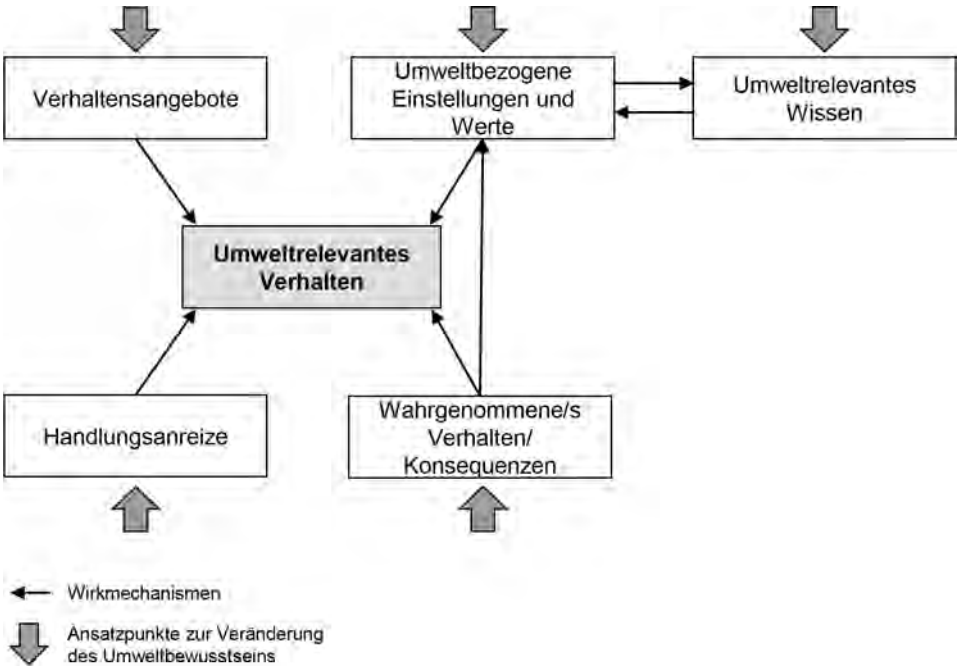



**Abbildung 18:** Einflussschema für umweltbewusstes Handeln (Fietkau & Kessel 1981, S. 10)

Trotz aller Popularität des Erklärungsmodells bestehen in der umweltpsychologischen Forschung mittlerweile eine Reihe weiterer Ansätze und Faktoren zur Beschreibung des Umwelthandelns. Diese finden sich u. a. im ausgestellten *Erklärungsmodell umwelt-*

*gerechten Handelns* von Matthies (vgl. 2005, S. 71 ff.) und im darauf aufbauenden *psychologischen Modell zur Erklärung nachhaltigen Handelns* von Hamann, Baumann und Löschinger (vgl. 2016, S. 20) wieder. Zwar unterliegen die beiden Modelle keiner wissenschaftlichen Gesamtmodellprüfung, einzelne Modellkomponenten resultieren jedoch aus bereits validierten Modellen (vgl. ebd. S. 19; vgl. Matthies 2005, S. 71; vgl. Hamann et al. 2016, S. 19). Zu den zentralen Modellkomponenten zählen:

- **Kosten-Nutzen-Erwartungen**
  (antizipierte positive und negative Handlungsfolgen),
- **Soziale/subjektive Normen**
  (wahrgenommene Erwartungen von relevanten Personen),
- **Persönliche ökologische Normen**
  (gefühlte Verpflichtung zum umweltschonenden Handeln),
- **Problemwahrnehmung**
  (Bewusstsein/Wissen, dass die natürlichen Lebensgrundlagen gefährdet sind),
- **Wahrgenommene Handlungskonsequenzen**
  (Bewusstheit, dass das Verhalten der eigenen Person für die Umweltgefährdung und deren Abwendung Relevanz besitzt),
- **Wahrgenommener Verhaltensspielraum**
  (wahrgenommene subjektive/objektive Verhaltensmöglichkeiten),
- **Verhaltensgewohnheiten**
  (zeitlich erworbenes zuträgliches oder schädigendes Verhaltensskript).

### Innere und äußere Entitäten nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handelns

Die Modellkomponenten beider umweltpsychologischen Ansätze weisen eine hohe Anschlussfähigkeit zu den unterschiedlichen personenbezogenen und zuständigkeitsbezogenen Entitäten beruflicher Kompetenz auf, wenngleich die eigenständige Qualität des Könnens in den umweltpsychologischen Modellen eher vernachlässigt wird. Somit erscheinen die eingangs genannten Entitäten der inneren und äußeren Dimension beruflicher Kompetenz zur Erschließung des Spezifikums des nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns ebenfalls aus umweltpsychologischer Perspektive weitestgehend plausibel.

Die ausschließliche Beobachtung performativer Handlung kann aber auch dazu führen, dass „weiße Flecken" in der Erarbeitung eines Gesamtbildes nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit entstehen. Bspw. können Fachkräfte motiviert sein, nachhaltigkeitsorientiert zu handeln, finden aber im beobachteten *Arbeitsprozess X* selbst keine Handlungsspielräume vor, während jedoch in einem nicht empirisch erfassten *Arbeitsprozess Y* die Handlungsspielräume sehr wohl vorliegen und auch durch die Fachkräfte im Rahmen der Zuständigkeiten beansprucht werden, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte zu erzielen. Entsprechend kann u. a. die gezielte Untersuchung der Motivation der Fachkräfte oder der gestaltbaren Handlungsspielräume weitere Aufschlüsse über das potenzielle Zustandekommen oder über die potenziellen Hemmnisse einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit liefern. Deshalb wird die Erschließung des Forschungsgegenstands zusätzlich über die differenzierte Untersuchung der einzelnen Entitäten der äußeren Dimension beruflicher Kompetenz beabsichtigt.

Dazu werden die genannten Entitäten des Wissens, Könnens, Wollens und Dürfens nachfolgend inhaltlich konkretisiert.

#### 3.2.4.1 Wissen – Kenntnisse für die Arbeits- und Lebenswelt

Ebenso wie der Terminus „Nachhaltigkeit" gilt der Begriff „Wissen" als inter- und transdisziplinär verwendeter Komplexbegriff. *Wissen* kann als ein bestimmtes Handlungsvermögen aufgefasst werden, das auf Basis von Kenntnissen etwas bewirken oder in Gang setzen kann (vgl. Adolf & Stehr 2015, S. 32). Während Wissen als die dauerhaft verfügbare und wiedergebbare Form von Informationen zu begreifen ist, sind reine *Kenntnisse* nicht zwangsläufig verstehensbedürftig (vgl. Becker 2010, S. 55 ff.). Im Kontext der Facharbeit lässt sich Wissen als eine Entität begreifen, die in der Handlung selbst inkorporiert ist

> „als Antizipation des Handlungsziels, als bewusste oder unbewusste Anwendung von Regeln, als mitlaufende Beurteilung des eigenen Handelns bis hin zu Ahnungen und nichtbewusstseinspflichtigen Elementen […]" (Fischer 2002a, S. 58).

In dieser Vorstellung wird die Beziehung zwischen Wissen und Handeln nicht konsekutiv in dem Sinne verstanden, dass Handeln ausschließlich durch die mentale Vorwegnahme des angestrebten Handlungsziels erfolgt, sondern Handeln und Wissen in einer reziproken Beziehung stehen. Wissen fungiert entsprechend als eine Art „Handlungsfolie", determiniert aber nicht sämtliche Entitäten des Handelns (ebd., S. 59).

Mit Blick auf das nachhaltigkeitsorientierte berufliche Handeln wurde in Abschnitt 3.1.6 herausgestellt, dass eine Reflexionsfähigkeit als bedeutsam erachtet wird, damit Fachkräfte ihr eigenes Handeln in gesellschaftliche und ökologische Zusammenhänge einordnen können (vgl. Kuhlmeier & Vollmer, S. 142 f.). Die Einordnung der eigenen Arbeit in den Kontext gesellschaftlicher und ökologischer Zusammenhänge kann aber nur dann funktionieren, wenn die Lernenden und die Fachkräfte zugleich auch über allgemeine Kenntnisse zu den gesellschaftlichen und ökologischen Zuständen verfügen, die es überhaupt erst zulassen, eine derartige Reflexion faktenbasiert vorzunehmen. Damit bildet sich einerseits ein *praktischer Bezug* von Wissen zur Bewältigung und Gestaltung beruflicher Situationen und Probleme ab, während andererseits ebenso eine Form des *abstrakten Wissens* bedeutsam ist, um berufliche Handlungen im Kontext nachhaltiger Entwicklungen und Herausforderungen überhaupt reflektieren zu können.

Aus abstrakt-nachhaltigkeitswissenschaftlicher Perspektive lässt sich Wissen als eine gesellschaftliche Ressource und damit als bedeutsamer Bestandteil der Hinterlassenschaft an nachfolgende Generationen begreifen (intergenerationelle Gerechtigkeit). Wissensstände werden somit zivilisatorisch vererbt, damit die nachfolgenden Generationen dieses Wissen nutzen können, um ihre Bedürfnisse funktionell gleichwertig zu befriedigen. Wissen ist gleichzeitig ebenso eine zu kultivierende Determinante, um fundierte wissenschaftliche, technologische, politische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Entscheidungen treffen zu können, die zur operativen bzw. praktischen Realisierung der großen Transformation und einer Green Economy erforderlich

sind (vgl. Grundwald & Kopfmüller 2012, S. 205). Für eine nachhaltige Entwicklung ist bestehendes und gesichertes Wissen von Relevanz, um die historische Entwicklung einer nicht nachhaltigen Entwicklung zu verstehen und gegenwärtige Handlungs- und Problemfelder beschreiben zu können. Transformationsbezogene Wissensbestände sind zu generieren, um alternative Entwicklungspfade wissenschaftlich fundiert aufzeigen zu können, womit das generierte Wissen zugleich eine prospektive Dimension aufweist (vgl. ebd.).

Praktisch verrichtete Facharbeit bezieht sich hingegen zunächst vorrangig auf einen *konkret-praktischen* Gegenstandsbereich in Form von Arbeitsprozessen in realbetrieblichen Situationen und Kontexten (vgl. Fischer 2002a, S. 61). Um in diesen kompetent handeln zu können, wird inkorporiertes *Arbeitsprozesswissen* vorausgesetzt (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 110 f.). Fischer (2002a, S. 61) kommt auf der Grundlage empirischer Forschung zu dem Ergebnis, dass Arbeitsprozesswissen

- im Arbeitsprozess *unmittelbar benötigt* wird (im Unterschied z. B. zu einem fachsystematisch strukturierten Wissen);
- meist im Arbeitsprozess *selbst erworben* wird, z. B. durch Erfahrungslernen, es kann aber auch die Verwendung fachtheoretischer Kenntnisse beinhalten;
- einen *vollständigen Arbeitsprozess* im Sinne der Planung, Durchführung und Bewertung der eigenen Arbeit im Kontext betrieblicher Abläufe umfasst.

Rauner schlägt für die analytische Differenzierung des Arbeitsprozesswissens zudem unterschiedliche Wissenstypen in Anlehnung an Hacker und Volpert (vgl. 1992, S. 46 f.) vor. Arbeitsprozesswissen ist demnach das in der praktischen Berufsarbeit inkorporierte *handlungsleitende Wissen* (Know That), welches die Umsetzung einer Handlung bewusst oder unbewusst reguliert, das *handlungserklärende Wissen* (Know How), über das Fachkräfte zur Erklärung eines Arbeitsprozesses verfügen, und das *handlungsreflektierende Wissen* (Know Why), welches dazu befähigt, eine Abwägung zwischen alternativen Lösungsmöglichkeiten vorzunehmen und Aufgaben sowie deren Lösungen mit anderen Personen zu kommunizieren und zu reflektieren (vgl. Rauner 2011, S. 10; vgl. Rauner 2012, S. 15).

#### 3.2.4.2 Können – Fähigkeiten und Fertigkeiten der Könnerschaft

Können lässt sich als veranlagte Möglichkeit auffassen, durch die im Entscheidungshorizont der Fachkraft eine Leistung erbracht werden *kann* (vgl. Becker 2012, S. 6). Durch umgesetztes Können wird etwas zur Wirklichkeit, was zuvor nur potenziell als eine Möglichkeit in Form einer Idee, eines Ansatzes oder Ziels existiert hat. Können gilt deshalb auch als Entität beruflicher Kompetenz (äußere Dimension) mit eigenständiger Qualität (vgl. Becker 2015, S. 55; vgl. Becker & Spöttl 2015a, S. 5).

Es besteht ein unauflösbarerer Zusammenhang zwischen Wissen und Können, der zugleich aber auch eine kategoriale Disparität aufweist. So ist Wissen eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für Könnerschaft. Neuweg pointiert dies weiter mit den Worten *„Wir wissen mehr, als wir zu sagen wissen, jedenfalls dort, wo wir wirklich etwas können“* (2015, S. 37). Könnerschaft impliziert somit auch ein hohes Maß an

*implizitem Wissen*[37], das als spezifische Ausformung im unauflöslichen Zusammenhang mit dem Arbeitsprozesswissen steht (vgl. Fischer 2002a, S. 61) und in den Leistungen erfahrungsgeleiteter Facharbeit *generiert* und *angewendet* wird. Berufliches Können ist entsprechend nicht als alleiniges Resultat der Anwendung zuvor erlernten deklarativen und prozeduralen Wissens zu verstehen, sondern bezieht sich vielmehr auf einen arbeitsprozessorientierten und erfahrungsbasierten Wissenstypus (vgl. ebd., S. 55; Becker & Spöttl 2015b, S. 29). Können wird dementsprechend erst durch das performative Fachkräftehandeln innerhalb eines Arbeitsprozesses in der Domäne sichtbar (vgl. Becker 2015, S. 55). Die Professionalität der Könnerschaft ist dabei an ein bestimmtes Niveau von Wissens- und Könnensbeständen, aber ebenso auch an dispositive Faktoren wie Vertrauen oder Mut gebunden (vgl. Neuweg 2011, S. 33 ff.). Eine Fachkraft, die sich ihres Könnens und ihrer Fähigkeiten bewusst ist, hat somit zumeist auch ein Vertrauen in die eigenen Handlungen.

Handeln können einerseits und andererseits zu wissen, wie in einer individuellen Situation zu handeln ist, erfordert bestimmte Fähigkeiten. Sie gelten weithin als erworben und ermöglichen ein bewusstes und zielgerichtetes berufliches Handeln, das auch an unbekannte Situationen angepasst werden kann (vgl. Straka & Macke 2009a, S. 15). Routinierte und vollständig beherrschte Fähigkeiten lassen sich auch als Fertigkeiten bezeichnen. Sie werden mechanisch und zum Teil unbewusst eingesetzt (vgl. ebd.), wie bspw. für die Herstellung der Betriebsbereitschaft eines vertrauten technischen Systems zum Arbeitsbeginn. Fähigkeiten gelten damit als Voraussetzung für die Ausformung von Fertigkeiten. Erforderliche Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Bewältigung von Arbeitsprozessen sind dabei nicht durch rein kognitionspsychologische Prozesse erschließbar, sondern erfordern eine Auseinandersetzung mit den Gegebenheiten der externen Bedingungen (Arbeitsaufgaben, Problemstellungen, Anforderungen etc.), in denen diese Entitäten zum Einsatz kommen und zugleich immanent weiterentwickelt werden (vgl. Becker 2010, S. 55 ff.).

#### 3.2.4.3 Wollen – Bereitschaft und Motivation

Als weitere Entität kompetenten beruflichen Handelns zählt das kognitiv und affektiv ausgerichtete Konglomerat aus *Einstellungen*, *Werten*, *Normen, Interessen* und *Motiven*, das gemeinsam eine Handlungsbereitschaft formieren kann und in der äußeren Dimension von Kompetenz als *Wollen* feststellbar ist (vgl. Becker 2015, S. 56).

Das Handeln von Fachkräften wird demzufolge bis zu einem gewissen Grad von internalisierten Vorstellungen über etwas Wünschenswertes bzw. Erstrebenswertes organisiert, die in Verbindung mit gesellschaftlichen Leitideen und Wertvorstellungen stehen. Ebenfalls kann ein berufliches Handeln, das nicht mit den eigenen Einstellungen, Werten und Interessen harmoniert. die Arbeitsleistung stark schmälern. Eine nachhaltige Entwicklung, die entlang ihrer paradigmatischen Prinzipen tatsächlich erfolgt (vgl. Abschn. 2.1.1), führt nach Kutt (vgl. 2001, S. 51) zwangsläufig auch zu einem Paradigmenwechsel in der Lebens- und Arbeitswelt, indem nachhaltigkeitsrelevante

37 Als implizites Wissen kann ein Wissen verstanden werden, das nicht verbalisierbar ist oder noch nicht verbalisiert wurde (vgl. Polanyi 1985).

Werte wie *Gerechtigkeit, Solidarität, Toleranz, Respekt* oder *Erhaltung natürlicher Lebensgrundlagen* als allgemeine Maxime in der Wertgemeinschaft anerkannt werden und somit auch einen Einfluss auf das berufliche Handeln nehmen.

### Werte, Normen und Einstellungen

*Werte* sind nach Kluckhohn (vgl. 1951, S. 395) intersubjektive Konzeptionen von etwas Wünschenswertem. Sie sind somit allgemein anerkannte Zielvorstellungen, die innerhalb einer Wertegemeinschaft als wertvoll gelten. Es handelt sich dabei um implizite oder explizite Orientierungen, nach denen Personen oder soziale Gruppen ihr Verhalten und Handeln ausrichten und reflektieren. Werte beanspruchen damit eine soziokulturelle Basis, die unabhängig von einzelnen Akteuren und Akteurinnen besteht und eine systemstabilisierende und sozialintegrierende Funktion aufweist.

*Normen* lassen sich als gesellschaftlich zulässige und erwünschte Verhaltensweisen und Verhaltenserwartungen mit einer hohen Bedeutung für soziales Handeln auffassen und sind zumeist an konkrete Handlungsregeln gebunden (vgl. Scherr 2013, S. 271). Zur Aktivierung der *persönlichen Norm*, als erlebte persönliche Verpflichtung zum umweltschonenden Verhalten, gelten Problembewusstsein, Verantwortungsgefühl und Selbstwirksamkeit als bedeutsame Determinanten (vgl. Hamann et al. 2016, S. 24). *Soziale Normen* bestehen aus Regeln oder Standards, die von vielen Menschen innerhalb der Gesellschaft geteilt werden und das konkrete Miteinander formen. *Subjektive Normen* formen sich aus den antizipierten Annahmen über die Erwartungen von Personen, die für das soziale Leben der handelnden Person bedeutsam sind (ebd., S. 46; vgl. Matthies 2005, S. 71). Dazu zählen in der beruflichen Arbeitswelt neben den Arbeitskollegen und Arbeitskolleginnen insbesondere weisungsbefugte Personen. Damit können die antizipierten Annahmen über die Erwartungen ebenjener Gruppen, das nachhaltigkeitsorientierte berufliche Handeln tendenziell begünstigen oder aber auch konterkarieren.

*Einstellungen* lassen sich als latente hypothetische Konstrukte begreifen, die nicht unmittelbar beobachtet werden können. Sie umfassen subjektiv verankerte und höchst individuelle Bewertungen von Personen, sozialen Gruppen, Objekten oder Sachverhalten (vgl. Landwehr 2017, S. 49). Spezifische Einstellungen gegenüber nachhaltigkeitsrelevanten Themen im Unternehmen müssen dementsprechend nicht zwangsläufig mit nachhaltigkeitsrelevanten Werten korrelieren.

### Motivation und Volition

Mit einer relativ hohen zeitlichen Stabilität bezeichnen Werte das, was für eine Person relevant erscheint, Identifikation stiftet und sie zum Handeln motiviert (vgl. Hesebeck 2016, S. 41). Die *Motivation* dient dabei in erster Linie der Erklärung der Zielgerichtetheit des (beruflichen) Handelns und kann verstanden werden als „[…] *aktivierende Ausrichtung des momentanen Lebensvollzugs auf einen positiv bewerteten Zielzustand*" (Rheinberg & Vollmeyer 2012, S. 15). Motivation ist an die Frage nach dem *Warum* geknüpft und gibt darüber Auskunft, was Menschen zum Handeln oder eben zum bewussten Unterlassen *antreibt*. Motivation bezieht sich auf die Gesamtheit der in der *Warum-*

*Frage* mündenden Beweggründe (Motive, Wünsche, Absichten, Interessen, Ängste etc.), die die Handlungsbereitschaft der Fachkräfte beeinflussen.

Die Motivation zum Handeln wird in der Motivationstheorie auf zwei unterschiedliche *Motivationsquellen* zurückgeführt. Intrinsische Motivation ist an persönliche Interessen, Werthaltungen und das damit verbundene Selbstverständnis geknüpft. Die Bereitschaft zum Handeln erfolgt durch den inneren Antrieb der Person oder durch die empfundene Freude an einer Tätigkeit. Die Bereitschaft, die eigenen Kompetenzen zu mobilisieren, kann ebenfalls durch extrinsische Motivation erfolgen. Anreize sind materielle oder immaterielle Vorteile durch Belohnungen oder das Entgehen von Bestrafungen. Auch empfundene Erwartungshaltungen in einer sozialen Gruppe oder der Gesellschaft (z. B. intersubjektive Wertvorstellungen) können extrinsisch-motivationale Effekte auf das Handeln ausüben (vgl. Barbuto & Scholl 1998, S. 1012 ff.).

Die Motivation wird eng mit dem Konstrukt der *Volition* verbunden, weshalb sie häufig in der Kompetenzdebatte gemeinsam angeführt werden (vgl. Abschn. 3.2.1). Während Motivationstheorien versuchen zu erklären, wie Handlungsbereitschaft entsteht, wird mit der Theorie der Volition beabsichtigt zu ergründen, wie mit der bewussten Steuerung des Willens (Willensumsetzung/Willenskraft) eine Handlungsbereitschaft trotz möglicher Widrigkeiten in ein angestrebtes Ziel/Ergebnis überführt werden kann (vgl. Pelz 2017, S. 106).

Ohne an dieser Stelle eine ausführliche Diskussion des *Rubikonmodells der Handlungsphasen* vornehmen zu können, wird bereits anhand der zentralen Handlungsphasen des Modells deutlich, wie aus motivationspsychologischer Sicht Motivation und Volition in zeitlicher Dimension in einem Handlungsprozess zum Tragen kommen können, um eine Handlungsbereitschaft in ein Handlungsergebnis zu überführen (vgl. Gollwitzer 1990, S. 53 ff.; vgl. Heckhausen & Gollwitzer 1987, S. 101 ff.; vgl. Achtziger & Gollwitzer 2006, S. 278 ff.). In der *prädezisionalen Phase* (motivational) werden zu Beginn unterschiedliche Wünsche bzw. Bedürfnisse und die damit verbundenen Zielvorstellungen anhand des antizipierten Wertes (Anreiz) und der Erwartung (Erreichbarkeit) abgewogen und eine entsprechende Auswahl wird getroffen, womit eine Handlungsbereitschaft hergestellt wird (vgl. Achtziger & Gollwitzer 2006, S. 279). In der *präaktionalen Phase* (volitional) ist der Abwägungs- und Entscheidungsprozess durch verfestigte Absichten und das Erleben einer selbstverpflichtenden Entschlossenheit beendet. Es wird geplant, wie der Entschluss zur Erfüllung des ausgewählten Wunsches bzw. Bedürfnisses konkret umgesetzt werden kann (vgl. ebd., S. 280). In der *aktionalen Phase* (volitional) werden die geplanten Handlungen zielgerichtet ausgeführt (vgl. ebd.). Der gefasste Wille wird umgesetzt. In der *postaktionalen Phase* (motivational) werden die Handlungen und das Handlungsergebnis bewertet und es wird geprüft, inwieweit das gesetzte Ziel erreicht wurde (vgl. ebd., S. 281). Während dieses Bewertungs- bzw. Reflexionsprozesses kommen Gefühle wie Zufriedenheit, Stolz oder Enttäuschung als Teil der emotionalen Reaktion auf, die die Person wiederum zu neuen oder veränderten Handlungen motivieren kann.

#### 3.2.4.4 Dürfen – Handlungsspielräume und Partizipation

Die verantwortungsvolle Mit- und Ausgestaltung bestehender und zu erstreitender Handlungsspielräume sind ein zentraler Baustein im partizipativen Transformationsprozess für eine nachhaltige Entwicklung (vgl. Michelsen & Rieckmann 2014, S. 370). Insbesondere auf der externen bzw. betrieblich-institutionellen Ebene von Facharbeit akkumulieren zugewiesene Zuständigkeiten und Freiheitsgrade zu einem Möglichkeitshorizont. Die Option zur Mitgestaltung der Lebens- und Arbeitswelt innerhalb dieses Möglichkeitshorizontes lässt sich auch als *Dürfen* begreifen.

**Betriebliche Handlungsspielräume**

Handlungsspielräume in den Unternehmen sind nicht beliebig, sondern an die regelbehafteten Abläufe im Beschäftigungssystem und in der Unternehmensorganisation gebunden und folgen somit anderen Logiken und Restriktionen als die Handlungsspielräume in der privaten Lebenswelt (vgl. Schlömer 2009, S. 31). Für ein nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln sind demzufolge neben den dispositiven Voraussetzungen der Fachkräfte auch die institutionellen Voraussetzungen in Form von betrieblichen Handlungsspielräumen erforderlich, in denen nachhaltigkeitsorientierte Entscheidungen getroffen und Innovationen partizipativ eingebracht werden dürfen. Das Ausgestalten von Handlungsspielräumen erfolgt in den Unternehmen zumeist durch zugewiesene Handlungsbefugnisse, die an die Kompetenzen und Qualifikationen und an die Stellung und Funktion der Fachkraft gebunden sind.

Ulich (vgl. 2011, S. 187) systematisiert in seinem Ansatz drei unterschiedliche „Spielräume", die konzeptionell unter dem Konstrukt des *Tätigkeitsspielraums* subsumiert werden. Der *Handlungsspielraum* umfasst die Summe der vorzufindenden Freiheitsgrade in der Arbeit für ein aufgabenbezogenes Handeln (Flexibilität). Die Freiheitsgrade beziehen sich bspw. auf die Auswahl des Arbeitsverfahrens, der Arbeitsmittel und der zeitlichen Organisation von Aufgabenbestandteilen. Der *Gestaltungsspielraum* als weiterer Spielraum schafft Möglichkeiten zur selbstständigen Gestaltung und Strukturierung der Vorgehensweise und eröffnet der Fachkraft eine Variabilität in der Umsetzung von Teilhandlungen. Der *Entscheidungsspielraum* ist nach Ulich durch das Ausmaß der Freiheitsgrade bzw. der Autonomie bestimmt, die ein Festlegen und Abgrenzen von Aufgaben ermöglichen (vgl. ebd.).

Dadurch, dass im Rahmen der Berufsbildung und -forschung *berufliche Handlungen* einen zentralen Gegenstand darstellen und demzufolge die Freiheitgrade bzw. Handlungsmöglichkeiten der Fachkräfte zumeist terminologisch auch über den Begriff des *Handlungsspielraumes* beschrieben werden, wird auch der Begriff des *Handlungsspielraumes* in der vorliegenden Arbeit verwendet. Gleichwohl umfasst das der Arbeit zugrunde gelegte Begriffsverständnis zum zu untersuchenden Handlungsspielraum mehr als eine gewisse Flexibilität in den Handlungen. Es umfasst ebenso Freiheitsgrade zur variablen Gestaltung sowie Strukturierung von Arbeitsprozessen, lässt ein eigenständiges Treffen von Entscheidungen innerhalb personenbezogener und struktureller Rahmenbedingungen zu und vereint die von Ulich unterschiedenen Spielräume.

### Betriebliche Partizipation

Der Begriff *Partizipation* umfasst die *Teilnahme* oder *Teilhabe* einer Person oder Personengruppe an Entscheidungsprozessen oder an Abläufen, die sich in übergeordneten Strukturen oder Organisationen vollziehen (vgl. Carigiet et al. 2003, S. 222; vgl. Schnurr 2001, S. 1330). Die Mitwirkung basiert auf klaren Vereinbarungen, die festlegen, wie Entscheidungen getroffen werden und wie weit das Recht auf Mitbestimmung reicht (vgl. Straßburger & Rieger 2014, S. 230). „Teilhabe" und „Teilnahme" umfassen neben der aktiven und passiven Ausprägung partizipativer Strukturen auch die reziproke Beziehung zwischen der Person und dem System bzw. der Organisation. Während bei der Teilnahme übergeordnete Systeme die Beteiligung bestimmen, umfasst die Teilhabe Prozesse, bei denen die Betroffenen unmittelbare Entscheidungen hinsichtlich ihrer Arbeits- und Lebenswelt selbst treffen können (vgl. Theunissen 2009, S. 93). Als Grundvoraussetzung partizipativer Vorgänge gilt das Vorhandensein von *Betroffenheit* (vgl. Hollihn 1978, S. 110). Dies impliziert eine emotionale und/oder rationale Verbindung zwischen einer Person oder einer Personengruppe und einem bestimmten Sachverhalt oder Zustand, welcher das motivationale Potenzial besitzt, eine Handlungsbereitschaft zu initiieren.

Partizipation kann auf unterschiedlichen Niveaus bzw. Partizipationsstufen erfolgen, die häufig in Form hierarchischer Stufenmodelle abgebildet werden. Dazu zählen bspw. die Partizipationsmodelle von Arnstein (vgl. 1969), Arbter (vgl. 2008), Hollihn (vgl. 1969), Lüttringhaus (vgl. 2000) oder Straßburger & Rieger (vgl. 2014). Für die Untersuchung der bestehenden Handlungsspielräume und Partizipationsstrukturen für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit wird in der vorliegenden Arbeit ein Stufenmodell herangezogen, welches die Beziehungsstrukturen zwischen institutioneller und subjektbezogener Ebene berücksichtigt. Die Stufen führen von Nicht-Partizipation über Vorstufen und Stufen von Partizipation bis hin zur Selbstorganisation (vgl. Wright et al. 2010, S. 42 ff.). Mit der Ausklammerung der Stufen der Nicht-Partizipation (Instrumentalisierung, Anweisung) und der Selbstorganisation (über Partizipation hinausgehend) besteht der konzeptionelle Kern des Modells mit hierarchisch abnehmender Intensität der Einflussnahme aus den Stufen:

- Entscheidungsmacht
- Anteilige Übertragung von Entscheidungskompetenz
- Mitbestimmung

**Stufen der Partizipation**

- Einbeziehung
- Anhörung
- Information

**Vorstufen der Partizipation**

Die Adaption des Stufenmodells auf die Arbeitswelt der Fachkräfte führt zu unterschiedlichen Partizipationsausformungen, die in den Unternehmen tendenziell vorgefunden werden können. Auf der Stufe der *Information* teilen die Entscheidungsträger:innen den Fachkräften unterschiedliche Fakten zu Problemen oder Handlungsmöglichkeiten mit und führen Erklärungen und Begründungen an. Mit der *Anhörung* interessieren sich die Entscheidungsträger:innen aktiv für die Meinungen und Sicht-

weisen der Fachkräfte. Sobald Fachkräfte von Entscheidungsträger:innen *einbezogen* werden, können sie zwar eine beratende Funktion einnehmen, haben aber noch keinen Einfluss auf den eigentlichen Entscheidungsprozess. Sofern den Fachkräften eine *Mitbestimmung* ermöglicht wird, halten die Entscheidungsträger:innen Rücksprachen mit den Fachkräften, um Maßnahmen gemeinsam abzustimmen. Dabei haben Fachkräfte keine alleinigen Entscheidungsbefugnisse, aber ein Mitspracherecht. Mit der *anteiligen Übertragung von Entscheidungskompetenz* können Fachkräfte unterschiedliche Aspekte einer Maßnahme selbst bestimmen. Die Verantwortung für die Maßnahme liegt jedoch weiterhin bei einer weisungsbefugten Person. Sobald die Fachkräfte alle wesentlichen Aspekte einer Maßnahme selbst bestimmen, verfügen sie über eine *Entscheidungsmacht*. Andere Akteure und Akteurinnen aus der mittleren oder leitenden Ebene des Unternehmens sind zwar weiterhin an wesentlichen Entscheidungen beteiligt, aber nicht als bestimmende, sondern vorrangig als begleitende oder unterstützende Instanz (vgl. Wright et al. 2010, S. 35 ff.; vgl. Bethmann et al. 2019, S. 3).

## 3.3 Forschungsrelevantes Berufsbild Industriemechaniker:in

Nach der deskriptiv-analytischen Annäherung an den Gegenstandsbereich des nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns erfolgen abschließend die Einordnung und strukturelle Darstellung des forschungsrelevanten Berufsbildes Industriemechaniker:in (vgl. Abschn. 3.1.1). Daran anknüpfend wird die Auswahl des Berufsbildes begründet (vgl. Abschn. 3.3.2).

### 3.3.1 Einordnung und Struktur des Ausbildungsberufs

Der Ausbildungsberuf Industriemechaniker:in ist gemäß § 4 Abs. 1 des Berufsbildungsgesetzes in Deutschland ein staatlich anerkannter Ausbildungsberuf (vgl. BIBB 2018, S. 11). Als repräsentativer Vertreter der industriellen Metallberufe lässt sich der Ausbildungsberuf dem Berufsfeld *Metalltechnik* zuordnen (vgl. Pahl 2001, S. 65 f.). Industrielle Metallberufe sind für den Aufbau, die Aufrechterhaltung und Optimierung industriell organisierter Produktions- und Unterstützungsprozesse im produktionsnahen Umfeld zuständig. Damit zählt das primäre Arbeitsumfeld der industriellen Metallberufe mit zu den am stärksten von einer nachhaltigen Entwicklung betroffenen Organisationsbereichen in den produzierenden Unternehmen (vgl. Schaltegger et al. 2012, S. 31). Tabelle 4 gibt einen Überblick über die fünf Berufsbilder der Berufsgruppe der industriellen Metallberufe.

**Tabelle 4:** Handlungsfelder und Einsatzgebiete von industriellen Metallberufen (i. A. a. Spöttl et al. 2016, S. 136)

| Industrielle Metallberufe | Berufliche Handlungsfelder und Einsatzgebiete |
|---|---|
| Anlagenmechaniker:in | Herstellen, Erweitern, Umbauen, Instandhalten von Anlagen im Bereich des Anlagen-, Apparate- und Behälterbaus, der Prozessindustrie, der Versorgungstechnik sowie der Lüftungstechnik |
| Industriemechaniker:in | Herstellen, Montieren, Instandhalten, Automatisieren von technischen Systemen des Feingerätebaus, Maschinen- und Anlagenbaus und der Produktionstechnik |
| Konstruktionsmechaniker:in | Fertigen, Montieren und Demontieren von Stahlbauteilen, Metallkonstruktionen und Ausrüstungen im Feinblechbau, Schiffbau oder Stahl- und Metallbau |
| Werkzeugmechaniker:in | Herstellen, Inbetriebnehmen und Instandhalten von Werkzeugen der Formentechnik, Instrumententechnik, Stanztechnik und Vor-richtungstechnik |
| Zerspanungsmechaniker:in | Planen und Herstellen von Bauteilen und Baugruppen der Einzel- und Serienfertigung mit spanabhebenden Verfahren sowie Programmieren und Qualitätssicherung des Fertigungsablaufs |

Die Ausbildungsdauer beträgt dreieinhalb Jahre und wird in vier Lehrjahre gestaffelt. Genealogisch entstand der Ausbildungsberuf im Jahr 1987 mit der *Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen* (vgl. BGBl 1987, S. 274). Zu den Vorgängerberufen des Berufsbildes Industriemechaniker:in zählen vorrangig die Ausbildungsberufe Maschinenschlosser:in und Betriebsschlosser:in. Der Ausbildungsberuf Industriemechaniker:in ist ein Monoberuf, der seit dem Jahr 2004 nicht mehr in Fachrichtungen, sondern in betrieblichen Einsatzgebieten ausgebildet wird. Zu den betrieblichen Einsatzgebieten zählen *Instandhaltung, Feingerätebau, Maschinen- und Anlagenbau* und *Produktionstechnik*. Die Einsatzgebiete orientieren sich an vorherrschenden Geschäftsfeldern und repräsentieren sowohl die Vielfalt beruflicher Einsatzfelder in unterschiedlichen Branchen und Betrieben als auch die dazugehörige fachliche Breite (vgl. Schwarz & Bretschneider 2014, S. 5).

Industriemechaniker:innen werden in nahezu allen Branchen des verarbeitenden Gewerbes eingesetzt. Die Ausbildung ist mit 41.580 Auszubildenden im Jahr 2020 der mit Abstand meistgewählte metalltechnische Ausbildungsberuf in Deutschland (vgl. DIHK 2021, S. 2 ff.) und wird von knapp 98 % aller Auszubildenden erfolgreich absolviert (ebd., S. 1). Der Beruf ist nach wie vor stark männlich dominiert. So lag der Anteil der Neuabschlüsse durch Frauen im Jahr 2018 bei gerade einmal knapp 6 % (ebd.). In der Rangliste der meistgewählten Ausbildungsberufe nach Neuabschlüssen belegt der Ausbildungsberuf im Jahr 2018 mit ca. 12.960 Auszubildenden den elften Platz (vgl. BIBB 2019a, S. 1). Folgt man den Ausführungen der KMK, so stellen Industriemechaniker:innen Bauteile und Baugruppen für Maschinen, Produktionsanlagen oder an-

dere technische Systeme[38] her, richten diese ein und setzen zugehörige Automatisierungs- und Vernetzungskonzepte oder Modifizierungen um. Sie überwachen und optimieren zudem Produktionsprozesse und übernehmen zugehörige Reparatur- und Wartungsaufgaben im Rahmen der betrieblichen Instandhaltung (vgl. KMK 2018b, S. 6).

### 3.3.2 Begründungen zur Auswahl des Berufsbildes

Durch die hohe Verbreitung des Berufsbildes in nahezu allen Branchen des verarbeitenden Gewerbes und des breit aufgestellten Berufsprofils nehmen Industriemechaniker:innen eine *repräsentative Stellung* unter den industriellen Metallberufen ein. Dass der Beruf der mit Abstand meistgewählte metalltechnische Ausbildungsberuf in Deutschland ist (vgl. DIHK 2021, S. 2 ff.), kann zudem als Indiz dafür gewertet werden, dass eine hohe Nachfrage nach den Qualifikationen der Industriemechaniker:innen in den Unternehmen besteht.

Die Produktion und die dazugehörigen Teilprozesse gelten mit dem betrieblichen CSR-Management mit als am stärksten von einer nachhaltigen Entwicklung betroffen (vgl. Schaltegger et al. 2012, S. 31). Technologiegetriebene Ressourceneinsparpotenziale bestehen dabei sowohl bei branchenspezifischen technischen Systemen als auch bei branchenübergreifenden Querschnittstechnologien (vgl. Seidl 2017, S. 277). Sie lassen sich als tendenzielle *nachhaltigkeitsgeprägte Arbeitsgegenstände* verstehen, die in ihrer Vielfalt voraussichtlich insbesondere in den Handlungsfeldern der Industriemechaniker:innen vorzufinden sind.

Durch die vielfältigen Arbeitsgegenstände und -aufgaben der Industriemechaniker:innen und die sich teils überschneidenden Ausbildungs- und Lerninhalte der Ordnungsmittel der industriellen Metallberufe (Kernqualifikationen) besteht die Annahme einer partiellen *Übertragbarkeit* und *Verwertbarkeit* spezifischer Forschungsergebnisse und Erkenntnisse auf bzw. für weitere industrielle Metallberufe.

Von dem Untersuchungsdurchführenden kann zudem durch die eigene akademische Ausbildung auf Wissen aus der korrespondierenden *Bezugswissenschaft* (Maschinenbau) zurückgegriffen werden (vgl. Pahl 2001, S. 75), um auf Basis des eigenen Qualifikationshintergrunds Fachgespräche mit ausreichender Tiefenschärfe zu führen (vgl. Rauner 1998, S. 23) und Wirkzusammenhänge nachhaltiger Ansätze aus technischer, institutioneller und organisationaler Perspektive nachzuvollziehen.

Mit der Untersuchung besteht das praxis- und verwertungsorientierte Gestaltungsinteresse zur Generierung empirisch abgesicherter Impulse für die Verankerung und Ausgestaltung einer BBNE für die industriellen Metallberufe. Die Verbreitung und die hohen Ausbildungszahlen des Ausbildungsberufs implizieren dabei eine hohe *potenzielle Wirkreichweite* der Forschungsergebnisse innerhalb der Berufsgruppe der industriellen Metallberufe.

38 Technische Systeme umfassen alle Gebilde, die eine geschlossene Funktion erfüllen und durch Ein- und Ausgabegrößen (Energie, Materie, Information) mit der Umwelt wechselwirken. Die in den beruflichen Arbeitsaufgaben genannten technischen Systeme sind in erster Linie, wenn auch nicht ausschließlich, als Sachsysteme zu verstehen, zu denen Produkte, Maschinen, Produktionsanlagen u. Ä. zählen. Sachsysteme sind ähnlich den Repräsentationen der Domäne nicht zwangsläufig materiell, sondern umfassen ebenso abstrakte Materialisationen wie Steuerungen oder Software (vgl. Ropohl 2009, S. 117 ff.).

Die Auswahl des untersuchungsrelevanten Berufsbildes begründet sich demnach durch die

- *Repräsentativität* für die industriellen Metallberufe,
- tendenziell *nachhaltigkeitsgeprägten Arbeitsgegenstände* in der Domäne,
- *Übertragbarkeit* und *Verwertbarkeit* der Ergebnisse auf bzw. für weitere Berufsbilder durch das breite Berufsprofil,
- *Wirkreichweite* der Ergebnisse und Erkenntnisse durch einen weit verbreiteten Ausbildungsberuf und
- die *Qualifikation* des Forschenden in der dazugehörigen Bezugswissenschaft.

## 3.4 Forschungsleitende Schlussfolgerungen

Aus der theoretisch-analytischen Exploration zur forschungsbezogenen Charakterisierung und Konkretisierung des nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns werden folgende forschungsrelevanten Implikationen geschlussfolgert:

- Berufliches Handeln wird sowohl durch *subjektbezogene bzw. individuelle Ebene* als auch *objektive betrieblich-gesellschaftliche Ebene* von Facharbeit beeinflusst. Beide Ebenen von Facharbeit sind zusammenhängend zu untersuchen.
- Facharbeit vollzieht sich in räumlicher- und zeitlicher Dimension prozesshaft. Entsprechend sind die unterschiedlichen *Arbeitsprozessdimensionen* während des Erhebungsprozesses zu berücksichtigen.
- Mit der Untersuchung besteht der Anspruch, bekannte *Handlungsfelder* und *Arbeitsaufgaben* nach *Anknüpfungspunkten* für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit zu untersuchen und ggf. neuartige Handlungsfelder und Arbeitsaufgaben einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit zu identifizieren.
- Berufliches Handeln lässt sich in unterschiedliche *Handlungsarten* differenzieren, die im Forschungsprozess angemessen zu berücksichtigen sind und zur Untersuchung den Einsatz unterschiedlicher Forschungsmethoden erfordern.
- Die drei Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung *Effizienz*, *Konsistenz*, *Suffizienz* werden im Sinne der BBNE als Handlungsstrategien einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit verstanden und als Analysekategorien in der Untersuchung und Ergebnisinterpretation eingesetzt.
- *Produzentenverantwortung* und *Reflexionsfähigkeit* gelten als bedeutsame Momente für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit. Beides ist insbesondere im Kontext der Reflexion der eigenen Facharbeit zu untersuchen.
- *Nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte* sind nicht nur an materielle Produkte gebunden, sondern ebenso an die menschlichen Leistungen, die diese hervorbringen. Diese dualistische Perspektive wird der durchzuführenden Untersuchung zugrunde gelegt.
- Die *arbeitsprozessbezogenen Dimensionen* beruflicher Kompetenz werden aufgrund ihrer Anschlussfähigkeit zu etablierten Kompetenzdefinitionen unter

besonderer Aufrechterhaltung des Domänenbezugs für die Untersuchung und Beschreibung domänenspezifischer Kompetenzen aufgegriffen.
- Die Diskussion des Wissensbegriffs führt zu dem Schluss, dass die Untersuchung der Wissensbestände sowohl auf einen *konkret-praktischen* als auch einen *abstrakt-theoretischen* Gegenstandsbereich ausgeweitet wird.
- Für die Untersuchung der nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit wird die erfahrene *Könnerschaft* als forschungsrelevante Praxisgemeinschaft untersucht. Sie gelten als Experten und Expertinnen der Domäne.
- Um Erkenntnisse über die Handlungsbereitschaft (Wollen) zum nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handeln zu erlangen, sind ebenfalls *Werte, Einstellungen* und *Motive* gesondert während der Erhebung zu untersuchen.
- Fachkräfte müssen zur Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte nachhaltigkeitsorientiert handeln *dürfen*. Entsprechend sind sowohl die betrieblichen *Handlungsspielräume* als auch *institutionalisierte Partizipationsstrukturen* in den Unternehmen zu untersuchen.
- Der:Die *Industriemechaniker:in* nimmt innerhalb der industriellen Metallberufe eine repräsentative Stellung ein und wird für die Untersuchung als forschungsrelevantes Berufsbild deklariert.

# 4 Forschungsdesign und methodisches Vorgehen

„Probleme kann man niemals mit derselben Denkweise lösen, durch die sie entstanden sind."

Albert Einstein

Nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln stellt einen komplexen und mehrdimensionalen Forschungsgegenstand dar. Demzufolge ist ein Forschungsdesign einzusetzen, das empirische Zugänge auf unterschiedlichen Bezugsebenen beruflicher Realität unter besonderer Berücksichtigung der Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung ermöglicht. Mit dem vorliegenden Kapitel wird zunächst der interdisziplinäre Forschungsansatz dargelegt (vgl. Abschn. 4.1). Das konzeptionelle und forschungsmethodische Vorgehen wird in Abschnitt 4.2 vorgestellt. Zur Sicherstellung der Forschungsqualität werden qualitative Gütekriterien und berufswissenschaftliche Gütebereiche berücksichtigt, die das Forschungsdesign komplettieren (vgl. Abschn. 4.3). Weiterführende Informationen zur konkreten Umsetzung des Forschungsdesigns folgen mit der Vorstellung der Fallstudien in Kapitel 6.

## 4.1 Interdisziplinäre Forschungsausrichtung

Zur Beantwortung der leitenden Forschungsfrage ist die Untersuchung der beruflichen Wirklichkeit der Fachkräfte in den Produktionsunternehmen des verarbeitenden Gewerbes im Kontext nachhaltiger Entwicklungsperspektiven erforderlich. Das Forschungsinteresse und der damit verbundene Entdeckungs- und Verwertungszusammenhang dieser Arbeit weisen klärungs- und innovationsorientierte Perspektiven auf, die in der *Berufswissenschaft* und in der *Nachhaltigkeitswissenschaft* zu verorten sind und folglich einen interdisziplinären Charakter aufweisen.

Die Untersuchung fußt somit im Kern auf einem berufswissenschaftlichen Forschungsansatz (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 71), der interdisziplinär mit den Paradigmen und Prinzipien der Nachhaltigkeitswissenschaften zusammengeführt wird. Eine Trennung der Forschungsrichtungen war somit weder in der Planung noch in der Durchführung des Forschungsvorhabens möglich und erfolgt in den nachfolgenden Ausführungen lediglich zur analytischen Beschreibung der Forschungskonzeption. Die Adaption der Forschungsperspektiven beider Disziplinen auf die Entitäten *Beruf*, *Arbeit* und *Individuum* ist der Tabelle 5 zu entnehmen. Die durch den Autor eingeführte nachhaltigkeitswissenschaftliche Perspektive ist das Ergebnis einer theoretisch-hermeneutischen Reflexion der drei Entitäten anhand der deskriptiv-analytisch aufgearbeiteten Theorie einer nachhaltigen Entwicklung und einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit (vgl. Kap. 2; vgl. Kap. 3).

**Tabelle 5:** Perspektiven zu Beruf, Arbeit und Individuum im Kontext der zwei leitenden Forschungsrichtungen (Ergänzung durch Autor; i. A. a. Becker & Spöttl 2015b, S. 52)

| Perspektive / Forschungsrichtung | Beruf | Arbeit | Individuum |
|---|---|---|---|
| **Berufswissenschaftliche Forschung** | Beruf als Handlungssystem des/der Einzelnen zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und der Gesellschaft | Wissen und Können für die Beherrschung und Mitgestaltung beruflicher Arbeitsaufgaben | Berufliche Kompetenzentwicklung des Individuums in der und für die Erwerbsarbeit |
| **Nachhaltigkeitswissenschaftliche Forschung** | Beruf als institutionalisierter Träger von Transformationspotenzial für eine nachhaltige Entwicklung | Arbeit als Ursache negativer externer Effekte und als Voraussetzung zur Etablierung nachhaltiger Strukturen | Nachhaltigkeitsorientierung als sinn- und identitätsstiftende Dimension des Individuums |

### 4.1.1 Berufswissenschaftliche Forschung

Ebenso wie die Nachhaltigkeitswissenschaft setzt sich die Berufswissenschaft mit komplexen Problemstellungen auseinander – wenngleich auch in spezifischer Form und Art. Die Besonderheit der Berufswissenschaft liegt in einem gezielten Forschungshandeln, das Zusammenhänge von beruflicher Arbeit, der Gestaltung von Arbeit und der damit verbundenen Bildungsprozesse ins Zentrum des beabsichtigten Erkenntnisgewinns stellt (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 53). Damit wendet sich die Disziplin Forschungsgegenständen zu, die von tradierten und etablierten Disziplinen kaum berücksichtigt werden (vgl. ebd., S. 16). Gleichzeitig begründet die Bearbeitung eigenständiger Forschungsgegenstände die Stellung der Berufswissenschaften als eigenständige Wissenschaftsdisziplin. Unter Einnahme einer umfassenden Perspektive kann

> „[...] Berufswissenschaft als Aufgabenfeld und Ort des Strebens, Gewinnens und Bewahrens von Erkenntnissen über Berufe und damit als ‚Theorie der Berufe', d. h. der Lehre über Forschung und Wissenschaft über Berufe, eingeordnet werden" (Pahl 2013, S. 24).

Pointiert gesagt, erfolgt durch berufswissenschaftliche Forschung eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit ihren zuordenbaren Gegenständen zur Generierung und Absicherung von Wissen über Berufe (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 17). Kategorien wie „Beruf" oder „Beruflichkeit" stehen dabei in einer unauflösbaren reziproken Beziehung mit der Arbeitswelt und der dort verrichteten Arbeit (vgl. Abschn. 2.2; vgl. Abschn. 3.1). Zentraler Schwerpunkt berufswissenschaftlicher Forschungspraxis ist deshalb die überwiegend empirische Untersuchung der berufsförmig organisierten Arbeit mit einer *lebensweltlich* orientierten Verwertungsabsicht der Erkenntnisse zur Ausgestaltung von Berufsbildern, Curricula und beruflicher Lernprozesse (vgl. ebd., S. 24). Berufswissenschaft bezieht sich damit auf eine ganze Reihe von Forschungs-

gegenständen und unterschiedlich gelagerten Phänomenen von Beruf und Arbeit, die darüber hinaus konkrete Berufs- und Tätigkeitsinhalte sowie Qualifikations- und Kompetenzanforderungen umfassen (vgl. Pahl 2013, S. 24).

Phänomene wie konkrete Berufs- oder Tätigkeitsinhalte lassen sich dabei einer *spezifischen Berufswissenschaft* zuordnen. Diese beschäftigt sich weiter gefasst mit allem, was mit einem spezifischen Beruf zusammenhängt, und enger gefasst mit konkreten Inhalten zum spezifischen Beruf wie Theorie und Praxis der Fachinhalte und der damit verbundenen Arbeit und Qualifikationen. Komplementär dazu erfolgt in den Berufswissenschaften die Untersuchung berufsübergreifender Thematiken. Die darunter gefasste *generalisierende* oder *allgemeine Berufswissenschaft* zielt auf die Generierung von verallgemeinertem Wissen zu den Gegenständen von „Beruf", „Berufsfeld", „Methodeneinsatz" und „Berufstheorie" ab (ebd., S. 25 f.).

Die vorliegende Untersuchung erfolgte sowohl im Kontext der spezifischen als auch in der allgemeinen Berufswissenschaft. Die spezifischen Erkenntnisse, die aus der Untersuchung der Facharbeit generiert wurden, beziehen sich sowohl auf konkrete Aufgaben, Handlungsfelder und Kompetenzanforderungen als auch auf übergeordnete Phänomene wie nachhaltigkeitsbezogene Einstellungen, Werte und Motivation. Durch hermeneutische Verfahren können aus den erlangten Erkenntnissen heuristische Schlüsse für die allgemeine Berufswissenschaft gezogen werden.

Aufbauend auf den von Rauner (vgl. 2002, S. 449) benannten Wissenschaftsgebieten berufswissenschaftlicher Forschung erfolgt durch Becker und Spöttl (vgl. 2015b, S. 25) eine Ausdifferenzierung dieser Gebiete in die nachfolgenden Forschungsfelder (Abb. 19).




**Abbildung 19:** Forschungsfelder der Berufswissenschaften (i. A. a. Becker & Spöttl 2015b, S. 25)

Die Untersuchung umfasste Forschungsgegenstände, die dem Forschungsfeld *„Wandel von Arbeit, Technik und Berufsbildung“* zuzuordnen sind. Neben nachhaltigen Trends in den Fallunternehmen wurde der Wandel der Berufe in Form einer grünen Akzentuierung der industriellen Metallberufe untersucht. Stärker praxisorientiert knüpfte daran die Exploration der bestehenden Nachhaltigkeitspotenziale und Anknüpfungspunkte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit in beruflichen Handlungsfeldern und Arbeitsaufgaben an. Dabei wurden ebenso die dafür erforderlichen beruflichen Kompetenzen und Handlungsspielräume untersucht. Zudem ist mit den Ergebnissen und Erkenntnissen dieser Arbeit eine Verwertbarkeit für die weiterführende Gestaltung von Berufsbildern, Curricula und beruflichen Bildungsprozessen beabsichtigt, weshalb weiterführende Bemühungen in den Forschungsfeldern *„Gestaltung von Berufen und Berufsbildungssystemen“*, *„Berufliche Bildungs- und Entwicklungsprozesse“* sowie *„Curriculumentwicklung und -revision“* geleistet wurden.

Berufswissenschaftliche Forschungsmethoden weisen zwar eine Nähe zu etablierten qualitativen Forschungsmethoden auf, grenzen sich aber aufgrund der spezifischen Zielsetzung zugleich von diesen ab. Insbesondere die Untersuchung von erforderlichen Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Ausübung eines Berufes erfordert die Berücksichtigung der damit verbundenen Geschäfts- und Arbeitsprozesse. Dies setzt zum einen eine beteiligungsorientierte Analyse der Facharbeit und zum anderen Kenntnisse bzw. eine Nähe zum Forschungsgegenstand durch das Forschungspersonal voraus (vgl. ebd., S. 67).

### 4.1.2 Nachhaltigkeitswissenschaftliche Forschung

Nachhaltigkeitswissenschaftliche Forschung setzt sich im Vergleich zur Berufswissenschaft zunächst auf einer abstrakteren Ebene mit sämtlichen gesellschaftlich-ökologisch relevanten Fragestellungen auseinander. Entsprechend ist die Disziplin auf eine Beitragsleistung zur Überwindung gesellschaftlicher Problemfelder ausgerichtet, weshalb ihr eine *normative* und zugleich *praxisbezogene* Funktion zukommt (vgl. Lang et al. 2014, S. 115; vgl. Stappen 2000, S. 285). Während zu Beginn der Nachhaltigkeitswissenschaften vorwiegend naturwissenschaftliche Forschungsdesiderate bearbeitet wurden, erfolgte in den 1990er-Jahren eine vermehrte Berücksichtigung der wechselseitigen Beziehungen zwischen Ökosystem und Gesellschaft. Als Folge entstand eine inter- und transdisziplinäre Forschungsausrichtung[39], die neben den Naturwissenschaften eine Reihe von sozialwissenschaftlichen Disziplinen umfasst und unterschiedlichste gesellschaftliche Akteure und Akteurinnen einbezieht (vgl. Michelsen & Adomßent 2014, S. 40). Die Disziplin lässt sich somit auch als ein breites Forschungsprogramm verstehen, dessen Ziel es ist, *lebensweltliche Probleme* zu untersuchen und Ansätze einer nachhaltigen Entwicklung unter Berücksichtigung der Wirkmechanismen zwischen Mensch und Natur zu erarbeiten (vgl. ebd., S. 42). Ebenjene Probleme, die auch

39 Interdisziplinarität umfasst die Untersuchung eines Themenfeldes durch mehrere Disziplinen. Dabei besteht sowohl ein wechselseitiger Austausch als auch eine geteilte Problemstellung. Bei der Transdisziplinarität kommt die explizite Praxisorientierung hinzu, wodurch Themenfelder zum Teil auch kooperativ durch wissenschaftliches Personal verschiedener Disziplinen und Praktiker:innen aus dem Feld zur Lösung komplexer Probleme bearbeitet werden (vgl. Schophaus 2003, S. 5 f.; vgl. Michelsen & Adomßent 2014, S. 46).

mit berufsförmig organisierter Facharbeit auftreten und denen bis zu einem gewissen Grad ebenso mit Facharbeit begegnet werden kann.

Nölting, Voß und Hayn (vgl. 2004, S. 254) unterscheiden für die Nachhaltigkeitsforschung die analytische, normative und operative Ebene. Die drei forschungsleitenden Ebenen werden nachfolgend anhand der Gegenstandsbereiche des Forschungsgegenstands reflektiert.

> „Auf der **analytischen Ebene** werden Problemzusammenhänge rekonstruiert, ihre Einbettung in Gesellschaft und Natur analysiert, Einflussfaktoren und Entwicklungsdynamiken untersucht sowie die Auswirkungen verschiedener Handlungsoptionen abgeschätzt […]" (ebd.; H. d. V.).

Rudimentäre berufswissenschaftliche Erkenntnisse zu den Charakteristika einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit in industriellen Metallberufen lassen sich ebenso als ein erkenntnisorientiertes Problemfeld identifizieren wie die ausstehende strukturelle Verankerung einer BBNE (vgl. Holst et al. 2020, S. 8 f.; vgl. Schütt-Sayed 2020, S. 16). Auf der analytischen Ebene dieser Arbeit wurde explorativ das nachhaltigkeitsorientierte Berufshandeln von Industriemechanikern und Industriemechanikerinnen im verarbeitenden Gewerbe untersucht, um grundlegende Muster und die Einbettung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit im Betrieb sowie in der Gesellschaft zu analysieren und für die Ordnungsmittelarbeit greifbar zu machen. Dazu wurden unterschiedliche Einflussfaktoren wie bspw. die Nachhaltigkeitsaktivitäten in den Fallunternehmen oder etwa generelle Entwicklungsdynamiken hinsichtlich einer „grünen Akzentuierung" der industriellen Metallberufe berücksichtigt.

> „Auf der **normativen Ebene** geht es darum, die Ziele nachhaltiger Entwicklung zu klären, den gesellschaftlichen Diskurs um Nachhaltigkeit zu rekonstruieren und zu dessen Weiterentwicklung beizutragen […]" (Nölting et al. 2004, S. 254; H. d. V.).

Die Ziele und die Relevanz einer nachhaltigen Entwicklung von Arbeit, Unternehmen und Gesellschaft wurden während des Forschungsprozesses aus der Sicht der Unternehmensleitung und aus der Perspektive der Fachkräfte untersucht. Berufliches Handeln wird, wenn auch zum Teil nur mittelbar, von Werten und Einstellungen beeinflusst (vgl. Abschn. 3.2.4.3). Ein Teil der Forschungsmethoden wurde deshalb auf die normative bzw. ethisch-moralische Ebene von Arbeit ausgerichtet, indem u. a. Motive zur Umsetzung einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit untersucht wurden. Damit verbunden bestand die Absicht, unterschiedliche Handlungsanreize herauszuarbeiten, die eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit tendenziell begünstigen können. Darüber hinaus ist mit den Forschungsergebnissen beabsichtigt, zur Weiterentwicklung der normativ-bildungspolitisch legitimierten BBNE beizutragen.

> „Auf der **operativen Ebene** befasst sich Nachhaltigkeitsforschung mit der Untersuchung von praktischen Handlungsbedingungen, der Ausarbeitung von Strategien für eine nachhaltige Entwicklung entsprechend den analysierten Bedingungen und ihrer Umsetzung in gesellschaftliches Handeln […]" (Nölting et al. 2004, S. 254; H. d. V.).

Auf dieser Ebene wurden unter Einsatz berufswissenschaftlicher Forschungsinstrumente berufliche Kompetenzanforderungen, Arbeitsaufgaben und Handlungsfelder zur transformativen Mitgestaltung nachhaltiger Produktionsstrukturen ebenso untersucht und herausgearbeitet wie die vorzufindenden betrieblichen Handlungsspielräume zur Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte. Zudem wurde untersucht, inwieweit die Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung (Suffizienz, Konsistenz, Effizienz) als Handlungsstrategien in der Domäne der Fachkräfte konkret zum Tragen kommen. Um eine Verwertbarkeit der Erkenntnisse für gesellschaftliche Entwicklungen im Kontext einer BBNE zu erleichtern, wurden didaktisch-konzeptionelle Empfehlungen zur Ausgestaltung einer domänenbezogenen BBNE aus den Untersuchungsergebnissen abgeleitet.

Nachhaltigkeitswissenschaftliche Forschung unterscheidet sich im Gegensatz zu vorwiegend einschlägig-disziplinär verorteten und tradierten Wissenschaftsansätzen grundlegend in der Anwendung von Methoden. Auch in der Nachhaltigkeitswissenschaft ist die gezielte Festlegung der methodologischen Herangehensweise an Problem- und Fragestellungen entscheidend. Allerdings besteht für die Erarbeitung von transparenten, verlässlichen und aussagekräftigen Erkenntnissen kein fester Methodenkanon. Vielmehr kommt in Abhängigkeit der Forschungsfrage und der zu verortenden Problem-/Lösungsorientierung ein breites methodologisches Spektrum aus verschiedenen Forschungsdisziplinen zum Tragen (vgl. Lang et al. 2014, S. 116).

Für die Beantwortung nachhaltigkeitsgeprägter Fragestellungen aus der Disziplin der Berufswissenschaft ist es also nicht entscheidend, spezifische „nachhaltigkeitswissenschaftliche Methoden“ zu entwickeln, sondern auf etablierte und erprobte Forschungsinstrumente und -methoden aus der Berufswissenschaft zurückzugreifen und diese inhaltlich und reflexiv entlang nachhaltigkeitsbezogener Forschungsfragen auszurichten und einzusetzen. Der Einsatz berufswissenschaftlicher Forschungsinstrumente und -methoden für die Untersuchung des nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns war somit eine bewusste methodologische Entscheidung, um die berufliche Realität von Fachkräften unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten untersuchen zu können.

## 4.2 Forschungsprozess und Methodik

Die Konzeption des gesamten Forschungsprozesses erfolgte entlang des Kreismodells nach Rost (vgl. 2002b, S. 21 ff.). Wesentliches Merkmal des Kreislaufmodells besteht in der Annahme, dass der Erkenntnisfortschritt in den empirischen Wissenschaften aus einem Wechselspiel zwischen Theorie und Empirie hervorgeht und damit Ansätze des Empirismus und Rationalismus miteinander verschränkt werden (Abb. 20). Während damit der erste Abschnitt eines Forschungsprozesses, das heißt von der theoretischen Konzeption bis zum empirischen Erhebungsprozess, einer deduktiven Herangehensweise folgt, nimmt der zweite Abschnitt eine rekonstruktive Funktion ein und führt auf einem induktiven Pfad von den empirischen Ergebnissen zu erkenntnistheoreti-

schen Schlussfolgerungen. Theorie und Empirie sind somit in einem geschlossenen Kreislauf über Deduktion und Induktion miteinander verknüpft.

### 4.2.1 Forschungskonzeption

Zu Beginn des Forschungsprozesses erfolgte demnach die theoriegeleitete Auseinandersetzung mit dem Gegenstandsbereich des Forschungsgegenstands bzw. der Forschungsdesiderate. Auf dieser Grundlage wurde die deduktive Entwicklung eines Forschungsdesigns für die empirische Erhebung vorgenommen. Im Anschluss erfolgte ausgehend von den im Forschungsfeld erhobenen Daten (induktiv) die Darstellung der Forschungsergebnisse und Erkenntnisse, die zur Weiterentwicklung der bestehenden Theorie beitragen.

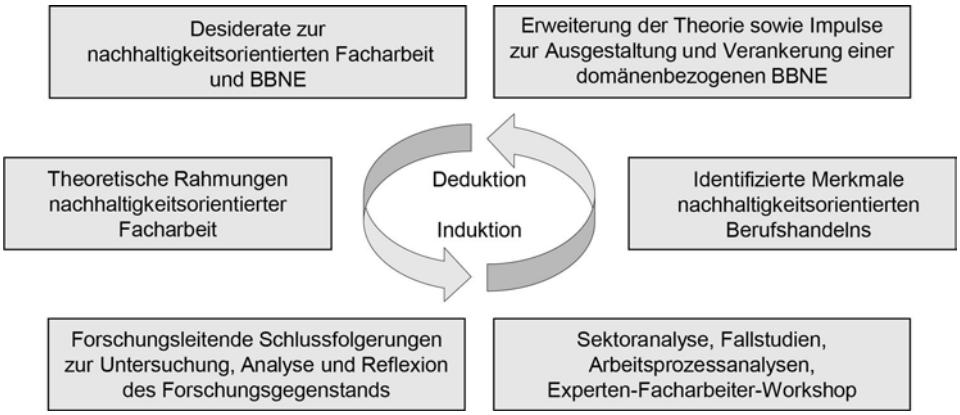



**Abbildung 20:** Kreislauforientierte Konzeption des Forschungsprozesses

Um einen Erkenntnisfortschritt zu erzielen, wurde ein berufswissenschaftliches Methodensetting eingesetzt, das auf unterschiedlichen Ebenen beruflicher und betrieblicher Wirklichkeit ansetzt. Ziel war es, Facharbeit auf möglichst unterschiedlichen Bedingungsebenen zu untersuchen (Abb. 21). Neben den konkreten performativen Handlungen in den beruflichen Arbeitsaufgaben und Handlungsfeldern in der Domäne (*Ebene II*) stellen ebenso übergeordnete Sinn- und Sachzusammenhänge auf der Ebene der strategischen und operativen Unternehmensorganisation (*Ebene III*) bedeutsame Forschungsgegenstände dar, da sie ebenfalls die Facharbeit in den Unternehmen maßgeblich kontextualisieren und prägen. Facharbeit wird von Menschen umgesetzt und hat demzufolge immer eine individuelle, das heißt subjektbezogene und damit individuelle Dimension. Um empirische Einblicke in diesen Gegenstandsbereich zu erhalten, wurden zudem Motive, Einstellungen, Wissensbestände und Kompetenzanforderungen als Teilforschungsgegenstände im Erhebungsprozess berücksichtigt (*Ebene I*).

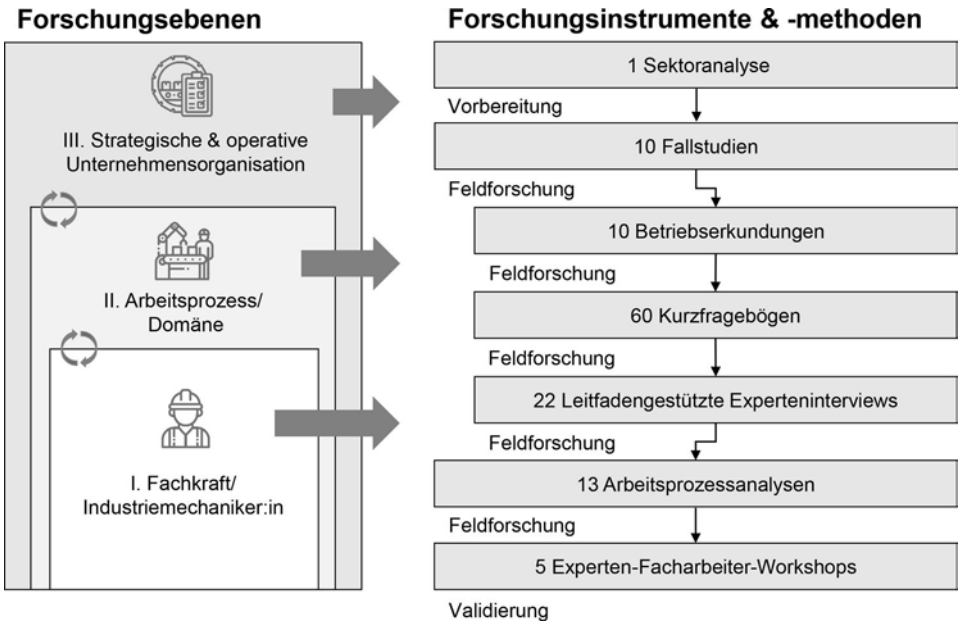



**Abbildung 21:** Forschungsebenen sowie eingesetzte Forschungsinstrumente und -methoden

### 4.2.2 Forschungsphasen

Mit dem Einsatz unterschiedlicher Forschungsinstrumente und -methoden wurde demzufolge die gezielte Untersuchung unterschiedlicher Forschungsgegenstände beabsichtigt. Wie in Tabelle 6 dargestellt, wurde die Sektoranalyse zur Vorbereitung der Feldforschung in der *ersten Forschungsphase* eingesetzt, um den forschungsrelevanten Sektor durch Dokumentenanalysen zu erschließen, forschungsrelevante Informationen zu identifizieren und repräsentative Fallstudien platzieren zu können. Gegenstände der Analyse waren u. a. die Sektorstruktur, Nachhaltigkeitsaktivitäten und nachhaltigkeitsbezogene Trends im verarbeitenden Gewerbe.

In der *zweiten Forschungsphase* wurden im Rahmen von Fallstudien die Unternehmensstruktur, Ansätze einer gesellschaftlichen Unternehmensverantwortung (CSR) und einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit unter Einsatz von leitfadengestützten Experteninterviews[40], Dokumentenanalysen, situativen Expertengesprächen sowie Kurzfragebögen erhoben. Zur Untersuchung des konkreten performativen Berufshandelns kamen in den Fallstudien Arbeitsprozessanalysen zum Einsatz. Sie dienten zur vertikalen Vertiefung der Fallstudien, um die in der Facharbeit inkorporierten Arbeitsprozessdimensionen und die dazugehörigen Kompetenzanforderungen zu erschließen. Dazu wurden bereits während der Betriebserkundungen Arbeitsprozesse und Arbeitsgegenstände selektiert, die zur weiteren Untersuchung mittels Arbeitsprozessanalysen als bedeutsam erscheinen. Während der Durchführung der Arbeitsprozess-

40 Spezifische Methoden und Eigennamen werden in der vorliegenden Arbeit mit den etablierten Bezeichnungen benannt. Gleichwohl beziehen sich diese Bezeichnungen – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

analysen wurden handlungsorientierte Fachinterviews und Arbeitsbeobachtungen eingesetzt.

In der *dritten Forschungsphase* erfolgte die Bewertung und Überprüfung der Forschungsergebnisse in Form einer kommunikativen Validierung. Dazu wurden Fachdiskussionen und partizipative Evaluierungen in Abhängigkeit der zu validierenden Ergebnisse mit Vertretern und Vertreterinnen der leitenden Ebene oder produktiven Ebene (Fachkräfte) der Unternehmen durchgeführt.

**Tabelle 6:** Eingesetzte berufswissenschaftliche Instrumente und Methoden

| Forschungs-phase | Instrument/ Methode | Forschungsinteresse |
|---|---|---|
| **Vorbereitung** | Sektoranalyse | |
| | Dokumentenanalyse | ▪ Sektorstruktur des verarbeitenden Gewerbes<br>▪ Handlungsfelder CSR<br>▪ Produktionsorientierte Nachhaltigkeitsansätze<br>▪ Nachhaltigkeitsrelevante und -orientierte Technologien |
| **Feldforschung** | Fallstudien | |
| | Betriebserkundung | ▪ Unternehmensstruktur und -organisation<br>▪ Arbeitsprozesse, -aufgaben und -organisation |
| | Experteninterview | ▪ Absichten, Ziele und Anforderungen von CSR<br>▪ Relevanz von Facharbeit bei der Umsetzung betrieblicher Nachhaltigkeitsziele<br>▪ Nachhaltigkeitsverständnis<br>▪ Tendenzen einer grünen Berufsakzentuierung<br>▪ Handlungsanreize nachhaltiger Facharbeit<br>▪ Ansätze zum nachhaltigen Handeln im Betrieb<br>▪ Handlungsräume und Partizipationsmöglichkeiten |
| | Kurzfragebogen | ▪ Verdichtung der Ergebnisse aus den Experteninterviews |
| | Arbeitsprozessanalysen | |
| | Arbeitsbeobachtung | ▪ Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte<br>▪ Umsetzung nachhaltiger Handlungsstrategien (Suffizienz, Konsistenz, Effizienz)<br>▪ Berufliche Kompetenzen |
| | Handlungs-orientiertes Fachinterview | ▪ Gründe für die Art der Bewältigung der Arbeitsaufgabe und Reflexion nachhaltiger Alternativen<br>▪ Anforderungen in Arbeitsaufträgen vergleichbarer Art |
| **Validierung** | Mikro-EFW | |
| | Fachdiskussion & Partizipative Evaluation | ▪ Nachhaltigkeitsrelevante Arbeitsaufgaben<br>▪ Kompetenzen für ein nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln |

### 4.2.3 Sektoranalyse

Die Sektoranalyse dient der Erschließung und Aufbereitung forschungsrelevanter Informationen über den zu untersuchenden Sektor (vgl. Windelband 2010, S. 129). Sektoren zeichnen sich durch ähnliche Produktions-, Service- und Dienstleistungsstrukturen aus, weisen zuordenbare Daten, Statistiken sowie Studien auf und ermöglichen eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit vergleichbaren Organisationsformen, Anlagen, Produkten und Aufgaben. In Abhängigkeit der Forschungsabsicht können Sektoren unterschiedlich zugeschnitten und definiert werden. Die sektorspezifische Informationsmenge ist dabei in Abhängigkeit zur Fragestellung und des Untersuchungsgegenstands zu strukturieren und einzuschränken (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 76 f.). Die Analyse des Sektors ermöglicht zudem die systematische und repräsentative Fallstudienplatzierung, mit positiven Effekten für die Validität der Ergebnisse (vgl. Windelband 2010, S. 130).

In der vorliegenden Arbeit wurde die Sektoranalyse eingesetzt, um einerseits spezifische Informationen zur allgemeinen Sektorstruktur und zur nachhaltigen Entwicklung herauszuarbeiten und andererseits eine repräsentative Fallstudienplatzierung zu ermöglichen. Auf der Grundlage der gewonnenen Sektordaten lassen sich weitere berufswissenschaftliche Forschungsinstrumente gezielt einsetzen und ausrichten, um den Forschungsgegenstand angemessen zu erschließen (vgl. Becker & Windelband 2008, S. 127).

Dadurch, dass industrielle Metallberufe in einer Vielzahl von Wirtschaftszweigen bzw. Branchen vorzufinden sind, erfolgte die Durchführung der Sektoranalyse auf *makroökonomischer Ebene* (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 76). Demzufolge wurde keine Analyse einzelner Kernsektoren umgesetzt, sondern eine Gesamtbetrachtung des verarbeitenden Gewerbes vorgenommen. Das verarbeitende Gewerbe weist eine hohe Bedeutung für die gesamte gewerblich-technische Facharbeit auf und nimmt durch vorzufindende material- und energieintensive Wertschöpfungsprozesse eine besondere Stellung für die nachhaltige Transformation der Produktionsmuster (SDG 12) ein.

Gegenstände zur Analyse und Beschreibung des Sektors, unter besonderer Berücksichtigung einer nachhaltigen Unternehmensausrichtung, bildeten vorrangig:

- wirtschaftliche Bedeutung und Entwicklung des Sektors,
- Sektorstruktur und Bedeutung zugehöriger Wirtschaftszweige (WZ),
- Beschäftigungsstruktur, Ausbildung und Berufsgruppen,
- nachhaltigkeitsorientierte Trends und Handlungsfelder im Sektor,
- sektorspezifische Zertifizierungen, Normen und Richtlinien zur Verankerung und Verstetigung einer nachhaltigen Entwicklung und
- sektorspezifische Nachhaltigkeitspotenziale zur Steigerung der unternehmerischen Nachhaltigkeitsbilanz.

#### Methodisches Vorgehen

Der Ablauf und die Ziele der durchgeführten Sektoranalyse sind in Abbildung 22 dargestellt. Mit der Abbildung wird die Relevanz der Einbindung des Forschungsinstruments in einen konsekutiven und zugleich iterativ-zirkulären Forschungsprozess

deutlich, der ggf. mehrmals durchlaufen werden kann, um zur Erzielung repräsentativer Forschungsergebnisse zu gelangen.

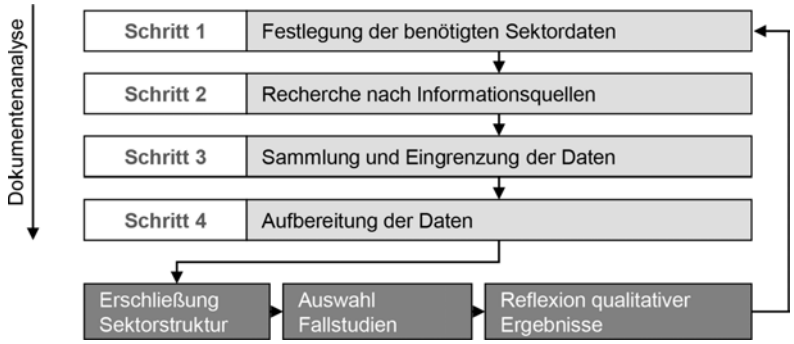



**Abbildung 22:** Methodisches Vorgehen zur Umsetzung der Sektoranalyse

Zur Erschließung der genannten Untersuchungsschwerpunkte wurden die Methode der *Dokumentenanalyse* eingesetzt. Mit der Dokumentenanalyse wurde bestehendes Daten- und Dokumentenmaterial erschlossen, analysiert und verdichtet. Vorteil dieser non-reaktiven Methode ist eine geringe Fehleranfälligkeit, da eine erneute Erhebung von Primärdaten nicht zwingend notwendig ist. Als Dokumente gelten standardisierte Artefakte, die in unterschiedlichen Formaten auftreten (vgl. Wolff 2000, S. 502). In der vorliegenden Arbeit wurden in erster Linie

- sektorspezifische Statistiken,
- Fachartikel,
- sektorspezifische Studien,
- Verbandsveröffentlichungen und
- einschlägige Fachliteratur zu produktionsnahen Nachhaltigkeitspotenzialen

in Form schriftlicher Dokumente herangezogen und analysiert.

### 4.2.4 Fallstudien

Fallstudien dienen der Untersuchung von betrieblichen Organisationsstrukturen, beruflichen Arbeitszusammenhängen, -aufgaben und -prozessen (vgl. Windelband 2010, S. 131). Fallstudien weisen unterschiedliche Forschungsperspektiven auf, ermöglichen die exemplarische Untersuchung von Fragestellungen anhand von Fällen und können sich in Abhängigkeit der Forschungsfrage sowohl auf ganze Unternehmensstrukturen als auch auf bestimmte Arbeitsprozesse oder Personenkreise beziehen (vgl. Becker & Spöttl 2010, S. 88 f.).

Ein Teil der Forschungsergebnisse wurde in der vorliegenden Arbeit in Form von Fallstudienbeschreibungen dokumentiert (vgl. Abschn. 6.2; vgl. Abschn. 6.3). Hierbei handelt es sich um ein komprimiertes Gesamtbild zu den erhobenen Nachhaltigkeitsaktivitäten in den Unternehmen und in der Facharbeit. Die Fallstudienbeschreibungen tragen zudem zur argumentativen Interpretationsabsicherung bei, ermöglichen die Einordnung der weiterführenden Forschungsergebnisse und steigern deren Nachvollziehbarkeit. Einzelaussagen aus den Experteninterviews stellen dabei keinen Be-

standteil der Fallstudienbeschreibungen dar, sondern werden in Kapitel 7 zur Beantwortung spezifischer Forschungsfragen angeführt.

Für die systematische Eingrenzung der forschungsrelevanten Unternehmen wurde ein Fall wie folgt definiert:

> Ein **Fall** ist ein Betrieb oder Unternehmen, in Form einer räumlich-technisch-sozialen Einheit, der bzw. das dem verarbeitenden Gewerbe zuzuordnen ist und in dem Wertschöpfungsprozesse durch die Herstellung von materiellen Ge- und Verbrauchsgütern oder durch produktionsnahe Dienstleistungs- und Serviceaufgaben erfolgen. Darüber hinaus kennzeichnet sich ein Fall durch die Beschäftigung von Fachkräften aus der Berufsgruppe der industriellen Metallberufe resp. den Ausbildungsberuf Industriemechaniker:in.

Auf der Grundlage der aus der Sektoranalyse resultierenden Ergebnisse und der theoretischen Rahmungen des Forschungsgegenstands wurden Kriterien abgeleitet und zur Auswahl relevanter Fälle angewendet. Eine detaillierte Darlegung erfolgt in Abschnitt 6.1.

#### Betriebserkundung

Betriebserkundungen dienen in der berufswissenschaftlichen Forschung vorrangig dem Aufdecken organisatorischer und struktureller Betriebs- und Arbeitszusammenhänge (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 92). Der Betrieb wird von „innen heraus“ erschlossen, indem mit Verantwortlichen (z. B. Firmen-, Produktions- oder Abteilungsleitung) eine Begehung der Gebäude, Abteilungen, Räume und Arbeitsplätze stattfindet. Simultan erfolgen dazu situative Expertengespräche auf unterschiedlichen Hierarchieebenen. Situative Expertengespräche erfordern aufgrund der Unvorhersehbarkeit, hohen Dynamik und Situiertheit eine agile Form der Dokumentation. Entsprechend werden relevante Daten stichpunktartig in einem Forschungstagebuch dokumentiert. Darüber hinaus werden forschungsrelevante Inhalte aus der Unternehmenskommunikation gesichert und im Anschluss analysiert (Aushänge, Informationstafeln, Betriebszeitschriften, Webauftritt, bereitgestellte Dokumente).

Mit der Erkundung der Betriebe erfolgte ebenso die Identifikation zentraler Kern- und Unterstützungsprozesse. Auf der produktiven Ebene wurden in diesem Zuge erste Arbeitsprozesse und Arbeitsaufgaben gesichtet und bereits für vertiefende Arbeitsprozessanalysen vermerkt. Dabei wurden insbesondere die Arbeitsprozesse und Arbeitsgegenstände berücksichtigt, die einen großen Erkenntnisfortschritt zur Beantwortung der Forschungsfragen vermuten lassen und die berufliche Realität in ausreichender Komplexität widerspiegeln. Zudem wurden im direkten Anschluss Aufgabenplanungen und -inventare mit Verantwortlichen gesichtet, um vielversprechende Arbeitsaufgaben für den betrieblichen Erhebungsprozess zu selektieren.

#### Leitfadengestütztes Experteninterview

In Fallstudien ist das Interview mit der Fragebogenerhebung die am häufigsten eingesetzte Forschungsmethode, um berufliche Sachverhalte durch geeignete Personen

(Experten und Expertinnen) zu erschließen. In Fallstudien zählt das Interview neben der Fragebogenerhebung wohl zu den am häufigsten eingesetzten Forschungsmethoden, um berufliche Sachverhalte durch die Befragung geeigneter Personen zu erschließen. Dabei ist sowohl die Erfahrung und Expertise der zu befragenden Personen als auch die fachbezogene Kommunikation zwischen den Gesprächspartner:innen für den Erkenntnisfortschritt von besonderer Bedeutung (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 93). In der Untersuchung wurden Experten und Expertinnen unterschiedlicher Unternehmensebenen befragt. Als offene und halbstrukturierte Interviewform wurde in der vorliegenden Arbeit entsprechend das leitfadengestützte Experteninterview eingesetzt. Experten und Expertinnen weisen im Gegensatz zu Lai:innen eine Form des „Sonderwissens" auf, das an eine Funktion oder Berufsrolle gebunden ist (vgl. Kaiser 2021, S. 41). Dieses Sonderwissen dient in der Facharbeit zur reflektierten Bewältigung von Problemstellungen und Arbeitsaufgaben und ermöglicht die Mitgestaltung der Arbeitswelt. Experten und Expertinnen lassen sich deshalb ebenso als Personen verstehen, die in einer bestimmten Domäne dauerhaft kompetente Leistung erbringen können (vgl. Gruber 2001, S. 309).

Obwohl sich das Wissen nicht vollkommen von der Persönlichkeit der zu befragenden Person trennen lässt, steht nicht die individuelle Biografie, sondern das Wissen der Experten und Expertinnen über die beruflichen Sachverhalte, die betrieblichen Organisationsstrukturen und -abläufe sowie die dazugehörigen Nachhaltigkeitsaspekte von Arbeit und Produktion im Vordergrund. Sie gelten mit ihren immanenten Handlungs- und Sichtweisen somit als Repräsentanten und Repräsentantinnen des Sektors, des Wirtschaftszweiges und der beruflichen Domäne. Zur Erzeugung eines möglichst ganzheitlichen Bildes wurden in den Fallstudien die Experteninterviews mit Vertretern und Vertreterinnen der leitenden Ebene (Topfloor) und der produktiven Ebene (Shopfloor) geführt.

In Experteninterviews wird zumeist ein *Interviewleitfaden* eingesetzt, der eine Strukturierungs- und Steuerungsfunktion einnimmt. Der Interviewleitfaden beinhaltet Interviewfragen, welche die theoretischen Vorannahmen zur nachhaltigen Entwicklung im verarbeitenden Gewerbe und zur nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit widerspiegeln und gleichzeitig der Erzählung der subjektiven Erfahrungswelt der befragten Experten und Expertinnen ausreichend Raum bieten. Die Leitfadenkonstruktion erfolgte unter Anwendung der *SPSS-Methode* nach Helfferich (2011, S. 182). Sämtliche Fragestellungen, die Hinweise zur Beantwortung der leitenden Forschungsfrage liefern können, wurden dazu im ersten Schritt offen *gesammelt*. Die Vielzahl an Fragen wurde anschließend unter Berücksichtigung der Forschungsdesiderate und aufgestellten Oberkategorien (siehe Datenauswertung) auf ihre Eignung *geprüft*, überarbeitet und aggregiert. Die extrahierten Fragen wurden sowohl thematisch als auch nach Frageart *sortiert*. Abschließend wurden die Fragen in einem Leitfaden als Leit- und Vertiefungsfragen *subsumiert*. Als Fragetypen wurden solche einbezogen, die der Ebene der *Beschreibung, Erklärung, Prognose, Gestaltung* und *Kritik/Bewertung* zuordenbar sind (vgl. Berger-Grabner 2016, S. 61). Für die vorliegende Arbeit wurde ein Leitfaden zur Befragung der Vertreter:innen des Topfloors und ein Leitfaden zur Befragung der Vertreter:innen des Shopfloors entwickelt. Nach der Entwicklung der Leitfäden erfolgte

die *Pilotierung*. Die Pilotierung wird an einer kleinen Anzahl Personen erprobt. Ziel ist die Überprüfung der Verständlichkeit, die Überarbeitung des Leitfadens und die Schaffung einer eigenen Vertrautheit mit dem entwickelten Leitfaden (vgl. Reidners 2016, S. 104). Neben dem bilateralen Kommunikationsprozess wurde ein *Kurzfragebogen* angewendet, der das Interview von denjenigen Fragen entlastet, die nach einem einfachen Frage-Antwort-Schema aufgebaut und zur Skalierung geeignet sind. Der Fragebogen hat somit eine unterstützende Funktion im Rahmen des Experteninterviews und trägt zur Verdichtung der Forschungsergebnisse bei.

Für die *Datenaufbereitung* erfolgte die Übertragung der Audioaufnahmen in eine schriftliche Form. Nach Meuser und Nagel (vgl. 1991, S. 453) orientiert sich die Auswertung der Experteninterviews primär an thematisch-inhaltlichen Einheiten und weniger an der Sequenzialität von Aussagen. Durch die Fokussierung auf die Inhalte der getroffenen Aussagen sind eine Glättung der Sprache und die Anwendung inhaltlich ausgerichteter Transkriptionsregeln zulässig (vgl. Kuckartz et al. 2008, S. 27). Für die vorliegende Arbeit wurde das vereinfachte Transkriptionssystem nach Dresing und Pehl (vgl. 2015, S. 21) angewendet. Die Aufarbeitung der Interviewdaten erfolgte computergestützt, um die anschließende Auswertung ebenfalls unter Verwendung entsprechender Software umzusetzen.

Für die *Auswertung* der aufbereiteten Datensätze wurde die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (vgl. 2015) und Kuckartz (vgl. 2014) eingesetzt. Dieser Analyseansatz dient der theorie-, regel- und kategoriengeleiteten Bearbeitung und Auswertung der aufbereiteten Forschungsdaten (vgl. Mayring 2015, S. 50 f.). Der Ablauf der Auswertung bestand in der vorliegenden Arbeit aus Datensichtung, Kategorienbildung, Codierung und Auswertung. Bei der Datensichtung wurden die Ergebnisse rudimentär gesichtet und bereits erste Auffälligkeiten, mögliche Kategorien und Interpretationsansätze festgehalten. Um die forschungsrelevanten Informationen aus den Transkripten zu selektieren, wurde ein *Kategoriensystem* mit Ober- und Unterkategorien erstellt und anschließend als „Suchraster" eingesetzt. Zur Erstellung des Rasters wurde zu Beginn das Verfahren der deduktiven Kategorienbildung (strukturierende Inhaltsanalyse) eingesetzt (vgl. ebd., S. 97 ff.). Die deduktiv abgeleiteten Ober- und Unterkategorien wurden aus den Forschungsdesideraten und den Teilforschungsfragen der leitenden Forschungsfrage (vgl. Abschn. 1.2), der theoretischen Rahmung des Forschungsgegenstands (vgl. Kap. 2), der theoretischen Exploration des nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handelns (Kap. 3) sowie den Ergebnissen der Sektoranalyse abgeleitet (vgl. Kap. 5). Die Kategorien wurden theoriegeleitet und damit ohne Zuhilfenahme der Transkripte erstellt. Die Unterkategorien wurden während der Analyse der Forschungsdaten durch die induktive Kategorienbildung (zusammenfassende Inhaltsanalyse) angepasst oder ergänzt. Dazu wurden Aussagen aus den Experteninterviews paraphrasiert, einer Generalisierung unterzogen und abschließend unter den Oberkategorien subsumiert (Mayring 2015, S. 72). Bei der eigentlichen Codierung wurden die Transkripte analysiert und alle relevanten Textstellen den jeweiligen Kategorien zugeordnet. Codiert wurden Sinneinheiten, die mindestens in Form eines Satzes vorkommen. Die Codierung wurde computergestützt mit einer Software zur computerge-

stützten qualitativen Daten- und Textanalyse durchgeführt (MAXQDA). Die von Mayring vorgenommene Weiterentwicklung und Öffnung des bestehenden Ansatzes zu einer *qualitativ orientierten Inhaltsanalyse* (vgl. Mayring & Brunner 2010, S. 323 ff.) wurde in der Auswertung aufgegriffen. Somit wird bei individueller Eignung der Fragestellungen die Anwendung quantitativer Analyseverfahren während der qualitativen Inhaltsanalyse in Form von Häufigkeitsvergleichen ermöglicht. Abbildung 23 gibt einen Überblick über den methodischen Ablauf, der für den Einsatz des leitfadengestützten Experteninterviews durchlaufen worden ist.

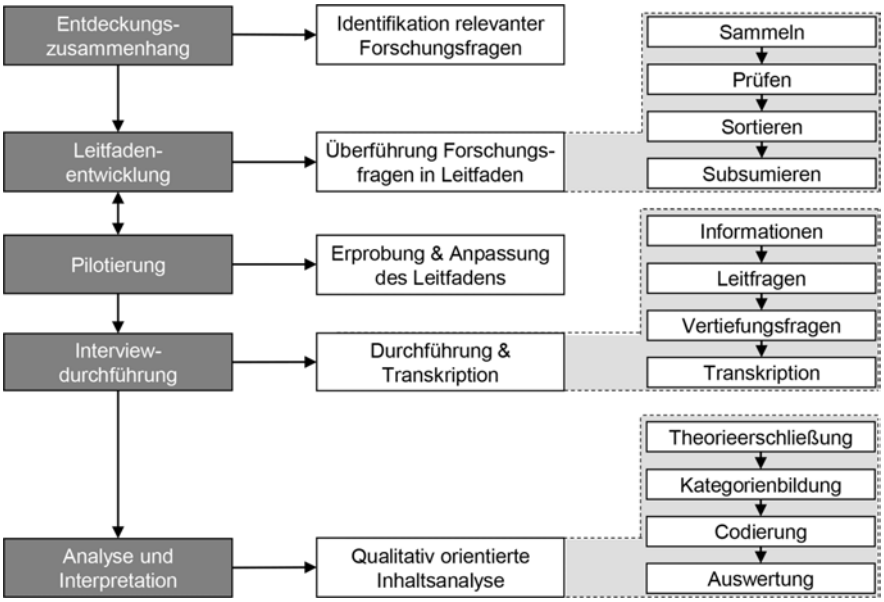



**Abbildung 23:** Methodische Konzeption zum leitfadengestützten Experteninterview

### 4.2.5 Arbeitsprozessanalysen

Mit der berufswissenschaftlichen Arbeitsprozessanalyse werden vorrangig „[...] *Arbeitsprozesse und zu deren Bewältigung notwendige Kompetenzen erfasst, die Facharbeiter während der Durchführung ihrer Arbeitsaufgaben und beim Lösen beruflicher Problemstellungen nutzen*“ (Becker & Spöttl 2006, S. 12). Daran anknüpfend ermöglichen Arbeitsprozessanalysen die Erschließung von Arbeitsprozesswissen und Arbeitszusammenhängen in der Domäne der Fachkräfte. Zentrale Zielperspektiven berufswissenschaftlicher Arbeitsprozessanalysen sind demzufolge

- die Identifikation von *Kompetenzen* zur Beherrschung und Gestaltung beruflicher Arbeitsaufgaben;
- die Erschließung der relevanten arbeitsprozessbezogenen Zusammenhänge für die *Kompetenzentwicklung*;
- die Bestimmung des *Arbeitsprozesswissens* zur Ausgestaltung von Geschäfts- und Arbeitsprozessen (vgl. Becker & Spöttl 2005, S. 114).

Ein zentrales Ziel der Untersuchung liegt in der Erschließung und Rekonstruktion beruflicher Kompetenzen für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit (vgl. Abschn. 1.3). Dazu wurden Arbeitsprozessanalysen in den Fallunternehmen durchgeführt. Sie dienten dabei der Entschlüsselung und anschließenden Beschreibung von domänenspezifischen Kompetenzen zur nachhaltigkeitsorientierten Bewältigung von beruflichen Arbeitsprozessen und betrieblichen Aufgabenstellungen unter Berücksichtigung der vorzufindenden Arbeitsorganisation und Anforderungen sowie der eingesetzten Werkzeuge und Methoden. Die Arbeitsprozessanalysen bildeten somit die zentrale methodische Grundlage für die Erschließung und Beschreibung von beruflichen Kompetenzen und der weiterführenden Entwicklung eines domänenspezifischen Kompetenzmodells (vgl. Kap. 8).

Die Auswahl der zu analysierenden Arbeitsprozesse hängt wesentlich vom Untersuchungszweck ab und ist hinsichtlich *Repräsentativität, Exemplarität, Überschaubarkeit* und *Zugänglichkeit* zu überprüfen (vgl. Rauner 1999, S. 18 f.). Der Untersuchungszweck definiert sich in der vorliegenden Arbeit in erster Linie über die explorative Identifikation nachhaltiger beruflicher Handlungen in der Domäne der Fachkräfte. Ausgewählt wurden demzufolge einerseits diejenigen Arbeitsprozesse, die für das Berufsbild typisch sind und voraussichtlich zugleich auch für weitere industrielle Metallberufe eine Relevanz aufweisen. Andererseits wurden Arbeitsprozesse selektiert und untersucht, denen eine besondere Bedeutung für die Etablierung nachhaltiger Produktionsstrukturen beigemessen wird. Methodologisch erfolgte dazu die verschränkte Anwendung der Arbeitsbeobachtung und des handlungsorientierten Fachinterviews. Die erforderliche Kombination der zwei genannten Methoden erlaubt dabei die „*Wahrnehmung der Arbeitssituation aus der Perspektive des Facharbeiters*“ (Becker & Spöttl 2015b, S. 113). Neben der Beobachtung der Arbeitssituation durch die forschende Person lässt sich die Situation somit zusätzlich aus der subjektiven Perspektive der Fachkraft angemessen nachvollziehen (vgl. ebd.). Tabelle 7 stellt die zentralen Untersuchungsgegenstände in Abhängigkeit der beiden Methoden dar, die insbesondere mit Arbeitsprozessanalysen erschlossen werden können.

**Tabelle 7:** Methoden und Gegenstände von Arbeitsprozessanalysen (Becker & Spöttl 2015b, S. 109)

| **Berufswissenschaftliche Arbeitsprozessanalyse** | |
|---|---|
| **Methode** | **Gegenstand** |
| **Arbeitsbeobachtung** | Beobachtung der<br>• Fachkräfte bei der Bearbeitung ihrer Arbeitsaufgaben und Erfassung konkreter Arbeitsinhalte und -prozesse<br>• Handhabung von Werkzeugen und der Arbeitsumgebung der zu untersuchenden Person<br>• im Prozess zur Anwendung kommenden Methoden und Organisation des Arbeitsprozesses<br>• Anforderungen an Fachkräfte durch Betrieb, Arbeitsauftrag, Technik und Gesellschaft<br>• im Arbeitsprozess auftauchenden Probleme und Besonderheiten |

*(Fortsetzung Tabelle 7)*

| **Berufswissenschaftliche Arbeitsprozessanalyse** | |
|---|---|
| **Fachinterview** | Erfassung der<br>• Struktur des betrieblichen Arbeitsprozesses<br>• Arbeitsaufgabenorganisation und der subjektiven Anforderungen durch den Arbeitsprozess<br>• in der Aufgabenbearbeitung durch die Person zum Vorschein kommenden Kompetenzen<br>• zu analysierenden Arbeitszusammenhänge, der Arbeitsinhalte und der das Arbeitshandeln beeinflussenden objektiven Gegebenheiten |

### Arbeitsbeobachtung

Während der Arbeitsbeobachtung wurden Fachkräfte bei der Bewältigung von Arbeitsprozessen durch das Forschungspersonal beobachtend begleitet. Ziel war die Identifizierung situativer Arbeitspraktiken, die zur erfolgreichen und in diesem Fall zur nachhaltigkeitsorientierten Bewältigung beruflicher Arbeitsaufgaben führen. Als relevante Beobachtungsgegenstände galten dabei die in Abschnitt 3.1.3 dargelegten Dimensionen des beruflichen Arbeitsprozesses in Form von *Arbeitsgegenständen*, *Methoden*, *Werkzeugen*, *Arbeitsorganisation* und facharbeitsbezogenen *Anforderungen* (Becker & Spöttl 2015b, S. 109). Sowohl die Arbeitsbeobachtung selbst als auch die berufswissenschaftliche Hermeneutik zur Interpretation der Ergebnisse erfolgte unter besonderer Berücksichtigung nachhaltiger Bezugspunkte. Dazu dienten insbesondere die Handlungsstrategien (Effizienz, Konsistenz und Suffizienz) und die Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung (Ökologie, Soziales, Ökonomie) als leitende Analysekategorien für die teilnehmende, kontrollierte und systematische Beobachtung.

Im Vorfeld der Arbeitsbeobachtung wurden die nötigen Vorkehrungen in Absprache mit fachvorgesetzten Personen getroffen, um einen möglichst uneingeschränkten Zugang zur Fachkraft und dem zugehörigen Arbeitsumfeld zu gewährleisten (*inhaltliche Validität*). Um die Arbeitsprozesse unter möglichst unbeeinflussten Bedingungen zu untersuchen, ist der aktive Eingriff in den Arbeitsprozess durch eigene Entscheidungen des Forschungspersonals zu unterbinden (*Rückwirkungsfreiheit*) und eine reflektierende Rolle einzunehmen (vgl. ebd., S. 114). Zum Teil wurden die Fachkräfte über mehrere Tage während ihrer Arbeit beobachtend begleitet, um die dazugehörigen Abläufe, Logiken, Arbeitsorganisationsformen und Anforderungen im Feld erschließen zu können.

### Handlungsorientiertes Fachinterview

Das handlungsorientierte Fachinterview ist unmittelbar mit der Arbeitsbeobachtung verknüpft und wird aufgrund des direkten Bezugs zum Arbeitsprozess möglichst kontext- und situationsbezogen durchgeführt. Gesprächsgegenstand bilden die beobachteten beruflichen Handlungen und Arbeitszusammenhänge, um sowohl die damit verbundenen Arbeitsinhalte, Strukturen und Organisationsabläufe der betrieblichen Arbeitsprozesse als auch die sich im Handeln manifestierenden Kompetenzen zu erschließen, die maßgeblich die Planung, Umsetzung und Reflexion nachhaltigkeitsorientierter Berufshandlungen prägen (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 95).

Die Sinndeutung bzw. Interpretation der beobachteten Handlungen unterliegt der subjektiven und selektiven Wahrnehmung des Forschungspersonals. Zur kommunikativen Validierung der Beobachtungsinhalte wurde deshalb die eigene Interpretation der Situation durch *fachlich akzentuiertes* und *nachhaltigkeitsbezogenes Nachfragen* durch die Reinterpretation der Fachkräfte abgesichert. Dieses Verfahren ermöglicht damit die *kontextbezogene Objektivierung* der Forschungsdaten (vgl. Becker 2018a, S. 732; vgl. Becker 2018b, S. 761). Dabei wurden nicht nur Fragen zum spezifischen Arbeitsprozess selbst gestellt, sondern arbeitsprozessbezogene Inhalte durch Nachfragen mit den Anforderungen und Gegebenheiten im Unternehmen zusammengeführt (Aufträge vergleichbarer Art, Relevanz, Turnus, zugehörige Richtlinien, Dokumentation etc.). Somit konnten weiterführende Arbeitszusammenhänge situativ erfasst werden, die zwar in enger Verbindung mit den beobachteten Arbeitsprozessen stehen, aber zugleich Rückschlüsse auf weitere Arbeitsprozesse ähnlicher Art zulassen.

Das „fachlich akzentuierte Nachfragen" wurde für das Forschungsvorhaben um die Variante des *nachhaltigkeitsbezogenen Nachfragens* durch den Forschenden ergänzt. Diese Form des Nachfragens bezieht sich auf

- die Reflexion der Arbeitspraktiken hinsichtlich effizienter, konsistenter und suffizienter Ansätze oder Alternativen,
- die zu erzielenden nachhaltigkeitsverträglichen Gebrauchswerte,
- die antizipierten Wirkungen der Arbeit hinsichtlich der Dimensionen Ökologie, Soziales und Ökonomie sowie
- die damit einhergehenden Dilemmatasituationen, die sich entlang des Arbeitsprozesses und im Betrieb manifestieren.

Die gezielte Art des „Nachfragens" durch die zuvor festgelegten Frageperspektiven führt dazu, dass auch von einer *halbstrukturierten Methode* gesprochen werden kann.

Während der Phase der Feldforschung wurden die Beobachtungen und Antworten aus den situativ geführten handlungsorientierten Fachinterviews durch handschriftliche Notizen stichwortartig notiert. Zur verbesserten Nachvollziehbarkeit wurde zudem je nach Möglichkeit eine Fotodokumentation vorgenommen. Ebenso wurden eingesetzte Betriebsanleitungen, Arbeitsaufträge, Arbeitsanweisungen und Bildschirmausdrücke, bspw. aus den verwendeten Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssystemen (IPS), für die Dokumentation gesichert.

### 4.2.6 Experten-Facharbeiter-Workshop

Experten-Facharbeiter-Workshops (EFW) werden vorrangig eingesetzt, um charakteristische Arbeitszusammenhänge eines Berufs mithilfe von Experten und Expertinnen zu identifizieren (vgl. Windelband 2010, S. 133). Ebenso werden EFW genutzt, um betriebliche Arbeitsbereiche und Handlungsfelder zu ermitteln und die betrieblichen Arbeitsaufgaben in diesen Bereichen zu identifizieren, zu beschreiben und zu ordnen (vgl. Bauer 2008, S. 2). Die Methode trägt dazu bei, das Wissen und Können von Fachkräften zu erschließen und zu validieren (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 119).

Der EFW wurde in der vorliegenden Arbeit in erster Linie zur kommunikativen Validierung der Forschungsdaten durch die Fachkräfte eingesetzt. Dazu wurden die bereits identifizierten Arbeitsaufgaben und Kompetenzanforderungen gemeinsam mit den Fachkräften zum Ende einiger Fallstudien diskutiert und evaluiert. Durch diese gezielte Ausrichtung wurde das Instrument an den spezifischen Bedarf angepasst und wird durch den Autor als *Mikro-EFW* betitelt. Ein Mikro-EFW ist gekennzeichnet durch

- die Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Merkmalen der untersuchten Facharbeit (Arbeitsprozessdimensionen, Arbeitsaufgaben, Kompetenzanforderungen, betriebliche Abläufe etc.), die die Berufshandlungen der *involvierten Fachkräfte* unmittelbar prägen,
- die Involvierung eines *kleinen Personenkreises* mit hoher domänenspezifischer Expertise (2–4 Fachkräfte),
- den mehrmaligen, aber *kompakten Einsatz* innerhalb des Forschungsprozesses,
- den Einsatz *während der Fallstudiendurchführung* vor Ort (zumeist zum Abschluss der Fallstudien) und
- das Ziel der *kommunikativen Validierung* bestehender Forschungsergebnisse.

Mikro-EFW tragen in dieser Form zur kommunikativen Validierung der Forschungsergebnisse bei. Als Methoden innerhalb des Mikro-EFW kommen die *Fachdiskussion* und die *partizipative Evaluierung* zum Tragen (vgl. ebd., S. 69).

## 4.3 Forschungsqualität

Zur Sicherstellung der Forschungsqualität stellen Gütekriterien einen zentralen Bestandteil der Forschungskonzeption und -praxis dar. Zur Beurteilung der Güte des methodischen Vorgehens wurden unterschiedliche Gütekriterien berücksichtigt. Weit verbreitet sind die drei klassischen Gütekriterien *Validität* (Gültigkeit), *Reliabilität* (Reproduzierbarkeit) und *Objektivität* (Einflussfreiheit) der quantitativen Forschung. Diese lassen sich allerdings kaum befriedigend auf qualitative Forschungsansätze übertragen (vgl. Döring & Bortz, 2016, S. 107; vgl. Kuckartz 2016, S. 203; vgl. Mayring 2016, S. 140). Insbesondere die Erschließung der beruflichen Wirklichkeit ist vom jeweiligen Kontext abhängig, stets situiert und kaum in exakter Reproduktion vorzufinden.

### 4.3.1 Gütekriterien qualitativer Forschung

Die Gemeinsamkeit der unterschiedlichen Güterkriterien der qualitativen Forschung besteht in ihrer Ausrichtung auf die nachprüfbare Reflexivität zwischen Forschungskonzeption und -durchführung sowie den erzielten Ergebnissen (vgl. Flick 2014, S. 411 ff.; vgl. Steinke 2000, S. 323 ff.; vgl. Mayring 2002, S. 145 ff.). Dennoch haben sich in der qualitativen Forschung, im Gegensatz zur quantitativen Forschung, bisher keine allgemeingültigen Gütekriterien abschließend herauskristallisiert. Vielmehr liegen unterschiedliche Ansätze für die Beurteilung der Forschungsqualität vor, die aber

zum Teil hohe inhaltliche Überschneidungen aufweisen. Etablierte Kataloge zentraler Kernkriterien qualitativer Forschung wurden vorrangig durch Flick (vgl. 2014, S. 41), Mayring (vgl. 2016, S. 145) und Steinke (2000, S. 320 ff.) formuliert.

Mayring formuliert sechs übergreifende und verallgemeinerte Gütekriterien, die auf unterschiedliche Forschungsmethoden und -ansätze der qualitativen Forschung angewendet werden können und zur Qualitätssicherung für die Untersuchung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit reflexiv berücksichtigt wurden.

- Die *Verfahrensdokumentation* dient der Nachvollziehbarkeit des Forschungsprozesses. Gegenstände der Explikation sind Vorverständnis, Methoden, Durchführung und Auswertung der Forschungsdaten (vgl. Mayring 2016, S. 145).

Durch den multiperspektivischen Forschungsansatz war für die Untersuchung die Erarbeitung eines breiten Vorverständnisses zur bestehenden Theorie erforderlich. Eine vertiefte theoretisch-deskriptive Auseinandersetzung erfolgte demzufolge mit unterschiedlichen Ansätzen und Konzepten einer nachhaltigen Entwicklung und einer unternehmerischen Nachhaltigkeit als *gesellschaftlich-normative* und *betrieblich-institutionelle* Rahmung von Facharbeit. Ebenso wurde der Komplex einer BBNE als *berufspädagogisch-didaktische Rahmung* von Facharbeit aufgearbeitet und der theoretische Gegenstandsbereich des nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns für die Untersuchung analysiert und charakterisiert (vgl. Kap. 2; vgl. Kap. 3). Eingesetzte Forschungsinstrumente und -methoden sind zusammen mit den Auswertungsverfahren in dem vorliegenden Abschnitt dargestellt. Die Beschreibung der Planung und Durchführung der Fallstudien folgt anteilig in Kapitel 6. Die Forschungsergebnisse werden in Kapitel 6 und Kapitel 7 ebenso dargelegt wie der Modellierungsansatz zur Entwicklung des Kompetenzmodells in Kapitel 8. Im Anhang der vorliegenden Arbeit sind sowohl die eingesetzten Interviewleitfäden, Auswertungsleitfäden, Beobachtungsbögen und Extraktionstabellen der Experteninterviews hinterlegt.

- Die *argumentative Interpretationsabsicherung* dient vor allem der Nachvollziehbarkeit der Interpretationen und deren argumentativer Begründung in Bezug zum gesamten Forschungsprozess (vgl. Mayring 2016, S. 145).

Diesem Gütekriterium wurde Rechnung getragen, indem sich die Argumentationen in der vorliegenden Arbeit auf die einsehbaren Forschungsergebnisse beziehen. Die Argumentationen werden zusätzlich durch das aufgearbeitete Vorverständnis und die Ergebnisse der Sektoranalyse theorie- und kontextbezogen untermauert.

- Die *Regelgeleitetheit* impliziert die Berücksichtigung bestimmter Verfahrensabläufe beim Einsatz von Erhebungs- und Auswertungsverfahren zur Sicherstellung der systematischen und intersubjektiven Nachvollziehbarkeit (vgl. ebd., S. 146).

Die Einhaltung eines Regelsystems bezieht sich in dieser Arbeit auf einen festgelegten Ablauf zum Einsatz der Forschungsinstrumente und -methoden anhand vorstrukturierter Forschungsphasen, des Einsatzes eines Interviewleitfadens mit Strukturie-

rungs- und Steuerungsfunktion, des eingesetzten Kategoriensystems für die qualitativ orientierte Inhaltsanalyse, der Transkriptionsregeln und der Analysekategorien für die Arbeitsprozessanalysen.

- Die *Nähe zum Forschungsgegenstand* oder Gegenstandsangemessenheit wird durch die Nähe zur Alltagswelt der erforschten Subjekte erreicht (vgl. ebd.).

Die Forderung galt es nicht nur zu beachten, sie war geradezu eine zentrale Grundbedingung für den Einsatz berufswissenschaftlich-subjektbezogener Forschungsinstrumente wie der Arbeitsprozessanalyse, da der Einsatz einen uneingeschränkten Zugang zur Fachkraft und zum Arbeitsumfeld erfordert (*inhaltliche Validität*). Die Erhebungen erfolgten in einem vertrauten Umfeld der Fachkräfte und durch einen Forschenden, der einen einschlägigen Hintergrund aus der Bezugswissenschaft aufweist. Die Fachkräfte wurden bei ihren Arbeiten zum Teil mehrere Tage beobachtend begleitet, um sich die Arbeitswelt der Experten und Expertinnen angemessen erschließen zu können.

- Unter einer *kommunikativen Validierung* wird eine diskursive Reflexion bzw. Bewertung der erhobenen Forschungsdaten hinsichtlich ihrer Gültigkeit verstanden, die während oder nach der Erhebung zusammen mit den Beforschten vorgenommen wird (vgl. Mayring 2016, S. 147; vgl. Steinke 2000, S. 321).

Insbesondere durch die Mikro-EFW wurden die handlungsbezogenen Forschungsergebnisse mit den Beforschten reflektiert und hinsichtlich ihrer Gültigkeit bewertet. Mit Vertretern und Vertreterinnen der Leitungsebene wurden zudem abschließend die Fallstudienbeschreibungen ebenfalls zur kommunikativen Validierung gemeinsam reflektiert.

- *Triangulation* umfasst die Einnahme unterschiedlicher Perspektiven zum Forschungsgegenstand, um methodische Verzerrungen zu verringern und den Erkenntnisfortschritt zu erhöhen (vgl. Flick 2011, S. 12; vgl. Mayring 2016, S. 147; vgl. Steinke 2000, S. 321). Denzin typologisiert dazu die Daten-, Forscher-, Theorie- und Methodentriangulation (vgl. 1970, S. 300 ff.).

In der vorliegenden Arbeit wurde die Datentriangulation eingesetzt, um unterschiedliche Datenquellen zur Untersuchung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit einzubeziehen. Dazu wurden Unternehmen unterschiedlicher Größe und Wirtschaftszweige zur Datenerhebung ausgewählt. Ebenso wurden unterschiedliche Zielgruppen in die Datenerhebung einbezogen. Durch das berufswissenschaftliche Forschungsdesign wurden verschiedene methodische Zugänge auf unterschiedlichen Forschungsebenen zum Forschungsgegenstand gelegt und somit zugleich eine Methodentriangulation erzielt.

### 4.3.2 Berufswissenschaftliche Gütebereiche

Ausgehend von den dargestellten Gütekriterien können zudem drei berufswissenschaftliche Gütebereiche benannt werden. Sie nehmen unter der Berücksichtigung von *Ganzheitlichkeit* und *Kontextbezogenheit* eine reflektierende, transparenzschaf-

fende und rechtfertigende Funktion bei der Entschlüsselung der beruflichen Wirklichkeit ein (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 204). Die komplementären Beziehungsgeflechte zwischen den Ansätzen von Mayring sowie Becker und Spöttl werden beiderseits berücksichtigt, um die Qualität des qualitativen Forschungsprozesses und der empirischen Forschungsergebnisse, unter Berücksichtigung der besonderen Gegebenheiten von Beruf und Beruflichkeit, sicherzustellen. Nachfolgend wird die Untersuchung anhand der drei berufswissenschaftlichen Gütebereiche reflektiert.

- Die *Strukturgüte* ist umso besser, je genauer das Forschungsdesign zur Fragestellung passt (vgl. ebd., S. 205).

Durch die spezifische Art des Forschungsgegenstands und der daraus ausgerichteten Teilforschungsfragen (vgl. Abschn. 1.3) wurde ein interdisziplinärer Forschungsansatz gewählt, der die Forschungslogiken und -praktiken sowie die Paradigmen der Berufs- und Nachhaltigkeitswissenschaft gleichermaßen berücksichtigt. Durch das Forschungsdesign und die Wahl der Zielgruppen konnte zudem die personenbezogene und institutionelle Ebene von Facharbeit untersucht werden. Die Sektoranalyse ermöglichte die repräsentative Auswahl von Fallstudien und trug ebenfalls zur Erhöhung der Strukturgüte des Untersuchungsvorhabens bei (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 206).

- Die *Prozessgüte* ist umso besser, je angemessener und vollständiger die dargestellten Forschungsinstrumente angewendet werden (vgl. ebd., S. 205).

Um eine Angemessenheit der Forschungsinstrumente zu erzielen, wurden diese zum Teil an die spezifische Forschungsausrichtung angepasst. So erfolgte in den handlungsorientierten Fachinterviews neben dem *fachlich akzentuierten Nachfragen* zusätzlich ein *nachhaltigkeitsbezogenes Nachfragen*. Das EFW wurde vorrangig zur kommunikativen Validierung eingesetzt und das Verfahren entsprechend angepasst (Mikro-EFW). Für die Erforschung des Untersuchungsgegenstands wurde übergreifend ein Forschungsdesign eingesetzt, das auf das gesamte Forschungsinstrumentarium berufswissenschaftlicher Forschung zurückgreift und um spezifische Analyseansätze, wie die qualitativ orientierte Inhaltanalyse, im Rahmen der Datenauswertung erweitert wurde.

- Die *Kontextgüte* ist umso besser, je genauer die Instrumente die Ganzheitlichkeit und den Gesamtzusammenhang beruflicher Wirklichkeit erfassen (vgl. ebd.).

Die Untersuchung wurde auf drei unterschiedliche Forschungsebenen ausgerichtet. Sie umfassen das Subjekt der Fachkraft, die domänenbezogenen Arbeitsprozesse und die betrieblich-institutionellen Gegebenheiten im Unternehmen und ermöglichten die Herstellung von Gesamtzusammenhängen in der vorzufindenden beruflichen Wirklichkeit. Die Untersuchung der betrieblichen CSR-Aktivitäten ermöglichte zudem das Aufzeigen spezifischer nachhaltigkeitsgeprägter Sinnzusammenhänge in den Fallunternehmen, die die Facharbeit kontextualisieren.

# 5 Sektoranalyse des verarbeitenden Gewerbes

„Alles, was gegen die Natur ist, hat auf Dauer keinen Bestand."
Charles Darwin

Die Sektoranalyse wurde zu Beginn des Forschungsprozesses eingesetzt, um eine Ein- und Abgrenzung sowie Beschreibung des forschungsrelevanten Sektors vornehmen zu können. In Abschnitt 5.1 werden die Struktur und die Entwicklung des verarbeitenden Gewerbes vorgestellt. Um einen Überblick über die Nachhaltigkeitsaktivitäten innerhalb des Sektors zu gewinnen, wird in Abschnitt 5.2 die nachhaltige Entwicklung im verarbeitenden Gewerbe dargelegt. Neben der Ein- und Abgrenzung des Sektors werden die aggregierten Ergebnisse für eine kriteriengeleitete Fallstudienplatzierung berücksichtigt. Das Kapitel endet mit forschungsleitenden Schlussfolgerungen (Abschn. 5.3). Die aus der Sektoranalyse gewonnenen Kriterien zur Auswahl der Fallunternehmen folgen im nächsten Kapitel.

## 5.1 Struktur und Entwicklung des verarbeitenden Gewerbes

Um einen Überblick über den forschungsrelevanten Sektor zu schaffen, werden zunächst die charakteristischen Merkmale, die ökonomische Bedeutung und die Strukturen in den Unternehmen, der Beschäftigung und der Ausbildung im verarbeitenden Gewerbe vorgestellt.

### 5.1.1 Charakteristische Merkmale

Das verarbeitende Gewerbe ist durch die mechanische, physikalische oder chemische Umwandlung von Stoffen oder Teilen gekennzeichnet, um die Herstellung und Weiterverarbeitung von Wirtschaftsgütern zu ermöglichen. Die Branchen und Betriebe des verarbeitenden Gewerbes sind sowohl industriell als auch handwerklich geprägt. Dem verarbeitenden Gewerbe werden sämtliche Institutionen zugeordnet, deren wertschöpfende Tätigkeiten darauf abzielen, Erzeugnisse mit dem Ziel der Produktherstellung zu be- oder verarbeiten. Herstellungsprodukte sind zumeist Fertigwaren für den direkten Ge- oder Verbrauch oder aber auch Halbwaren, die weiteren Be- oder Verarbeitungsprozessen zugeführt werden. Wertschöpfungsprozesse, die eine Montage von Teilen der Waren oder die Veredlung bestimmter Waren vorsehen, werden ebenso dem verarbeitenden Gewerbe zugeordnet wie die Instandhaltung oder Installation von Maschinen und Ausrüstungen (vgl. Europäische Kommission 2008, S. 118).

Die Branchen bzw. Wirtschaftszweige[41] des verarbeitenden Gewerbes sind genauso vielfältig wie die hergestellten Wirtschaftsgüter. Nach der europäischen Wirtschaftsklassifikation *„Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft"* (NACE) umfasst das verarbeitende Gewerbe folgende Wirtschaftszweige (vgl. Europäische Kommission 2008, S. 67 ff.):

- Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln,
- Getränkeherstellung,
- Tabakverarbeitung,
- Herstellung von Textilien,
- Herstellung von Bekleidung,
- Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen,
- Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel),
- Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus,
- Herstellung von Druckerzeugnissen; Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern,
- Kokerei und Mineralölverarbeitung,
- Herstellung von chemischen Erzeugnissen,
- Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen,
- Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren,
- Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden,
- Metallerzeugung und -bearbeitung,
- Herstellung von Metallerzeugnissen,
- Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen,
- Herstellung von elektrischen Ausrüstungen,
- Maschinenbau,
- Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen,
- sonstiger Fahrzeugbau,
- Herstellung von Möbeln,
- Herstellung von sonstigen Waren und
- Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen.

Damit die untersuchten Fälle (Unternehmen) das verarbeitende Gewerbe angemessen repräsentieren, erfolgte eine kriteriengestützte Auswahl von Wirtschaftszweigen. Die für die Erhebung festgelegten Wirtschaftszweige und die dazugehörigen Auswahlbegründungen folgen in Abschnitt 6.1.1.

41 Als Wirtschaftszweig oder auch Branche wird ein Konglomerat an Unternehmen oder Einrichtungen bezeichnet, die vergleichbare Produkte herstellen oder ähnliche Dienstleistungen erbringen (vgl. Statistisches Bundesamt 2021a).

### 5.1.2 Ökonomische Strukturdaten

Im Jahr 2018 wurden im verarbeitenden Gewerbe ca. 1,94 Billiarden Euro Umsatz erwirtschaftet (vgl. Statistisches Bundesamt 2019a, S. 557). Zu den fünf umsatzstärksten Wirtschaftszweigen bzw. Branchen im untersuchungsrelevanten Sektor zählen:

- *Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen* (ca. 22,1 %),
- *Maschinenbau* (ca. 13,5 %),
- *Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln* (ca. 8,1 %),
- *Herstellung von chemischen Erzeugnissen* (ca. 7,7 %) und
- *Herstellung von Metallerzeugnissen* (ca. 6,3 %).

Diese fünf Wirtschaftszweige waren im Jahr 2018 für ca. 58 % des Gesamtumsatzes im verarbeitenden Gewerbe verantwortlich, womit sich der Umsatz der fünf Branchen auf ca. 1,12 Billiarden Euro belief (vgl. ebd.). Der Anteil am Gesamtumsatz verdeutlicht die konzentrierte industrielle Wirtschaftsleistung und die wirtschaftliche Bedeutung der fünf genannten Wirtschaftszweige. Der Auslandsumsatz weist in den fünf Branchen eine diametrale Struktur auf. Während die Branchen *Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen, Maschinenbau* und *Herstellung von chemischen Erzeugnissen* mit ihren Exportquoten deutlich über dem Durchschnitt liegen, konzentrieren sich die Branchen *Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln* und *Herstellung von Metallerzeugnissen* vor allem auf den Binnenmarkt und liegen unterhalb der durchschnittlichen Exportquote (vgl. ebd.).

### 5.1.3 Unternehmen und Beschäftigung

Im Jahr 2018 wurden insgesamt 45.815 Betriebe im verarbeitenden Gewerbe statistisch erfasst. Bundesländer mit den meisten Betrieben sind *Nordrhein-Westfalen* (10.289 Betriebe), *Baden-Württemberg* (8.470 Betriebe) und *Bayern* (7.581 Betriebe). Die Verteilung innerhalb der unterschiedlichen Größenklassen[42] zeigt, dass der Großteil der Betriebe der Größenklasse *kleinere und mittlere Unternehmen* (KMU) zuzuordnen ist. Betriebe dieser Größenklasse stellen knapp 90 % aller erfassten Einheiten im verarbeitenden Gewerbe dar. Etwa die Hälfte der Unternehmen weist dabei weniger als 50 tätige Personen auf. Die meisten Betriebe des Sektors gehören den Wirtschaftszweigen *Herstellung von Metallerzeugnissen, Maschinenbau, Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln, Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren* und *Herstellung von elektrischen Ausrüstungen* an. Der Wirtschaftszweig *Herstellung von Metallerzeugnissen* weist davon mit ca. 17 % den größten Anteil an Betrieben auf. Insgesamt sind den fünf genannten Branchen 56 % aller Betriebe zugehörig. Der Anteil an den Gesamtumsätzen ist hingegen beinah antiproportional zu der Größenverteilung der Betriebe. Etwa 71 % des Umsatzes werden von Großunternehmen erwirtschaftet, womit sie die treibende wirtschaftliche Kraft darstellen. Betriebe mit weniger als 50 tätigen Personen bilden zwar ca. die Hälfte aller Betriebe ab, erwirtschafteten aber im Jahr 2018 lediglich einen Umsatzanteil von ca. 6 %. Hervorzuheben ist die Unternehmenskonzentration bei der *Herstel-*

42 Für die Betrachtung der Größenklassen wurde die Klassifikation der Unternehmensgröße gemäß der EU-Empfehlung 2003/361/EG der europäischen Union berücksichtigt.

*lung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen*. In der Branche erwirtschafteten die zehn größten Unternehmen einen Umsatzanteil von knapp 80 % mit einem Beschäftigtenanteil von 64 % (vgl. Statistisches Bundesamt 2019b, S. 556 f.).

Insgesamt waren im Jahr 2018 ca. 6,4 Mio. Arbeitnehmer:innen in den Betrieben des Sektors beschäftigt. Die Bundesländer *Nordrhein-Westfalen*, *Baden-Württemberg* und *Bayern* weisen nicht nur die meisten Betriebe, sondern ebenfalls die meisten Beschäftigten auf. Knapp 61 % aller Beschäftigten arbeiten in den drei genannten Bundesländern. Die Disparität in den Beschäftigungsanteilen zwischen KMU und Großunternehmen ist im Gegensatz zur Umsatz- und Betriebsverteilung vergleichsweise gering. Während in Großunternehmen 58 % aller Personen eine Beschäftigung finden, sind es in KMU 42 %. Der größte Arbeitgeber mit 1,09 Mio. Beschäftigten ist der *Maschinenbau*, gefolgt von den *Herstellern von Kraftwagen und Kraftwagenteilen* mit 851.000 Beschäftigten. Auch die *Hersteller von Metallerzeugnissen* mit 698.000 Beschäftigten zählen ebenso wie die *Hersteller von Nahrungs- und Futtermitteln* mit 546.000 Beschäftigten zu den größten Arbeitgebern. Die vier genannten Branchen beschäftigen knapp die Hälfte aller Arbeitnehmer:innen im verarbeitenden Gewerbe (vgl. ebd., S. 558). Das verarbeitende Gewerbe wies im Jahr 2019 in Deutschland mit durchschnittlich 20,9 % die mit Abstand höchste Ausbildungsbeteiligung unter allen Wirtschaftsabschnitten bzw. Wirtschaftssektoren auf (vgl. BIBB 2019b).

## 5.2 Nachhaltige Entwicklung im verarbeitenden Gewerbe

Nachfolgend wird die nachhaltige Entwicklung im verarbeitenden Gewerbe aufgegriffen. Dazu werden Sektordaten dargelegt, die insbesondere nachhaltigkeitsorientierte Trends, Entwicklungen und Strukturen im verarbeitenden Gewerbe abbilden.

### 5.2.1 Nachhaltigkeitsbezogene Trends und Entwicklungen

Die nachhaltige Entwicklung führt zu veränderten Anforderungen im verarbeitenden Gewerbe. Durch die Vielzahl an Branchen wird nachfolgend eine prägnante Auswahl von übergeordneten Sektordaten dargelegt, anhand derer sich nachhaltige Trends und Entwicklungen im Sektor abbilden lassen.

Das verarbeitende Gewerbe kennzeichnet sich durch die Herstellung und Verarbeitung unterschiedlichster Güter. Durch den dafür erforderlichen Rohstoffeinsatz nimmt der Sektor eine besonders ressourcenintensive Stellung innerhalb des Wirtschaftssystems ein. Durch die Herstellung von Waren entstanden im Jahr 2015 Treibhausgasemissionen in Höhe von ca. 175 Mio. Tonnen $CO_2$–Äquivalenten. Dies entspricht einen äquivalenten Gesamtanteil von ca. 17 % an den Treibhausgasemissionen aus allen produktiven Bereichen (Erzeugnisse der Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei, Energie und Dienstleistungen der Energieversorgung etc.) und privaten Haushalten Deutschlands (vgl. Statistisches Bundesamt 2018, S. 472).

Im Jahr 2015 wurden ca. 2,3 Milliarden Euro an Umweltschutzinvestitionen im Sektor verausgabt. Ein Großteil davon in den *Klimaschutz* (41,3 %), in den *Gewässer-*

*schutz* (23,1 %) und die *Luftreinhaltung* (22,5 %). Der Vergleich mit anderen Wirtschaftsabschnitten gemäß der *Systematik WZ 2008* wie bspw. der *Energie-* oder *Wasserversorgung* verdeutlicht allerdings den vergleichsweise geringen Anteil der Umweltschutzinvestitionen im Verhältnis zu den verausgabten Gesamtinvestitionen. Während im Wirtschaftsabschnitt *Wasserversorgung* ca. 59 % der verausgabten Investitionen in den Umweltschutz flossen, waren es in der *Energieversorgung* nur noch ca. 18 % und im *verarbeitenden Gewerbe* lediglich ca. 4 % (vgl. ebd., S. 456). Trotz des geringen Anteils ist der Verlauf der Umweltschutzinvestitionen im verarbeitenden Gewerbe als progressiv zu bezeichnen und beläuft sich zwischen den Jahren 2010–2015 auf eine Zunahme von 37 % (vgl. Statistisches Bundesamt 2021b). Um ein ganzheitliches Bild zu skizzieren, sind neben den Investitionen ebenfalls die laufenden Aufwendungen für den Umweltschutz einzubeziehen. Diese lagen im *verarbeitenden Gewerbe* bei 9,6 Milliarden Euro im Jahr 2016 und sind damit zwar geringer als in der *Wasserversorgung* (17,5 Milliarden Euro), aber mehr als doppelt so hoch wie in der *Energieversorgung* (4,4 Milliarden Euro) (ebd., S. 457).

Neben den laufenden Aufwendungen und Investitionen in den Umweltschutz ist das Feld ebenso zu einem relevanten Wirtschaftsfaktor avanciert. Im Jahr 2017 betrug der Umsatz an Umweltschutzgütern und -leistungen im verarbeitenden Gewerbe ca. 56 Milliarden Euro (vgl. Statistisches Bundesamt 2019b, S. 458). Der mit Abstand größte Anteil ist dem Bereich *Klimaschutz* zuzuordnen (ebd.). In Abbildung 24 sind die wichtigsten Umweltschutzgüter und -leistungen nach Umsatz darstellt.

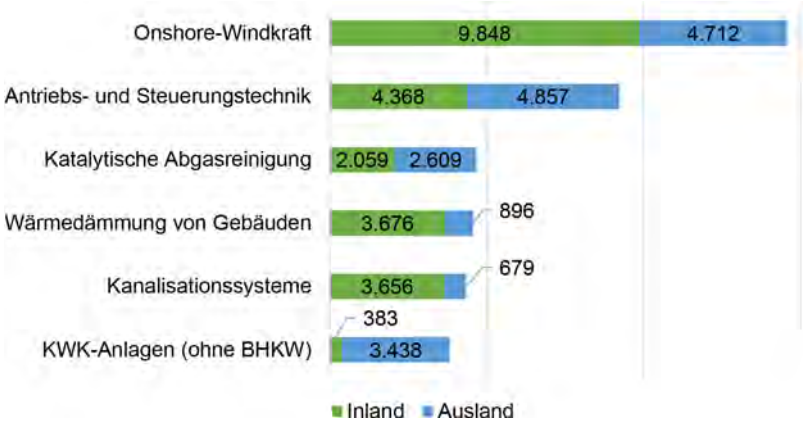



**Abbildung 24:** Wichtigste Umweltschutzgüter und -leistungen 2017 nach Umsatz in Mio. Euro (i. A. a. Statistisches Bundesamt 2019b, S. 458)

### Leitmärkte und Transformationsfelder

Die Betrachtung des Weltmarkts für *Umwelttechnik und Ressourceneffizienz* verdeutlicht die Relevanz etablierter Branchen bzw. Wirtschaftszweige des verarbeitenden Gewerbes für die nationalen und internationalen Nachhaltigkeitsbestrebungen. Im Jahr 2016 lag der gemeinsame Anteil des *Maschinenbaus* sowie der *Chemie-*, *Elektro-* und *Automobilindustrie* bei knapp 43 % des Weltmarktes für *Umwelttechnik und Ressourceneffizienz*.

Der höchste Anteil ist dabei im Maschinenbau (18 %), gefolgt von der Elektroindustrie (13 %), der Chemieindustrie (9 %) und der Automobilindustrie (3 %) zu verzeichnen. Güter aus dem Bereich der *Umwelttechnik und Ressourceneffizienz* werden somit fast zur Hälfte in „klassischen Industrien" hergestellt oder angeboten (vgl. BMU 2018a, S. 90). Zu den subsumierten Gütern der *Umwelttechnik und Ressourceneffizienz* zählen nicht nur Technologien, die ausschließlich dem Umweltschutz dienen, sondern ebenso Technologien, die deutlich weniger umweltschädlich sind als Referenztechnologien. Zu den Leitmärkten der *Umwelttechnik und Ressourceneffizienz* zählen:

- Umweltfreundliche Energien und Energiespeicherung,
- Energieeffizienz,
- Rohstoff- und Materialeffizienz,
- Kreislaufwirtschaft,
- Nachhaltige Wasserwirtschaft und
- Nachhaltige Mobilität (vgl. ebd., S. 25).

Für den deutschen Markt der *Umwelttechnik und Ressourceneffizienz* wird eine Ausweitung des Marktvolumens mit einer jahresdurchschnittlichen Wachstumsrate von 8,8 % bis zum Jahr 2025 prognostiziert (vgl. ebd., S. 49). Auch internationale GreenTech-Märkte sind auf Expansionskurs. So hat im Jahr 2016 das globale Marktvolumen der *Umwelttechnik und Ressourceneffizienz* die 3-Billiarden-Euro-Marke überschritten (vgl. ebd., S. 7).

### Transformationsgeprägte Wirtschaftszweige

Die Leitmärkte der *Umwelttechnik und Ressourceneffizienz* deuten bereits darauf hin, dass bestimmte Wirtschaftszweige eine besondere Relevanz für eine Green Economy einnehmen. Vergleichende Untersuchungen zu transformativen Aktivitäten in der deutschen Volkswirtschaft untermauern diese Vermutung. So zählen das *verarbeitende Gewerbe*, die *Energieversorgung* und die *Wasserversorgung* zu den drei am stärksten transformationsgeprägten Wirtschaftsabschnitten (Umweltbundesamt 2021, S. 43). Aufgrund des wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Stellenwertes des verarbeitenden Gewerbes wurden Stellenanzeigen in den subsumierten Wirtschaftszweigen analysiert, die mit dem Übergang in eine Green Economy in direkter Verbindung stehen. Folgende Wirtschaftszweige haben sich bei der Analyse besonders hervorgehoben und können bereits heute als transformationsgeprägt bezeichnet werden (ebd., S. 44):

- WZ 20: Herstellung von chemischen Erzeugnissen
- WZ 23: Herstellung von Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden
- WZ 24: Metallerzeugung und -bearbeitung
- WZ 25: Herstellung von Metallerzeugnissen
- WZ 25: Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen
- WZ 27: Herstellung von elektrischen Ausrüstungen
- WZ 28: Maschinenbau

### Technologische Energieeinsparpotenziale

Unternehmensbefragungen legen nahe, dass das Themenfeld *Energieverbrauch* einen besonderen Stellenwert in den Nachhaltigkeitsstrategien der Unternehmen einnimmt (vgl. Schaltegger 2010, S. 43). Technologiegetriebene Energieeinsparpotenziale bestehen dabei sowohl bei branchenspezifischen technischen Systemen als auch bei branchenübergreifenden Querschnittstechnologien (vgl. Seidl 2017, S. 277).

*Querschnittstechnologien* schaffen eine technologische Basis für unterschiedlichste Produktionsprozesse und -strukturen und werden in einer Vielzahl von Branchen des primären und sekundären Sektors eingesetzt (vgl. Behrendt & Erdmann 2010, S. 20). Die technischen Systeme umfassen vor allem Endenergieanwendungen, die in einer Vielzahl von Arbeits- und Produktionsprozessen unabdingbar sind. Zu den relevantesten Querschnittstechnologien nach absteigendem prognostizierten Energieeinsparungspotenzial gehören (vgl. DENA 2015, S. 8 ff.):

- *Beleuchtungssysteme* (Einsparungspotenzial ca. 70 %),
- *Druckluftsysteme* (Einsparungspotenzial ca. 50 %),
- *Kälte- und Kühlwasseranlagen* (Einsparungspotenzial ca. 30 %),
- *Pumpensysteme* (Einsparungspotenzial ca. 30 %),
- *Wärmeversorgung* (Einsparungspotenzial ca. 30 %),
- *Lüftungsanlagen* (Einsparungspotenzial ca. 25 %)

Weitere technische Systeme, die einen Querschnittscharakter aufweisen und bspw. im Investitionsprogramm „Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft" des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ebenfalls zu den transformationsgeprägten technischen Systemen[43] zählen, sind (vgl. BAFA 2021):

- *elektrische Motoren* und *Antriebe,*
- *Anlagen zur Abwärmenutzung bzw. Wärmerückgewinnung,*
- *Dämmungssysteme von industriellen Anlagen bzw. Anlagenteilen* oder auch
- *Mess-, Steuer- und Regelungstechnik*.

Weitere Erhebungen geben darüber Auskunft, dass in Unternehmen insbesondere Ansätze zur Reduktion des Energieeinsatzes in den Bereichen Beleuchtung, Produktionsanlagen, Druckluftsysteme, Abwärmenutzung, Wärmesysteme, Lüftungssysteme und Gebäude umgesetzt werden (Abb. 25). Die geringsten Energieeffizienzsteigerungen bestehen hingegen in den Bereichen Verwaltung und Bedarfsmanagement (vgl. EEP 2017, S. 11).

43 Mit der Bundesförderung für *Energieeffizienz in der Wirtschaft* fördert das BAFA Unternehmen, die in hocheffiziente Technologien sowie erneuerbare Energien investieren und damit den nachhaltigen Umbau der Produktionsstrukturen vorantreiben.

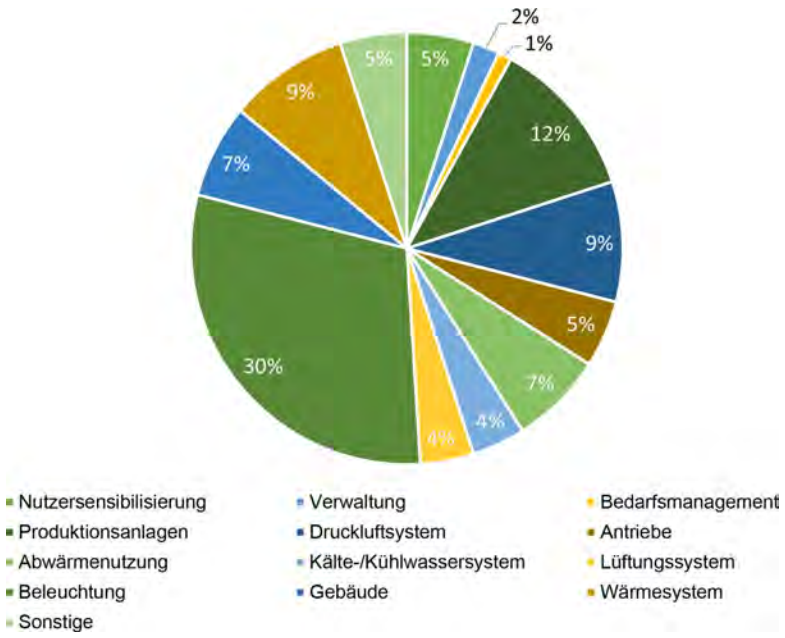



**Abbildung 25:** Größte relative Energieeinsparungen durch Energieeffizienzmaßnahmen (n = 1047; EEP 2017, S. 11)

### 5.2.2 Nachhaltige Unternehmensstrukturen

Nachhaltigkeit zählt zu den Megatrends in der Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft (BIBB 2020, S. 32 ff.). Nach einer repräsentativen Befragung (n = 2.017) hält die Bevölkerung die Bemühungen der „Industrie" für den Umwelt- und Klimaschutz mit 61 % für „nicht genug" und mit 31 % für „eher nicht genug" (vgl. BMU 2018b, S. 23). Damit verbunden können bei Kunden und auch anderen Stakeholdern Erwartungshaltungen und Forderungen zum verantwortungsvollen Wirtschaften einhergehen. Parallel dazu treiben ordnungspolitische und umweltpolitische Rahmenbedingungen die Transformation in der Gesellschaft und in Unternehmen weiter voran. Entsprechend weist Nachhaltigkeit einen diametralen Bedeutungsgehalt auf. Einerseits bringt die Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung neue, zum Teil investitionsintensive Herausforderungen für die Unternehmen mit sich. Andererseits stellt die Leitidee eine Chance für die dauerhaft tragfähige Unternehmensentwicklung unter Nutzung ökologisch-ökonomischer Synergieeffekte dar.

#### Bedeutung einer nachhaltigen Unternehmensentwicklung

Empirisch erfasste Stimmungsbilder, die anteilig auch im verarbeitenden Gewerbe erhoben wurden, untermauern die eingeschätzte Relevanz von Nachhaltigkeit für die Unternehmensentwicklung. Knapp über die Hälfte aller befragten Unternehmen (n = 463) schreiben dem Thema Nachhaltigkeit eine *„sehr hohe"* Bedeutung für die eigene Unternehmensentwicklung zu. Ca. 41 % geben den Stellenwert mit *„eher hoch"* an. Entsprechend wird mit über 91 % das Thema Nachhaltigkeit als wichtiger Faktor

für die Ausrichtung der Unternehmensentwicklung bewertet (vgl. oekom research 2017, S. 22). Dass CSR insbesondere in den letzten Jahren eine zunehmende Bedeutung in den Unternehmen erfahren hat, wird durch die Befragung von 735 Vertreter:innen aus der Real- und Finanzwirtschaft deutlich (vgl. Schons et al. 2023, S. 32). Die Mehrheit aus der Realwirtschaft gab in der Befragung an, dass das Thema Nachhaltigkeit seit dem Jahr vor der Befragung entweder mit 41 % „eher wichtiger" oder mit knapp 43 % „viel wichtiger" geworden ist. Damit wird von 84 % der befragten Personen die Bedeutungszunahme von Nachhaltigkeit im eigenen Unternehmen attestiert.

Diese Tendenz gilt nicht nur für marktführende Großunternehmen, sondern ebenso für den Mittelstand. Dort geben 79 % der befragten Unternehmen an, dass eine nachhaltige Unternehmensführung wichtig oder sehr wichtig ist (n = 459). Gleichzeitig attestiert knapp über die Hälfte der befragten Unternehmen aus dem Mittelstand, dass noch *„keine ausführliche"* Auseinandersetzung mit dem Themenfeld Nachhaltigkeit im eigenen Unternehmen stattgefunden hat (vgl. Englisch et al. 2012, S. 10 ff.).

### Nachhaltige Entwicklung in Geschäftsprozessen und Organisationsbereichen

Die erhobenen nachhaltigkeitsorientierten Themenfelder eines CSR-Monitorings verdeutlichen, dass Themen aus der ökologischen und sozialen Dimension bedeutsame Gegenstände des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements darstellen (Abb. 26). Die ökologische Dimension ist dabei vor allem durch das Energie- und Stoffstrommanagement geprägt. Auf der Inputseite gehören dazu Themenfelder wie *Energie-*, *Material-* und *Wasserverbrauch*. Auf der Outputseite finden sich Themenfelder wie *gasförmige Schadstoffe*, *Abwasser* und *Abfall*. In der sozialen Dimension des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements werden ebenfalls eher etablierte Thematiken, wie die *Aus- und Weiterbildung*, *Arbeitsschutz und -sicherheit* oder *Arbeitsplatzsicherung*, als bedeutsam eingestuft. Gemeinwohlorientierte Themenfelder, wie *Biodiversität* oder *Kinder-, Zwangs- und Pflichtarbeit,* weisen hingegen eine geringere Bedeutung für die Unternehmen auf (vgl. Schaltegger et al. 2010, S. 42).

Eine durchgängige CSR gilt als Querschnittsaufgabe, deren Umsetzung die Einbindung aller betrieblichen Ebenen umfasst. Gleichwohl ist es naheliegend, dass laut der befragten Personen der Unternehmensvertretung der Organisationsbereich *„CSR/ Nachhaltigkeit"* am stärksten von ökologischen und sozialen Themen vereinnahmt wird (vgl. ebd., S. 31). In diesem Organisationsbereich sind vorrangig Vertreter:innen des Nachhaltigkeitsmanagements bzw. Vertreter:innen aus nachhaltigkeitsrelevanten Managementsystemen (Energie-, Umweltmanagement usw.) oder integrierten Managementsystemen (IMS) aktiv, um nachhaltige Strukturen an der Schnittstelle zwischen leitender bzw. mittlerer und produktiver Ebene zu etablieren und zu verstetigen. Aber auch originäre Organisationsbereiche wie die *Produktion,* die *Forschung und Entwicklung*, *Beschaffung/Einkauf*, die *PR/Kommunikation* oder die *Distribution* sind im hohen Maße von ökologischen Themen betroffen, womit praktisch die gesamte Wertschöpfungskette für die nachhaltige Entwicklung von Unternehmen als bedeutsam gilt (Abb. 27). Besonders relevant für die vorliegende Untersuchung ist die hohe Betroffenheit der *Produktion*. In kaum einem anderen Geschäftsprozess sind die Arbeitsprozesse industrieller Metallberufe derart stark eingebettet wie in diesen.

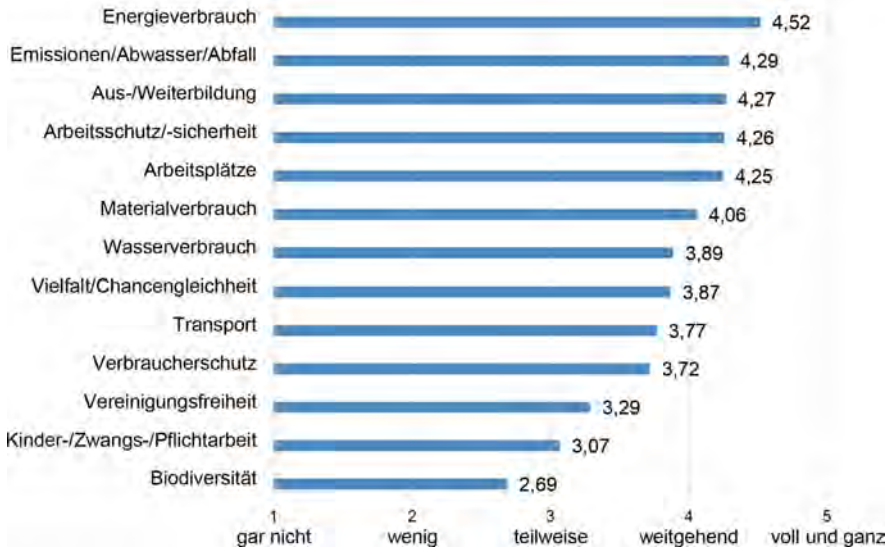



**Abbildung 26:** Relevante Nachhaltigkeitsthemen in Unternehmen (n = 112; Schaltegger et al. 2010, S. 43)

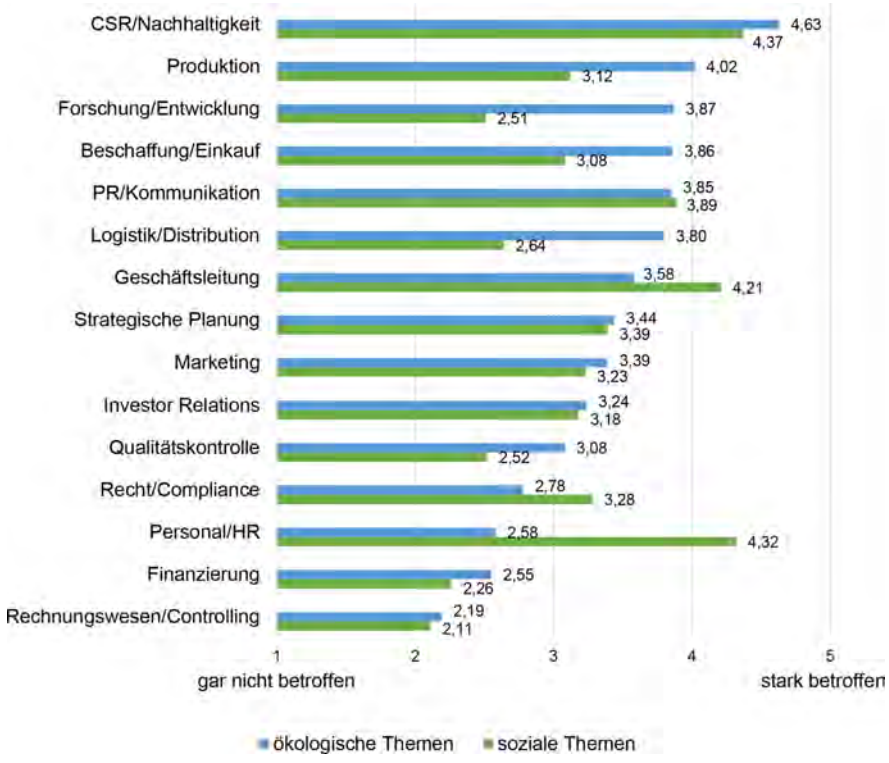



**Abbildung 27:** Betroffenheit der Organisationsbereiche von einer nachhaltigen Entwicklung (n = 152; Schaltegger et al. 2012, S. 31)

Insgesamt lässt sich feststellen, dass neben der *CSR-/Nachhaltigkeitsabteilung* insbesondere die *Geschäftsleitung* für die strategische und taktische Umsetzung unternehmerischer Nachhaltigkeit verantwortlich ist, während die *PR/Kommunikation* die externe, aber teils auch interne Nachhaltigkeitskommunikation realisiert (vgl. Schaltegger et al. 2012, S. 31).

Knapp 75 % der befragten Unternehmensvertreter:innen verknüpfen das betriebliche Nachhaltigkeitsengagement mit dem Kerngeschäft und den Kernkompetenzen des Unternehmens (vgl. ebd., S. 49). Mehrheitlich werden ein *nachhaltiges Produktportfolio* und eine *nachhaltige Produktgestaltung* unter ökologischen und sozialen Gesichtspunkten fokussiert (z. B. „grüne" Produkte oder energieeffiziente Technologien).

### Standards und Management für eine nachhaltige Unternehmensentwicklung

Für die systematische Etablierung und Verstetigung nachhaltiger Unternehmensstrukturen besteht eine Vielzahl von Standards, die im Rahmen des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements zum Tragen kommen. Die Inhalte differieren je nach Anwendungsbereich und zum Teil auch nach der jeweiligen Branche. Angefangen von geschäftsprozessübergreifenden Standards zur generellen Etablierung nachhaltiger Strukturen, Leitideen und Prinzipien (z. B. Global Compact der Vereinten Nationen) über Standards zur Nachhaltigkeitsberichtserstattung (z. B. Deutscher Nachhaltigkeitskodex) und zur nachhaltigkeitsorientierten Optimierung der Produktionsstrukturen (z. B. Umwelt- und Energiemanagementsysteme) bis hin zu Standards hinsichtlich der produzierten Produkte und der eingesetzten Rohstoffe (z. B. Cradle-to-Cradle-Zertifizierung). Standards dienen in erster Linie als Orientierung für das operative Management, liefern eine thematische Verständnis- und Verständigungsgrundlage, geben verbindliche Vorgaben und leiten zur Etablierung, Verstetigung, Steuerung, Messung und Verbesserung von betrieblichen Aktivitäten an. Standards ermöglichen demzufolge die Sicherstellung gleicher Voraussetzungen für Unternehmen durch vereinheitlichte Prüfkriterien.

Für die nachhaltige Entwicklung von Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes sind insbesondere die Standards in Tabelle 8 von Bedeutung. Einige der Standards weisen eine branchenspezifische Ausrichtung auf. Während der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) 12 Leitsätze für mehr Nachhaltigkeit im Maschinen- und Anlagenbau festgelegt hat, kommt bspw. die FSC®-Zertifizierung insbesondere bei der Herstellung von Holzwaren und der Herstellung von Papier und Pappe zum Tragen.

**Tabelle 8:** Nachhaltigkeitsrelevante Standards für Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes

| Ausrichtung | Nachhaltigkeitsbezogene Standards im verarbeitenden Gewerbe |
|---|---|
| Unternehmenskultur und -philosophie | ▪ Deutscher Corporate Governance Kodex (DCGK)<br>▪ OECD - Leitsätze für multinationale Unternehmen<br>▪ ISO 19600 - Compliance Management System<br>▪ ISO 26000 - Leitfaden zur gesellschaftlichen Verantwortung<br>▪ VDMA-Leitsätze zur Nachhaltigkeit (branchenbezogen) |
| Berichterstattung | ▪ Deutscher Nachhaltigkeitskodex (DNK)<br>▪ Global Reporting Initiative (GRI)<br>▪ International Integrated Reporting Council (IIRC)<br>▪ UN Global Compact (UNGC) |
| Produktion/ Lieferkette | ▪ Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)<br>▪ GMP - Gute Herstellungspraxis<br>▪ DIN EN ISO 9001 - Qualitätsmanagement<br>▪ DIN EN ISO 14001 - Umweltmanagement<br>▪ DIN ISO 28000 - Sicherheitsmanagement für die Lieferkette<br>▪ DIN EN ISO 45001 – Arbeitsschutzmanagement (vormals OHSAS 18001)<br>▪ DIN EN ISO 50001 - Energiemanagement<br>▪ SA 8000 - Arbeitsbedingungen |
| Produkte/ Rohstoffe (Siegel) | ▪ Bioland<br>▪ BLUESIGN<br>▪ Blauer Engel<br>▪ Cradle-to-Cradle<br>▪ EU-Bio<br>▪ Fairtrade<br>▪ Forest Stewardship Council (FSC)<br>▪ Global Recycle Standard<br>▪ Grüner Knopf<br>▪ Marine Stewardship Council (MSC)<br>▪ Mehrweg<br>▪ Naturland<br>▪ Neuland<br>▪ Umweltzeichen<br>▪ OK Power<br>▪ Programme for Endorsement of Forest Certification (PEFC)<br>▪ Rainforest Alliance<br>▪ UTZ Certified<br>▪ V-Label<br>▪ … |

Knapp die Hälfte der befragten Großunternehmen gibt im Rahmen einer Erhebung an, ein Energiemanagementsystem nach ISO 50001 (EnMS) einzusetzen, um Energieeffizienzsteigerungen zu erzielen (vgl. EEP 2017, S. 5). Ebenso werden Umweltmanagementsysteme nach ISO 14001 und nachhaltigkeitsorientierte Netzwerke zur Verbesserung der betrieblichen Nachhaltigkeitsbilanz eingesetzt. Die Unternehmen mittlerer Größe verwenden noch zu ca. 34 % ein Energiemanagementsystem nach ISO 50001. Bei Kleinst- und Kleinunternehmen zeigt sich hingegen, dass durchschnittlich 55 % der befragten Unternehmen keinen systematischen Ansatz verfolgen (vgl. ebd.).

Dass die Berücksichtigung systematischer Managementansätze auch für die Auswahl der Fallunternehmen von Bedeutung ist, zeigt die weiterführende Analyse der Normen. U. a. wird in der DIN EN ISO 50001:2018 die Bedeutung der Einbindung der Mitarbeiter:innen zur Umsetzung eines EnMS hervorgehoben. Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen wird eine aktive Rolle bei der Einführung oder Aufrechterhaltung eines EnMS zugesprochen. Demnach sind Fachkräfte durch Befähigung, Motivation, Anerkennung, Schulung, Belohnung und Teilhabe in das EnMS einzubinden (vgl. DIN EN ISO 50001:2018, S. 32).

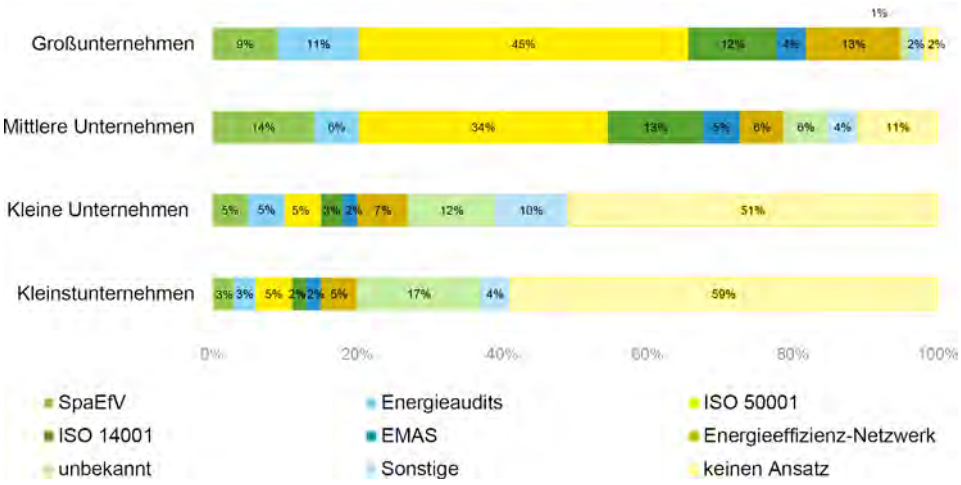



**Abbildung 28:** Betriebliche Ansätze zur Energieeffizienzsteigerung (n = 1034; EEP 2017, S. 5)

### 5.2.3 Nachhaltige Entwicklung in der Facharbeit

Neben sektorspezifischen Daten zur unternehmerischen Nachhaltigkeit konnten mit der Doku-mentenanalyse zudem erste Anhaltspunkte für eine nachhaltige Entwicklung in der Facharbeit herausgearbeitet werden.

#### Nachhaltigkeitsgeprägte Berufshauptgruppen

Die Auswertung von Stellenanzeigen verdeutlicht, dass die Transformation zu einer *Green Economy* nicht nur in unterschiedlichen Wirtschaftszweigen des verarbeitenden Gewerbes angestoßen ist, sondern auch, dass die Transformation in Anbetracht der Analyseergebnisse überdurchschnittlich stark im verarbeitenden Gewerbe zu verzeichnen ist (vgl. Helmrich et al. 2015, S. 11; vgl. Umweltbundesamt 2021, S. 43). Insbesondere in technischen Berufen aus dem *Versorgungsbereich* (Gebäude- und versorgungstechnische Berufe), in *technischen Entwicklungs-*, *Konstruktions-* und *Produktionsberufen* und in *Mechatronik-*, *Energie-* und *Elektroberufen* ist eine überdurchschnittliche Ausprägung nachhaltigkeitsorientierter Aufgabenportfolios in den Stellenanzeigen erkennbar (Abb. 29). Die industriellen Metallberufe gehören gemäß der *Klassifikation der Berufe 2010* (vgl. KldB 2010) zu den Berufshauptgruppen (BHG):

- *Metallerzeugung und -bearbeitung, Metallbauberufe* (BHG 24; Konstruktionsmechaniker:in, Werkzeugmechaniker:in, Zerspanungsmechaniker:in)
- *Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe* (BHG 25; Industriemechaniker:in)
- *Gebäude- und versorgungstechnische Berufe* (BHG 34; Anlagenmechaniker:in)

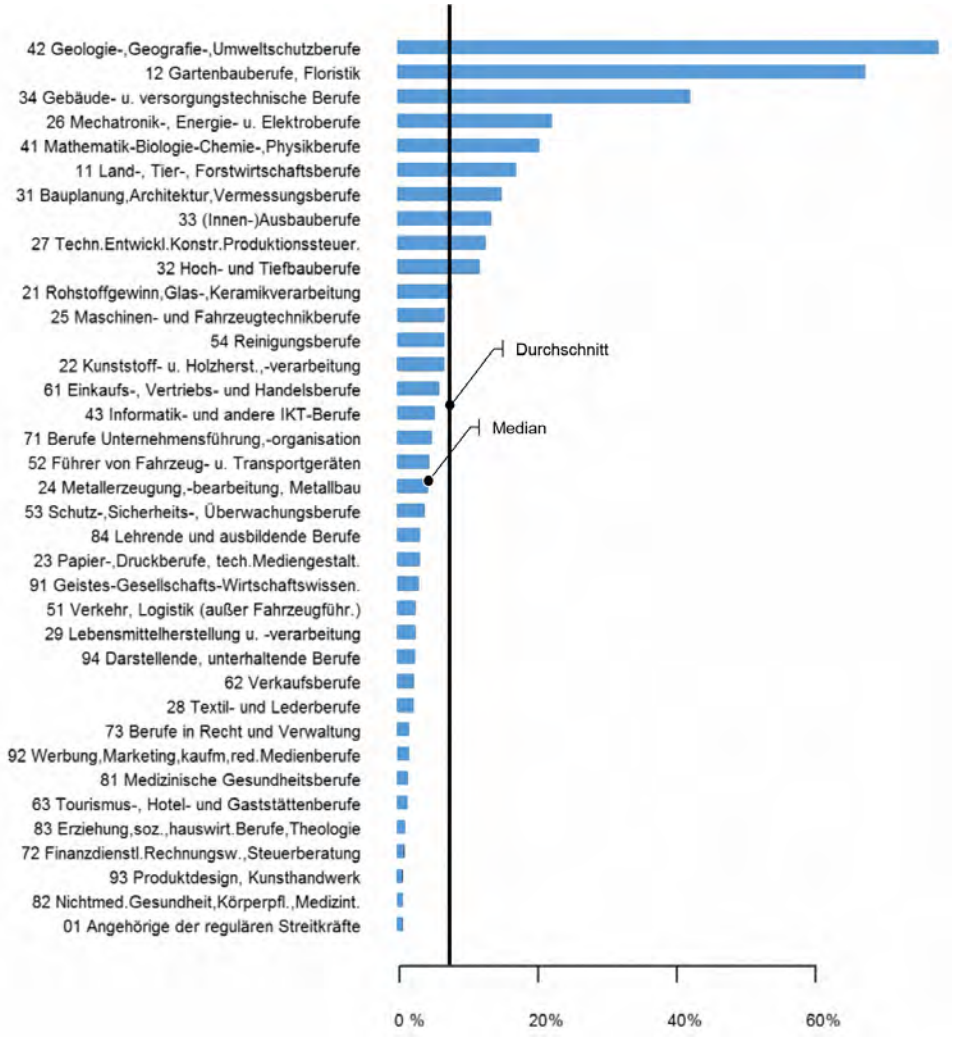



**Abbildung 29:** Nachhaltigkeitsgeprägte Stellenanzeigen in Berufshauptgruppen (n = 700.000; Ergänzung durch Autor; Umweltbundesamt 2015, S. 13)

Die BHG 34 zählt zu den drei dominanten Berufshauptgruppen, deren prozentuale Anteile der Stellenanzeigen mit nachhaltiger Ausrichtung weit über dem Durchschnitt liegen. Die Anteile der Stellenanzeigen mit nachhaltiger Ausrichtung aus BHG 24 und BHG 25 liegen unterhalb des statistischen Durchschnitts (arithmetisches Mittel). Die Betrachtung der gesamten Datenreihe über den Median bzw. Zentralwert (unempfindlich gegenüber „statistischen Ausreißern“ und Extremwerten, wie die ersten drei Berufshauptgruppen in der Abbildung 29) verdeutlicht hingehen, dass der prozentuale Anteil der Stellenanzeigen mit nachhaltiger Ausrichtung der BHG 24 genau den Median bildet. Der Median halbiert die Datenreihe, wodurch eine Hälfte der Daten unter-

halb und die andere Hälfte oberhalb des Medians innerhalb der geordneten Reihe liegt. Somit liegt die BHG 25 oberhalb des Medians und zählt damit zu der Hälfte der Berufshauptgruppen, in denen „vergleichsweise" viele transformationsgeprägte Stellanzeigen vorkommen (vgl. Umweltbundesamt 2015, S. 10 ff.).

### Kommunikationsstrukturen

Eine Abfrage zur betrieblichen Nachhaltigkeitskommunikation im Mittelstand verdeutlicht weiterführend, dass zur Einbindung der Fachkräfte zielgerichtete Kommunikationsprozesse im Unternehmen bestehen (vgl. Ernst & Young 2012, S. 27). Zur relevantesten Bezugsgruppe in der internen und externen Nachhaltigkeitskommunikation zählen die eigenen Mitarbeiter:innen bzw. Fachkräfte (Abb. 30). Entsprechend stehen *regelmäßige Informationen an die Mitarbeiter:innen* in der betrieblichen Nachhaltigkeitskommunikation an erster Stelle. Weitere wichtige Kommunikationskanäle stellen die Webseiten der Unternehmen, die Geschäfts- bzw. Lageberichte und die mündlichen Informationen in Kundengesprächen dar (vgl. ebd., S. 29 f.). Den Schluss bilden Nachhaltigkeitsberichte und soziale Netzwerke.




**Abbildung 30:** Kanäle der internen und externen Nachhaltigkeitskommunikation (n = 500; Ernst & Young 2012, S. 30)

## 5.3 Forschungsleitende Schlussfolgerungen

Die dargestellten Ergebnisse und Erkenntnisse der Sektoranalyse ermöglichen neben der Ein- und Abgrenzung des forschungsrelevanten Sektors die Ableitung bzw. Entwicklung von Kriterien zur Fallstudienplatzierung.

- Neben der *Sektorzugehörigkeit* ist ebenfalls die *Struktur des Sektors* (Wirtschaftszweige bzw. Branchen, Betriebsgrößen, Beschäftigte etc.) bei der Platzierung der Fallstudien zu berücksichtigen.
- Unternehmen der *Leitmärkte der Umwelttechnik und Ressourceneffizienz*, die bestimmte Umweltschutzgüter und -leistungen herstellen (z. B. Windenergieanlagen, KWK-Anlagen), sind aufgrund ihrer Bedeutung für eine nachhaltige Entwicklung unter Aufrechterhaltung der Repräsentativität in der Fallplatzierung zu berücksichtigen.
- *Transformationsgeprägte Wirtschaftszweige* des verarbeitenden Gewerbes sind unter Aufrechterhaltung der Repräsentativität in der Fallplatzierung zu berücksichtigen.
- Die *nachhaltigkeitsorientierten Themenfelder* in den Unternehmen dienen als erste Analysekategorien und werden bei der Untersuchung der CSR-Aktivitäten in den Fallunternehmen berücksichtigt.
- Die *Produktion* weist eine hohe Bedeutung für die nachhaltige Entwicklung der Unternehmen auf. Entsprechend erfolgt die Untersuchung des nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns innerhalb des produktionsnahen Umfeldes mit den vorzufindenden Sachzusammenhängen.
- Zur Untersuchung der *strategischen und taktischen Umsetzung* einer CSR bilden Vertreter:innen aus der CSR-/Nachhaltigkeitsabteilung sowie die Geschäftsleitung relevante Zielgruppen und sind in den Experteninterviews einzubeziehen.
- *Nachhaltigkeitsrelevante Standards* sind für die Etablierung und Verstetigung nachhaltiger Unternehmensstrukturen von großer Bedeutung. Entsprechend sind diese für die kriteriengeleitete Fallstudienauswahl in Abhängigkeit der Unternehmensgröße zu berücksichtigen.
- *Soziale Netzwerke* zum Pflegen von Geschäftskontakten spielen zwar in der Nachhaltigkeitskommunikation eine untergeordnete Rolle, sind aber bei der Akquise der Fallunternehmen für den Zugang zu den Unternehmen zu berücksichtigen (insbesondere soziale Netzwerke).
- Mitarbeitendenbezogene Informationen stehen in der betrieblichen *Nachhaltigkeitskommunikation* an erster Stelle. In den Fallstudien soll anteilig untersucht werden, welche betrieblichen Kommunikationskanäle dafür beansprucht und welche Inhalte kommuniziert werden.
- Um Anknüpfungspunkte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit in der Domäne der Industriemechaniker:innen ausfindig zu machen, sind neben spezifischen *Produktionsanlagen* ebenso *Querschnittstechnologien* bei der Untersuchung des nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handelns aufgrund ihrer Bedeutung zu berücksichtigen.

# 6 Fallstudien zu nachhaltigkeitsorientierten Strukturen und Aktivitäten in Unternehmen und Facharbeit

„Zukunft ist kein Schicksalsschlag, sondern die Folge der Entscheidungen, die wir heute treffen."

Franz Alt

Die empirische Feldforschung der vorliegen Arbeit basiert auf Fallstudien in ausgewählten Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes. In Abschnitt 6.1 erfolgt zunächst die Beschreibung der Planung und Durchführung der Fallstudien. Daraufhin folgen zehn Fallstudienbeschreibungen, die einen aggregierten Überblick über die empirisch identifizierten Nachhaltigkeitsstrukturen und -aktivitäten in der Unternehmensorganisation und in der Facharbeit geben (vgl. Abschn. 6.2 bis Abschn. 6.3). Zur Wahrung der Überschaubarkeit endet das Kapitel mit der Darstellung einer Auswahl dokumentierter Arbeitsprozessanalysen (Abschn. 6.4)

## 6.1 Planung und Durchführung

Mit dem vorliegenden Abschnitt erfolgt die Darlegung der Auswahlkriterien zur Selektion der Fallunternehmen, der involvierten Zielgruppen und des Feldzugangs. Zur Nachvollziehbarkeit des Forschungs- und Dokumentationsprozesses endet der Abschnitt mit einem exemplarischen Untersuchungsablauf und der Beschreibung der eingesetzten Dokumentationsstruktur.

### 6.1.1 Auswahlkriterien

Dem Auswahlprozess zur Selektion der Fallunternehmen wurde in der Vorbereitungsphase der Feldforschung eine hohe Bedeutsamkeit beigemessen, da die getroffenen Auswahlentscheidungen einen erheblichen Einfluss auf die zu erwartenden Ergebnisse nehmen. Dies begründet sich u. a. dadurch, dass anders als in der quantitativen Forschung bei einem qualitativen Forschungsprozess nicht die statistisch-repräsentative Stichprobe im Vordergrund steht, sondern die Repräsentativität der Ergebnisse vielmehr durch die theoretische Fundierung und Begründung der getroffenen Fallstudienauswahl erzielt wird (vgl. Brüsemeister 2008, S. 173).

Um möglichst gehaltvolle Ergebnisse in den Fallstudien zu erzielen, erfolgte eine kriteriengeleitete Fallstudienplatzierung. Die Kriterien wurden aus den vorangegangenen Ergebnissen der Sektoranalyse (vgl. Abschn. 5.3) und der gesellschaftlich-normativen sowie betrieblich-institutionellen Rahmung (vgl. Abschn. 2.1 & Abschn. 2.2) abgeleitet. Die angewendeten Auswahlkriterien werden nachfolgend beschrieben. Am Ende des vorliegenden Abschnitts erfolgt eine Übersicht der Auswahlkriterien.

### Standort

Die regionale Verteilung der Fälle ist im norddeutschen Raum verortet. Mit einer Ausweitung des Erhebungsraums wurde kein zusätzlicher Erkenntnisgewinn antizipiert. Dies begründet sich zum einen in der Annahme, dass die Nachhaltigkeitsaktivitäten in den Unternehmen nicht vorrangig von regionalen Faktoren abhängen, sondern von gesetzlichen und gesellschaftlichen Treibern sowie der Absicht zur Erzielung ökonomisch-ökologischer Synergieeffekte. Darüber hinaus zielt die vorliegende Arbeit nicht auf die vergleichende Untersuchung von betrieblichen und facharbeitsbezogenen Nachhaltigkeitsaktivitäten im gesamten Bundesgebiet ab, sondern vielmehr auf die empirische Exploration des nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns und dessen Sinn- und Sachzusammenhänge in den Unternehmen. Entscheidender als die Berücksichtigung des gesamten Bundesgebietes war demzufolge die Repräsentativität des Unternehmens für den zu untersuchenden Sektor.

### Sektor- und Branchenzugehörigkeit

Mit der Fallstudienplatzierung bestand die Absicht, eine repräsentative Abbildung der Struktur des verarbeitenden Gewerbes (Branchen, Größenklasse, Geschäftsfelder etc.) zu erzielen (vgl. Abschn. 5.1). Um diesem Anspruch zu genügen, wurde die Hälfte der Fallstudien in den beschäftigungsstärksten Branchen durchgeführt, die zusammen mindestens die Hälfte aller Arbeitnehmer:innen im verarbeitenden Gewerbe beschäftigen. Zudem bestand die Absicht, die Hälfte aller Fallstudien in *transformationsgeprägten Wirtschaftszweigen* durchzuführen, die mithilfe der Sektoranalyse identifiziert wurden.

Abschließend wurden, wie in Tabelle 9 dargestellt, sechs Fallstudien in den vier beschäftigungsstärksten Wirtschaftszweigen des Jahres 2017 umgesetzt (vgl. Statistisches Bundesamt 2020). Fünf der insgesamt zehn Fallstudien wurden zudem in Unternehmen durchgeführt, die den *transformationsgeprägten Wirtschaftszweigen* zuzuordnen sind. Zur Klassifikation wurde die statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft (kurz: NACE) gemäß Verordnung EG Nr. 1893/2006 eingesetzt (vgl. Europäische Union 2006).

**Tabelle 9:** Verteilung der Fälle nach Wirtschaftszweigen

| WZ 2-Steller | Wirtschaftszweig (WZ) | Beschäftigte | Fallstudien |
|---|---|---|---|
| 28 | Maschinenbau | 1139409 | 2 |
| 25 | Herstellung von Metallerzeugnissen | 893064 | 2 |
| 29 | Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen | 866365 | 1 |
| 10 | Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln | 814397 | 1 |
| 27 | Herstellung von elektrischen Ausrüstungen | 489492 | 1 |
| 33 | Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen | 240241 | 1 |
| 17 | Herstellung von Papier, Pappe und Waren | 145685 | 1 |
| 21 | Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen | 121415 | 1 |

### Größenklasse

Damit die Charakteristika der unterschiedlichen Unternehmensgrößen gleichermaßen berücksichtigt werden, wurde eine ausgewogene Platzierung der Fallstudien in *kleinen und mittleren Unternehmen* (KMU) sowie *Großunternehmen* (GU) angestrebt. Bei der Auswahl der Fälle wurde dazu die Klassifikation der Unternehmensgröße gemäß der EU-Empfehlung 2003/361/EG der Europäischen Union berücksichtigt (vgl. Europäische Union 2003). Mit der vorgenommenen Fallplatzierung konnte die angestrebte Gleichverteilung zwischen KMU und Großunternehmen erreicht werden. Innerhalb der Gruppe „KMU" war die Gleichverteilung für die Fallplatzierung kein festes Kriterium. Vielmehr sollten sich die typischen betrieblich-organisatorischen Merkmale von KMU in den zu untersuchenden Fällen ebenso wie industrielle Produktionsbezüge abbilden. In Abwägung dieses Spannungsfeldes wurde der überwiegende Anteil der Fallstudien in der Subkategorie „kleine Unternehmen" platziert (Tabelle 10). Fallstudien, die in einem Großunternehmen durchgeführt wurden, sind mit der Abkürzung „GU" und mit einem fortlaufenden römischen Zählzeichen gekennzeichnet. Fallstudien, die in kleinen und mittleren Unternehmen durchgeführt wurden, weisen das gleiche Codierungsschema auf und sind mit dem Akronym „KMU" gekennzeichnet.

**Tabelle 10:** Verteilung der Fallstudien nach Größenklassifikation

| Typ | | Anzahl Beschäftigte | Fallstudien |
|---|---|---|---|
| KMU | Kleinstunternehmen | < 10 | 0 |
| | Kleine Unternehmen | < 50 | 4 |
| | Mittlere Unternehmen | < 250 | 1 |
| Großunternehmen | | ≥ 250 | 5 |

### Ausbildungsberuf

In Abschnitt 3.3 wurden die Charakteristika des Ausbildungsberufs Industriemechaniker:in beschrieben und dessen Eignung zur Beantwortung der Forschungsfrage begründet dargelegt. Mit der Auswahl des genannten Ausbildungsberufs als repräsentativer Vertreter der industriellen Metallberufe bestand für die Fallauswahl die Bedingung, dass

- *Fachkräfte mit* einer *Berufsausbildung zum:zur Industriemechaniker:in,*
- *Fachkräfte mit einer genealogisch äquivalenten Berufsausbildung (z. B. Maschinen- oder Betriebsschlosser:in)* oder
- *Fachkräfte mit langjährigen Erfahrungen in berufsbildtypischen Arbeitsprozessen und -aufgaben*

in den Fallbetrieben tätig sind.

In sämtlichen Fallstudien ließen sich Fachkräfte einbinden, die den Ausbildungsberuf Industriemechaniker:in bzw. eine genealogisch äquivalente Berufsausbildung (Maschinen- oder Betriebsschlosser:in) erlernt haben. Im Verlauf der Durchführung wurde deutlich, dass einige Fachkräfte zwar die geforderte Ausbildung aufwiesen, aber

aufgrund individueller Dispositionen nicht für eine Befragungssituation prädestiniert erschienen. Entsprechend wurden in einigen Ausnahmefällen Fachkräfte in den Erhebungsprozess involviert, die zwar keine absolvierte Berufsausbildung zum:zur Industriemechaniker:in aufwiesen, aber einerseits langjährige Erfahrungen in berufstypischen Einsatzgebieten und Handlungsfeldern vorweisen konnten und andererseits motiviert waren, die Arbeitszusammenhänge der eigenen Facharbeit angemessen darzulegen.

### Technische Systeme

Mit der Sektoranalyse wurden technische Systeme herausgearbeitet, die im Kontext nachhaltigkeitsorientierter Produktionsstrukturen als relevante Potenzialhebel gewertet werden (vgl. Abschn. 5.2). Hieraus ergab sich eine selektive Vorauswahl von technischen Systemen, die tendenziell als bedeutsame Arbeitsgegenstände einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit einzustufen sind. Die Auswahl nahm eine erste Orientierungsfunktion ein, war als solche aber nicht determinierend, da diese ein Resultat einer technikzentrierten, aber nicht zwangsläufig arbeitsprozessorientierten Betrachtung darstellt. Entsprechend wurden aus beruflicher Perspektive weitere relevante technische Systeme identifiziert und ergänzt, die als bedeutsame Arbeitsgegenstände gewertet werden können. Entsprechend wurde die Auswahl um die technischen Systeme „*Produktionsanlagen*“ und „*Werkzeugmaschinen*“ ergänzt. Insgesamt zählen zu der getroffenen Vorauswahl:

- *Wärmerückgewinnungssysteme,*
- *Antriebe und Motoren,*
- *Dämmsysteme,*
- *Druckluftsysteme,*
- *KWK-Anlagen,*
- *Lüftungs-, Kühl- und Wärmesysteme,*
- *Mess-, Steuer- und Regelungstechnik,*
- *Produktionsanlagen,*
- *Pumpensysteme* und
- *Werkzeugmaschinen.*

Die Vorauswahl an nachhaltigkeitsgeprägten technischen Systemen konnte in der untersuchten Facharbeit berücksichtigt werden (Tab. 11). Dadurch, dass die Facharbeit mit bestimmten Arbeitsgegenständen (z. B. Querschnittstechnologien) wiederholt zum Untersuchungsgegenstand wurde, konnte eine Ergebnisverdichtung erzielt werden.

**Tabelle 11:** Berücksichtigung nachhaltigkeitsgeprägter Technik in den Fallstudien

| Technische Systeme / Fallstudien | Antriebe und Motoren | Dämmsysteme | Druckluftsysteme | Lüftungs-, Kühl- und Wärmesysteme | Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik | Produktionsanlagen | Pumpensysteme | Wärmerückgewinnungssysteme | Werkzeugmaschinen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GU-I | ● | ○ | ● | ○ | ● | ● | ○ | ○ | ● |
| GU-II | ● | ◐ | ● | ◐ | ● | ● | ○ | ○ | ◐ |
| GU-III | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ◐ |
| GU-IV | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ○ | ○ | ● |
| GU-V | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ◐ |
| KMU-I | ● | ◐ | ● | ◐ | ● | ● | ○ | ○ | ● |
| KMU-II | ○ | ● | ● | ○ | ○ | ◐ | ○ | ○ | ● |
| KMU-III | ● | ◐ | ● | ● | ◐ | ● | ◐ | ○ | ○ |
| KMU-IV | ● | ● | ● | ● | ● | ○ | ○ | ● | ○ |
| KMU-V | ● | ○ | ● | ○ | ● | ● | ○ | ● | ○ |

●: berücksichtigt ◐: teilweise berücksichtigt ○: nicht berücksichtigt

### Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung (CSR)

Als weiteres Kriterium für die Fallstudienplatzierung wurde der innovative Charakter der Unternehmen berücksichtigt. Die Hälfte des Fallsamples weist einen überdurchschnittlich innovativen Charakter in Bezug auf die nachhaltige Entwicklung des Unternehmens auf. Die andere Hälfte lässt sich als „nachhaltigkeitsinteressiert" bezeichnen. Nachhaltigkeitsinteressierte Unternehmen weisen insgesamt weniger innovative CSR-Aktivitäten auf, was nicht bedeutet, dass keine Ansätze zur Etablierung einer gesellschaftlichen Unternehmensverantwortung (CSR) verfolgt werden. Darüber hinaus zeichnen sich diese Unternehmen durch eine hohe Innovationsbereitschaft hinsichtlich einer nachhaltigen Unternehmensentwicklung aus. Mit dieser Zusammensetzung wurde das Ziel verfolgt, mit der Fallplatzierung einen Querschnittscharakter hinsichtlich der betrieblichen Nachhaltigkeitsaktivitäten zu erzeugen.

Somit wurde für die Hälfte der Unternehmen ein „Best Practice"-Ansatz verfolgt, der die gezielte Untersuchung der Forschungsgegenstände erleichtert (vgl. Gläser &

Laudel 2010, S. 98). Durch die spezifische Ausrichtung des Forschungsvorhabens intendiert eine „gute Praxis" vorrangig die Einbeziehung von Unternehmen, die durch etablierte und initiierte Nachhaltigkeitsansätze und -konzepte in unterschiedlichen betrieblichen Gestaltungsfeldern des internen und externen Verantwortungsbereichs als vergleichsweise überdurchschnittlich innovativ einzustufen sind und sich in der Branche hervortun. Sie können als „branchenspezifische Vorreiter" verstanden werden. Um eine gute Praxis in den Fallunternehmen vorzufinden, war ein mögliches „Greenwashing" im Voraus zu identifizieren.[44] Die Analyse der externen Nachhaltigkeitskommunikation erforderte entsprechend eine sorgfältige Plausibilitätsprüfung. Zur Identifikation geeigneter Unternehmen wurden folgende Maßnahmen umgesetzt:

- Auswertung von Nachhaltigkeitsrankings und Nachhaltigkeitspreisverleihungen (B.A.U.M.-Umweltpreis, World Corrugated Award, nachhaltigkeitsorientiertes Forschungssiegel „Innovativ durch Forschung" des Stifterverbandes, Ökoprofit Auszeichnung, Greentech Awards etc.),
- Auswertung von geprüften und veröffentlichen CSR-Berichten,
- Auswertung von Fach- und Zeitschriftenartikeln (VDI-Nachrichten usw.),
- Auswertung des Corporate Publishings (Mitarbeiterzeitschriften etc.),
- Analyse der Unternehmenswebauftritte (zertifizierte Managementsysteme, nachhaltige Produkt- und Produktionsinnovationen etc.),
- Analyse nachhaltigkeitsorientierter Netzwerkprogramme und
- Empfehlungen von Schlüsselpersonen aus nachhaltigkeitsorientierten Netzwerkprogrammen.

Als besonders ergiebig hat sich die Analyse von nachhaltigkeitsorientierten Netzwerkprogrammen zur Etablierung nachhaltiger Produktionsstrukturen und -prozesse erwiesen. Es hat sich gezeigt, dass Unternehmen aus derartigen Netzwerken durch die damit bereits bestehende Innovations- und Vernetzungsbereitschaft ein überdurchschnittlich hohes Interesse am Forschungsvorhaben gezeigt haben.

Zusätzlich konnten die in der Sektoranalyse identifizierten *Leitmärkte für Umwelttechnik und Ressourceneffizienz* bei der Fallstudienplatzierung berücksichtigt werden (vgl. Abschn. 5.2). So repräsentieren zwei Fälle einschlägig den Leitmarkt *Umweltfreundliche Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie*, ein Fall lässt sich dem Leitmarkt der *Energieeffizienz* zuordnen und ein weiterer Fall dem Leitmarkt der *Kreislaufwirtschaft*.

Zusammenfassend wurden folgende Auswahlkriterien für die Fallstudienplatzierung berücksichtigt, die aus der Sektoranalyse (vgl. Kap. 5) und der theoretischen Rahmung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit (vgl. Kap. 2) gewonnen wurden:

44 Unter „Greenwashing" lassen sich vorwiegend PR-Methoden subsumieren, die ohne hinreichende Grundlage darauf abzielen, dem Unternehmen ein verantwortungsbewusstes und umweltfreundliches Image in der Öffentlichkeit zu verleihen (vgl. Heidbrink & Seele 2007, S. 3).

**Kriterien zur Auswahl der Fallunternehmen**

1. **Sektorzugehörigkeit** (Wirtschaftszweige des verarbeitenden Gewerbes NACE: C 10–33),
2. **Branchenzugehörigkeit** (repräsentative und transformationsgeprägte Branchen des verarbeitenden Gewerbes),
3. **Größenklasse** (kleine und mittlere Unternehmen sowie Großunternehmen gemäß der EU-Empfehlung 2003/361/EG der Europäischen Union),
4. **Berufsstrukturen** (Fachkräfte mit einer Ausbildung zum:zur Industriemechaniker:in oder Fachkräfte mit vergleichbaren Aufgabenstrukturen),
5. **Entwicklung & gute Praxis** (gesellschaftliche Bedeutung, Nachfrage, Umsätze, Marktanteile),
6. **Technologien** (Querschnittstechnologien, Produktionsanlagen, verfahrenstechnische Anlagen und weitere domänentypische Technologien),
7. **Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung** („Best-Practice"-Fälle)
   a) Unternehmen der Leitmärkte für Umwelttechnik und Ressourceneffizienz
   b) Verantwortungsvolle Unternehmensphilosophie, -politik und -leitbild
   c) Verträgliches Lieferketten-Management (SSCM)
   d) Nachhaltigkeitsorientierte Wertschöpfungsketten, Produktionsstrukturen und Ressourcenkreislaufe
   e) Nachhaltigkeitsorientierung in der Infrastruktur (Gebäude, Fuhrpark etc.)
   f) Nachhaltigkeitsorientierte Innovationen und Veränderungsprozesse im Unternehmen (Umstrukturierungen, Entwicklungen, Auszeichnungen)
   g) Einsatz nachhaltigkeitsorientierter technischer Systeme
   h) Herstellung nachhaltigkeitsorientierter Produkte und technischer Systeme
   i) Ressourcenschonende Dienstleistungsangebote
   j) Sozialverträgliche Arbeitsbedingungen
   k) Zertifizierungen und Managementsysteme (Nachhaltigkeits-, Energie-, Umwelt-, Qualitätsmanagement usw.)
   l) Mitgliedschaften (Nachhaltigkeitsnetzwerke, Vereine etc.)
   m) Engagement im Bereich „Bürgerschaftliches Engagement" (Unternehmensspenden, gemeinnütziges Arbeitnehmerengagement usw.)
   n) Engagement für ein solidarisches Miteinander (Alter, Herkunft, Geschlecht usw.)

### 6.1.2 Zielgruppen

In den Fallstudien wurden Zielgruppen aus unterschiedlichen Hierarchieebenen eingebunden, die aufgrund ihres jeweiligen Verantwortungsbereichs einen Erkenntnisfortschritt zur Beantwortung der Forschungsfragen versprachen. Die Zielgruppen setzten sich aus Vertreter:innen der folgenden Verantwortungsbereiche zusammen:

- *Unternehmens- oder Betriebsleitung (leitende Ebene),*
- *Produktions- oder Instandhaltungsleitung (leitende Ebene),*

- *Nachhaltigkeitsmanagement (mittlere Ebene),*
- *Fachvorgesetzte (mittlere Ebene/produktive Ebene)* und
- *Fachkräfte (produktive Ebene).*

Mit der Zielgruppenzusammensetzung sollten einseitige Ergebnisdarstellungen zugunsten eines möglichst adäquaten Gesamtbildes vermieden werden. Die Untersuchung übergeordneter betrieblicher Kontexte auf der leitenden Ebene (Ziele, Philosophien, Strategien, Hemmnisse, Trends etc.) erfolgt nicht nur aus der Absicht, die unternehmerischen Nachhaltigkeitsaktivitäten in den Fällen herauszustellen, sondern auch, um eine Kontextualisierung der untersuchten Facharbeit zu erzielen. Die Tabelle 12 umfasst eine Übersicht der Vertreter:innen, die an dem Erhebungsprozess beteiligt waren.

**Tabelle 12:** Vertreter:innen involvierter Zielgruppen

| Fall | Vertreter:innen | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Unternehmens- oder Betriebsleitung | Produktions- oder Instandhaltungsleitung | Nachhaltigkeits-beauftragte | Fach-vorgesetzte | Fachkraft |
| GU-I | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| GU-II | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| GI-III | 1 | 1 | 0 | 2 | 3 |
| GU-IV | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 |
| GU-V | 0 | 1 | 1 | 3 | 6 |
| KMU-I | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| KMU-II | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 |
| KMU-III | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| KMU-IV | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 |
| KMU-V | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Summe | 9 | 10 | 4 | 17 | 27 |

### 6.1.3 Feldzugang

Um einen Feldzugang zu schaffen, wurden ein Anschreiben und ein Informationsfaltblatt mit pointierten Informationen über das Forschungsvorhaben entworfen und vorzugsweise an Personen übermittelt, die das Forschungsvorhaben fachlich und unternehmensbezogen einordnen können. Die Kontaktaufnahme erfolgte demzufolge vorwiegend mit Personen aus dem Nachhaltigkeits- oder Umweltmanagement, aus der Produktions- oder Instandhaltungsleitung oder direkt mit der Unternehmensleitung. Für die Recherche der Ansprechpartner:innen wurden folgende Zugänge genutzt:

- *Kontaktpersonen in Nachhaltigkeitsnetzwerken,*
- *Jahresberichte von Nachhaltigkeitsnetzwerken,*

- *Nachhaltigkeitsberichte,*
- *Firmenmagazine,*
- *Webauftritte* und
- *webbasierte soziale Netzwerke zur Pflege und zum Aufbau von Geschäftskontakten.*

Neben der schriftlichen Vorstellung wurde ein telefonischer Kontakt herstellt. Ziel der Telefonate war die Feststellung der tatsächlichen Eignung als Fallunternehmen, die Interessenbekundung zur Teilnahme an der Untersuchung und das Sondieren zeitlicher und personaler Kapazitäten. Bei einem Teil der Unternehmen erfolgte neben der telefonischen Vorstellung des Forschungsvorhabens ein persönlicher Antrittsbesuch zur Darstellung der Forschungsziele und Verwertungsabsichten. Häufig wurde ein abschließendes Feedbackgespräch zur Reflexion der betrieblichen Nachhaltigkeitsaktivitäten vereinbart. Gestützt wurde das Feedbackgespräch durch ein Präsentationsformat mit abschließender Fachdiskussion.

Bis zum Beginn der COVID-19-Pandemie war der Zugang zu den Unternehmen mit vergleichsweisen geringen Hürden verbunden. Mit dem Voranschreiten der Pandemie wurde der Zugang zu den Unternehmen zunehmend erschwert und letztendlich zeitweise verhindert, womit sich der Abschluss der Feldphase deutlich verzögerte.

### 6.1.4 Untersuchungsablauf

Ebenso wie der gesamte Forschungsprozess basierte auch die empirische Feldforschung auf einer *Top-down-* und *Bottom-up-Modellierung* anhand der drei Forschungsebenen (vgl. Abschn. 4.2.1). Im ersten Abschnitt der Feldforschung erfolgte über die übergeordneten betrieblich-organisatorischen Abläufe und Zusammenhänge eine deduktive Annäherung an den Forschungsgegenstand. Um das nachhaltigkeitsorientierte berufliche Handeln ebenfalls „von innen heraus" zu erschließen, erfolgte der zweite Abschnitt der Feldforschung in induktiver Form über die konkreten und unmittelbaren Bezüge der Facharbeit auf der produktiven Ebene (Arbeitsaufgaben, -gegenstände, -prozesse, -organisation etc.).

Kennzeichnend für den Beginn des ersten Abschnitts war die betriebsinterne Vorstellungsrunde auf leitender und mittlerer Ebene. Neben dem persönlichen Austausch wurden den Anwesenden das Forschungsvorhaben und die Forschungsabsicht dargelegt. Nach erfolgter Abklärung formaler und organisatorischer Abläufe wurde in den Fallunternehmen zu Anfang eine Betriebserkundung durchgeführt. In Begleitung einer abgestellten Person aus der leitenden oder mittleren Ebene wurden somit die ersten organisatorischen Zusammenhänge in den Betrieben erschlossen und relevante Unternehmensdaten in Erfahrung gebracht. Mit den Betriebserkundungen ließen sich zudem Abteilungen, Arbeitsaufgaben und Arbeitsplätze ausfindig machen, die für vertiefende Untersuchungen vorgemerkt wurden. Im Anschluss erfolgte das leitfadengestützte Experteninterview auf leitender Ebene. Um spezifische Fragen zu technischen oder organisatorischen Nachhaltigkeitsansätzen beantworten zu können, wurden zum Teil Vertreter:innen aus dem Nachhaltigkeits- bzw. Umwelt- oder Energiemanagement hinzugezogen.

Mit dem zweiten und damit induktiv geprägten Abschnitt der Feldforschung wurden die Fachkräfte wissenschaftlich begleitet. Neben zahlreichen formlosen und situativen Expertengesprächen wurden im Rahmen der Fallstudien vertiefende Arbeitsprozessanalysen durchgeführt. Für die Durchführung der Arbeitsprozessanalysen wurden die zu beobachtenden Fachkräfte in Abhängigkeit der Arbeitsaufgabe oder Problemstellung zum Teil einige Stunden bis hin zu mehreren Tagen auf dem Shopfloor begleitet. Die leitfadengestützten Experteninterviews wurden bewusst zum Ende der Fallstudien geführt. Durch den vorherigen Aufbau einer Vertrauensbasis sollten mögliche Bedenken und Hemmungen abgebaut werden, um verfälschende Faktoren, wie bspw. die soziale Erwünschtheit von Aussagen, zu verringern. In diesem Erhebungsstadium konnten zudem Bezüge zu bereits gesammelten Erkenntnissen im Unternehmen hergestellt werden, womit betriebsspezifische Vertiefungsfragen gezielt formuliert werden konnten. Zum Ende der Fallstudien erfolgten vereinzelt Mikro-Experten-Facharbeiter-Workshops, um ausgewählte Ergebnisse einer kommunikativen Validierung zu unterziehen. Die verschriftlichten Fallstudien wurden ebenfalls zur inhaltlichen Validierung den Vertretern und Vertreterinnen der leitenden Ebene ex post übermittelt und gemeinsam reflektiert.

In einigen Unternehmen kam eine Forschungsagenda zum Einsatz, um zeitliche Abläufe und Personal unter Aufrechterhaltung von Freiräumen für die Datenerhebung festzulegen. Mit den eingeforderten Freiräumen konnte eine hohe Flexibilität sichergestellt werden, um bspw. ungeplante Expertengespräche durchzuführen oder Fachkräfte länger als ursprünglich vorgesehen zu begleiten. Tabelle 13 zeigt die exemplarische Forschungsagenda einer durchgeführten Fallstudie in einem produzierenden Großunternehmen (GU-II).

**Tabelle 13:** Exemplarische Forschungsagenda einer durchgeführten Fallstudie

| **Fall** | Fallunternehmen GU-II | |
|---|---|---|
| **Forschungsleitung** | | |
| **Kontakt** | | |
| **Ansprechpartner** | Betriebsleitung | N.N. |
| | Produktionsleitung | N.N. |
| | Fachkraft (Industriemechaniker) | N.N. |
| | Nachhaltigkeitsbeauftragte | N.N. |

| **Erhebungsablauf** | | | |
|---|---|---|---|
| **Datum** | **Uhrzeit** | **Inhalt** | **Person** |
| 19.08.2020 | 09:00 Uhr | Vorstellung, Kennenlernen | N.N. |
| | 09:30 Uhr | Vorgespräch zur Durchführung | N.N. |
| | 10:00 Uhr | Firmenbegehung/Betriebserkundung | N.N. |

| Erhebungsablauf | | | |
|---|---|---|---|
| **Datum** | **Uhrzeit** | **Inhalt** | **Person** |
| | 11:00 Uhr | Formloses Gespräch Unternehmensdaten | N.N. |
| 19.08.2020 | 11:30 Uhr | Interview Leitungsebene | N.N. |
| | 12:30 Uhr | Mittagspause | N.N. |
| | 13:00 Uhr | Gespräch Nachhaltigkeitsmanagement | N.N. |
| | 14:00 Uhr | Begleitung Fachkraft | N.N. |
| | 17:30 Uhr | Ende | N.N. |
| 20.08.2020 | 07:00 Uhr | Fortsetzung Begleitung Fachkraft | N.N. |
| | 12:00 Uhr | Mittagspause | N.N. |
| | 12:30 Uhr | Formloses Gespräch Teamleiter | N.N. |
| | 13:15 Uhr | Fortsetzung Begleitung Fachkraft | N.N. |
| | 16:00 Uhr | Interview Fachkraft | N.N. |
| | 17:30 Uhr | Ende | N.N. |
| 21.08.2020 | 07:00 Uhr | Freie Exploration des Shopfloors | N.N. |
| | 12:00 Uhr | Mittagspause | N.N. |
| | 12:30 Uhr | Freie Exploration des Shopfloors | N.N. |
| | 15:00 Uhr | Abschlussgespräch auf Leitungsebene | N.N. |

Während der Phase der Feldforschung wurden für die empirische Erhebung insgesamt 31 Tage in den Betrieben aufgebracht (Tab. 14).

**Tabelle 14:** Übersicht über die untersuchten Fälle

| Fall | Beschäftigte [gesamt] | NACE-Code | Kerngeschäft | Dauer [Tage] |
|---|---|---|---|---|
| **Großunternehmen (GU)** | | | | |
| GU-I | ca. 155.000 | 29.32.0 | Industrielle Aufarbeitung von Nfz-Altteilen | 2 |
| GU-II | ca. 14.000 | 28.11.0 | Herstellung von Windenergieanlagen | 3 |
| GU-III | ca. 2.500 | 17.21.0 | Herstellung von Wellpappenrohpapieren und Verpackungen | 4 |
| GU-IV | ca. 700 | 27.90.0 | Herstellung von Magnetventilen und elektromagnetischen Vorsteuerungen | 3 |
| GU-V | ca. 500 | 10.51.0 | Herstellung von Milchprodukten | 5 |

*(Fortsetzung Tabelle 14)*

| Fall | Beschäftigte [gesamt] | NACE-Code | Kerngeschäft | Dauer [Tage] |
|---|---|---|---|---|
| **Kleine und mittlere Unternehmen (KMU)** | | | | |
| KMU-I | ca. 150 | 25.11.0 | Herstellung von Schweiß- und Blechkonstruktionen | 3 |
| KMU-II | ca. 40 | 25.99.3 | Muster-, Vorrichtungs- und Prüfgerätebau | 3 |
| KMU-III | ca. 40 | 21.20.0 | Herstellung von Arzneimitteln | 2 |
| KMU-IV | ca. 20 | 28.21.1 | Herstellung von Blockheizkraftwerken | 3 |
| KMU-V | ca. 10 | 33.0.0 | Servicedienstleistungen für Drucklufttechnik | 3 |
| **∑ Erhebungsdauer** | | | | **31** |

### 6.1.5 Fallstudiendokumentation

Für jeden Fall wurde eine Fallstudienbeschreibung angefertigt. Es handelt sich hierbei um eine komprimierte Darstellung der Fallstudienergebnisse, die aus den durchgeführten Betriebserkundungen, Experteninterviews und Arbeitsprozessanalysen resultieren. Sie dient dazu, einen Überblick über die Nachhaltigkeitsaktivitäten in den Unternehmen und in der Facharbeit zu skizzieren. Zugleich stellt die Fallstudienbeschreibung eine Form der Dokumentation relevanter Forschungsergebnisse dar.

Für die Dokumentation wurde ein einheitlicher Strukturierungsansatz entwickelt und eingesetzt. Die dokumentierten Fallstudien sollen sowohl ein möglichst kompaktes und ganzheitliches Bild über die identifizierten betrieblichen Nachhaltigkeitsstrukturen und -aktivitäten als auch über die nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit schaffen. Dabei wurden die Anknüpfungspunkte und Handlungsansätze einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit unter Berücksichtigung der damit tendenziell zum Tragen kommenden Nachhaltigkeitsstrategien (Effizienz, Konsistenz, Suffizienz) beschrieben (vgl. Abschn. 3.1.5).

Die Fallstudienbeschreibungen orientieren sich an der folgenden Strukturierung. Gewisse Abweichungen in der Dokumentation sind aufgrund der Heterogenität der Fälle nicht vermeidbar:

- **Tabellarische Fallstudienübersicht**
  - Unternehmensstruktur
  - Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung (CSR)
  - Struktur und Organisation der Facharbeit
- **Unternehmensdarstellung**
  - Zugehörigkeit Unternehmensgruppe/Konzern
  - Größe (Anzahl Mitarbeiter:innen)
  - Geschäftsfelder/Kerngeschäft
- **Unternehmerische Nachhaltigkeitsstrukturen und -aktivitäten**
  - Nachhaltigkeitsstrategie
  - Leitbild und Unternehmensphilosophie zur Nachhaltigkeit
  - Unternehmenspolitik

  - Nachhaltigkeitsberichterstattung
  - Auszeichnungen
  - Innovationen und Veränderungsprozesse im Unternehmen
  - Technologien, Produkte und Produktgestaltung
  - Nachhaltigkeit in den Geschäftsprozessen (Infrastruktur, Produktion usw.)
  - Instrumente und Methoden zur Steuerung und Messung von Nachhaltigkeit
  - Zertifizierungen und Managementsysteme
  - Produktionssysteme und Produktionsprinzipen (TPM, Lean Production usw.)
  - Nachhaltigkeitsorientierung in der Lieferkette
  - Soziale Verantwortungsstrukturen
  - Partizipationsformen
  - Interne und externe Nachhaltigkeitskommunikation
  - Bürgerschaftliches Engagement (Unternehmensspenden usw.)
- **Prozesse, Strukturen und Organisation der Facharbeit**
  - Abteilungen
  - Handlungsfelder
  - Arbeitsaufgaben und Arbeitsgegenstände
  - Arbeitsplätze und Arbeitsumfeld
  - Abstimmungsprozesse und Verantwortlichkeiten
  - Information, Kommunikation und Koordination auf dem Shopfloor
- **Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit**
  - Nachhaltigkeitsorientierte Anknüpfungspunkte und Potenziale in den Arbeitsaufgaben und -prozessen
  - Nachhaltigkeitsorientierte und -relevante Arbeitsgegenstände
  - Nachhaltigkeitsorientierte Anforderungen an die Facharbeit
  - Nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte
  - Nachhaltigkeitskommunikation
  - Partizipative Mitgestaltung der betrieblichen Nachhaltigkeitsstrukturen
  - Soziales Engagement

## 6.2 Fallstudien in Großunternehmen des verarbeitenden Gewerbes

Mit dem vorliegenden Abschnitt werden Forschungsergebnisse aus fünf Fallstudien dargelegt, die in Großunternehmen des verarbeitenden Gewerbes durchgeführt wurden.

### 6.2.1 Fallstudie GU-I: Industrielle Aufarbeitung von Nfz-Altteilen

**Tabelle 15:** Übersicht Fallstudie GU-I

| **Unternehmensstruktur** | | |
|---|---|---|
| Kennzeichnung | Fallstudie GU-I | |
| Wirtschaftszweig (NACE) | Herstellung von sonstigen Teilen und sonstigem Zubehör für Kraftwagen | 29.32.0 |
| Beschäftigte | Konzern: ca. 160.000<br>Standort: ca. 250 | |
| Kerngeschäft | Industrielle Aufarbeitung von Kupplungen, Ausrücksystemen und Drehmomentwandlern | |
| Ausrichtung | International | |
| **Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung (CSR)** | | |
| Management | • Arbeitsschutzmanagement<br>• Energiemanagement<br>• Qualitätsmanagement<br>• Umweltmanagement | |
| CSR-Koordination | Standortleitung, Betriebsleitung, Beauftragte (EHS-Management) | |
| Bürgerschaftliches Engagement (CC) | Unternehmensspenden, Unternehmensstiftungen, Sozialsponsoring, Lobbying für soziale Anliegen | |
| **Struktur und Organisation der Facharbeit (Produktion/Instandhaltung)** | | |
| Mitarbeiterstruktur | • Industriemechaniker:in, Kfz-Mechatroniker:in und Maschinen- und Anlagenführer:in<br>• Überwiegend männliche Fachkräfte<br>• Heterogene Alterszusammensetzung | |
| Gegenstände der Facharbeit | Altteile, Stanzanlagen, Sondermaschinen, Strahlanlagen, Reinigungsanlagen, Werkzeugmaschinen, Handhabungssysteme, Robotersysteme, Lackiersysteme, Hochregallagersystem, Handwerkzeuge, Prüfmittel, Prüfstände, PC-Terminals, ERP, HMI, SCADA-Systeme | |
| Arbeitsorganisation | • Fluss-, Verrichtungs- und Werkbankprinzip<br>• Routinierte Arbeitsaufträge in der industriellen Aufarbeitung<br>• Individuelle Arbeitsaufträge in der Oldtimerabteilung<br>• Abteilungsbezogene Teamarbeit mit Jobrotation | |

#### Unternehmensdarstellung

Die Fallstudie GU-I wurde an einem deutschen Standort eines international tätigen Automobilzulieferers umgesetzt. Der untersuchte Standort ist dem Geschäftsfeld des Sekundärmarktes (engl. Aftermarket) zugeordnet und fungiert als Originalgeräteaufarbeiter (engl. Original Equipment Remanufacturer; OER). Die Kernkompetenz liegt in der industriellen Aufarbeitung (Refabrikation, engl. Remanufacturing) von Ausrücksystemen, Drehmomentwandlern und Kupplungen für Nutzfahrzeuge. Die Aufarbeitung erfolgt am Standort mit ca. 250 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen. Gebrauchte

Altteilaggregate werden in einem industriell organisierten Prozess auf das Qualitätsniveau eines Neuprodukts oder höherwertig aufgearbeitet. Die Altteile durchlaufen nach der Beendigung ihres ersten Produktlebenszyklus die kreislauforientierten Prozessschritte *Beschaffung*, *Aufarbeitung* und *Rückführung* in eine erneute Nutzungsphase. Die Beschaffung der Komponenten erfolgt über ein eigenes Rücknahmesystem (Core Management genannt). Über diverse Lieferantenverhältnisse zu Corebrokern, Großhändlern oder Werkstätten werden die Altteile bezogen. Die Zielgruppe für die Rückführung der aufgearbeiteten Tauschaggregate sind der eigene Service, Großhändler oder etwa Servicegesellschaften im Sekundärmarkt.

**Unternehmerische Nachhaltigkeitsstrukturen und -aktivitäten**

Als Unterzeichner des Global Compact der Vereinten Nationen sind nachhaltigkeitsorientierte Handlungsfelder fester Bestandteil der Unternehmenssteuerung und -strategie. Nachhaltigkeitsorientierte Maßnahmen, Ziele und Visionen sind ebenso in der kommunizierten Unternehmensphilosophie und in der Unternehmenspolitik wiederzufinden wie quantifizierte Verpflichtungen. Nachhaltigkeit wird vom Vorstand als *„[...] entscheidende Größe für die Existenzgrundlage von Unternehmen“* gewertet und wurde zum integralen Bestandteil der Konzernstrategie erhoben. Um sich den veränderten Mobilitätsanforderungen zu stellen, besteht als übergeordnetes Ziel *„die Mobilitätsbedürfnisse der Gesellschaft mit den Voraussetzungen eines gesunden Ökosystems in Einklang zu bringen“*. Die daraus hervorgehenden Handlungsfelder des Konzerns sind in veröffentlichten CSR-Berichten einsehbar und an den SDGs der Vereinten Nationen ausgerichtet. Im Jahr 2020 wurde das Ziel der Klimaneutralität in die Unternehmenssteuerung aufgenommen. Die erarbeitete Klimastrategie zielt auf eine Klimaneutralität bis zum Jahr 2040 und bezieht sich auf alle drei Scopes des GHG Protocol (Greenhouse Gas Protocol, dt. Treibhausgasprotokoll).[45] Zentrale Pfeiler zur Umsetzung des Ziels sind die Steigerung der Energieeffizienz und der Einsatz regenerativer Energien. Mit dem betrieblichen Compliance Management System (Compliance, dt. Regelkonformität) besteht das Ziel, Compliance-Risiken intern und extern zu minimieren und zugleich eine Compliance Awareness (dt. Regelbewusstsein) zu fördern. Als bedeutsame Instrumente gelten dazu insbesondere der Verhaltenskodex und ein elektronisches Hinweisgebersystem. Am Standort werden die zentralen Nachhaltigkeitsansätze und Ziele über die Leitungsebene und das sogenannte EHS-Management (Environment, Health, Safety Management) koordiniert und überwacht. Der untersuchte Standort zeichnet sich neben den dargestellten Handlungsfeldern durch eine ambitionierte Klimastrategie aus, die bereits eine Klimaneutralität für das Jahr 2025 anstrebt. Neben der Mitgliedschaft in Nachhaltigkeitsnetzwerken beansprucht der Standort mehrere Nachhaltigkeitsauszeichnungen.

Die Gebäude- und Infrastruktur der Verwaltungs- und Produktionsumgebung am untersuchten Standort wurde u. a. in den Bereichen Informationstechnologie (Einsatz

45 Damit werden neben der Vermeidung der direkten Eigenerzeugung von Kohlenstoffdioxidemissionen (Scope 1) ebenso indirekte Emissionen, wie bspw. durch den Bezug von Strom oder Wärme (Scope 2), und alle sonstigen Emissionen in der gesamten Lieferkette (Scope 3) berücksichtigt.

energiesparender Einzelplatzrechner und papierarme Verwaltung), Beleuchtung (partielle Umstellung auf intelligente Beleuchtungskonzepte mit LED) und Druckluft (frequenzgesteuertes Druckluftsystem) erneuert oder optimiert. Zur effizienteren Versorgung wurde zudem das Heizungssystem modernisiert. Am Standort wird für die gesamte Produktion und Infrastruktur 100 % Ökostrom eingesetzt. In Planung sind eine eigene Windenergieanlage und ein Solarpark. Im internen Fuhrpark wurden alle Diesel-Gabelstapler gegen Elektro-Stapler substituiert. Durch Schnellwechselvorrichtungen und Fahrwegoptimierung konnte der Fuhrpark zudem um einen Stapler verringert werden.

Zur nachhaltigen Gestaltung des Produktions- bzw. Aufarbeitungsprozesses werden sukzessiv Maßnahmen auf dem Shopfloor ergriffen, um den Energie- und Materialverbrauch sowie die Kohlenstoffdioxidemissionen zu reduzieren. Sowohl Fachkräfte aus der eigenen Instandhaltung und dem Werkzeugbau als auch externe Dienstleister sind an Modernisierungsansätzen beteiligt. U. a. wurden eine Druckstrahlanlage zur Reduzierung von Strahlmittel und Druckluft modernisiert oder eine Nasslack-Beschichtungsanlage mit 50 % Materialeinsparung in den Aufarbeitungsprozess implementiert. Die nachhaltigkeitsorientierte Optimierung der originären Produktionsfaktoren ist im hohen Grad durch Ansätze aus den Produktionssystemen Total Productive Manufacturing (TPM) und Lean Production geprägt. Durch eine schlanke und effiziente Gestaltung der Aufarbeitungskette besteht das Ziel in der Eliminierung von Verlusten und Verschwendung durch eine Null-Fehler-Strategie. Das ganzheitliche Anlagenmanagement (Total Productive Maintenance) wird vorwiegend durch gewerblich-technische Fachkräfte getragen und an den Produktionsanlagen umgesetzt. Maschinen- und Anlagenführer:innen sowie angelernte Anlagenbediener:innen sind entsprechend für die Pflege und Instandhaltung der Anlagen mitverantwortlich und werden aktiv in den Verbesserungsprozess der Produktionsabläufe eingebunden, um Anlagenausfälle und Ausschuss zu vermeiden und die Anlagenlebensdauer zu verlängern.

Hinweise zur nachhaltigen Produktgestaltung werden über die interne Kommunikationsstruktur des Konzerns an die Standorte der Forschung und Entwicklung weitergegeben und Lösungsansätze teils gemeinsam erarbeitet. Mittels Lebenszyklusbetrachtungen werden systematische Analysen bzgl. der Umweltwirkungen und der Energiebilanz der hergestellten Produkte während des gesamten Lebensweges vorgenommen. Zur Erzielung eines langlebigen, energieeffizienten sowie recycling- und entsorgungsgerechten Designs wurden im Rahmen der durchgeführten Cradle-to-Cradle-Zertifizierungen zudem alle aufzuarbeitenden Altteile nach nachhaltigkeitsorientierten Kriterien analysiert und bewertet (Einsatz von ökologisch unbedenklichen Inhaltsstoffen, Design zur Materialwiederverwertung, Einsatz von erneuerbaren Energien, effektiver Einsatz von Wasser und die Optimierung der Wasserqualität sowie Förderung von Strategien zur sozialen Verantwortung). Die technischen Voraussetzungen für die industrielle Aufarbeitung werden bereits aktiv in der Entwicklungs- und Konstruktionsphase berücksichtigt, um die Komponenten u. a. wieder zerstörungsfrei demontieren zu können oder damit Altteile aus unterschiedlichen Varianten eine

Kompatibilität aufweisen, die einen gemeinsamen industriellen Aufarbeitungsprozess ermöglicht.

Für die Etablierung nachhaltiger Strukturen in der Lieferkette werden standortübergreifend einheitliche Beschaffungsstandards und nachhaltigkeitsorientierte Vorgaben für die Zulieferer gesetzt. Lieferanten werden angehalten, den Geschäftspartnerkodex anzuerkennen und die geforderten Standards im eignen Unternehmen und der weiterführenden Lieferkette sicherzustellen. Die Standards umfassen Themenfelder wie Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz, Compliance, Geschäftsethik, Menschenrechte, Umweltschutz sowie verantwortungsvolle Rohstoffbeschaffung. Für den Freigabeprozess müssen Lieferanten gegenüber dem OEM/OER in einem standardisierten Prozess Informationen zu sozialen, ökologischen und ethischen Aktivitäten auf Unternehmens- und Standortebene darlegen.

Zur Sicherstellung der sozialen Verantwortung stehen die Steigerung der Gesundheit sowie des betrieblichen Wohlempfindens und die Reduzierung von Belastungen der Fachkräfte im Vordergrund. Durch Betriebsbegehungen, Umfragen und Fachkräftegespräche werden die Arbeitsplätze durch Steuerungsbeauftragte des betrieblichen EHS-Managements u. a. hinsichtlich Ergonomie, Altersgerechtigkeit und Arbeitsschutz analysiert sowie psychologische Gefährdungsbeurteilungen vorgenommen. Neben der Methode der „Behavior Based Safety“ (BBS; dt. Verhaltensbasierte Sicherheit) erfolgt ein kontinuierliches KPI-Tracking der „Unfälle mit Ausfalltagen“ (engl. Lost Time Accident Rate, kurz: LTAR), um Unfälle gezielt zu minimieren. Präventive und korrektive Maßnahmen zur ganzheitlichen Gesundheitsförderung werden in betrieblichen Gesundheitszirkeln koordiniert. Dazu zählen Firmenfitnessangebote, Betriebssportgruppen, ein ausgewogenes Kantinenangebot oder etwa die Sicherstellung einer Feedbackkultur. Für die Umsetzung organisierter Partizipationsformen wird in erster Linie der Betriebsrat als institutionalisierte Mitarbeitervertretung eingesetzt. Der Verantwortungsbereich umfasst neben der Einhaltung des Arbeits- und Umweltschutzes die sozialverträgliche Eingliederung häufig benachteiligter Arbeitnehmer:innengruppen (z. B. Menschen anderer Herkunft, fortgeschrittenen Alters, anderen Geschlechts oder Leiharbeiter:innen). Darüber hinaus erfolgt die aktive Mitwirkung der Fachkräfte an betrieblichen Projekten über Shopfloor-Runden, wie Umwelt- und Arbeitsschutzrunden (koordiniert über die Managementsysteme), über das betriebliche Vorschlagswesen (BVW) und über Projekte im Rahmen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Unter das Gestaltungsfeld des bürgerschaftlichen Engagements (engl. Corporate Citizenship) fallen unterschiedliche Unternehmensspenden an gemeinnützige Organisationen (engl. Corporate Givings). Über einen eigenen Verein werden Spenden von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen und Kunden für Hilfsprojekte gesammelt. Neben dem Sozialsponsoring besteht eine eigene Unternehmensstiftung (engl. Corporate Foundation) zur Unterstützung von Künstlern und Künstlerinnen, Festivals und gemeinnützigen Institutionen. Des Weiteren erfolgen Informationsveranstaltungen für Schüler:innen zu den Themen Kreislaufwirtschaft und Obsoleszenz.

Zu den nachhaltigkeitsrelevanten Zertifizierungen und Managementsystemen zählt das Arbeitsschutzmanagement (OHSAS 18001), das Energiemanagementsystem

(DIN EN ISO 50001), das Qualitätsmanagementsystem (DIN EN ISO 9001) sowie das Umweltmanagementsystem (DIN EN ISO 140001). Die einzelnen Managementsysteme sind auf personeller und organisationaler Ebene im übergeordneten EHS-Management verzahnt. Schwerpunkte umfassen die Entwicklung von Schulungsansätzen, Zielen und Maßnahmen sowie die Informationsweitergabe nachhaltigkeitsrelevanter KPI (Key Performance Indicator, dt. Leistungskennzahlen). Besonderes Merkmal ist die Zertifizierung der gesamten Produktpalette nach dem Cradle-to-Cradle-Designprinzip. Mit dem Aufbau eines standortübergreifenden Nachhaltigkeitsmanagements und dem Nachhaltigkeitsreporting werden Ziele geprüft und validiert sowie zentrale Maßnahmen initiiert und gesteuert. Eigenverpflichtungen, konkrete Ansätze sowie die dazugehörigen KPI werden jährlich im Rahmen der Nachhaltigkeitsberichtserstattung (externe Nachhaltigkeitskommunikation) im CSR-Bericht veröffentlicht.

**Prozesse, Strukturen und Organisation der Facharbeit**

Die Gestaltung und Umsetzung des industriellen Aufarbeitungsprozesses von Kupplungen, Ausrücksystemen und Drehmomentwandlern sowie deren Bestandteilen erfolgt durch Fachkräfte in zugehörigen Aufarbeitungsabteilungen im Verrichtungs- und Flussprinzip. Insgesamt arbeiten die Fachkräfte jährlich ca. 140.000 Kupplungsdruckplatten, 120.100 Kupplungsscheiben oder etwa 42.000 Ausrücksysteme auf das Qualitätsniveau eines Neuprodukts auf. Für Auftragsabwicklung und -dokumentation greifen die Fachkräfte auf das ERP-System (Enterprise-Resource-Planning-System) zu. Die Facharbeit erfolgt hauptsächlich in den Prozessschritten *Sortieren*, *subjektives Prüfen*, *Demontieren*, *Reinigen*, *subjektives und objektives Prüfen*, *Bearbeiten*, *Komplettieren*, *Montieren*, *Beschichten*, *Prüfen* sowie *Verpacken* und *Lagern*. Die Aufträge variieren dabei nach aufzuarbeitender Stückzahl und den auszuarbeitenden Typen und Varianten.

Neben den Abteilungen zur Aufarbeitung angelieferter Altteile sind Fachkräfte der Instandhaltungsabteilung mit der Instandhaltung der Produktionsanlagen, des Fuhrparks und der Haustechnik beauftragt. Durch die hohe Anzahl an Sondermaschinen und die fortlaufend veränderten Anforderungen in der Aufarbeitung besteht eine weitere Abteilung, die für den Werkzeugbau verantwortlich ist.

Besonderes Merkmal ist ein hochspezialisierter Aufarbeitungsservice für Oldtimeraggregate, die nicht mehr Bestandteil des Lieferprogramms sind. Eine Gruppe aus erfahrenen Fachkräften arbeitet dafür u. a. historische Altteile für einen individuellen Kundenstamm im Werkbankprinzip auf. Das breite Aufgabenspektrum der Fachkräfte erstreckt sich über den individuellen Kundenkontakt, Kundenberatungen, die Begutachtung und Identifizierung von Altteileaggregaten, die Ausstellung von Kostenvoranschlägen, die Aufarbeitung hochindividueller Altteilaggregate bis hin zur Rechnungserstellung und dem Versand. Die Altteileidentifizierung und die Aufarbeitung unterschiedlichster Kupplungen (Doppelkupplungen, Oldtimer-Kupplungen mit Ausrückhebel etc.) erfordert ein besonderes Maß an Fach- und Erfahrungswissen. Obgleich die Fachkräfte auf ein Archiv historischer Dokumentationen (Stücklisten, technische Zeichnungen etc.) zurückgreifen können, werden ebenso Kupplungen von Fremdherstellern aufgearbeitet, für die keine Dokumentationen vorliegen. Sowohl die Demontage, Bearbeitung und Montage als auch die Einstellung relevanter Größen wie

bspw. der Einstellhöhe erfordert in diesem Fall besondere Kenntnisse, Methoden und ein hohes Maß an Problemlösefähigkeit von den Fachkräften. Ersatzteile, die nicht aus dem Sonderlager entnommen werden können, werden im Verbund mit dem Werkzeugbau nachgefertigt. Kupplungsbelege werden aus Rohlingen individuell an die jeweiligen Mitnehmerscheiben angepasst. Auch Kleinteile wie Schrauben und Bolzen werden im Sinne der Werterhaltung nicht erneuert, sondern aufgearbeitet.

Typische Gegenstände der Facharbeit (materialistisch) sind Handwerkzeug, Handhabungssysteme, Vorrichtungen, Prüfstationen, Prüfmittel, Hilfsmittel, PC-Terminals, Transportsysteme, Altteilaggregate und Fertigungsanlagen (z. B. Strahlanlagen, Bohranlagen, Stanzanlagen, Robotersysteme, Werkzeugmaschinen, Sondermaschinen, Reinigungsanlagen, Lackiersysteme, Hochregallagersystem). Gegenstände abstrakterer Materialisation sind in erster Linie HMI- und SCADA-Systeme und das ERP-System an den entsprechenden PC-Terminals. Konzeptionelle Arbeitsgegenstände sind Planungs- und Projektmanagementwerkzeuge im Rahmen des Ideenmanagements.

Arbeitsorganisatorisch zeichnet sich die Facharbeit durch routinierte (industrielle Aufarbeitung) und hochindividuelle Arbeitsaufträge (Oldtimer-Service) aus. Durch die verschiedenen Auftragsarten sind die Fachkräfte in unterschiedlichen Fertigungsprinzipien involviert. Während für die Serienfertigung die Facharbeit vorwiegend nach dem Gruppenprinzip organisiert ist, sind Fachkräfte ebenso in die Werkbankfertigung eingebunden (z. B. im Oldtimer-Service oder in der Instandhaltung). Der Zugriff auf Organisationsmittel wie technische Dokumentationen o. Ä. erfolgt in erster Linie über ein eigenständiges Datenmanagementsystem an den PC-Terminals. Zur Arbeitsstrukturierung erfolgt ebenso eine Rotation an den unterschiedlichen Stationen der Aufarbeitung (Jobrotation) wie auch die teilautonome Gruppenarbeit.

#### Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit

Während der Fallstudie konnte eine Reihe von nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handlungen und Anknüpfungspunkten in der Facharbeit festgestellt werden, die nachfolgend unter Berücksichtigung der damit zum Tragen kommenden Nachhaltigkeitsstrategien (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*) dargelegt werden. Untersuchungsschwerpunkt war sowohl der industrielle Aufarbeitungsprozess von Altaggregaten als auch die Aufarbeitung von Oldtimer-Aggregaten.

Die Fachkräfte leisten durch die gesamte Gestaltung und Umsetzung der bestehenden Aufarbeitungsprozesse einen substanziellen Nachhaltigkeitsbeitrag in den Handlungsfeldern Kreislaufwirtschaft, Material- und Energieschonung sowie Reduktion von Emissionen und Kosten. Die industrielle Aufarbeitung gilt als eine zentrale Maßnahme zur Steigerung der betrieblichen Ressourceneffizienz (vgl. Lange 2017, S. 9). Am untersuchten Standort werden von den Fachkräften für die Aufarbeitung der Antriebsaggregate 50 Tonnen Altteile pro Tag sortiert und auf die Erstausrüsterqualität eines Neuteils aufgearbeitet. Dies entspricht jährlich dem Gewicht des Eiffelturms (*Effizienz, Konsistenz*). Damit wird je nach Altteileaggregat eine Materialersparnis von ca. 50–90 % erzielt. Bei den Kupplungsdruckplatten wird eine Wiederverwendung von über 90 % der eingesetzten Materialien erzielt (*Suffizienz, Konsistenz*). Damit besteht

nicht nur ein deutlich verringerter Material- und Energieeinsatz im Vergleich zur Neuteileproduktion, sondern es wird zur Importunabhängigkeit kritischer Rohstoffe beigetragen. Eingesetzte Rohstoffe, Energie und Arbeitsleistung – und damit die ursprüngliche Wertschöpfung – bleiben durch die Aufarbeitung größtenteils erhalten. Nach der Aufarbeitung durch die Fachkräfte werden die Altteile einem weiteren Produktlebenszyklus im Aftermarket zugeführt und es wird ein Stoffkreislaufsystem erzeugt (*Konsistenz*). Die Fachkräfte sind damit in einem Handlungsfeld tätig, das als Schlüsselkomponente einer Kreislaufwirtschaft gewertet wird und als bevorzugte Option zur Stoffstromschließung im Vergleich zur Verwertung (Auflösung der stofflichen Gestalt) gilt. Durch ihre Erfahrungen und Fähigkeiten sind die Fachkräfte in der Lage, neun von zehn Aggregaten wiederaufzuarbeiten (*Effizienz, Suffizienz*). Darüber hinaus tragen sie durch die bereits dargestellten Arbeitsprozesse zur Verlängerung der Lebensdauer vieler Fahrzeuge bei, deren Serienproduktion bereits ausgelaufen ist (*Suffizienz*). Durch ein Retrofit (intern Upgrade genannt), bei dem die verschlissenen und ineffizienten Bauteile gegen Bauteile modernerer Bauart ersetzt werden, werden nicht nur neuwertige, sondern zum Teil höherwertige Produkte mit verbesserten Leistungseigenschaften (*Effizienz*), verbesserter Lebensdauer (*Suffizienz*), verringerter Umweltbelastung sowie höherer Sicherheit (*Konsistenz*) hergestellt.

Die Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation zeigen weitere nachhaltigkeitsorientierte Anknüpfungspunkte als inhärente Bestandteile des Aufarbeitungsprozesses. Geleitet wird die nachhaltigkeitsorientierte Gestaltung der Arbeitsabläufe von dem Ziel der Eliminierung von Verlusten und Verschwendung durch eine Null-Fehler-Strategie (null Defekte, null Ausfälle, null Qualitätsverluste, null Unfälle und null Ausschuss und Nacharbeit). Fachkräfte entscheiden bereits bei der ersten Begutachtung der angelieferten Altteile darüber, ob diese aufgearbeitet oder der weiteren Verwertung zugeführt werden. Die korrekte Begutachtung erfordert ein hohes fachliches Erfahrungs- und Detailwissen, führt zu weniger Störungen in den weiteren Prozessschritten und minimiert den Anteil an Altteilen, die fälschlicherweise der Verwertung zugeführt werden (*Suffizienz*). Zudem tragen Fachkräfte zur Entwicklung von Demontage- und Montagevorrichtungen bei. Sie planen gemeinsam mit dem Werkzeugbau und der Instandhaltung Vorrichtungen und erproben diese. Optimierte Vorrichtungen steigern die Produktivität des Montageprozesses (*Effizienz*) und führen zu einem verringerten Ausschuss (*Effizienz, Suffizienz*) sowie weniger körperlichen Belastungen (*Konsistenz*). Eine sorgfältige, fachlich adäquate und qualitativ hochwertige Umsetzung der Facharbeit ist laut einem Teamleiter die Voraussetzung, um Schadensfälle, Störungen oder Nacharbeiten zu minimieren. Zur Qualitätssicherung verfügen alle Arbeitsplätze über Arbeitsanweisungen, die fortlaufend in Zusammenarbeit mit den Fachkräften überarbeitet werden (*Effizienz*). Insbesondere an hochfrequentierten Anlagen in der Demontage und Montage der Altteile stellen die Fachkräfte kurze und sichere Rüstwege sicher, um die Rüstzeit und damit den Energieeinsatz pro Bauteil ebenso wie das Unfallrisiko zu minimieren (*Effizienz, Konsistenz*). Einzelne Bauteile werden von Fachkräften einem strengen Prüfungsprozess unterzogen, um Qualitätsmängel, die zu einer Nacharbeit oder einem erneuten Aufarbeitungsprozess führen, zu vermeiden

und frühzeitig Korrekturen (z. B. bei der Anlagenparametrierung) einzuleiten (*Effizienz*).

Zur Sicherstellung oder Erhöhung der Anlagenlebensdauer und -verfügbarkeit werden zahlreiche Instandhaltungsarbeiten wie die Reinigung, Schmierung oder die Erneuerung von Verschleißteilen im Rahmen der autonomen Instandhaltung (AIH) umgesetzt (*Suffizienz*). Erfahrene Fachkräfte aus der Instandhaltung nehmen eine Multiplikatorrolle für bestimmte Prozessabläufe oder Produktions- und Montageanlagen ein. Dabei erhalten autonome Instandhalter:innen Hinweise zur Sicherstellung der Anlagenverfügbarkeit und -lebensdauer sowie zur Verringerung von Ausschuss (*Effizienz, Suffizienz)*.

Des Weiteren beteiligen sich Fachkräfte an Erprobungs- und Feedbackrunden zur Gestaltung und Umsetzung von Systematisierungs- und Standardisierungsansätzen, um die Prozesssicherheit zu erhöhen und Verschwendungen zu minimieren (*Effizienz, Suffizienz*). Nachhaltigkeitsaspekte sind fest im Ideenmanagement und kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) implementiert. Gegenstand sind u. a. die Vermeidung von Ressourcenverschwendungen am Arbeitsplatz, Prozessoptimierungen oder die Erhöhung der Energieeffizienz. Nachhaltigkeitsorientierte Ziele und Maßnahmen werden während der Shopfloor-Runden gemeinsam mit Verantwortlichen des EHS-Managements und den Fachkräften evaluiert und besprochen, woraufhin Lösungsansätze entwickelt werden. Zur Erhöhung der Arbeitsplatzsicherheit und Produktivität in den Abteilungen wird die 5S-Methodik geschult und von Fachkräften am eigenen Arbeitsplatz angewendet (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*).

Regelmäßig werden die Schutzvorrichtungen (z. B. Zweihandschaltung oder Lichtschranken der Stanzanlagen) von den Fachkräften auf Funktionsfähigkeit überprüft (*Konsistenz*). Damit Fachkräfte die Arbeitssicherheit im vollen Umfang sicherstellen können, erfolgen betriebsinterne Schulungen. Auch hier nehmen erfahrene Fachkräfte eine Multiplikatorrolle zur Informationsverbreitung ein und geben Hinweise zur Sicherstellung der Arbeitssicherheit, der Pflege und des sachgerechten Umgangs mit Werkzeugen (*Konsistenz*).

Gemeinsam mit Beauftragten des EHS-Managements werden Anwendungserprobungen mit verträglicheren bzw. kennzeichnungsfreien Reinigungs- und Konservierungsmitteln durchgeführt, um eine systematische Substitution von umweltgefährdenden Stoffen vorzunehmen (*Konsistenz*). Es erfolgt eine getrennte Sammlung des anfallenden Metallschrotts und der Kunststoffreste, um die Wieder- oder Weiterverwertung innerhalb der Kreislaufwirtschaft zu erleichtern (*Konsistenz*).

Über die interne Nachhaltigkeitskommunikation erhalten Fachkräfte durch Betriebszeitungen und das Intranet Informationen zu Nachhaltigkeitszielen sowie umgesetzten Maßnahmen zur Material-, Energie- und Treibhausgaseinsparung. Eine bidirektionale Kommunikationsstruktur zwischen Leitungs- und Fachkräfteebene wird insbesondere durch das betriebliche Vorschlagswesen gestützt. Zwischen den Jahren 2015 und 2020 wurden im Durchschnitt jährlich ca. 530 Vorschläge eingereicht, die u. a. zur Steigerung der Ressourceneffizienz und Sicherstellung des Arbeits- und Umweltschutzes dienen (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*).

### 6.2.2 Fallstudie GU-II: Herstellung von Windenergieanlagen

**Tabelle 16:** Übersicht Fallstudie GU-II

| **Unternehmensstruktur** | | |
|---|---|---|
| Kennzeichnung | Fallstudie GU-II | |
| Wirtschaftszweig (NACE) | Herstellung von Verbrennungsmotoren und Turbinen | 28.11.0 |
| Beschäftigte | Konzern/Produktionsnetzwerk: ca. 14.000<br>Standort: ca. 200 | |
| Kerngeschäft | Endmontage von Maschinenhäusern, Ringgeneratoren und Rotornaben für die Herstellung von Windenergieanlagen | |
| Ausrichtung | International | |
| **Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung (CSR)** | | |
| Management | • Arbeitsschutzmanagement<br>• Energiemanagement<br>• Qualitätsmanagement<br>• Umweltmanagement | |
| CSR-Koordination | Standortleitung, Betriebsleitung, Beauftragte (IMS) | |
| Bürgerschaftliches Engagement (CC) | Unternehmensspenden, Sozialsponsoring, Unternehmensstiftung, gemeinnütziges Arbeitnehmerengagement, Lobbying für soziale Anliegen | |
| **Struktur und Organisation der Facharbeit (Produktion/Instandhaltung)** | | |
| Mitarbeiterstruktur | • Abteilungsbezogene Fachkräfteteams mit durchmischter Berufsfeldzugehörigkeit (M+E-Berufe)<br>• Industriemechaniker:in, Mechatroniker:in, Elektroniker:in für Betriebstechnik<br>• Überwiegend männliche Fachkräfte<br>• Heterogene Alterszusammensetzung | |
| Gegenstände der Facharbeit | Handwerkzeug, Handhabungseinrichtungen, Prüfstationen, Prüfmittel, mobile Endgeräte (Tablets), PC-Terminals, Getriebe, Lüftereinheiten, Elektromotoren, Schaltschränke, Kabelbäume, Rotoren, Statoren, Narben, Vorrichtungen, Maschinengehäuse, Transportsysteme | |
| Arbeitsorganisation | • Fluss- und Inselprinzip<br>• Routinierte Arbeitsaufträge, selbstorganisierte Arbeitsprozesse, digitalisierte Kommunikations- und Informationsstrukturen, überwiegend Teamarbeit | |

#### Unternehmensdarstellung

Die Fallstudie GU-II wurde in einem Fallunternehmen aus der Branche des Maschinen- und Anlagenbaus durchgeführt. Das Fallunternehmen ist exklusiver Produktionspartner in einem Produktionsnetzwerk aus der Branche der erneuerbaren Energien. Die Kernkompetenz besteht in der *Herstellung, Instandsetzung* und *Aufarbeitung* von Maschinenhäusern, Ringgeneratoren und Rotornaben von Windenergieanlagen (WEA). Die zugehörigen Prozesse auf dem Shopfloor erfolgen nach dem Insel- und Flussprinzip. Der Einsatz der Großkomponenten erfolgt in unterschiedlichen Anlagenplattformen des WEA-Herstellers.

### Unternehmerische Nachhaltigkeitsstrukturen und -aktivitäten

Im Rahmen der Unternehmenssteuerung und -strategie besteht ein Compliance Management System (Compliance, dt. Regelkonformität), das zur Prävention von Compliance-Risiken bei Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen sowie Geschäftspartnern und Geschäftspartnerinnen eingesetzt wird. Als Instrument gilt insbesondere der Verhaltenskodex zur Sicherstellung eines integren, gesetzeskonformen und ressourcensparenden Verhaltens. Die nachhaltige Umstrukturierung der originären Produktionsfaktoren erfolgt auf der Leitungsebene durch eine kennzahlenbasierte Steuerung (KPI) von Maßnahmen, die über das integrierte Managementsystem (IMS) koordiniert werden. Zu den Leitzielen des Unternehmens gehört die gesellschaftliche Beitragsleistung zur nachhaltigen Energieversorgung mittels erneuerbarer Energien (Energiewende).

Zur energetischen Optimierung der Gebäudehülle wurden das veraltete Gebäudedach und die Gebäudefassade modernisiert und Schnelllauftore eingesetzt. Nachmontierte Torluftschleier an den Hallentoren und die Erneuerung bestehender Verglasungen zielen auf die Minimierung von Wärmeverlusten ab. Die Infrastruktur der Verwaltungs- und Produktionsumgebung wurde u. a. in den Bereichen Informationstechnologie (energiesparende Einzelplatzrechner und papierarme Verwaltung), Beleuchtung (Umstellung auf intelligente Beleuchtungskonzepte mit LED), Lüftungsanlagen (effiziente Ventilatoren) und Druckluft (frequenzgesteuertes Druckluftsystem) erneuert oder optimiert. Im Bereich der Wärme- und Kälteversorgung wurde das Hallenheizsystem mit effizienten Gas-Infrarot-Dunkelstrahlern modernisiert und veraltete Klimageräte wurden durch effiziente Systeme substituiert. Der interne Fuhrpark wurde, soweit möglich, auf Elektro-Gabelstapler umgestellt. Darüber hinaus werden bestimmte Anlagenkomponenten über den Schienengüterverkehr transportiert. Dadurch konnte im Vergleich zum Straßengüterverkehr für die Logistikprozesse zwischen zwei Produktionsstandorten eine Kohlenstoffdioxideinsparung von etwa 72 % erzielt werden.

Zur nachhaltigen Optimierung der Prozesse auf dem Shopfloor werden Maßnahmen umgesetzt, die in einer jährlichen Zielmatrix festgelegt werden. Mit dem Ziel, die Fehlerquoten zu senken, wurden insbesondere arbeitsorganisatorische und administrative Maßnahmen zur Verbesserung der Qualitätssicherung eingesetzt. Zudem besteht das Ziel, die Fertigung- und Durchlaufzeiten unter Berücksichtigung der Zufriedenheit und Sicherheit der Fachkräfte zu reduzieren. Dafür werden die Arbeitspläne und Arbeitsumgebungen gemeinsam mit Fachkräften analysiert und angepasst. Um den Umweltschutz im Produktionsprozess weiter auszubauen, besteht das Ziel, sämtliche Gefahrstoffe gegen verträgliche Alternativen (z. B. kennzeichnungsfreie Reinigungsmittel) zu ersetzen. Die Substitute werden unter Berücksichtigung der technischen Anforderungen von Fachkräften erprobt und bewertet. Abfälle werden sukzessiv minimiert. Nach Möglichkeit werden Mehrwegverpackungen (Pendelverpackungen) eingesetzt oder Verpackungsmaterialien wiederverwendet. Durch unterschiedliche Recyclingansätze wird das ambitionierte Ziel verfolgt, 85 % der Abfälle geschlossenen Recyclingkreisläufen zuzuführen. Zusammen mit externen Forschungseinrichtungen wird darüber hinaus an Recyclingverfahren zur Trennung von glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) geforscht, die insbesondere bei der Herstellung

der Rotorblätter eingesetzt werden. Mit der Integration von PSA- und Werkzeugspiralautomaten wird die kontrollierte Entnahme von Verbrauchsmaterialien organisiert (Handschuhe, Bohrer, Bitsätze etc.), was zu einer Verbrauchsreduzierung von 30 % geführt hat. Um Obsoleszenz von betrieblichen Nutzungsgegenständen entgegenzuwirken, besteht eine interne webbasierte Tauschbörse, die im gesamten Produktionsnetzwerk genutzt werden kann, um eine organisierte Wiederverwendung von Gebrauchtgegenständen zu ermöglichen.

Parallel zur eigentlichen Endmontage erfolgt durch Fachkräfte die Aufarbeitung gebrauchter Altteile von Bestandsanlagen (betriebsintern „Update" genannt). In standardisierten Prozessschritten werden Bestandteile der Gondel (Maschinenhaus, Ringgenerator, Rotornabe etc.) von erfahrenen Fachkräften wiederaufgearbeitet und deren ursprüngliche Produktgestalt und -eigenschaft wiederhergestellt. Die aufgearbeiteten Bauteile und -gruppen werden remontiert, geprüft und als Ersatzanlagen für bestehende Windparks genutzt, für das Repowering von Altanlagen eingesetzt oder dem Gebrauchtanlagenmarkt zugeführt.

Neben den vorrangig ökologisch-ökonomischen Ansätzen wird im Kontext sozialer Verantwortung eine sozialverträgliche Arbeitsgestaltung zur Steigerung der Gesundheit, des betrieblichen Wohlempfindens und der Reduzierung von Belastungen am Arbeitsplatz angestrebt. Durch Betriebsbegehungen, Umfragen und Fachkräftegespräche werden die Arbeitsplätze durch Steuerungsbeauftragte des betrieblichen Gesundheitsmanagements (BGM) u. a. hinsichtlich Ergonomie, Altersgerechtigkeit und Arbeitsschutz analysiert sowie psychologische Gefährdungsbeurteilungen vorgenommen. Im betrieblichen Gesundheitszirkeln beschließen und evaluieren Beauftragte aller Produktionspartner präventive und korrektive Maßnahmen zur umfassenden Gesundheitsförderung. Dazu zählen Firmenfitness-Angebote, arbeitspsychologische Betreuung, Betriebssportgruppen, Krankenrückkehrgespräche, Entspannungsworkshops, Informationstage zu Ernährung, Bewegung und Stressmanagement oder etwa ein betriebliches Eingliederungsmanagement (BEM), Suchtberatung, ein ausgewogenes Kantinenangebot sowie kostenlose Verpflegung mit Wasser und Obst.

Wesentliches Moment bei der Erzeugung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte ist die Entwicklung und Herstellung nachhaltigkeitsorientierter Technologien. Mit der Herstellung von WEA sowie den Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zur Energiespeicherung und Energielogistik wird ein wesentlicher Beitrag zur Etablierung regenerativer Energien und der gesamtgesellschaftlichen Energiewende geleistet. Lebenszyklusanalysen von WEA ergeben eine durchschnittliche Amortisation des Energieaufwands von ca. sechs bis zehn Monaten (vgl. Kaiser & Seitz 2016, S. 46). Danach produzieren die Anlagen über die restliche Lebensdauer vielfach mehr Energie, als für die Herstellung eingesetzt wurde. Im Schnitt ist der $CO_2$-Ausstoß pro produzierter Kilowattstunde Strom in etwa hundertfach niedriger als bei Braunkohle (vgl. Garvin & Heath 2012, S. 136). Mit dem Unternehmensziel, möglichst nachhaltige Windenergieanlagen für den globalen Markt zu produzieren, positioniert sich das Unternehmen nach eigener Darstellung explizit für die Nachhaltigkeitsziele *bezahlbare*

*und saubere Energie* (Ziel 7), *nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster* (Ziel 12), *Klimaschutz* (Ziel 13) und *globale Partnerschaften* (Ziel 17).

Anfallende Gestaltungshinweise werden über die Kommunikationsstruktur des Produktionsnetzwerkes an die Entwicklungs- und Konstruktionsabteilung kommuniziert. Zusätzlich zu den durchgeführten Lebenszyklusbetrachtungen/Ökobilanzierungen wurden systematische Maßnahmen zur nachhaltigen Produktgestaltung umgesetzt und alle nachhaltigkeitsorientierten Gestaltungsprinzipien und -strategien nach Oekermann (vgl. 2015, S. 156) berücksichtigt. Als wesentliches Gestaltungsprinzip gilt ein langlebiges Design mit dem Ziel einer hohen Lebensdauer und der verschleißarmen Nutzung der WEA. Neben dem Einsatz von hochwertigen Materialien und Komponenten (Materialzeugnis) gilt die instandhaltungsfreundliche Anlagengestaltung als bedeutsames Konstruktionskriterium für die effiziente Bewältigung von Service- und Wartungsarbeiten. Um die Lebensdauer der Windenergieanlagen zu verlängern und Störungen oder Schäden vorausschauend zu vermeiden, werden Zustandsüberwachungssysteme (Condition Monitoring) in die Anlagen integriert, die instandhaltungsrelevante Informationen für das Instandhaltungspersonal bereitstellen. Ein energieeffizientes Design erfolgt durch den Einsatz energieeffizienter Technologien (z. B. durch den Einsatz neuer Generatorbaureihen). Zudem ermöglicht ein verändertes Rotordesign einen höheren Energieertrag. Durch das Repowering (Modernisierung von Altanlagen) wird dafür gesorgt, bestehende Standorte zu erhalten und die Energieeffizienz der Anlagen zu steigern. Durch den hohen Einfluss des Gesamtanlagengewichts auf die Ökobilanz der WEA werden zudem gezielte Maßnahmen zur Gewichtsreduktion vorgenommen. Um für ein recycling- und entsorgungsgerechtes Design zu sorgen, werden nach Möglichkeit schwer recycelbare Materialen gegen Materialien mit einer besseren Recyclingfähigkeit eingesetzt (z. B. Aluminium statt GFK). Nach Möglichkeit werden zudem Gefahrenstoffe durch kennzeichnungsfreie Stoffe substituiert. Ein logistikgerechtes Design wurde umgesetzt, um die Anzahl der Transporte zu senken und auf emissionsärmere Transportmittel umzusteigen. Um zusätzlich soziale Bedingungen einzubeziehen, erfolgen Verbesserungen hinsichtlich der Laufruhe mit dem Ziel verringerter Schallemission.

Zu den nachhaltigkeitsrelevanten Zertifizierungen zählt das Qualitätsmanagement (DIN EN ISO 9001), das Energiemanagementsystem (DIN EN ISO 50001) sowie das betriebliche Umweltmanagementsystem (DIN EN ISO 140001), weshalb ebenfalls Ökobilanzen und Umweltkennzahlen in KVP berücksichtigt werden. Darüber hinaus besteht ein zertifiziertes Arbeitsschutzmanagementsystem (AMS). Die Managementsysteme sind in einem IMS auf personeller und organisationaler Ebene verzahnt, um weitere Synergieeffekte zu erzielen. Die Entwicklung von Schulungsansätzen und die Integration der Fachkräfte über unterschiedliche Kommunikationsstrukturen gilt dabei als eine der wesentlichen Gelingensbedingungen.

Unter das Gestaltungsfeld des bürgerschaftlichen Engagements (engl. Corporate Citizenship) fallen unterschiedliche Unternehmensspenden an gemeinnützige Organisationen (engl. Corporate Givings), das Sozialsponsoring (engl. Social Sponsoring), eine Unternehmensstiftung (engl. Corporate Foundation) sowie das gemeinnützige

Arbeitnehmerengagement (engl. Corporate Volunteering) mit einem Projekt zum Müllsammeln in der Umgebung oder etwa dem Lobbying für soziale Anliegen (engl. Social Lobbying) mit öffentlichen Informations- und Bildungsangeboten zum Themenkomplex Windenergie. Zur Umsetzung organisierter Partizipationsformen besteht neben dem Betriebsrat eine Jugend- und Auszubildendenvertretung als institutionalisierte Mitarbeitendenvertretung.

### Prozesse, Strukturen und Organisation der Facharbeit

Die Arbeitsprozesse für die Endmontage und Refabrikation von Anlagen- und Großkomponenten werden von Fachkräfteteams umgesetzt, die alle eine durchmischte Berufsfeldzuweisung (hauptsächlich Metall- und Elektrotechnik) aufweisen. Ein Teil der Fachkräfte aus dem Berufsfeld Metalltechnik weist die zertifizierte Zusatzqualifikation zur Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten (EFKffT) auf, um ebenfalls elektrotechnische Arbeiten übernehmen zu können. Die Endmontage und Refabrikation erfolgt mit ca. 120 qualifizierten Fachkräften und wird in erster Linie durch die Zusammenarbeit zwischen dem Produktionsleiter, Werkstattmeister sowie den Teamleitern und Teamleiterinnen koordiniert und umgesetzt. Die Teams sind überwiegend männlich geprägt und weisen heterogene Altersstrukturen auf.

Typische Gegenstände der Facharbeit (materialistisch) sind Handwerkzeug, Handhabungssysteme, Vorrichtungen, Prüfstationen, Prüfmittel, Hilfsmittel, mobile Endgeräte (Tablets), PC-Terminals, Getriebe, Lüftereinheiten, Elektromotoren, Schaltschränke, Kabelbäume, Rotoren, Statoren, Naben, Maschinengehäuse, Transportsysteme, Warnbefeuerung und andere elektronische Kleinkomponenten. Gegenstände abstrakterer Materialisation sind das Produktionsplanungs- und Steuerungssystem (PPS) an den entsprechenden PC-Terminals, eine Applikation zur prozessbegleitenden Qualitätssicherung auf den Tablets oder etwa ein E-Learning-System für Schulungen im Rahmen des IMS. Die Facharbeit erfolgt unter Zuhilfenahme komplexer Montageanleitungen, Montagepläne, Arbeitsaufträge sowie konzeptionell im Bereich des Ideenmanagements bzw. Vorschlagswesens.

Arbeitsorganisatorisch zeichnet sich die Facharbeit in der Montageabteilung überwiegend durch routinierte Arbeitsaufträge aus, die in einer Mischung aus Insel- und Flussprinzip bewältigt werden. Den Fachkräften aus der Abteilung der Refabrikation wird aufgrund des breiten und komplexen Aufgabenspektrums ein hohes Erfahrungswissen und Kompetenzniveau attestiert. Sie informieren sich mithilfe von Aufarbeitungsaufträgen über die Ausgangssituation der WEA (z. B. Störungen, Aufarbeitungsauftrag, Optimierungsmaßnahmen) und planen alleine oder im Team die Durchführung der Arbeitsaufgaben unter Zuhilfenahme von technischen Dokumentationen und der Schadensbeschreibung. Die Durchführung erfolgt in durchmischten Teams aus der Metall- und Elektrotechnik, um komplexe elektromechanische Aufgabenstellungen kollaborativ zu lösen. Dazu müssen die Fachkräfte Kenntnisse über die Funktionszusammenhänge und den Aufbau der Anlagenkomponenten besitzen, um unterschiedliche Schadensfälle diagnostizieren und beheben zu können. Zur Kontrolle und Bewertung der Arbeitsergebnisse werden Prüfstände, Instandsetzungsprotokolle und eine Applikation zur Qualitätssicherung eingesetzt.

### Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit

Während der Fallstudie ließ sich eine Reihe von nachhaltigkeitsorientierten Berufshandlungen und Anknüpfungspunkten feststellen, die nachfolgend unter Berücksichtigung der damit verbundenen Nachhaltigkeitsstrategien (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*) dargelegt werden.

Die Montage der Anlagenkomponenten erfolgt u. a. mit Handwerkzeug und Handhabungseinrichtungen. Sowohl eine sorgfältige Handhabung der Werkzeuge als auch ein adäquates Werkzeugmanagement, ermöglichen einer Verlängerung der Lebensdauer der Werkzeuge und die Minimierung von Ausschuss oder Nacharbeit. Bspw. weisen unterschiedlich programmierte Drehmomentschrauber von außen kaum Unterschiede auf, eine falsche Auswahl des Werkzeugs kann aber zu Nacharbeit oder Schäden führen, die erneuten Ressourceneinsatz nach sich ziehen (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*). Eine arbeitsorganisatorisch sorgfältige und fachlich adäquate Facharbeit ermöglicht zudem die Minimierung von Schadensfällen und Störungen. Bspw. kann der unachtsame Verlust einer Schraube im Luftspalt des Generators dazu führen, dass Schäden an den Polschuhen entstehen, die intensive Instandhaltungsarbeiten nach sich ziehen (*Effizienz, Suffizienz*).

Durch das sorgfältige Konservieren von korrosionsanfälligen Oberflächen während des Montageprozesses wird sichergestellt, dass beim Anlagenaufbau keine erneute Bearbeitung der Oberflächen erforderlich ist und die Oberflächen ausreichend geschützt wird (*Suffizienz, Effizienz*). Durch die Initiative einer Fachkraft erfolgte die Substitution eines bestehenden Konservierungsmittels gegen ein natürliches Produkt. Neben hervorragenden biologischen Eigenschaften gilt dieses Konservierungsmittel als ein nachwachsender Rohstoff tierischer Herkunft (*Konsistenz*). Die erfolgreiche Einführung im Fallunternehmen führte zur Verbreitung innerhalb des gesamten Produktionsnetzwerkes. Die Fachkräfte setzen zudem Mehrwegputztücher und -ölauffangmatten ein, die von einem externen Dienstleister zur erneuten Nutzung gereinigt werden (*Konsistenz*).

Fachkräfte initiieren zudem die Entwicklung von Montagevorrichtungen und sind an deren Gestaltung und Erprobung beteiligt. Sie liefern Zeichnungen und planen gemeinsam mit den Fachkräften aus der Betriebswerkstatt die entsprechenden Vorrichtungen. Die selbst entwickelten Vorrichtungen optimieren nicht nur die Produktivität des Montageprozesses (*Effizienz*), sondern führen zu einer reduzierten Nacharbeit und verringern körperliche Belastungen (*Konsistenz*).

Verbrauchsmaterialien wie bspw. verzinkte Unterlegscheiben werden von Fachkräften vor dem Einbau geprüft, um Qualitätsmängel (z. B. Zinkanhäufungen oder fehlende Beschichtung), die zu einer Nacharbeit an den Anlagen führen, zu vermeiden (*Effizienz, Suffizienz*). Darüber hinaus erfolgt der behutsame Umgang mit gebrauchten Kartonagen und Mehrwegverpackungen, um diese für die weiterführenden Logistikprozesse wiederverwenden zu können (*Konsistenz*). Fachkräfte führen gemeinsam mit Verantwortlichen des IMS Anwendungsversuche mit verträglicheren bzw. kennzeichnungsfreien Reinigungs-, Schmier- und Konservierungsmitteln durch und bewerten die Einsatzfähigkeit (*Konsistenz*).

Prozessoptimierungen bzw. -verschlankungen erfolgen vorrangig in enger Zusammenarbeit mit der mittleren Ebene. Fachkräfte beteiligen sich durch Erprobungs- und Feedbackrunden an der Gestaltung und Umsetzung von Systematisierungs- und Standardisierungsansätzen, um die Prozesssicherheit zu erhöhen und Verschwendungen im Voraus zu minimieren (*Effizienz*). Die Koordination und Evaluation von entsprechenden Maßnahmen erfolgen während der wöchentlichen Shopfloor-Meetings im Rahmen des KVP. Zur Verringerung von arbeitsprozessbezogenen Verschwendungen und zur Erhöhung der Arbeitsplatzsicherheit und Produktivität in der eigenen Fertigungsinsel wurde die 5S-Methodik in das bestehende Lean Management aufgenommen, geschult und von Fachkräften am eigenen Arbeitsplatz weitestgehend umgesetzt. Neben der wirkstellnahen Anordnung von Werkzeugen sowie Betriebs- und Hilfsstoffen greifen Fachkräfte auf mobile Kleinteile-Lagerregale direkt am Arbeitsplatz zur Vermeidung unnötiger Wege zu (*Effizienz, Suffizienz*). Die Nutzung einer Applikation zur Umsetzung eines digitalgestützten und prozessbegleitenden Qualitätssicherungssystems dient der weiteren Verringerung von Nacharbeit und Ausschuss (*Effizienz*).

Über die interne Nachhaltigkeitskommunikation erhalten die Fachkräfte über die Betriebszeitung und das Intranet Informationen zu umgesetzten Maßnahmen zur Material-, Energie- und Treibhausgaseinsparung sowie zu technologischen Innovationen innerhalb des Produktionsnetzwerkes. Ebenso besteht eine bidirektionale Kommunikationsstruktur zwischen mittlerer und produktiver Ebene, die durch das betriebliche Vorschlagswesen zusätzlich gestützt wird. Neben Vorschlägen zu Prozessänderungen wie Verschlankungen oder Montagevorrichtungen werden Neuanschaffungen, Substitute oder Maßnahmen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz, des Umweltschutzes und des Arbeitsschutzes von Fachkräften vorgeschlagen. Neben der sozialen Dimension der Selbstwirksamkeit und Teilhabe von Fachkräften wird mit dem Ansatz darüber hinaus die Eliminierung von Verlusten und Verschwendung mit dem Ziel minimaler Defekte, Ausfälle, Qualitätsverluste und Unfälle verfolgt (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*).

### 6.2.3 Fallstudie GU-III: Herstellung von Wellpappenrohpapier

**Tabelle 17:** Übersicht Fallstudie GU-III

| **Unternehmensstruktur** | | |
|---|---|---|
| Kennzeichnung | Fallstudie GU-III | |
| Wirtschaftszweig (NACE) | Herstellung von Wellpapier und -pappe sowie von Verpackungsmitteln aus Papier, Karton und Pappe | 17.21.0 |
| Beschäftigte | Konzern: ca. 2.500 | |
| Kerngeschäft | Entwicklung und Produktion von Wellpappenrohpapieren, Wellpappenformaten und Verpackungslösungen | |
| Ausrichtung | International | |

*(Fortsetzung Tabelle 17)*

| **Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung (CSR)** | |
|---|---|
| Management | • Arbeitsschutzmanagement<br>• Energiemanagement<br>• Qualitätsmanagement<br>• Umweltmanagement |
| CSR-Koordination | Standortleitung, Betriebsleitung, Beauftragte (EHS-Management) |
| Bürgerschaftliches Engagement (CC) | Unternehmensspenden, Sozialsponsoring, Lobbying für soziale Anliegen |
| **Struktur und Organisation der Facharbeit (Produktion/Instandhaltung)** | |
| Mitarbeiterstruktur | • Zwei Fachkräfteteams (Elektrotechnik & Metalltechnik)<br>• Industriemechaniker:in, Mechatroniker:in, Elektroniker:in für Betriebstechnik, Maschinen- und Anlagenführer:in<br>• Überwiegend männliche Fachkräfte<br>• Heterogene Alterszusammensetzung |
| Gegenstände der Facharbeit | Branchentypische Anlagen (Pulper, Sortieranlagen, Papiermaschine etc.), Werkzeugmaschinen, Anlagen der Förder-, Verfahrens- und Versorgungstechnik, Feuerlöschsystem |
| Arbeitsorganisation | • Werkbankprinzip (Instandhaltung)<br>• Überwiegend routinierte Arbeitsaufträge in der Produktion<br>• Überwiegend routinierte Arbeitsaufträge in der Wartung<br>• Individuelle Arbeitsaufträge in der Instandsetzung<br>• Teamarbeit |

### Unternehmensdarstellung

Die Fallstudie GU-III wurde in einer Papierfabrik durchgeführt. Die Papierfabrik ist Bestandteil eines international agierenden Unternehmens, das insgesamt ca. 2.500 Mitarbeiter:innen beschäftigt. Die Kernkompetenz des Unternehmens umfasst die Produktion von Wellpappenrohpapieren auf Basis von Altpapier, Wellpappenformaten sowie explizit nachhaltigkeitsorientierten Verpackungslösungen für unterschiedliche Branchen und Einsatzbereiche. Die untersuchte Papierfabrik produziert Wellpappenrohpapier aus 100 % Altpapier. Die Papiermaschine erzeugt mit einer Betriebsgeschwindigkeit von bis zu 1.200 Meter in der Minute eine Jahreskapazität von insgesamt ca. 270.000 Tonnen Papier. Als primäre Produktionsprozesse bei der Papierherstellung gelten die *Halbstofferzeugung*, die *Stoffaufbereitung*, die *Papierbildung* und die *Veredelung*.

### Unternehmerische Nachhaltigkeitsstrukturen und -aktivitäten

Zur Verstetigung nachhaltiger Strukturen sind nachhaltigkeitsrelevante Kernthemen im strategischen Management des Unternehmens verankert. Nachhaltigkeitsorientierte Visionen, Ziele und Verpflichtungen sind in der kommunizierten Unternehmensphilosophie und in der Unternehmenspolitik wiederzufinden. Zudem besteht ein ausformulierter Verhaltenskodex für alle Mitarbeiter:innen des Unternehmens mit unterschiedlichen Bezügen zum Schutz der Umwelt, zum fairen Wirtschaften und zur

Humanisierung der Arbeit. Die Eigenverpflichtungen sind ebenso wie konkrete Nachhaltigkeitsansätze im veröffentlichten CSR-Bericht einsehbar. Es besteht ein standortübergreifendes Compliance Management System (Compliance, dt. Regelkonformität), in dem die Fachkräfte bei Verdacht von Konformitätsverletzungen dies entsprechend anonym melden können. Als Instrument gilt insbesondere der Verhaltenskodex zur Sicherstellung eines integren und gesetzeskonformen Verhaltens. Durch die nachhaltige Ausrichtung der Produktion und der Produkte wurde das Unternehmen bereits mehrfach ausgezeichnet.

Der Betrieb weist unterschiedliche prozessorientierte und technologische Maßnahmen zur Steigerung der Nachhaltigkeitsbilanz im produktionsnahen Umfeld auf. Die Infrastruktur der Verwaltungs- und Produktionsumgebung wurde u. a. in den Bereichen der Beleuchtung (partielle Umstellung auf intelligente Beleuchtungskonzepte mit LED), Lüftungsanlagen (effiziente frequenzgesteuerte Ventilatoren) und Druckluftversorgung (frequenzgesteuerte und energieeffiziente Drucklufterzeuger) erneuert oder optimiert. Im Bereich der Wärme- und Kälteversorgung bestehen zahlreiche technische Maßnahmen, um mithilfe von Wärmerückgewinnung den erforderlichen Energiebedarf in der Produktion zu minimieren. Die Rückgewinnung der Abwärme wird für die Versorgung der Gebäudeheizung, für die Aufbereitung von Warmwasser und für die Erwärmung der Frischluft eingesetzt. Für den Trocknungsprozess in der Papierherstellung werden jährlich rund 850.000 Tonnen Dampf in den Papierwerken benötigt. Die Dampfversorgung am untersuchten Produktionsstandort erfolgt vollständig durch ein angrenzendes und unternehmenseigenes Ersatzbrennstoffkraftwerk. Die überschüssige Wärme aus der Trockenpartie wird per Fernwärmeleitung dem städtischen Freibad zugeführt. Zusätzlich wird die Papierfabrik mit Strom und Wärme durch das mit Biogas gespeiste Blockheizkraftwerk (BHKW) versorgt. Zur Erzeugung erneuerbarer Energie besteht eine unternehmenseigene Windenergieanlage.

Die Optimierung des Energie- und Materialeinsatzes in der Papierproduktion wurde sowohl durch die unternehmenseigenen Fachkräfte umgesetzt als auch in kooperativer Zusammenarbeit mit externen Dienstleistern. U. a. erfolgte die Nachrüstung unterschiedlicher Aufbereitungsanlagen mit zusätzlichen Wärmetauschern zur Nutzung der bestehenden Abwärmequellen in der Produktion. Zudem wurde eine Vielzahl der vorhandenen Elektromotoren mit einer Frequenzsteuerung versehen und ineffiziente Motoren durch Motoren mit hoher Energieeffizienzklasse substituiert. Zur verschwendungsarmen Nutzung thermischer Energie wurde insbesondere in der Trockenpartie für eine hohe Wärmeisolation der Trockenhaube gesorgt. Zur Gesamtoptimierung des Produktionsprozesses werden im Zuge der betrieblichen Digitalisierungsstrategie die Prozessüberwachung und die technische Zustandsüberwachung (Condition Monitoring) fortlaufend ausgebaut. Ebenso wurden arbeitsschutzrelevante Systemelemente wie zusätzliche Schutztürverriegelungen, Not-Aus-Taster und Lichtschranken an den Anlagen nachgerüstet.

Das Unternehmen verfolgt unterschiedliche Ansätze zur nachhaltigen Produktgestaltung. Dazu zählt eine Mehrwegtragetasche aus Wellpappe, die aus 100 % nachwachsenden Rohstoffen hergestellt wird und eine bessere Ökobilanz als herkömmliche Papiertüten, Stoffbeutel oder Tragetaschen aus Kunststoff aufweist. Als wesent-

liches Gestaltungsprinzip gilt das langlebige Design durch die Wiederverwendbarkeit der Tasche. Dadurch, dass die Tasche vollkommen kompostierbar ist und ebenso als Altpapier dem Papierherstellungskreislauf wieder zugeführt werden kann, wurde für ein recycling- und entsorgungsgerechtes Design gesorgt. Die Mehrwegtragetasche ist klimaneutral produziert und FSC®-zertifiziert. Zudem werden für die Herstellung Klebstoffe auf Stärkebasis verwendet und die Aufdrucke basieren auf lösungsmittelfreien und wasserbasierten Druckfarben. Ein energieeffizientes und logistikgerechtes Design wird u. a. durch ein neu entwickeltes Wellenprofil umgesetzt, dass eine deutlich höhere Palettenauslastung ermöglicht. Darüber hinaus können über Kooperationen die Kundenaufträge klimaneutral über Kompensationsprojekte abgewickelt werden.

Zur Etablierung einer nachhaltigen Lieferkette (engl. Supply Chain) erfolgt die Rohstoffversorgung (Altpapier) der Papierfabrik anteilhaft aus der Region. Neben dem Aufbau regionaler Produktkreisläufe werden Abfälle aus der Produktion in den Produktionskreislauf zurückgeführt. Nicht verwertbare Abfälle aus der Stoffaufbereitung werden im Ersatzbrennstoffkraftwerk als Ersatzbrennstoff genutzt. Das Abwasser aus der Papieraufbereitung und der Papiermaschine wird in einer anliegenden Abwasserreinigungsanlage biologisch gereinigt. Der Kreislauf schließt sich, indem das beim Reinigungsprozess entstehende Biogas im eigenen Blockheizkraftwerk zur Erzeugung von Strom und Wärme verwendet wird.

Neben den vorrangig ökologisch-ökonomischen Ansätzen wird zur Sicherstellung der sozialen Verantwortung eine sichere und sozialverträgliche Arbeitsgestaltung vorangetrieben. Als betriebliche Nachhaltigkeitsziele gelten familienfreundliche Arbeitsplätze, Bildungsangebote für Mitarbeiter:innen an der eigenen Akademie oder durch externe Anbieter, Gesundheitsförderung und die Schaffung eines sicheren und gesunden Arbeitsumfeldes. Für die Gesundheitsförderung ist insbesondere das Arbeitsschutzmanagement mit dem subsumierten betrieblichen Gesundheitsmanagement (BGM) verantwortlich. Vorzufinden sind eine Schwerbehindertenvertretung, eine Vertrauensperson und ein Suchthelfer. Zu den präventiven Maßnahmen zählen Workshops (z. B. rückenschonende Hebetechniken), Firmenfitness-Angebote, Betriebssportgruppen, Informationstage zu Ernährung und die kostenlose Verpflegung mit Getränken und Früchten. Zur Umsetzung organisierter Partizipationsformen besteht neben dem Betriebsrat eine Jugend- und Auszubildendenvertretung als institutionalisierte Mitarbeitervertretung. Dem Gestaltungsfeld des bürgerschaftlichen Engagements (engl. Corporate Citizenship) sind unterschiedliche Unternehmensspenden an gemeinnützige Organisationen (engl. Corporate Givings), das Sozialsponsoring kultureller und sportlicher Events oder etwa das Lobbying für soziale Anliegen (engl. Social Lobbying) durch die Unterstützung von Bildungsinitiativen zuordenbar.

Die in der Tabelle 17 aufgeführten Managementsysteme werden im Rahmen eines IMS auf personeller und organisationaler Ebene verzahnt. Zur Umsetzung der Ziele des IMS erfolgen regelmäßig interne Schulungen für die Fachkräfte. Darüber hinaus sind die Produkte ISEGA-zertifiziert, wodurch ein unbedenklicher Kontakt mit Lebensmitteln möglich ist. Mit den FSC®-Zertifizierungen wird der Nachweis angetreten, dass in der Wertschöpfungskette ausschließlich Recyclingpapier oder Papier

aus verantwortungsvoller und kontrollierter Waldwirtschaft einsetzt wird. Durch die nachhaltige Energieversorgung, das kennzahlenbasierte Umwelt- und Energiemanagement und die damit verbundenen technischen und prozessbezogenen Nachhaltigkeitsmaßnahmen hat das Unternehmen seit dem Jahr 2000 jährlich ca. 47.000 Tonnen Kohlenstoffdioxid eingespart.

### Prozesse, Strukturen und Organisation der Facharbeit

Arbeitsaufgaben im Rahmen der industriellen Facharbeit von M+E-Berufen erfolgen hauptsächlich zur Verstetigung des Unterstützungsprozesses „Instandhaltung" und werden von drei Instandhaltungsteams in einem Einschichtsystem bewältigt. Während ein Team (betriebsinterne Bezeichnung „Betriebsschlosser") vor allem Instandsetzungs- und Aufarbeitungsarbeiten in der Instandhaltungswerkstatt übernimmt, ist das zweite Team (betriebsinterne Bezeichnung „Anlageninstandhaltung") für die Umsetzung von Inspektions-, Wartungs- und Optimierungsarbeiten an den Anlagen der Papieraufbereitung und -herstellung vor Ort zuständig. Das dritte Team (betriebsinterne Bezeichnung „Elektriker") besteht in erster Linie aus Elektroniker:innen für Betriebstechnik und ist für die Umsetzung elektrotechnischer Arbeitsaufgaben im gesamten Betrieb verantwortlich. Die Teams sind einschlägig männlich geprägt und weisen heterogene Altersstrukturen auf. Arbeitsaufgaben in den beruflichen Handlungsfeldern Herstellen, Montieren/Demontieren und Automatisieren sind überwiegend inhärente Bestandteile während der Instandsetzungs- und Optimierungsarbeiten an Produktionsanlagen und der angrenzenden Verfahrens- und Versorgungstechnik.

Typische Gegenstände der Facharbeit (materialistisch) sind neben branchentypischen Anlagen wie Pulpern oder Sortieranlagen ebenso Systemelemente der Papiermaschine wie Walzen, Trockenzylinder, Pressen, Langsiebe, Rakel oder etwa Rollenschneider. Arbeitsprozesse im Bereich der Versorgungstechnik erfolgen vor allem an raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen), an einem komplexen Druckluftsystem, bestehend aus drei leistungsstarken Druckluftkompressoren inkl. Aufbereitung, Verteilung und Verbraucher, an einem Blockheizkraftwerk (BHKW) und an diversen Fluidenergiemaschinen (Kreisel-, Membran- oder Vakuumpumpen etc.). Des Weiteren stellt das Feuerlöschsystem einen relevanten Arbeitsgegenstand dar, an dem wöchentliche Instandhaltungsarbeiten wie Inspektionen und Funktionstests erfolgen. Zur Herstellung von Ersatzteilen werden unterschiedliche Werkzeugmaschinen eingesetzt. Gegenstände abstrakterer Materialisation sind das Prozessleitsystem, das digitale Arbeitskarten- bzw. Ticketsystem, das Intranet (Betriebsanleitungen, Protokolle, Montageanleitungen etc.), Wartungspläne und zahlreiche Mensch-Maschine-Schnittstellen (engl. kurz: HMI) zur Steuerung, Regelung und Überwachung der Anlagen.

Arbeitsaufträge erfolgen in Form von digitalen Auftragstickets bzw. Arbeitskarten, die von Papiertechnologen und Papiertechnologinnen (intern Papiermacher genannt) und der Instandhaltungsleitung verfasst werden. Dadurch, dass der geplante Anlagenstillstand der Papiermaschine lediglich zweimal monatlich erfolgt und mit hohen ökonomischen Einbußen einhergeht, stellt die gezielte und effektive Umsetzung der Instandhaltungsarbeiten einen zentralen Faktor in der Instandhaltungsplanung

dar. Die Fachkräfte planen alleine oder im Team die Durchführung der Arbeitsaufgabe unter Zuhilfenahme von technischen Dokumentationen und Problemschilderungen der Maschinen- und Anlagenführer:innen oder Papiertechnologen und Papiertechnologinnen. Die anfallenden Arbeiten werden selbstständig mithilfe eines umfassenden Wartungsplanes geplant, organisiert und terminiert. Der Wartungsplan und die Wartungsturnusse einzelner Anlagen und zugehöriger Systemelemente werden dabei erfahrungsbasiert und bedarfsspezifisch an die betrieblichen Anforderungen unter Beachtung bestehender Richtlinien von den Fachkräften in Absprache mit der Instandhaltungsleitung angepasst.

**Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit**

Während der Fallstudie ließen sich nachhaltigkeitsorientierte berufliche Handlungen und Anknüpfungspunkte feststellen, die nachfolgend unter Berücksichtigung der damit verbundenen Nachhaltigkeitsstrategien (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*) dargelegt werden.

Pumpensysteme sowie zugehörige Motoren und Getriebe bilden einen zentralen Arbeitsgegenstand der Fachkräfte. Zur energetischen Optimierung des Produktionsprozesses tauschen Fachkräfte veraltete Motoren und Pumpen durch Substitute mit hoher Energieeffizienzklasse aus (*Effizienz, Suffizienz*). Um ungeplante Produktionsstillstände und Störungen zu vermeiden, greifen die Fachkräfte gezielt auf eingelagerte Pumpen zurück, die intern aufgearbeitet wurden und während der Reparaturarbeiten in das jeweilige technische System integriert werden können. Somit werden materielle und energetische Aufwendungen und die damit anfallenden Kosten verringert und geschlossene Materialkreisläufe geschaffen (*Konsistenz, Suffizienz*). Für defekte Pumpensysteme erfolgt in der Regel eine Aufarbeitung in der hauseigenen Instandhaltungswerkstatt. Die Arbeiten gehen dabei über die alleinige Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit hinaus, da zusätzlich der Abnutzungsvorrat erneuert wird und sämtliche Maßnahmen zur Konservierung des technischen Systems (Korrosionsschutz, Lackierung etc.) vorgenommen werden (*Suffizienz*). Bei Pumpensystemen, deren Aufarbeitung unverhältnismäßig erscheint, werden funktionsfähige Bauteile und -gruppen demontiert, aufgearbeitet, geprüft und als Ersatzteile für anderweitige Aufarbeitungsaufträge oder Instandhaltungsarbeiten betriebsintern eingelagert (*Konsistenz, Suffizienz*).

Zur Sicherstellung oder Erhöhung der Lebensdauer, Betriebssicherheit, Verfügbarkeit und Energieeffizienz der Aufbereitungsanlagen und der Papiermaschine werden zahlreiche Instandhaltungsarbeiten umgesetzt. Dazu zählen im Kern das Reinigen und Schmieren von Systemelementen, das Kontrollieren von Ölständen, die Kontrolle und der bedarfsgerechte Wechsel unterschiedlicher Filtereinheiten, das Konservieren von Systemelementen sowie die Erneuerung von Verschleißteilen (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*). Ebenfalls erfolgt eine regelmäßige akustische Prüfung der Lagereinheiten an den Walzen, um frühzeitig Unregelmäßigkeiten in den Lagereinheiten festzustellen und damit den störungsfreien und energieeffizienten Betrieb der Papiermaschine zu gewährleisten (*Effizienz*). Des Weiteren wird an den Antrieben die

Zahnriemenspannung kontrolliert und ggf. angepasst, um den Wirkungsgrad der Kraftübertragung sicherzustellen und hohe Anfahrtsmomente und Verschleiß zu minimieren (*Effizienz, Suffizienz*). Neben der Sicherstellung einer hohen Gesamtanlageneffektivität der Produktionsanlagen erfolgen weitere Inspektions- und Wartungsarbeiten am Druckluftsystem, der RLT-Anlage oder dem BHKW, um einen hohen Anlagenwirkungsgrad sicherzustellen und für die Einhaltung des Arbeits- und Umweltschutzes zu sorgen (*Effizienz, Konsistenz*).

Fachkräfte sind zudem wesentlich an der Entwicklung und Fertigung von Anlagenmodifikationen beteiligt. Sie liefern Zeichnungen und planen gemeinsam die Anlagenmodifikation mit den Papiertechnologen und Papiertechnologinnen. Die selbst entwickelten Modifikationen (z. B. Trichtererweiterungen zur Verminderung von Verschüttung) führen u. a. zur Verringerung des Materialeinsatzes und damit zu einem optimierten Input-Output-Verhältnis (*Effizienz, Suffizienz*). Die benötigten Bauteile für Anlagenmodifikationen und andere Ersatzteile können in der Instandhaltungswerkstatt selbstständig mithilfe von CNC-Dreh- und Fräsmaschinen gefertigt werden. Während der Arbeiten mit den Werkzeugmaschinen achten die Fachkräfte auf den Einsatz endkonturnaher Halbzeuge (geringer Materialeinsatz) und kontrollieren und pflegen das Kühlschmiermittel zur Erhöhung der Standzeit und zur Sicherstellung des Arbeitsschutzes (*Effizienz, Suffizienz, Konsistenz*).

### 6.2.4 Fallstudie GU-IV: Herstellung von elektromagnetischen Komponenten

**Tabelle 18:** Übersicht Fallstudie GU-IV

| **Unternehmensstruktur** | | |
|---|---|---|
| Kennzeichnung | Fallstudie GU-IV | |
| Wirtschaftszweig (NACE) | Herstellung von sonstigen elektrischen Ausrüstungen und Geräten | 27.90.0 |
| Beschäftigte | Konzern: ca. 700<br>Standort: ca. 300 | |
| Kerngeschäft | Entwicklung und Fertigung von elektromagnetischen Vorsteuerungen und Ventilen sowie elektromagnetischen Antrieben für Ventile | |
| Ausrichtung | International | |
| **Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung (CSR)** | | |
| Management | • Arbeitsschutzmanagement<br>• Qualitätsmanagement<br>• Umweltmanagement | |
| CSR-Koordination | Standortleitung, Beauftragte (EHS-Management) | |
| Bürgerschaftliches Engagement (CC) | Sozialsponsoring, gemeinnütziges Arbeitnehmermanagement | |

*(Fortsetzung Tabelle 18)*

| **Struktur und Organisation der Facharbeit (Produktion/Instandhaltung)** | |
|---|---|
| Mitarbeiterstruktur | • Drei Fachkräfteteams (Elektrotechnik, Metalltechnik, Mechatronik)<br>• Elektroniker:in für Geräte und Systeme, Elektroniker:in für Betriebstechnik, Industriemechaniker:in, Mechatroniker:in, Maschinen- und Anlagenführer:in, Werkzeugmechaniker:in, Zerspanungsmechaniker:in<br>• Überwiegend männliche Fachkräfte<br>• Heterogene Alterszusammensetzung |
| Gegenstände der Facharbeit | Unterschiedlichste Montagesonderanlagen, Spritzgießmaschinen, Haustechnik (Beleuchtung, Druckluftsysteme, Pumpensysteme, Kälte- und Kühlanlagen, Wärmeversorgung, Lüftungsanlagen), CNC-Fräs- & Drehmaschinen sowie Mehrspindelautomaten |
| Arbeitsorganisation | • Fluss- und Inselprinzip<br>• Überwiegend routinierte Arbeitsaufträge in der Produktion<br>• Individuelle Arbeitsaufträge in der Instandsetzung<br>• Digitalisierte Kommunikations- und Informationsstrukturen |

### Unternehmensdarstellung

Die Fallstudie GU-IV wurde in einem Betrieb aus der Elektroindustrie durchgeführt. Das Fallunternehmen ist Teil einer internationalen Unternehmensgruppe mit insgesamt ca. 700 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen. Die Kernkompetenz des Unternehmens liegt in der Entwicklung, Konstruktion und Herstellung von Magnetventilen, elektromagnetischen Vorsteuerungen sowie Steckverbindungen. Neben der Serienproduktion erfolgt die Herstellung von Prototypen, Werkzeugen, Vorrichtungen sowie Produktions- und Montageanlagen für Produkt- und Komplettlösungen. Vorrangige Einsatzgebiete der Produkte sind die Automobilindustrie, Agrartechnik und Prozesstechnik.

### Unternehmerische Nachhaltigkeitsstrukturen und -aktivitäten

Nachhaltigkeitsrelevante Kernthemen sind im strategischen Management des Unternehmens verankert. Zielsetzungen und Verpflichtungen finden sich sowohl in der Unternehmenspolitik und im betrieblichen Verhaltenskodex als auch in der Konzeption des BGM und des Umweltmanagementsystems wieder.

Die Infrastruktur der Verwaltungs- und Produktionsumgebung wurde in den Bereichen Informationstechnologie (energiesparende Einzelplatzrechner, papierarme Verwaltung), Beleuchtung (Umstellung auf LED, Einbau von Reflektoren und Bewegungsmeldern), Pumpen und Motoren (Substitute mit höherer Energieeffizienzklasse), Lüftungsanlagen (frequenzgeregelte Ventilatoren), Druckluft (energieeffizientes Druckluftsystem) und Stickstoffversorgung (eigener Stickstoffgenerator) erneuert oder optimiert. Ebenso wurde eine E-Ladestation für E-Fahrzeuge auf dem Firmengelände eingerichtet.

Zur nachhaltigen Optimierung des Produktionsprozesses werden unterschiedliche Maßnahmen ergriffen, um den Energie- und Materialverbrauch zu reduzieren (z. B. Minimierung des Ausschusses, bedarfsgerechte Lötbadtemperatur, sukzessive Anpassung des Arbeitsdrucks bei pneumatischen Prozessabläufen, Recycling der

Kunststoffreste aus den Spritzgussprozessen) oder den Umweltschutz sicherzustellen (z. B. Minimierung der Verschleppung und umweltgerechte Lagerung von Kühlschmiermitteln, sortenreine Trennung von Abfällen und Spänen). Die nachhaltige Umgestaltung der originären Produktionsfaktoren erfolgt in Zusammenarbeit zwischen der mittleren und produktiven Ebene und ist im hohen Grad durch das Lean Management bzw. die Lean Production[46] als eingesetztes Produktionssystem geprägt. Durch die schlanke und effiziente Gestaltung der gesamten Wertschöpfungskette wird das Ziel verfolgt, vermeidbare Verschwendungen und Verluste systematisch zu minimieren. Ein ganzheitliches Anlagenmanagement im Rahmen einer Total Productive Maintenance (TPM) wird vorwiegend durch gewerblich-technische Fachkräfte getragen und umgesetzt. Durch die interne Qualifizierung von autonomen Instandhaltern und Instandhalterinnen an den vorzufindenden Produktions- und Montageanlagen entstehen im Unternehmen neue Formen der Arbeitsorganisation, die die strikte Trennung von Produktions- und Instandhaltungsaufgaben aufweichen. Maschinen- und Anlagenführer:innen sowie angelernte Anlagenbediener:innen sind entsprechend für die Pflege und Instandhaltung der Anlagen mitverantwortlich und aktiv in den Verbesserungsprozess der Produktionsabläufe eingebunden. Nachhaltigkeitsziele sind zudem fest im kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) implementiert. Gegenstand sind u. a. die Vermeidung von Ressourcenverschwendungen, die Erhöhung der Energieeffizienz sowie die Erzielung einer hohen Mitarbeiterzufriedenheit.

Unter das Gestaltungsfeld des bürgerschaftlichen Engagements (engl. Corporate Citizenship) fallen unternehmerische Ansätze des Sozialsponsorings (Spendenläufe etc.), gemeinnütziges Arbeitnehmerengagement (Corporate Volunteering) durch kostenlose Lehrangebote für unterschiedliche Bildungseinrichtungen sowie die proaktive Integration von Geflüchteten durch Sprachkurse, Praktika und Beschäftigung.

Die nachhaltige Produktgestaltung erfolgt vor allem durch ein langlebiges Design mit dem Ziel einer hohen Lebensdauer und Funktionsfähigkeit. Die Magnetventile sind mit mehr als 100 Millionen Schaltzyklen auf eine hohe Haltbarkeit und Verwendungsdauer ausgelegt, wodurch einer Obsoleszenz entgegengewirkt wird. Durch die Miniaturisierung einiger Ventilserien werden wesentlich kleinere Bauformen und Baugrößen bei gleichbleibender Leistungsfähigkeit erzielt, die zu einem deutlich verringerten Einsatz von Material und Energie führen. Für ein logistikgerechtes Design werden Bauteile und -gruppen in konfektionierten Mehrwegkunststoffverpackungssystemen in geschlossenen Kreisläufen transportiert, wodurch der Entsorgungsaufwand von Verpackungen entfällt. Bei der Entwicklung oder Optimierung hauseigener Produktions- bzw. Montageanlagen bilden Energieverbrauch, Anlagenlebensdauer und -verfügbarkeit sowie Arbeitsschutz grundlegende Anforderungen in der Produktentwicklung.

46 Unter Lean Production versteht man den sowohl ressourceneffizienten als auch zeiteffizienten Einsatz der Produktionsfaktoren wie Betriebsmittel, Fläche, Werkstoffe, Planung und Organisation im Rahmen sämtlicher Unternehmensaktivitäten. Als übergeordnete und nachhaltigkeitsbezogene Ziele gelten die Reduzierung von Ressourcenverschwendung, Steigerung der Effizienz, Optimierung der Produktqualität und Produktionszeit sowie Minimierung der Kosten (vgl. Bertagnolli 2018, S. 4).

Zu den vorrangig ökologisch-ökonomischen Ansätzen erfolgt im Kontext sozialer Verantwortung eine sichere und sozialverträgliche Arbeitsgestaltung zur Steigerung der Gesundheit, des betrieblichen Wohlempfindens und der Reduzierung von Belastungen am Arbeitsplatz. Durch Betriebsbegehungen, Umfragen und Fachkräftegespräche werden die Arbeitsplätze durch eine Steuerungsbeauftragte des betrieblichen Gesundheitsmanagements (BGM) u. a. hinsichtlich Ergonomie, Altersgerechtigkeit und Arbeitsschutz analysiert sowie psychologische Gefährdungsbeurteilungen vorgenommen. Für die Sicherstellung organisierter Partizipationsformen besteht ein Betriebsrat als institutionalisierte Mitarbeitervertretung. In den Verantwortungsbereich fallen neben der Einhaltung des Arbeits- und Umweltschutzes die sozialverträgliche Eingliederung häufig benachteiligter Arbeitnehmer:innen (z. B. Menschen anderer Herkunft, fortgeschrittenen Alters, anderen Geschlechts oder Leiharbeiter:innen).

Das Management der Nachhaltigkeitsaktivitäten erfolgt in erster Linie über das Umweltmanagement (DIN EN ISO 14001) und Qualitätsmanagement (DIN EN ISO 9001). Im zugehörigen KVP sind spezifische Nachhaltigkeitsziele zur Verringerung von Unfällen, Ausschuss und Energieverschwendung verankert. Zudem befindet sich das Unternehmen in der Vorbereitung zur Zertifizierung eines Energiemanagementsystems (DIN EN ISO 50001). Durch die Zulieferung von Komponenten an Original Equipment Manufacturer (OEM) in der Automobilindustrie besteht zudem eine Zertifizierung des Automobilstandards IATF 16949. Damit verbunden ist die Erfüllung von vorrangig sozialen Anforderungen zur Etablierung einer CSR, wie die Einhaltung von Richtlinien zur Antibestechung, die Einführung eines Verhaltenskodex für die Belegschaft zur Sicherstellung sozialer Gerechtigkeit und Toleranz oder die Entwicklung eines Ethikeskalationsprozesses, um Verstöße und Schwachstellen in der betrieblichen Compliance-Struktur aufzudecken (engl. whistleblowing policy). Zudem gilt das Fallunternehmen als ausgezeichneter Ökoprofit-Betrieb. Ziel des Kooperationsprojekts ist die Unterstützung des Unternehmens zur Schonung von natürlichen Ressourcen bei einer gleichzeitigen Betriebskostensenkung, indem gemeinsam betriebliche Ansätze einer „Cleaner Production“ erarbeitet, umgesetzt und abschließend geprüft werden.

#### Prozesse, Strukturen und Organisation der Facharbeit

Die Gestaltung und Umsetzung des Herstellungsprozesses von Bauteilen wie bspw. der Ankerführung von Magnetventilen erfolgt vorrangig durch ausgebildete Zerspanungsmechaniker. Die Fachkräfte betreuen simultan mehrere Zerspanungsprozesse an unterschiedlichen CNC-Drehmaschinen. Es bestehen drei Fachkräfteteams, die mit der Anlageninstandhaltung und dem Bau neuer Herstellungs- und Montageanlagen beauftragt sind. Das Fachkräfteteam der Instandhaltung setzt sich aus Fachkräften zusammen, die überwiegend die Ausbildungsberufe Industriemechaniker:in, Mechatroniker:in sowie Elektroniker:in für Geräte und Systeme und Elektroniker:in für Betriebstechnik erlernt haben. Das zweite Team (betriebsinterne Bezeichnung „Werkzeugmacher“) wird durch Fachkräfte mit dem Ausbildungsberuf Werkzeugmechaniker:in gebildet, die für die Herstellung und Instandhaltung von Werkzeugen (z. B.

Druck- und Spritzgussumformwerkzeuge) sowie Formen (Press- und Prägeformen) zuständig sind. Die Entwicklung, Konstruktion und Herstellung von Produktions- und Montageanlagen wird von einem weiteren Fachkräfteteam (betriebsinterne Bezeichnung „Anlagenbau") realisiert. Das Team setzt sich aus Fachkräften mit den Ausbildungsberufen Industriemechaniker:in, Mechatroniker:in oder Elektroniker:in für Geräte und Systeme und Elektroniker:in für Betriebstechnik zusammen. Die Realisierung der Arbeitsaufträge erfolgt in enger Zusammenarbeit mit Konstruktionsingenieuren und Konstruktionsingenieurinnen sowie Technikern des Unternehmens. Zudem werden vereinzelt Anlagenbediener:innen als sogenannte „autonome Instandhalter:innen" qualifiziert, um grundlegende Instandhaltungsarbeiten selbstständig an den betreuten Anlagen umsetzen zu können.

Typische Gegenstände der Facharbeit sind diverse Herstellungs- und Montagesonderanlagen, Förderanlagen, Spritzgießmaschinen, CNC-Fräs- und Drehmaschinen sowie spezielle Mehrspindelautomaten. Neben den technischen Systemen aus der unmittelbaren Produktion stellen zudem zahlreiche technische Systeme aus der Haustechnik relevante Arbeitsgegenstände der Industriemechaniker:innen dar. Dazu zählen das Beleuchtungssystem, zwei Druckluftsysteme für Standarddruck- und Hochdruckanwendungen, unterschiedliche Pumpensysteme, eine zentrale RLT-Anlage und die Wärmeversorgung.

Arbeitsorganisatorisch zeichnet sich die Facharbeit der drei genannten Fachkräfteteams durch komplexe Aufgabenstrukturen und ein hohes Maß an Selbstorganisation aus. Ein Instandhaltungsplanungssystem (IPS) ermöglicht eine dezentrale Verfügbarkeit der Auftragsunterlagen und -materialien. Die Erstellung der Aufträge erfolgt in Form von digitalen Auftragstickets, die in erster Linie durch die Anlagenbediener:innen und die Instandhaltungsleitung verfasst werden. Die Fachkräfte greifen mit mobilen Endgeräten (Tablets) auf das IPS zu, kontrollieren erfahrungsbasiert die eingestufte Priorität der Auftragstickets nach Kriterien wie „Produktionsgefährdung", „Aufwand" und „Umsetzbarkeit", treffen eine begründete Auswahl des Arbeitsauftrags und organisieren selbstständig und unter Rücksprache mit anderen Fachkräften die Planung, Ausführung und Kontrolle des Auftrages inkl. Material und Ersatzteilbeschaffung. Die Fachkräfte planen alleine oder im Team die Durchführung der Arbeitsaufgaben und -prozesse. Dies erfolgt unter Zuhilfenahme von technischen Dokumentationen wie bspw. selbst erstellten digitalen Logbüchern für die Produktions- oder Montageanlagen. Durch die Dokumentation der Arbeitsaufträge und zugehörigen Problemlösung unter Verwendung von Fotografien, Prüfprotokollen, Schaltplänen und anderen Dokumenten erfolgt mit der Pflege der digitalen Logbücher im IPS der aktive Aufbau einer Wissensdatenbank für die Instandhaltung (Wissensmanagement).

### Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit

Während der Fallstudie ließen sich nachhaltigkeitsorientierte berufliche Handlungen und Anknüpfungspunkte ausmachen, die nachfolgend unter Berücksichtigung der damit zum Tragen kommenden Nachhaltigkeitsstrategien (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*) dargelegt werden.

Zu den nachhaltigkeitsbezogenen Aufgaben und Anknüpfungspunkten im Unternehmen zählen vielfältige Wartungs-, Inspektions-, Instandsetzungs- und Optimierungsarbeiten an nachhaltigkeitsrelevanten und -orientierten Technologien wie dem Druckluftsystem, der RLT-Anlage, dem Beleuchtungssystem oder den technischen Systemen zur Wärmeerzeugung. Ziel ist es, den Wirkungsgrad der bereits energetisch optimierten technischen Systeme sicherzustellen oder zu erhöhen (*Effizienz*). In der RLT-Anlage wurden bspw. Frequenzregler integriert, um die Drehzahl der Ventilatoren bedarfsgerecht zu steuern (*Suffizienz*). Zudem erfolgt der sukzessive Austausch von bestehenden Pumpen und Elektromotoren durch energieeffiziente Substitute (*Effizienz, Suffizienz*). Zur Sicherstellung der Anlagenlebensdauer und -verfügbarkeit sowie des Wirkungsgrades der Produktionsanlagen werden zahlreiche Instandhaltungsarbeiten wie die Reinigung, Schmierung und die Erneuerung von Verschleißteilen umgesetzt (*Suffizienz*). Die Zahnriemenspannung unterschiedlichster Anlagen wird fortwährend kontrolliert und ggf. angepasst, um den Wirkungsgrad der Kraftübertragung sicherzustellen und Verschleiß zu minimieren (*Effizienz, Suffizienz*). Des Weiteren werden die elektropneumatischen Funktionseinheiten an den Fertigungs- und Montageanlagen kontinuierlich überprüft, Druckluftleckagen beseitigt und der Betriebsdruck wird an den tatsächlich notwendigen Fließdruck angepasst (*Suffizienz*). Zudem wurde an einigen Montageanlagen ein Retrofit (dt. Um- und Nachrüstung) durch den Einbau von energieeffizienten Elektromotoren und Wälzlagern durchgeführt (*Effizienz, Suffizienz*). Optimierungsarbeiten erfolgen ebenso in der Steuerung von Temperaturbereichen oder der Anpassung der Anlagenparametrierung (*Suffizienz*). Erfahrene Fachkräfte nehmen darüber hinaus eine Multiplikatorrolle für bestimmte Prozessabläufe oder Produktions- und Montageanlagen ein. Vorwiegend erhalten autonome Instandhalter:innen, aber auch anderes Produktionspersonal von dem Instandhaltungspersonal Hinweise zur Sicherstellung der Anlagenverfügbarkeit und -lebensdauer (*Suffizienz*).

Um für einen hohen Arbeitsschutz zu sorgen, wurden u. a. die bestehenden Schlauchkupplungen gegen Sicherheitskupplungen ausgetauscht, um den Peitschenhiebeffekt der Schlauchleitungen an den Arbeitsstationen zu unterbinden (*Konsistenz*). Der betriebliche Umweltschutz zeigt sich in der beobachteten Facharbeit vor allem im Einsatz umweltfreundlicher Schmierstoffe (*Konsistenz*). Wassergefährdende Stoffe werden während der Arbeit in speziellen Behältern aufgefangen und von Fachkräften über spezielle Auffangwannen bis zur Entsorgung eingelagert (*Konsistenz*). Ebenfalls erfolgt eine nach Werkstoffen getrennte Sammlung von Spänen und anderen Metallabfällen, um die Wiederverwertung zu erleichtern (*Konsistenz*). Durch die Minimierung von Kühlschmiermittelverschleppung im Zerspanungsprozess werden Verluste durch ungewollten Austrag weitestgehend minimiert (*Konsistenz*). Zudem erfolgt eine kontinuierliche Prüfung und Pflege der Kühlschmierstoffe (KSS), um die Langlebigkeit und Verträglichkeit sicherzustellen (*Suffizienz, Konsistenz*).

### 6.2.5 Fallstudie GU-V: Herstellung von Milchprodukten

**Tabelle 19:** Übersicht Fallstudie GU-V

| **Unternehmensstruktur** | | |
|---|---|---|
| Kennzeichnung | Fallstudie GU-V | |
| Wirtschaftszweig (NACE) | Milchverarbeitung | 10.51.0 |
| Beschäftigte | Konzern: ca. 500 | |
| Kerngeschäft | Herstellung von Milchprodukten | |
| Ausrichtung | International | |
| **Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung (CSR)** | | |
| Management | • Gesundheitsmanagement<br>• Energiemanagement<br>• Qualitätsmanagement | |
| CSR-Koordination | Standortleitung, Beauftragte (Managementsystem) | |
| Bürgerschaftliches Engagement (CC) | Unternehmensspenden, Sozialsponsoring, Lobbying für soziale Anliegen | |
| **Struktur und Organisation der Facharbeit (Produktion/Instandhaltung)** | | |
| Mitarbeiterstruktur | • Drei Fachkräfteteams (Elektrotechnik, Metalltechnik & Mechatronik)<br>• Anlagenmechaniker:in, Elektroniker:in für Betriebstechnik, Industriemechaniker:in, Mechatroniker:in, Maschinen- und Anlagenführer:in<br>• Überwiegend männliche Fachkräfte<br>• Heterogene Alterszusammensetzung | |
| Gegenstände der Facharbeit | Produktionsanlagen (Verpackungs-, Schneid-, Portionier-, Käsereianlagen etc.), Pumpensysteme, Verfahren- und Kälteanlagen, Haustechnik (Beleuchtung, Druckluftsysteme, Kälteanlagen, Wärmeversorgung, Lüftungsanlagen), Fräs- und Drehmaschinen | |
| Arbeitsorganisation | • Werkbankprinzip (Instandhaltung)<br>• Individuelle Arbeitsaufträge in der Instandhaltung<br>• Digitalisierte Kommunikations- und Informationsstrukturen | |

#### Unternehmensdarstellung

Die Fallstudie GU-V wurde in der Brache der Milchverarbeitung durchgeführt. Die Kernkompetenz des Unternehmens liegt in der Herstellung von Weißkäse, Butter und Milchpulver. Dazu wird Milch von ca. 900 verschiedenen Landwirtschaftsbetrieben zu 90.000 Tonnen Käse, 20.000 Tonnen Milchpulver und 20.000 Tonnen Butter verarbeitet. Der Export der Produkte erfolgt in über 80 Länder.

#### Unternehmerische Nachhaltigkeitsstrukturen und -aktivitäten

Für das strategische Management der Nachhaltigkeitsaktivitäten werden auf der Leitungsebene nachhaltigkeitsrelevante KPI über eine Sustainability Balanced Scorecard (SBSC) festgelegt und bis auf die produktive Ebene kommuniziert. Die Nachhaltig-

keitsaktivitäten auf dem Shopfloor werden anhand der Ziele aus der SBSC ausgerichtet und bewertet.

Das Unternehmen weist zahlreiche Maßnahmen zur Steigerung der Nachhaltigkeitsbilanz auf. Mittels Wärmerückgewinnung wird die Wärmeleistung der Kompressoren für die Wärmeversorgung des Gebäudes nutzbar gemacht. Die Infrastruktur der Verwaltungs- und Produktionsumgebung wurde in den Bereichen Informationstechnologie, Beleuchtung (Umstellung auf LED), Elektromotoren und Pumpen (Einsatz von Elektromotoren mit hoher Energieeffizienzklasse), Prozesswärme (energieeffiziente Dampfkesselanlage), Lüftungstechnik und Druckluft erneuert oder optimiert. Zur nachhaltigen Ausrichtung des Produktionsprozesses werden vorrangig Maßnahmen ergriffen, um den Energie- und Materialverbrauch zu reduzieren (z. B. Abwassermenge reduzieren, Ausschuss minimieren, Behandlungstemperaturen optimieren).

Durch die hohen nationalen und internationalen Anforderungen in der Lebensmittelverarbeitung bestehen zahlreiche Zertifizierungen zur Sicherstellung der gesellschaftlichen Verantwortungsübernahme. Für die Produktion und den Handel mit Lebensmitteln bestehen Standards hinsichtlich der Produktqualität und Lebensmittelsicherheit (IFS Food & Brokerstandard). Ordinäre nachhaltigkeitsrelevante Zertifizierungen bestehen zudem im Energiemanagement (DIN EN ISO 50001) und Qualitätsmanagement (DIN EN ISO 9001). Darüber hinaus ist das Unternehmen nach dem SMETA-Verfahren (Sedex Members Ethical Trade Audit) auditiert, welches speziell zur Bewertung der sozialen und ökologischen Belange in der Lieferkette konzipiert wurde und die Bereiche Arbeitsbedingungen, Gesundheits- und Arbeitsschutz, Umweltmanagement sowie Geschäftsethik abdeckt. Eine branchenspezifische Zertifizierung besteht mit dem Qualitätssystem „QM-Milch". Besondere Nachhaltigkeitsbezüge des Qualitätssystems beinhalten u. a. die artgerechte Haltung von Milchkühen, deren Tiergesundheit und tiergerechte Fütterung, den verantwortungsvollen Einsatz von Tierarzneimitteln und die generelle Beachtung von Umweltanforderungen. Um interkulturellen Anforderungen gerecht zu werden, ist die Produktion „Halal"- und „Koscher"-zertifiziert. Zusätzlich wurde das Gütesiegel „V-Label" für vegetarische Produkte eingeführt. Das Sortiment wurde darüber hinaus mit veganen Ersatzprodukten erweitert.

Mittels externer Wärmetauscher wird das Heizungs- und Warmwassersystem einer Sporthalle und prospektiv eines Schwimmbades durch das vorgereinigte Abwasser der Großmolkerei versorgt. Darüber hinaus ist die Großmolkerei Mitglied eines Netzwerkes für die regionale Entwicklung der Themenkomplexe „Grüne Technologien, Nachhaltigkeit und Gesellschaftliche Verantwortung". Unter das Gestaltungsfeld des bürgerschaftlichen Engagements (engl. Corporate Citizenship) fallen unternehmerische Ansätze des Sozialsponsorings, die Wärmeversorgung regionaler Kulturorte und ein Firmenfitnessprogramm für die Belegschaft.

#### Prozesse, Strukturen und Organisation der Facharbeit

Während sich die erste Gruppe (betriebsinterne Bezeichnung „Betriebsschlosser") vorrangig aus Fachkräften mit den Ausbildungsberufen Industriemechaniker:in und Anlagenmechaniker:in zusammensetzt, ist die zweite Gruppe (betriebsinterne Bezeich-

nung „Betriebselektroniker“) für die Umsetzung elektrotechnischer Arbeitsaufgaben zuständig und besteht aus Fachkräften mit dem Ausbildungsberuf Elektroniker:in für Betriebstechnik. Die dritte Gruppe (betriebsinterne Bezeichnung „erweiterte Instandhaltung“) erweist sich als Hybrid beider Gruppen und ist mit Fachkräften besetzt, die den Ausbildungsberuf Mechatroniker:in erlernt haben und vorrangig Aufgaben an komplexen mechatronischen Systemen übernehmen.

Typische Gegenstände der Facharbeit (materialistisch) sind branchentypische Anlagen (inkl. Peripherie) der Käserei-, Schneid-, Förder-, Portionierungs- und Verpackungstechnik. Im Bereich der Versorgungstechnik stellen raumlufttechnische Anlagen (z. B. Verflüssiger, Verdampfer, Verdichter, Leitungen, Steuerung/Regelung etc.), eine Dampfkesselanlage (Dampferzeuger mit Feuerungsanlage, Wasseraufbereitung, Kesselspeisewasserbehälter, Kondensatsammelbehälter, Pumpen, Economiser und Steuerung/Regelung), ein Druckluftsystem (Kompressoren, übergeordnete Verbundsteuerung/Regelung, Trockner, Filter, Kondensatableiter, Leitungen, Verbraucher) und diverse Fluidenergiemaschinen (z. B. Kreisel-, Membran- oder Vakuumpumpen) bedeutsame Arbeitsgegenstände der Fachkräfte dar. Arbeitsgegenstände abstrakter Materialisation sind vorrangig das Ticketsystem und SCADA-Systeme und andere Steuerungen unterschiedlichster Anlagen.

Arbeitsorganisatorisch zeichnet sich die Facharbeit durch komplexe Aufgabenstrukturen und ein hohes Maß an Selbstorganisation aus. Die Fachkräfte beziehen über das Ticketsystem den Arbeitsauftrag und informieren sich über die Problemstellung (z. B. Störungen, Instandhaltungsauftrag, Rundgang, Optimierung). Sie planen alleine oder in der Gruppe die Durchführung der Arbeitsaufgabe unter Zuhilfenahme von technischen Dokumentationen und vernetzen sich ggf. für die Durchführung mit den anderen Instandhaltungsgruppen, um komplexe elektromechanische oder mechatronische Aufgabenstellungen kollaborativ zu lösen. Bei dringlichen bzw. produktionsgefährdenden Aufgaben erfolgt die Zuteilung und Priorisierung der Arbeitsaufgaben zusätzlich über die Instandhaltungsleitung. Zur Kontrolle und Bewertung der Arbeitsergebnisse verfolgen die Fachkräfte die Zustandsänderung bzw. Manipulation des technischen Systems und nutzen zur Dokumentation digitale Wartungs- und Instandsetzungsprotokolle. Ebenfalls werden Anpassungen im IPS vorgenommen (z. B. Turnus, Dokumentation spezieller Auffälligkeiten etc.) und die umsetzten Maßnahmen digital hinterlegt. Durch die erweiterten Aufgabenzuschnitte sind die Anlagenbediener:innen aus der Produktion dazu qualifiziert worden, einfache Instandhaltungsarbeiten selbstständig umzusetzen (autonome Instandhaltung als Ansatz einer TPM).

### Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit

In der untersuchten Facharbeit ließen sich nachhaltigkeitsorientierte Berufshandlungen und Anknüpfungspunkte feststellen, die nachfolgend unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsstrategien (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*) dargelegt werden.

Im Kontext nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit fallen vielfältige Wartungs-, Inspektions-, Instandsetzungs- und Optimierungsarbeiten an energieintensiven Anlagen zur Druckluft-, Dampf- und Kälteerzeugung mit dem Ziel an, einen hohen Anlagenwirkungsgrad, eine hohe Anlagenlebensdauer und -verfügbarkeit und den

Arbeits- und Umweltschutz sicherzustellen (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*). Um den optimalen und energieeffizienten Betrieb der jeweiligen Anlagen sicherzustellen, wird zudem von einem erfahrenen und speziell geschulten Fachkräfteteam ein Energierundgang zur Kontrolle aller energieintensiven Anlagen in einem wöchentlichen Turnus durchgeführt (*Effizienz*). Durch die umfangreiche Verfahrenstechnik bilden Pumpen und Elektromotoren einen zentralen Gegenstand der Facharbeit. Fachkräfte tauschen veraltete Elektromotoren und Pumpen durch Substitute mit höherer Energieeffizienzklasse aus oder implementieren Frequenzumrichter (*Effizienz, Suffizienz*). Um Produktionsstillstände[47] und damit auftretende Verluste und Verschwendungen zu vermeiden, greifen die Fachkräfte gezielt auf eingelagerte Pumpen zurück, die in kürzester Zeit für Austauschreparaturen eingesetzt werden können (*Effizienz, Konsistenz*). Für defekte Elektromotoren und Pumpen erfolgt in der Regel eine Aufarbeitung defekter Systemelemente zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit. Diesbezüglich bestehen zahlreiche interne Ansätze zur Wiederverwendung (engl. Reuse), um die aufgearbeiteten Pumpen und Elektromotoren in Rahmen eines zirkulären Ersatzteilkreislaufes in die bestehenden Gesamtsysteme erneut zu integrieren (*Konsistenz*). Durch den vereinzelten Einsatz zum Teil sehr alter Bestandsanlagen und den dadurch fehlenden Service (z. B. Industrienähmaschinen zum Verschließen der Milchpulversäcke) organisieren die Fachkräfte für diese technischen Systeme das betriebliche Ersatzteil- und Obsoleszenzmanagement (*Suffizienz*).

Optimierungsarbeiten, wie bspw. die selbstständige Anfertigung von Trichtern oder Führungen, werden zur Modifikation von Produktionsanlagen betriebsintern geplant und umgesetzt, um in diesem Fall die Verschüttung von Schüttgut zu vermeiden (*Effizienz, Suffizienz*). Die Fachkräfte passen zudem verschiedenste Betriebs- und Prozessparameter in Abhängigkeit der Umgebungsanforderungen an den Versorgungs- und Produktionsanlagen an, um einen bedarfsgerechten Energieeinsatz zu gewährleisten (*Effizienz, Suffizienz*).

Der betriebliche Umweltschutz zeigt sich in der beobachteten Facharbeit durch den Einsatz umweltfreundlicher bzw. lebensmittelgeeigneter Schmierstoffe (*Konsistenz*). Wassergefährdende Stoffe werden während der Arbeit in speziellen Behältern aufgefangen und von Fachkräften über spezielle Auffangwannen bis zur Entsorgung eingelagert (*Konsistenz*). Ebenfalls erfolgt eine nach Werkstoffen getrennte Sammlung von Spänen und anderen Metallabfällen, um die Wiederverwertung zu erleichtern (*Konsistenz*).

Damit Fachkräfte ungenutzte Potenziale zur Material- und Energieeinsparung erkennen und selbstständig heben können, erfolgen betriebsinterne Fortbildungen, die durch die Beauftragten der Managementsysteme koordiniert werden. Erfahrene Fachkräfte nehmen darüber hinaus eine Multiplikatorrolle für Prozessabläufe oder Produktionsanlagen ein. Sie geben den Anlagenbedienern und Anlagenbedienerinnen Hinweise zur Sicherstellung der Systemverfügbarkeit, Pflege der Anlage oder einer

47 Ausfälle und Stillstände in der Produktion wirken sich negativ auf die Ressourceneffizienz aus. Durch den anfallenden Verbrauch von Ressourcen auf der Inputseite, der auch während Prozessstillständen im System bestehen kann (z. B. wird Prozesswärme und -kälte weiterhin erzeugt), entsteht kein Nutzen (Output), trotz der Aufwendung von Energie und dem Erzeugen von Emissionen. Im schlechtesten Fall werden Produktionschargen unbrauchbar.

optimierten Parametrierung, um bspw. Verschnitt bei der Produktherstellung zu reduzieren (*Suffizienz, Effizienz*).

Über die interne Nachhaltigkeitskommunikation (Betriebszeitung, Intranet) erhalten die Fachkräfte Informationen über die umgesetzten Nachhaltigkeitsmaßnahmen und die Nachhaltigkeitsziele zur Material-, Energie-, Wasser- und Treibhausgaseinsparung. Es besteht eine bidirektionale Kommunikationsstruktur zwischen mittlerer und produktiver Ebene zur Organisation von internen Projekten für die nachhaltige Umstrukturierung des Shopfloors, die durch das betriebliche Vorschlagswesen (BVW) zusätzlich gestützt wird. Dabei werden neben Prozessänderungen oder Anlagenmodifikationen auch Neuanschaffungen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz von Fachkräften kommuniziert (*Effizienz, Suffizienz*). Erfahrende Fachkräfte aus der Instandhaltung sind in die Kontrolle bzw. das Monitoring der nachhaltigkeitsbezogenen Kennzahlen (KPI) aus der SBSC des betrieblichen Planungs- und Steuerungssystems involviert und entwickeln gemeinsam mit der Instandhaltungsleitung Maßnahmenpakete zur Erreichung der Zielvorgaben (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*).

## 6.3 Fallstudien in KMU des verarbeitenden Gewerbes

Mit dem vorliegenden Abschnitt werden Forschungsergebnisse aus fünf Fallstudien dargelegt, die in KMU des verarbeitenden Gewerbes durchgeführt wurden.

### 6.3.1 Fallstudie KMU-I: Herstellung von Schweiß- und Blechkonstruktionen

**Tabelle 20:** Übersicht Fallstudie KMU-I

| **Unternehmensstruktur** | | |
|---|---|---|
| Kennzeichnung | Fallstudie KMU-I | |
| Wirtschaftszweig (NACE) | Herstellung von Metallkonstruktionen | 25.11.0 |
| Beschäftigte | ca. 150 | |
| Kerngeschäft | Anlagenstahlbau, Herstellung von Schweiß- und Blechkonstruktionen | |
| Ausrichtung | International | |
| **Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung (CSR)** | | |
| Management | • Arbeitsschutzmanagement<br>• Energiemanagement<br>• Qualitätsmanagement<br>• Umweltmanagement | |
| CSR-Koordination | Geschäftsführung, Beauftragte (Managementsystem) | |
| Bürgerschaftliches Engagement (CC) | Unternehmensspenden, Sozialsponsoring, Lobbying für soziale Anliegen | |

*(Fortsetzung Tabelle 20)*

| **Struktur und Organisation der Facharbeit (Produktion/Instandhaltung)** | |
|---|---|
| Mitarbeiterstruktur | • Metallbauer:in, Konstruktionsmechaniker:in, Industriemechaniker:in, Zerspanungsmechaniker:in<br>• Überwiegend männliche Fachkräfte<br>• Heterogene Alterszusammensetzung |
| Gegenstände der Facharbeit | Branchentypische Anlagen (z. B. Bohr- und Sägeanlage, Schweißrobotersysteme, Stanz- und Lageranlagen, Abkantpressen), Hochregallagersystem, Handwerkzeuge, Prüfmittel, PC-Terminals, Fertigungssoftware, ERP/PPS, HMI, SCADA-Systeme |
| Arbeitsorganisation | • Fluss-, Insel-, Verrichtungsprinzip<br>• Routinierte und individuelle Arbeitsaufträge<br>• Überwiegend Teamarbeit |

### Unternehmensdarstellung

Die Fallstudie KMU-I wurde in einem Fallunternehmen aus der Branche des Sonderstahlbaus durchgeführt. Die Kernkompetenz des Unternehmens umfasst den Anlagenstahlbau und die Herstellung von Schweiß- und Blechkonstruktionen für die Vor- und Serienfertigung. Neben der Fertigung erfolgen Teil- und Komplettmontagen von Baugruppen und Stahlbaukonstruktionen im Unternehmen oder bei den Kunden vor Ort. Einsatzgebiete der Produkte sind vor allem die Automobilindustrie, Flugzeugindustrie, Kraftwerksbau, Chemie-/Pharmaindustrie, Nahrungsmittelindustrie sowie der Maschinen- und Anlagenbau. Das Unternehmen fertigt dabei rund die Hälfte der Produkte für Abnehmer aus der Branche der regenerativen Energien.

### Unternehmerische Nachhaltigkeitsstrukturen und -aktivitäten

Das Fallunternehmen weist im produktionsnahen Umfeld technologische und prozessorientierte Maßnahmen zur Steigerung der Nachhaltigkeitsbilanz auf, deren Wirkung durch das Monitoring von KPI (Energie-, Material-, Wasserverbrauch, Abfallmenge etc.) gesteuert und kontrolliert wird. Die Infrastruktur der Verwaltungs- und Produktionsumgebung wurde in den Bereichen der Informationstechnologie (energiesparende Einzelplatzrechner, papierarme Verwaltung), der Beleuchtungseinrichtungen (Umstellung auf LED-Leuchtmittel, zentral gesteuerte Beleuchtungskonzepte mit Zonierung, Verwendung von Reflektoren, Einbau von Bewegungsmeldern) und der Druckluftversorgung (Verbundsteuerung zur verbrauchsabhängigen Ansteuerung energieeffizienter Drucklufterzeuger) erneuert oder optimiert.

Die nachhaltige Optimierung des Produktionsprozesses sieht vor allem die Reduktion des Energie- und Materialverbrauchs vor. Zentraler Ansatz ist die Erzielung einer hohen Gesamtanlageneffektivität (GAE) der Produktionsanlagen (hoher Verfügbarkeits-, Leistungs- und Qualitätsfaktor) zur Minimierung ungeplanter Verluste. Dazu werden vorrangig Maßnahmen zur Reduktion der Wiederherstellungszeit (z. B. Warten auf die Instandsetzung, Störungen) und zur Vermeidung defekter und zu überarbeitender Bauteile auf dem Shopfloor umgesetzt. Neben einer hohen GAE werden zudem in der Blechbearbeitung energieeffiziente Stanz-Laser-Kombinationsanla-

gen eingesetzt, mit denen die Nebenzeiten und die Nacharbeitung minimiert werden. In der Blechbearbeitung werden mithilfe von Verschachtelungssoftware Formen „verschachtelt", um die Plattenauslastung der zu verarbeitenden Bleche zu maximieren und Verschnitt und Materialkosten zu minimieren. Das Unternehmen stellt u. a. wärmeisolierte Container her. Dazu wurde im Rahmen eines EFRE-geförderten Innovationsprojekts der Ausschäumprozess durch den Einsatz von Industrierobotern automatisiert. Resultat der Automatisierung sind eine Reduzierung der Prozesszeit, die Minimierung der Nacharbeit, die Einsparung einer Schaumschicht, weniger Abfall und damit ein geringerer Verbrauch an Chemikalien und Energie. Wesentliches Moment bei der Erzeugung nachhaltiger gesellschaftlicher Gebrauchswerte bildet die Entwicklung und Produktion von Stahlkonstruktionen für nachhaltigkeitsorientierte Technologien wie Offshore-Windenergieanlagen, Recyclinganlagen oder Containerlösungen zur autarken Stromversorgung von Baustellen durch den Einsatz regenerativer Energiequellen.

Neben den vorrangig ökologisch-ökonomischen Ansätzen wird eine sichere und sozialverträgliche Arbeitsgestaltung vorangetrieben. Für die Auszubildenden wird ein betriebsinterner Nachhilfeunterricht in Kooperation mit Berufsschullehrkräften durchgeführt, um bestehende Defizite aufzuarbeiten. Zur Steigerung des Wohlempfindens und der Gesundheit werden präventive Maßnahmen wie Workshops (z. B. rückenschonende Hebetechniken), Firmenfitness-Angebote, Betriebssportgruppen und eine kostenlose Verpflegung mit Wasser und Obst realisiert sowie eine ergonomische Arbeitsplatzgestaltung und Feedbackkultur mit flacher Hierarchie umgesetzt. Insgesamt sind dem Gestaltungsfeld des bürgerschaftlichen Engagements (engl. Corporate Citizenship) unterschiedliche Unternehmensspenden (Corporate Givings) sowie das Sponsoring kultureller und sportlicher Events zuzuordnen.

Zu den nachhaltigkeitsrelevanten Zertifizierungen zählen das Qualitätsmanagement (DIN EN ISO 9001), das Energiemanagementsystem (DIN EN ISO 50001) sowie das betriebliche Umweltmanagementsystem (DIN EN ISO 140001). Zudem besteht ein zertifiziertes AMS. Das Unternehmen ist Mitglied eines regionalen Netzwerkprogramms mit den thematischen Schwerpunkten „Grüne Technologien, Nachhaltigkeit und Gesellschaftliche Verantwortung".

### Prozesse, Strukturen und Organisation der Facharbeit

Die Herstellung von Bauteilen und -gruppen erfolgt in unterschiedlichen Abteilungen. Das Kerngeschäft des Unternehmens erfolgt in den Abteilungen „Blechbearbeitung" und „Stahlbau". In der Blechbearbeitung arbeiten Fachkräfte in zwei offen gestalteten Werkstätten (vorrangige Fertigungsverfahren sind das Stanzen und Lasern sowie das Biegen und Abkanten). In der Abteilung Stahlbau wird sowohl das manuelle Handschweißen als auch das automatisierte Roboterschweißen in Abhängigkeit der Bauteilbeschaffenheit und geforderten Stückzahl umgesetzt. Zudem besteht ein vorgelagerter Arbeitsbereich, in dem Anlagen für die Vorbearbeitung von Walzprofilen von den Fachkräften bedient werden (Strahlanlage, kombinierte Bohr- und Sägeanlage, Ausklinkroboter etc.). Darüber hinaus arbeiten Fachkräfte in der Abteilung Containerbau und in einer Instandhaltungsabteilung, die mit der Instandsetzung der Produktions-

anlagen, des Fuhrparks, der Haustechnik und der Rekonditionierung von Werkzeugen (z. B. Nachschleifen von Schneidwerkzeugen) beauftragt ist. Die Fachkräftegruppen sind überwiegend männlich geprägt und weisen heterogene Altersstrukturen auf. Das BVW wird durch die Werkstattleitung koordiniert und geleitet.

Typische Gegenstände der Facharbeit (materialistisch) sind Handwerkzeug, Handhabungssysteme, Vorrichtungen, Prüfstationen, Prüfmittel, Hilfsmittel, PC-Terminals, Transportsysteme, Stahlbaukonstruktionen unterschiedlichster Art, Fertigungsanlagen (z. B. Strahlanlage, Bohr-Sägeanlage, Ausklinkroboter, Schweißrobotersysteme, Stanzanlagen, Plasma- und Autogen-Brennschneider, Abkantpressen, Schwenkbiegeanlagen oder Entgratungsanlagen). Gegenstände abstrakterer Materialisation sind unterschiedlichste Benutzerschnittstellen an den Anlagen (HMI), Produktionssoftware (z. B. für die Offlineprogrammierung der Schweißroboter oder der Abkantpressen) und das System zur Produktionsplanung und -steuerung (PPS) an den entsprechenden PC-Terminals.

Arbeitsorganisatorisch zeichnet sich die Facharbeit durch komplexe Arbeitsaufträge mit einem hohen Aufgabenumfang aus. Durch die unterschiedlichen Fertigungsarten in der Produktion (Einmal-, Wiederhol-, Kleinserien-, Sorten- und Großserienfertigung) sind Fachkräfte in unterschiedlichen Fertigungsprinzipien involviert. Während für die Serienfertigung die Facharbeit vor allem im Rahmen der Fließreihenfertigung organisiert ist, vollrichten Fachkräfte ebenso im Rahmen der Inselfertigung (z. B. Geländerbau) und nach dem Verrichtungsprinzip in der Werkstättenfertigung (z. B. Biegerei, Stanzerei) ihre Tätigkeiten.

Trotz der Routine bei der serienmäßigen Herstellung von Bauteilen erfordert die kurzfristige Annahme neuer Arbeitsaufträge ein hohes Maß an Eigenverantwortlichkeit. Insbesondere für das Programmieren, Einrichten und Rüsten der Anlagen ist ein spezifisches fachsystematisches Vertiefungswissen erforderlich. Die Arbeitsaufträge für die Fachkräfte erfolgen in Form von digitalen Auftragstickets im PPS und über Fertigungsbegleitkarten. Die Fachkräfte bekommen entweder Vorgaben für die Maschinenbelegung oder organisieren diese selbstständig. Sie informieren sich alleine oder im Team mithilfe der digital hinterlegten Informationen im PPS über den Arbeitstauftrag (z. B. Stückzahl, Liefertermin etc.), planen die Durchführung der Arbeitsaufgabe unter Zuhilfenahme von den ebenfalls hinterlegten technischen Dokumentationen und 3D-Modellen (CAD) und nehmen die Programmierung oder Konfiguration der Anlagen vor.

Die für die Schweißrobotersysteme verantwortliche Fachkraft (gelernter Betriebsschlosser), führt Machbarkeitsanalysen und Simulationen durch, programmiert mit unterschiedlichen Verfahren (Offline- und Onlineprogrammierung) die Schweißroboter, richtet die Schweißroboter ein und organisiert selbstständig die Maschinenbelegung der Schweißroboter mit Anlagenbediener:innen.

#### Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit

Mit der Fallstudie wurden unterschiedliche nachhaltigkeitsorientierte Berufshandlungen und Anknüpfungspunkte in der Domäne der Fachkräfte identifiziert, die nachfol-

gend unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsstrategien (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*) dargelegt werden. Untersuchungsschwerpunkte waren Arbeitsaufgaben und Arbeitsprozesse für die Herstellung von Blechbauteilen (Blechbearbeitung) und für die Automatisierung von technischen Systemen (Programmieren von Produktionsanlagen und Robotersystemen).

An den Produktionsanlagen sind die Fachkräfte für kurze und sichere Rüstwege verantwortlich, um zum einen Rüstzeit und damit den Energieeinsatz pro Bauteil und zum anderen das Unfallrisiko zu minimieren (*Effizienz, Konsistenz*). An den Anlagen sind die Fachkräfte in Abhängigkeit der Bauteile und Auftragsanforderungen für eine bedarfsgerechte Parametrierung der Anlagen verantwortlich (z. B. Presskraft, oberer Totpunkt, Biegegeschwindigkeit an den Abkantpressen), um vermeidbaren Energieaufwand und Gefährdungspotenziale zu minimieren und eine hohe Anlagenlebensdauer mit geringen Verschleißerscheinungen sicherzustellen (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*). Die Abkantpressen werden zudem in unproduktiven Zeiten in einen energiesparenden Bereitschaftsbetrieb (Stand-by) versetzt (*Suffizienz*). Zudem tragen die Fachkräfte zur Entwicklung und Fertigung von Montage-, Fertigungs- und Transportvorrichtungen bei. Dazu liefern Fachkräfte Zeichnungen und planen gemeinsam mit der Konstruktionsabteilung die Vorrichtungen. Die selbst entwickelten Vorrichtungen optimieren nicht nur die Produktivität des Montageprozesses (*Effizienz*), sondern führen zu einer Verringerung der Nacharbeitsprozesse (*Effizienz, Konsistenz*) und der körperlichen Belastungen (*Konsistenz*). Insbesondere im Rahmen der Einzelfertigung nehmen Fachkräfte Einfluss auf die Auswahl möglichst endabmessungsnaher Halbzeuge, um Verschnitt zu minimieren. Für die Restlängen der Walzprofile und Bleche besteht ein Lagersystem. Fachkräfte lagern dazu wiederverwendbares Material mit entsprechender Materialkennzeichnung ein (*Suffizienz*).

Bei der Programmierung der Schweißroboter (Offlineprogrammierung) erfolgt die Berücksichtigung einer effizienten Bahnführung (*Effizienz*). Durch die Minimierung vermeidbarer Verfahrwege beim Anfahren der Schweißwege und eine zugängliche Positionierung des zu schweißenden Bauteils auf der Werkstückaufnahme werden Verschleißerscheinungen am Schweißroboter und überflüssige Bewegungen minimiert (*Suffizienz*). Mithilfe von Simulationen erfolgt die Kontrolle der Schweiß- und Verfahrwege der Schweißrobotersysteme, um eine Auflösung von kollisionsbehafteten Situationen zu erzielen und Defekte sowie Störungen zu minimieren (*Suffizienz*). Für die Schweißprozesse haben Fachkräfte das Mischverhältnis des Gasgemischs angepasst, um Faktoren wie Einbrand, Tropfengröße und Spritzerverluste zu optimieren und Materialverlust, Ausschuss und Nacharbeit zu minimieren (*Effizienz, Konsistenz*).

Die produzierten Bauteile werden von den Fachkräften mit unterschiedlichen Prüfmitteln überprüft, um Qualitätsmängel frühzeitig zu erkennen und entsprechende Korrekturen vorzunehmen (z. B. im Fertigungsprogramm), um eine Verringerung der Nacharbeit und von Ausschuss zu erzielen (*Effizienz, Konsistenz*). Durch die hohen Qualitätsanforderungen an Stahlbaukonstruktionen (u. a. durch das Konformitätsnachweisverfahren DIN EN 1090–1 für tragende Bauteile) setzt das Unternehmen Maßnahmen zur Wareneingangsprüfung ein, die über die standardisierten Verfahren

(z. B. Härteprüfung) hinausgehen. Unter Einsatz eines Spektrometers erfolgt der Abgleich der Werte aus dem Materialzeugnis mit den Ergebnissen der quantitativen Spektralanalyse. Massenanteile der beinhaltenden Elemente der Stahlsorte werden durch Fachkräfte geprüft, um die Eigenschaften des Materials zu beurteilen. Durch die qualitätssichernde Maßnahme werden neben der Gefahrenminimierung durch bspw. unvorhergesehene Materialermüdung ebenso material- und energieintensive Fehlproduktionen vermieden (*Konsistenz, Suffizienz*).

Der betriebliche Arbeits- und Umweltschutz zeigt sich in der beobachteten Facharbeit im Einsatz umweltfreundlicher Schmierstoffe (*Konsistenz*). Ebenso werden regelmäßig alle Schutzvorrichtungen wie bspw. Zweihandschaltungen oder Lichtschranken an den Produktionsanlagen auf Funktionsfähigkeit überprüft (*Konsistenz*). Für die Handhabung schwerer Bauteile werden Handhabungssysteme eingesetzt, um körperliche Belastungen zu reduzieren (*Konsistenz*). Zur Reduktion des aufkommenden Papierverbrauchs wird von den Fachkräften ein Mehrwegsystem für Reinigungslappen genutzt (*Konsistenz*). Ebenfalls erfolgt eine nach Werkstoffen getrennte Sammlung von Spänen und anderen Metallabfällen, um die Wiederverwertung zu erleichtern (*Konsistenz*). Die Fachkräfte tauschen regelmäßig die Filtereinheiten der Absauganlagen in den Laserschneidanlagen, um die Kontamination der Arbeitsbereiche mit gesundheits- und explosionsgefährdenden Metallstäuben zu minimieren. Zudem lagern Fachkräfte die Metallstäube in speziellen Behältern (*Konsistenz*). Durch die Vermeidung von Kühlschmiermittelverschleppung (z. B. durch Abtropfvorrichtungen und achtsames Handhaben) wird die Kontamination der Arbeitsumgebung mit KSS weitestgehend minimiert (*Konsistenz*).

### 6.3.2 Fallstudie KMU-II: Subtraktive Herstellung von Metallwaren

**Tabelle 21:** Übersicht Fallstudie KMU-II

| **Unternehmensstruktur** | | |
|---|---|---|
| Kennzeichnung | Fallstudie KMU-II | |
| Wirtschaftszweig (NACE) | Herstellung von Metallwaren | 25.99.3 |
| Beschäftigte | ca. 40 | |
| Kerngeschäft | Muster-, Vorrichtungs- und Prüfgerätebau, Konstruktion und Herstellung von Werkzeugen, Gehäusen, Automationsvorrichtungen, individuellen Dreh- und Frästeilen sowie Schweiß- und Blechkonstruktionen | |
| Ausrichtung | National | |
| **Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung (CSR)** | | |
| Management | Qualitätsmanagement | |
| CSR-Management | Geschäftsführung | |
| Bürgerschaftliches Engagement (CC) | Sozialsponsoring | |

*(Fortsetzung Tabelle 21)*

| **Struktur und Organisation der Facharbeit (Produktion/Instandhaltung)** | |
|---|---|
| Mitarbeiterstruktur | • Zerspanungsmechaniker:in, Feinwerkmechaniker:in, Industriemechaniker:in, Maschinen- und Anlagenführer:in<br>• Überwiegend männliche Fachkräfte<br>• Heterogene Alterszusammensetzung |
| Gegenstände der Facharbeit | Konventionelle und CNC-Drehmaschinen, CNC-Fräszentren, CNC-Biegepressen, CNC-Laserschweißmaschinen, Knickarmroboter, Spindelpressen, Werkzeugvoreinstellgeräte, Gleitschleifmaschinen, Handmesstechnik, digitale Servicesysteme (WZM-Hersteller) |
| Arbeitsorganisation | • Verrichtungsprinzip<br>• Komplexe und individualisierte Arbeitsaufträge<br>• Digitalisierte Kommunikations- und Informationsstrukturen<br>• Selbstorganisierte Arbeitsprozesse<br>• Überwiegend Einzelarbeit |

### Unternehmensdarstellung

Die Fallstudie KMU-II wurde in einem Fallunternehmen aus der Branche der Feinmechanik durchgeführt. Das Unternehmen fungiert hauptsächlich als Zulieferer für einschlägige Industrieunternehmen. Die Kernkompetenz des Unternehmens besteht im Muster-, Vorrichtungs- und Prüfgerätebau. Darüber hinaus erfolgen die individuelle Konstruktion und Herstellung von Werkzeugen, Gehäusen, Automationsvorrichtungen, auftragsspezifischen Dreh- und Frästeilen sowie Schweiß- und Blechkonstruktionen für die Vor- und Serienfertigung. Neben der Fertigung erfolgen Teil- und Komplettmontagen. Vorrangige Einsatzgebiete der Produkte sind die Luft- und Raumfahrtindustrie, Automobilindustrie, Prozesstechnik und Zahnmedizintechnik.

### Unternehmerische Nachhaltigkeitsstrukturen und -aktivitäten

Die nachhaltige Umgestaltung der originären Produktionsfaktoren des Fallunternehmens erfolgt vorrangig kennzahlenbasiert durch die Erfassung und Bilanzierung des Verbrauchs von Energie, Wasser und der Abfallentsorgung. Die Infrastruktur der Verwaltungs- und Produktionsumgebung wurde u. a. in den Bereichen Informationstechnologie (energiesparender Einzelplatzrechner, papierarme Verwaltung), Beleuchtung (Umstellung auf LED), Lüftungsanlagen (effiziente Ventilatoren) und Druckluft (frequenzgesteuertes Druckluftsystem) erneuert oder optimiert.

Zur nachhaltigen Optimierung des Produktionsprozesses werden vorrangig Maßnahmen umgesetzt, um den Energie- und Materialverbrauch zu reduzieren. Dazu zählt die Minimierung des Ausschusses, eine störungsfreie Anlagenführung und letztendlich die Erzielung einer hohen GAE. Energieeinsparungen wurden u. a. durch die Substitution eines $CO_2$-Lasers durch einen Fiberlaser erzielt. Zur Sicherstellung des Umwelt- und Arbeitsschutzes im Produktionsprozess erfolgen Ansätze zur Minimierung von Verschleppung des KSS und dessen umweltgerechte Lagerung, die sortenreine Trennung von Abfällen und Spänen, die Einführung umweltverträglicher KSS oder etwa die Nachrüstung von modernen Kühlnebelabsaugeinheiten, um gesundheitsgefährdende Belastungen durch Aerosole zu minimieren.

Zu den ordinären nachhaltigkeitsrelevanten Zertifizierungen zählt das Qualitätsmanagement (DIN EN ISO 9001). Das betriebliche Umweltmanagement weist gegenwärtig keine Zertifizierung auf, orientiert sich aber explizit an den Anforderungen der DIN EN ISO 140001, weshalb ebenfalls Umweltkennzahlen im PDCA-Zyklus berücksichtigt werden. Zur Umsetzung partizipativer Optimierungssysteme wurde eine Mitarbeiter-App entwickelt. Damit wurde ein betrieblicher Informationskanal geschaffen, der Informationen über mobile Endgeräte der Fachkräfte abrufbar macht und eine flexible Teilhabe ermöglicht. Die App ermöglicht Fachkräften die Urlaubsplanung, den Zugriff auf betriebsinterne Dokumente oder die Mitarbeiterkontaktliste (Vernetzung von Fachkräften), bietet ein agiles Vorschlagswesen und die Bewertung des Betriebsklimas über ein Stimmungsbarometer.

**Prozesse, Strukturen und Organisation der Facharbeit**

Die Gestaltung und Umsetzung des Herstellungsprozesses von Bauteilen und -gruppen erfolgt durch mehrere Abteilungen, die nach unterschiedlichen Fertigungsverfahren aufgeteilt sind. Das Kerngeschäft des Unternehmens erfolgt in den Abteilungen der Dreherei, Fräserei, Blechverarbeitung sowie in der Abteilung für Lasergravur und Laserschneiden (Verrichtungsprinzip/Werkstättenfertigung).

In der Fallstudie wurde der Forschungsschwerpunkt auf die Facharbeit in der spanenden Fertigung (Dreherei & Fräserei) gelegt. Fachkräfte arbeiten flexibel an unterschiedlichen Arbeitsplätzen mit verschiedenen technischen Systemen wie konventionellen Leit- und Zugspindeldrehmaschinen oder CNC-Dreh- und Fräsmaschinen. Abhängig von den Anforderungen der Bauteile und der bestehenden Belegung organisieren die Fachkräfte die Maschinenbelegung selbstständig oder in Absprache mit den Teamleitungen. Die Realisierung der Arbeitsaufträge erfolgt in Zusammenarbeit mit Konstrukteur:innen des Unternehmens. Zudem werden die Fachkräfte in der Zerspanung zur autonomen Instandhaltung qualifiziert, um grundlegende Instandhaltungsarbeiten selbstständig an den betreuten Werkzeugmaschinen umsetzen zu können. Der überwiegende Anteil der NC-Programme wird von den Fachkräften selbst an der Steuerung der CNC-WZM geschrieben, simuliert und angewendet. Komplexe NC-Programme werden im Rahmen der CAD/CAM-Kopplung durch die Arbeitsvorbereitung (AV) bereitgestellt.

Typische Gegenstände der Facharbeit (materialistisch) sind Tischbohrmaschinen, Flächen- und Bandschleifmaschinen, Leit- und Zugspindeldrehmaschinen oder CNC-Universaldrehmaschinen in Form von Revolverdrehmaschinen, CNC-Fräszentren (3-Achs-Fräszentrun und 5-Achs-Simultan-Fräszentren) und eine CNC-Bandsäge. Für die Werkstückhandhabung wird von Fachkräften an einer CNC-WZM ein Knickarmroboter eingesetzt. In der Blechbearbeitung werden darüber hinaus Stanzen, Spindelpressen, Tafelscheren, CNC-Biegepressen, CNC-Bolzensetzautomaten oder CNC-Punktschweißmaschinen und CNC-Laserschweißmaschinen von den Fachkräften bedient. Zur Vermessung und Einstellung von Schneidwerkzeugen arbeiten Fachkräfte aus der spanenden Fertigung mit vernetzten Werkzeugvoreinstellgeräten. Zur abschließenden Oberflächenbearbeitung (Finishbearbeitung) erfolgt der Umgang mit

unterschiedlichen Gleitschleifmaschinen. Darüber hinaus greifen die Fachkräfte über EDV-Terminals auf Inhalte des in ein betriebliches ERP eingebetteten PPS zu.

Arbeitsorganisatorisch zeichnet sich die Facharbeit in der spanenden Fertigung durch komplexe Aufgabenstrukturen und ein hohes Maß an Selbstorganisation aus. Die Maschinenbelegung wird auf dem Shopfloor individuell organisiert. Mithilfe eines PC-Terminals buchen sich Fachkräfte an unterschiedlichen Arbeitsplätzen unter Einsatz eines Barcodescanners und einer Mitarbeiterkarte eigenständig ein. Über das im ERP integrierte PPS erfolgt der Zugriff auf die Auftragsübersicht, um die Arbeitsaufträge selbstorganisiert zu verwalten und priorisiert zu bearbeiten. Über einen Fertigungs- und Prüfauftrag inkl. Anhang (technische Zeichnung, Prüfprotokoll, Werkszeugnisse, Verpackungsvorschriften etc.) greifen die Fachkräfte alle erforderlichen Informationen für die Auftragsdurchführung ab und organisieren eigenständig die Beschaffung bereits vorkommissionierter Halbzeuge. Darüber hinaus wird die Werkzeugbeschaffung und -verwaltung eigenständig organisiert inkl. der Rekonditionierung spezifischer Schneidwerkzeuge. Weitere organisatorische Arbeiten erfolgen in der Planung und Durchführung des Rüst- und Einrichtungsvorgangs. Bspw. planen Fachkräfte die Werkzeugmontage in Abhängigkeit der Drehverfahren, um eine möglichst kurze Werkzeugwechselzeit zu erzielen und die vorgegebene Arbeitsgangzeit je Bauteil einzuhalten oder zu verkürzen. Werkzeuginformationen und zulässige Schnittgrößen werden dabei aus zugehörigen Herstellerkatalogen entnommen. Für das Rüsten der CNC-Drehmaschinen werden automatisierte Stangenlader beladen und konfiguriert. Durch das Prinzip der autonomen Instandhaltung organisieren die Fachkräfte die Durchführung von Instandhaltungsaufgaben mithilfe einer digital hinterlegten Maschinenwartungsübersicht. Fallen umfassendere Instandhaltungsarbeiten an den WZM an, greifen die Fachkräfte über eine Weboberfläche des Maschinenherstellers auf den „digital vernetzten Maschinenpark“ des Unternehmens zurück und verwalten für die jeweilige WZM sowohl Serviceanfragen als auch bestehende und zurückliegende Aufträge.

### Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit

Die Fallstudie hat zahlreiche Anknüpfungspunkte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit offengelegt. Dazu zählen im Kern sowohl nachhaltigkeitsrelevante Rüst- und Einrichtungsansätze als auch Herstellungs-, Instandhaltungs- und Optimierungsarbeiten an den eingesetzten technischen Systemen. Die nachhaltigkeitsorientierten Berufshandlungen und Anknüpfungspunkte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit werden nachfolgend unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsstrategien (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*) dargelegt.

Während der Vorbereitung des durchzuführenden Spanungsprozesses wählen Fachkräfte möglichst endabmessungs- und endkonturnahe Halbzeuge aus, um das erforderliche Spanvolumen zu minimieren (Materialeinsparung) und die Betriebszeit der WZM sowie die Dauer des Werkzeugeinsatzes zu verkürzen (*Effizienz, Suffizienz*). Mithilfe von Werkzeugvoreinstellgeräten erfolgt die effiziente Erstellung, Vermessung und Prüfung von Schneidwerkzeugen, wodurch Rüstzeiten und Ausschuss minimiert werden sowie die Werkzeugstandzeit verlängert und das Risiko von Kollisionen im

Maschinenraum reduziert wird (*Effizienz, Suffizienz*). In Abhängigkeit der WZM und des Bauteils wählen die Fachkräfte geeignete Dreh- bzw. Fräsverfahren nach dem Prinzip „So viel wie nötig, so wenig wie möglich" aus (*Suffizienz*). Dabei entstehen Dilemmatasituationen, bei denen die Fachkräfte in Abhängigkeit des ambivalenten Verhältnisses zwischen hoher Werkzeugstandzeit oder hoher Hauptzeit eine ökonomisch und ökologisch vertretbare Entscheidung unter Berücksichtigung der Anforderungen aus dem Arbeitsplan treffen müssen. Exemplarisch werden durch die Wahl spezieller Stufenbohrer zusätzliche Werkzeugwechsel vermieden (*Effizienz*).

Beim Einrichten und Rüsten wird ein angemessener Spanndruck sichergestellt, um nur die erforderliche Spannkraft aufzubringen und unnötigen Energieaufwand zu vermeiden (*Suffizienz*). Wenn möglich, werden Tastsysteme anstatt Messuhren eingesetzt, um die Rüstzeiten zu verkürzen und die Produktivität zu steigern (*Effizienz*).

Für die Programmierung an den modernen WZM arbeiten die Fachkräfte teilweise mit workfloworientierten CNC-Steuerungen[48], programmieren entlang der tatsächlichen Abfolge der erforderlichen Operationen und können die Nebenzeit (in der die WZM ebenfalls einen vergleichsweise hohen Stromverbrauch aufweist) wesentlich verringern (*Effizienz, Suffizienz*). Ebenfalls sorgen Fachkräfte durch die Programmierung optimierter Bahnführungen und Schnittgrößen für kurze Bearbeitungszeiten und verbesserte Werkzeugstandzeiten (*Effizienz, Suffizienz*). Bei unvorteilhaften Konturen oder einer materialverschwenderischen Produktgestaltung werden in Abhängigkeit der Bauteilfunktion Hinweise zu einer nachhaltigen Produktgestaltung an die Konstrukteure und Konstrukteurinnen gegeben (*Effizienz, Suffizienz*).

Während des eigentlichen Produktionsprozesses werden Qualitätssicherungsmaßnahmen umgesetzt, um Materialverluste zu vermeiden (*Effizienz*). Über ein Anlagenmonitoring beobachten die Fachkräfte bspw. das anliegende Drehmoment an der Hauptspindel und abstrahieren den Verlauf des Werkzeugverschleißes, um Ausschuss vorausschauend zu verringern (*Effizienz*). Ebenso werden die Spanbildung und die Geräuschentwicklung durch Fachkräfte analysiert, um optimale Betriebsparameter einzustellen (*Effizienz*). Werden unterschiedliche Werkstoffe zerspant, erfolgt für die nachfolgende Wiederverwertung eine nach Werkstoffen getrennte Sammlung von Spänen und anderen Metallabfällen (*Konsistenz*). Damit ein hoher Wirkungsgrad bei der Kraftübertragung an die Spindel erzielt wird, erfolgt regelmäßig die Prüfung der Riemenspannung am Hauptantrieb (*Effizienz*). Des Weiteren werden die elektropneumatischen und hydraulischen Funktionseinheiten und Leitungen an den WZM überprüft und Leckagen beseitigt (*Suffizienz*).

Der betriebliche Umweltschutz zeigt sich in der beobachteten Facharbeit vor allem im reflektierten und sicheren Umgang mit dem eingesetzten KSS. Von den Fachkräften wurde die Anschaffung eines umweltverträglicheren KSS mit zugleich höherer Standzeit initiiert (*Konsistenz, Suffizienz*). Das KSS wird während der Arbeit in speziellen Behältern aufgefangen und bis zur Entsorgung sicher gelagert (*Konsistenz*). Durch

48 Bei einer workfloworientierten Bedienweise sind sowohl die Menüs für die Dateneingabe und die Darstellung als auch die Eingabetasten von einer funktionsbasierten Anordnung zu einer workfloworientierten Bedienungsweise entsprechend dem Prozessablauf aggregiert und platziert.

die Vermeidung von Kühlschmiermittelverschleppung wird im Zerspanungsprozess die Kontamination der Arbeitsumgebung mit Kühlschmiermittel weitestgehend minimiert (*Konsistenz*). Darüber hinaus sind die Fachkräfte mit der Badpflege vertraut und wenden verschiedene Methoden an, um den Zustand des KSS zu analysieren und das KSS zu behandeln. Ziel ist die Maximierung der Lebensdauer und Verträglichkeit des KSS (*Konsistenz, Suffizienz*). Filtergitter und Kühlerlamellen unterschiedlicher Aggregate werden geprüft, gereinigt oder ggf. gewechselt, um die Raumluft rein zu halten und unnötigen Energieverbrauch durch den erhöhten Gegendruck in den verunreinigten Filtern zu vermeiden (*Konsistenz, Suffizienz*). Zudem werden Umrüstungen der Bestandsanlagen von Fachkräften initiiert wie bspw. das Nachrüsten von Ölnebelabsaugungen (*Konsistenz*). Zur Sicherstellung der Arbeitssicherheit werden regelmäßig Funktionsprüfungen an allen Schutzvorrichtungen der WZM vorgenommen (*Konsistenz*).

### 6.3.3 Fallstudie KMU-III: Herstellung von Arzneimitteln

**Tabelle 22:** Übersicht Fallstudie KMU-III

| **Unternehmensstruktur** | | |
|---|---|---|
| Kennzeichnung | Fallstudie KMU-III | |
| Wirtschaftszweig (NACE) | Herstellung von pharmazeutischen Spezialitäten und sonstigen pharmazeutischen Erzeugnissen | 21.20.0 |
| Beschäftigte | ca. 40 | |
| Kerngeschäft | Herstellung von Arzneimitteln | |
| Ausrichtung | International | |
| **Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung (CSR)** | | |
| Management | Good Manufacturing Practice (GMP) | |
| CSR-Koordination | Geschäftsführung, kaufmännische Leitung | |
| Bürgerschaftliches Engagement (CC) | Unternehmensspenden, Sozialsponsoring, Lobbying für soziale Anliegen | |
| **Struktur und Organisation der Facharbeit (Produktion/Instandhaltung)** | | |
| Mitarbeiterstruktur | • Industriemechaniker:in, Anlagenmechaniker:in, Maschinen- und Anlagenführer:in<br>• Überwiegend männliche Fachkräfte<br>• Heterogene Alterszusammensetzung | |
| Gegenstände der Facharbeit | Branchentypische Anlagen (z. B. Wasseraufbereitungsanlagen, Abfüllanlagen, Verpackungsanlagen), Haus- und Versorgungstechnik (z. B. Sanitärtechnik, Heiztechnik, Beleuchtung, raumlufttechnische Anlagen), Fuhrpark, PC-Terminals, HMI, SCADA-Systeme | |
| Arbeitsorganisation | • Inselprinzip (Produktion)<br>• Überwiegend routinierte Arbeitsaufträge<br>• Selbstorganisierte Arbeitsprozesse<br>• Überwiegend Teamarbeit | |

### Unternehmensdarstellung

Die Fallstudie KMU-III wurde in einem Unternehmen aus der Branche der Arzneimittelindustrie durchgeführt. Die Kernkompetenz des mittelständischen Unternehmens ist die Entwicklung, Herstellung und der Vertrieb von Arzneimittelkompositionen aus natürlichen Inhaltsstoffen. Das Familienunternehmen produziert mit knapp 40 Beschäftigten Komplexmittel für den nationalen und internationalen Markt.

### Unternehmerische Nachhaltigkeitsstrukturen und -aktivitäten

Zur Verstetigung nachhaltiger Unternehmensstrukturen sind nachhaltigkeitsrelevante Kernthemen im strategischen Management des Unternehmens verankert. Nachhaltigkeitsorientierte Visionen, Ziele und Verpflichtungen sind in der nach außen kommunizierten Unternehmensphilosophie und Unternehmenspolitik wiederzufinden. Kern der Unternehmenspolitik bildet die betriebliche CSR-Leitlinie, in der u. a. zehn Nachhaltigkeitsziele auf strategischer und operativer Ebene des Unternehmens festgelegt sind.

Die Infrastruktur der Verwaltungs- und Produktionsumgebung wurde in den Bereichen der Informationstechnologie (energiesparende Einzelplatzrechner, papierarme Verwaltung, Kompensation der entstehenden Treibhausgasemissionen in der Verwaltungsarbeit durch Klimaschutzprojekte), der Beleuchtungseinrichtung (Umstellung auf LED-Leuchtmittel, zentral gesteuerte Beleuchtungskonzepte mit Zonierung, Verwendung von Reflektoren und Bewegungsmeldern), Lüftungsanlagen (effiziente und frequenzgesteuerte Ventilatoren), der Druckluftversorgung (energieeffizienter Drucklufterzeuger) erneuert oder optimiert. Die energetische Versorgung des Unternehmens und die Logistikprozesse erfolgen klimaneutral durch $CO_2$-Kompensation. Zudem ist der Aufbau einer Photovoltaikanlage in Planung. Hinsichtlich der Gebäudehülle wurden zur Wärmeisolation die Verglasungen der Zuluftfenster durch Isolierglas ersetzt und die Wärmedämmung des Dachs wurde erneuert.

Das Fallunternehmen weist im produktionsnahen Umfeld technologische und prozessorientierte Maßnahmen zur Steigerung der Nachhaltigkeitsbilanz auf, deren Wirkung durch die Erfassung von entsprechender KPI gesteuert und kontrolliert wird. Für die Etablierung eines nachhaltigkeitsorientierten Produktionsprozesses bestehen Ansätze zur Verminderung des Energie- und Materialverbrauchs (z. B. Abwassermenge reduzieren, Ausschuss minimieren, Temperaturfenster optimieren, Einsatz nachhaltiger Verpackungslösungen). Zur Sicherstellung der Qualität und Hygienestandards werden Standardvorgehensweisen – kurz SOP (engl. Standard Operating Procedure), Laborkontrollen, Schleusenkonzepte und Bekleidungsvorschriften gemäß einer „Good Manufacturing Practice“ (GMP) in der Produktion umgesetzt. Mit dem BVW geben Fachkräfte u. a. auch Vorschläge zur Vermeidung von produktionsbezogenen Ressourcenverschwendungen sowie zur Sicherstellung der Mitarbeiterzufriedenheit.

Im Rahmen der nachhaltigen Produktgestaltung wird insbesondere für ein recycling- und entsorgungsgerechtes Design gesorgt, indem Verpackungsmaterial und Beipackzettel aus Altpapier und recycelbaren Materialen hergestellt werden. Für ein

materialeffizientes und -gerechtes Design stammen pflanzliche Rohstoffe der Komplexmittel zum Teil aus der Region und aus ökologischem Anbau. Zur Sicherstellung des Umweltschutzes wird in der Konfektionierung kompostierbares und biologisch abbaubares Füllmaterial verwendet.

Zur Steigerung des betrieblichen Wohlempfindens erfolgen kostenlose Verpflegungsangebote mit ökologischen Nahrungsmitteln und Getränken und die Etablierung von Erholungs- und Bewegungsmöglichkeiten im Grünbereich (z. B. Schwimmteich, ein Ökopfad mit Bienenvölkern, Insektenhotels und Begrünung). Zudem bestehen Informationstage zur ökologischen und vegetarischen Ernährung und zum Thema Natur- und Klimaschutz. Unter das Gestaltungsfeld des bürgerschaftlichen Engagements (engl. Corporate Citizenship) fallen unternehmerische Ansätze des Sozialsponsorings durch die Teilnahme an Spendenläufen oder durch Unternehmensspenden zur Unterstützung sportlicher Nachwuchsförderung. Darüber hinaus erfolgen Unternehmensspenden an gemeinnützige Organisationen (engl. Corporate Givings) oder etwa das Lobbying für soziale Anliegen (engl. Social Lobbying) durch die Schaffung kostenloser Bildungsangebote für berufsbildende Schulen zum Themenfeld Naturheilkunde.

Zu den nachhaltigkeitsrelevanten Zertifizierungen zählt die „gute Herstellungspraxis“ (engl. Good Manufacturing Practice, kurz: GMP). Gegenstand dieser branchentypischen Zertifizierung sind vor allem Richtlinien zur Qualitätssicherung der Produktionsabläufe und -umgebung. Das GMP-gerechte Qualitätsmanagementsystem dient neben der Sicherstellung der Produktqualität der systematischen Erfüllung der verbindlichen Anforderungen der Gesundheitsbehörden. Zudem ist das Fallunternehmen als ein Ökoprofit-Betrieb ausgezeichnet. Ziel des Kooperationsprojekts ist es, die Unternehmen bei Realisierung einer „Cleaner Production“ zu unterstützen.

### Prozesse, Strukturen und Organisation der Facharbeit

Die anfallenden Arbeitsaufgaben im Berufsfeld Metalltechnik werden von einem Fachkräfteteam bewältigt, das sich aus einem Industriemechaniker und einem Anlagenmechaniker zusammensetzt. Der Zuständigkeitsbereich des Fachkräfteteams umfasst die gesamte Produktionstechnik, die dazugehörige Versorgungstechnik und die Haustechnik. Arbeitsprozesse erfolgen zur Instandhaltung, Steuerung und Überwachung der Produktionsanlagen, der Haus- und Versorgungstechnik.

Typische Gegenstände der Facharbeit (materialistisch) sind Handwerkzeuge, Prüfmittel, Hilfsmittel, mobile Endgeräte (Smartphones), PC-Terminals und branchentypische Anlagen inkl. Peripherie (z. B. Förder-, Portionierungs- und Verpackungsanlagen). Im Bereich der Versorgungstechnik fallen Wärmeversorgungsanlagen, eine RLT-Anlage, Abwasser-, Wasser- und Gasanlagen sowie ein Druckluftsystem als relevante Arbeitsgegenstände ebenso in den Verantwortungsbereich wie unterschiedliche Flurfördergeräte. Gegenstände abstrakterer Materialisation sind SCADA-Systeme, weitere HMI sowie digital hinterlegte Betriebsanleitungen, Protokolle, Montageanleitungen und Wartungspläne. Unter den konzeptionellen Bereich der Arbeitsgegenstände fällt die Mitarbeit im Ideenmanagement oder der Ausbau eines eigenen Doku-

mentations- und Planungssystems für die vorausbestimmte Instandhaltung als Spezifikum der vorbeugenden Instandhaltung.

Arbeitsorganisatorisch zeichnet sich die Facharbeit überwiegend durch routinierte und turnusbedingte Arbeitsaufträge aus. Zu den turnusbedingen Aufgaben zählen u. a. die Wartung der Produktionsanlagen (z. B. Sensorprüfungen, Fetten, Reinigen, Riemenspannung sicherstellen, Verschleißbegutachtung mechanischer Bauteile, Austausch von Verschleißteilen), die Inspektion und Wartung der RLT-Anlage (z. B. Filtermanometer ablesen, Filtertausch, Kondensatablauf am Kühlregister überprüfen, Heiz- und Kühlregister auf Verschmutzung überprüfen, Soll- und Ist-Werte abgleichen). Dadurch, dass das Team auch kurzfristig auf Störungen und Defekte reagieren muss, wird ein hohes Maß an Selbstorganisation und Erfahrungswissen vorausgesetzt. Fachkräfte müssen Kenntnisse über die Funktionszusammenhänge, den Aufbau der Anlagenkomponenten und die vor- und nachgelagerten Prozesse besitzen, unterschiedliche Schadensfälle und Störungen diagnostizieren und letztendlich sach- und fachgerecht beheben können. Durch den historisch gewachsenen Maschinenpark müssen die Fachkräfte in der Lage sein, die Instandhaltung von Anlagen durchzuführen, die einerseits mit analogen Steuerungen ausgerüstet sind (Analogsignale werden über eine sich drehende Kurvenscheibe abgenommen und in mechanische Bewegung umgesetzt) und andererseits mit modernen speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) ausgerüstet sind. Die Fachkräfte werden nicht nur zur Instandhaltung, sondern bei personalen Engpässen ebenfalls zum Einrichten und Fahren der Anlagen eingesetzt.

### Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit

Mit der Fallstudie wurden unterschiedliche nachhaltigkeitsorientierte Berufshandlungen und Anknüpfungspunkte in der Domäne der Fachkräfte identifiziert, die nachfolgend unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsstrategien (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*) dargelegt werden.

Zur Sicherstellung bzw. Optimierung der Anlagenlebensdauer, Betriebssicherheit, Verfügbarkeit sowie des material- und energieeffizienten Fahrens der Produktions- und Versorgungsanlagen werden zahlreiche Instandhaltungsarbeiten vorgenommen. Dazu zählen im Kern das Reinigen und Schmieren von Systemelementen, das Kontrollieren des Abnutzungsvorrats, der bedarfsgerechte Wechsel unterschiedlicher Filtereinheiten, das Konservieren von Systemelementen sowie die Erneuerung von mechanischen Verschleißteilen. Bspw. wird an den Antrieben die Zahnriemenspannung regelmäßig kontrolliert und ggf. angepasst, um einen hohen Wirkungsgrad des Antriebsstrangs sicherzustellen und vermeidbare Verschleißerscheinungen zu minimieren (*Effizienz, Suffizienz*).

Um unerwünschte Produktionsstillstände und Störungen zu vermeiden, greift das Fachkräfteteam gezielt auf aufbereitete Altteile zurück, die während der Reparaturarbeiten in das jeweilige technische System integriert werden. Dadurch werden anfallende Kosten einer Neubeschaffung und die damit einhergehenden materiellen und energetischen Aufwendungen minimiert (*Effizienz, Konsistenz*). Zudem sind die Fach-

kräfte für das Obsoleszenzmanagement verantwortlich. Für alte Bestandsanlagen werden nicht mehr produzierte Ersatzteile als Gebrauchtteile international beschafft, aufbereitet oder zur Anfertigung in Auftrag gegeben und für anfallende Reparaturen bevorratet (*Suffizienz*).

Unter Berücksichtigung der Betriebs- und Umgebungsanforderungen werden die Versorgungsanlagen bedarfsgerecht vom Fachkräfteteam parametriert. Dazu gehört bspw. die Anpassung des Versorgungsdrucks am Druckluftsystem, das Einstellen von Schaltzeiten zum Ein- bzw. Ausschalten der RLT-Anlage, das Schalten von Betriebsstufen zur bedarfsgerechten Anpassung der Luftfördermenge oder das Einstellen von Sollwerten (z. B. Temperatur, Luftfeuchte) der RLT-Anlage mithilfe des Gebäudeautomationssystems (*Effizienz, Suffizienz*). Das Fachkräfteteam ist für die Planung, Entwicklung und Umsetzung von Anlagenmodifikationen an den Bestandsanlagen verantwortlich. Die Fachkräfte erstellen Zeichnungen und planen gemeinsam die Anlagenmodifikation mit den Maschinen- und Anlagenführer:innen. Die selbst entwickelten Modifikationen (z. B. Schutzeinrichtungen zur Vermeidung des Eingriffs in die Maschine) steigern die Betriebssicherheit der Anlagen (*Konsistenz*).

Auszubildende nehmen an externen Qualifizierungsmodulen teil, um als sogenannte „Energie-Scouts" im Unternehmen eingesetzt zu werden. Ziel ist es, die Auszubildenden zur Identifizierung von Energiesparpotenzialen zu befähigen und das Unternehmen bei der Entwicklung und Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen zu unterstützen (*Effizienz, Suffizienz*).

### 6.3.4 Fallstudie KMU-IV: Herstellung von Blockheizkraftwerken (BHKW)

**Tabelle 23:** Übersicht Fallstudie KMU-IV

| **Unternehmensstruktur** | | |
|---|---|---|
| Kennzeichnung | Fallstudie KMU-IV | |
| Wirtschaftszweig (NACE) | Herstellung von sonstigen Öfen und Brennern | 28.21.1 |
| Beschäftigte | ca. 20 | |
| Kerngeschäft | Entwicklung, Konstruktion und Herstellung von Blockheizkraftwerken und Druckluft-Wärme-Kraftwerken | |
| Ausrichtung | National | |
| **Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung (CSR)** | | |
| CSR-Koordination | Geschäftsführung | |
| Bürgerschaftliches Engagement (CC) | Unternehmensspenden, Sozialsponsoring | |

*(Fortsetzung Tabelle 23)*

| **Struktur und Organisation der Facharbeit (Produktion/Instandhaltung)** | |
|---|---|
| Mitarbeiterstruktur | • Fachkräfteteam<br>• Industriemechaniker:in, Anlagenmechaniker:in<br>• Überwiegend männliche Fachkräfte<br>• Heterogene Alterszusammensetzung |
| Gegenstände der Facharbeit | Blockheizkraftwerke, Druckluft-Wärme-Kraftwerke, Verbrennungsmotoren, Generatoren, Verdichter, Wärmetauscher, Steuerungen, Prüfstand, Fernwartungssystem, Heizungssysteme |
| Arbeitsorganisation | • Inselprinzip<br>• Überwiegend routinierte Arbeitsaufträge<br>• Selbstorganisierte Arbeitsprozesse<br>• Überwiegend Teamarbeit |

### Unternehmensdarstellung

Das Fallunternehmen produziert und vertreibt Anlagen für die dezentrale Energieversorgung nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung. Kernkompetenz des Unternehmens ist die Entwicklung, Konstruktion, Herstellung, Aufarbeitung und Instandhaltung von Blockheizkraftwerken (BHKW) und Druckluft-Wärme-Kraftwerken (DWKW). Vorrangige Einsatzgebiete der BHKW sind Wohnanlagen, Seniorenheime, Schwimmbäder und Kliniken. DWKW werden zudem in Produktions- und Gewerbebetrieben zur Bereitstellung von Prozesswärme und Druckluft eingesetzt und werden vorwiegend in der Lebensmittel-, Automobilzulieferer- und Papierindustrie eingesetzt.

### Unternehmerische Nachhaltigkeitsstrukturen und -aktivitäten

Das Unternehmen weist unterschiedliche Maßnahmen zur Steigerung der Nachhaltigkeitsbilanz auf. Zur Wärmeversorgung wurde die alte Ölheizung durch ein eigenes BHKW substituiert, mit dem zusätzlich der erzeugte Strom ins öffentliche Netz eingespeist wird. Für die Verstetigung eines effizienten Produktionsprozesses bestehen Ansätze zur Minderung des Ressourcenverbrauchs (z. B. Nutzung aufgearbeiteter Altteile) und zur Reduktion der Produktionszeit (modularer Aufbau der DWKW und BHKW, Gleichteilestrategie, zentrale Lagerhaltung, kurze Transportwege). Ansätze einer nachhaltigen Lieferkette zeigen sich durch die Kollaboration mit regionalen Unternehmen für die Komponentenbeschaffung oder Sonderanfertigung einzelner Bauteile und -gruppen.

Wesentliches Moment bei der Erzeugung nachhaltiger gesellschaftlicher Gebrauchswerte bildet die Entwicklung und Produktion nachhaltigkeitsorientierter Technologie. Durch die effiziente und ressourcenschonende Zusammenführung von Wärme- und Stromerzeugung bilden BHKW einen zentralen Ansatz zum Ausbau einer dezentralen und umweltschonenden Energieversorgung. BHKW sind ein wichtiger Baustein für die Energie- und Wärmewende und gelten als nachhaltige Versorgungssicherung bei der schwankenden Energiegewinnung aus erneuerbaren Energiequellen. Im Gegensatz zu ordinärer Heiztechnik wird in einem BHKW neben Wärme zusätzlich Strom erzeugt, indem ein Verbrennungsmotor (Kraftmaschine) mit einem

Generator (Arbeitsmaschine) gekoppelt wird. Über Wärmetauscher wird die thermische Energie aus dem Verbrennungsprozess des Verbrennungsmotors (Gasmotor) auf ein Heizmedium eines separaten Kreislaufes übertragen. Der erzeugte Strom kann zur Eigenbedarfsdeckung genutzt oder in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Die elektrischen Wirkungsgrade von BHKW reichen in Abhängigkeit des Motors und der Leistung von ca. 30 % bis 40 %. Die thermischen Wirkungsgrade liegen in einem Bereich von etwa 50 % bis 60 %. Werden Strom und Wärme ortsnah genutzt, liegt der energetische Gesamtwirkungsgrad bei ca. 90 %. Zudem wird durch den Verbrennungsprozess von Erdgas im Gegensatz zu anderen fossilen Energieträgern deutlich weniger Stickoxid oder Feinstaub durch ein BHKW freigesetzt.

Im Gegensatz zu einem BHKW treibt der Verbrennungsmotor bei einem DWKW keinen Generator, sondern einen Schraubenverdichter zur Drucklufterzeugung an. Die durch den Verdichtungsvorgang abgegebene Wärme wird gemeinsam mit der Wärme aus dem Verbrennungsmotor über Wärmetauscher in das Heizungssystem abgeführt. Eine nachhaltige Produktgestaltung wird durch ein langlebiges Design als Konstruktionsprinzip realisiert. Das Gleichteileprinzip und der modulare Aufbau ermöglichen eine typenunabhängige Um- und Nachrüstung der Anlagen. In den Anlagen werden hochenergieeffiziente Brennwerttechnik, Generatoren, Verdichter und Umwälzpumpen verbaut. Durch den automatischen Ölwechsel wird zudem der Wartungsturnus verlängert und vermeidbare Fahrwege der Servicefachkräfte entfallen. Die integrierte Zustandsüberwachung (engl. Condition Monitoring) ermöglicht u. a. die Störungsbehebung per Fernwirkungssystem und die gezielte Planung von Instandhaltungsarbeiten. Die DWKW sind für die Generierung von Kennwerten für das betriebliche Energiemanagement mit entsprechenden Durchflussmessern und Schnittstellen ausgestattet. Ein logistikgerechtes Design wird durch die Gestaltung einer Bodenkonstruktion erreicht, deren Anlagengrundfläche in Form einer Europalette gestaltet ist und Aussparungen aufweist, die den Transport und die Einbringung der Anlagen unter Einsatz eines Hubwagens ermöglichen.

Unter das Gestaltungsfeld des bürgerschaftlichen Engagements (engl. Corporate Citizenship) fallen unterschiedliche Unternehmensspenden an gemeinnützige Organisationen (Corporate Givings) und das Sozialsponsoring (Social Sponsoring) durch Spendenläufe oder die Unterstützung sportlicher Nachwuchsförderung.

### Prozesse, Strukturen und Organisation der Facharbeit

Die Umsetzung gewerblich-technischer Facharbeit erfolgt hauptsächlich in sechs Kernarbeitsprozessen. Neben der *Montage* von Bauteilen und Baugruppen zu Aggregaten und Enderzeugnissen (BHKW und DWKW) erfolgt die *Einbringung* und *Inbetriebnahme* von Neuanlagen, die *Instandhaltung*, die *Aufarbeitung* und das *Um- bzw. Nachrüsten* (Retrofit) von Bestandsanlagen.

Die Montage der Anlagen wird von einem Fachkräfteteam mit der internen Bezeichnung „Monteure“ umgesetzt. Neben der Montage der Anlagen erfolgt die Koordination der Produktionsabläufe und die Sicherstellung geforderter Qualitätsstandards durch eine umfangreiche Funktionsprüfung der Anlagen an entsprechenden Prüfständen. Weitere Aufgaben werden zudem in der Entwicklungsabteilung wahrge-

nommen, bei denen die Fachkräfte in enger Kooperation mit den Entwicklungsingenieur:innen technologische Optimierungen an den Anlagen vornehmen und erproben. Die Einbringung, Inbetriebnahme, Instandhaltung sowie Um- und Nachrüstung (Retrofit) bei Kunden erfolgen durch Fachkräfte, die der Arbeitsgruppe „Servicefachkräfte" zugeordnet sind. Die Fachkräfte agieren aus unterschiedlichen Vertriebs- und Servicestützpunkten in der gesamten Bundesrepublik. Die Aufarbeitung von Altteilen erstreckt sich von Bauteilen und -gruppen bis hin zu Aggregaten und ganzen Anlagen. Die Facharbeit zeichnet sich durch komplexe Aufgabenstrukturen und einen hohen Anspruch an Selbstorganisation aus. Die Aufgabenstellungen erwachsen sowohl aus Kundenaufträgen (Herstellungs-, Instandhaltungs-, Retrofitauftrag), betriebsinternen Aufträgen zur Aufarbeitung von Altteilen als auch aus der Produkt-/Konzeptentwicklung bei der Neu- und Weiterentwicklung von Anlagen. Zur Kontrolle und Bewertung der Arbeitsergebnisse wird jede Anlage von einer Fachkraft auf einem Prüfstand überprüft und es werden entsprechende Prüfprotokolle erstellt.

Typische Arbeitsgegenstände (materialistisch) sind in erster Linie die BHKW und DWKW sowie vielfältiges Handwerkzeug. Dazu zählen sämtliche Systemelemente aus der Primär- und Sekundärmontage für die Produktion des Enderzeugnisses, aber auch der zugehörige Prüfstand. Kern der Montage bildet das Aggregat aus Verbrennungsmotor, Generator oder Verdichter, Kupplung, Getriebe und Lagerung. Zusammen mit dem Aggregat stellen Wärmetauscher, MSR-Technik, HMI, Anlasser, Abgasschalldämpfer, Abgasreinigungsanlage, Schmierölversorgung, Umwälzpumpen, Schallschutz, Leitungen, Rahmen und Anlagenverkleidung relevante Arbeitsgegenstände der Fachkräfte dar. Abstrakter materialisiert zählen das Fernwirksystem[49], das Auftragssystem und zu entwickelnde Konzepte (Arbeitsprozessplanung in der Montage und Instandhaltung, Qualitätsmanagement, Neuentwicklungen, Servicekonzepte) zu den Arbeitsgegenständen der Fachkräfte.

### Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit

Während der Fallstudie konnte eine Reihe von nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handlungen und Anknüpfungspunkten festgestellt werden, die nachfolgend unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsstrategien (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*) dargelegt werden.

Dazu zählen vielfältige Wartungs-, Inspektions-, Instandsetzungsarbeiten an den BHKW und DWKW (z. B. Riemenspannung wiederherstellen, Messung des Abgasgegendrucks am Motor, Luftfilter wechseln oder Heizkreisfilter reinigen, Dichtheitsprüfung der Öl- und Wasserkreisläufe), um den Wirkungsgrad, die Anlagenlebensdauer und -verfügbarkeit sowie den Umweltschutz sicherzustellen bzw. zu erhöhen (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*).

Zudem erfolgt die Wiederverwendung und Aufarbeitung von Altteilen. Aufgearbeitet werden Bauteile bis hin zu gesamten Anlagen. So werden bspw. sämtliche Bestandteile und Nebenaggregate des Verbrennungsmotors in einer umfangreichen

49 Fernwirksysteme dienen der Fernüberwachung und -steuerung räumlich getrennter Objekte bzw. Anlagen durch signalumsetzende Verfahren, die von einem oder mehreren Orten ausgehen.

Motorrevision (z. B. Schleifen der Kurbelwellen, Zylinder- und Motorblock honen, ausbuchsen und planen, Zylinderköpfe plan schleifen, Ventile schleifen oder Ventilführungen erneuern) aufgearbeitet. Die aufgearbeiteten bzw. generalüberholten Motoren werden bei umfangreichen Instandsetzungsarbeiten von Bestandsanlagen eingesetzt, um die Anlagenlebensdauer und -verfügbarkeit älterer Anlagen aufrechtzuerhalten und ggf. den Wirkungsgrad veralteter Anlagen zu erhöhen (*Suffizienz, Effizienz*). Zusätzlich werden ganze Anlagen aufgearbeitet und einem weiteren Produktlebenszyklus auf dem Gebrauchtmarkt zugeführt. Der typische Arbeitsprozess erstreckt sich über die Altteilbeschaffung, Demontage, Reinigung, Analyse/Diagnose, evtl. Ersatzteilbeschaffung, Aufarbeitung, Remontage, Endprüfung und Einlagerung unter Verwendung der zugehörigen technischen Dokumentationen und Arbeitsanweisungen.

Durch die Weiterentwicklung der Baureihen erfolgt zudem die Um- und Nachrüstung (engl. Retrofit) von Bestandsanlagen. Die Bestandanlagen der Kunden werden dazu auf den aktuellen technischen Stand gebracht, um die Anlageneffizienz und -verfügbarkeit weiter zu steigern. Dazu verbauen Fachkräfte u. a. modernisierte Steuerungen (IoT-Fähigkeit), substituieren den bestehenden Generator gegen Generatoren höherer Energieeffizienzklasse oder tauschen etwa veraltete Verbrennungsmotoren gegen Motoren mit einer höheren Effizienz. Ebenso erfolgen Updates in der Software der Anlagensteuerung, um die Leistung der Anlage an den Bedarf des Kunden anzupassen (*Effizienz, Suffizienz*).

Optimierungsarbeiten erfolgen u. a. in der Test- und Laborumgebung der Entwicklungsabteilung durch die Mitarbeit an der Neu- und Weiterentwicklung der Anlagen. Erfahrene Fachkräfte bringen ihr Erfahrungswissen mit den Entwicklungssätzen der Ingenieure und Ingenieurinnen zusammen, um bspw. Effizienzsteigerungen durch veränderte Bedingungen des Verbrennungsprozesses oder den Einsatz zusätzlicher Komponenten zu erzielen und nehmen Umbauten und Funktionsprüfungen vor (*Effizienz*). Die interne Nachhaltigkeitskommunikation erfolgt u. a. über eine Digitalanzeige, die rechnerisch die erzeugte Wärme und den erzeugten Strom sowie die damit verbundene $CO_2$-Einsparung durch die hergestellten BHKW und DHKW abbildet.

### 6.3.5 Fallstudie KMU-V: Servicedienstleistungen für Drucklufttechnik

**Tabelle 24:** Übersicht Fallstudie KMU-V

| **Unternehmensstruktur** | | |
|---|---|---|
| Kennzeichnung | Fallstudie KMU-V | |
| Wirtschaftszweig (NACE) | Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen | 33.0.0 |
| Beschäftigte | ca. 10 | |
| Kerngeschäft | Projektierung, Montage, Instandhaltung und Umrüstung von Druckluftsystemen sowie Effizienzberatung und Contracting | |
| Ausrichtung | Lokal | |

*(Fortsetzung Tabelle 24)*

| **Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung (CSR)** | |
|---|---|
| Management | • Arbeitsschutzmanagement<br>• Umweltmanagement<br>• Qualitätsmanagement |
| CSR-Koordination | Geschäftsführung und technische Leitung |
| Bürgerschaftliches Engagement (CC) | Unternehmensspenden |
| **Struktur und Organisation der Facharbeit (Service/Instandhaltung)** | |
| Mitarbeiterstruktur | • Industriemechaniker:in, Anlagenmechaniker:in<br>• Überwiegend männliche Fachkräfte<br>• Heterogene Alterszusammensetzung |
| Gegenstände der Facharbeit | Kompressoreinheiten, Öl-Wasser-Trennsysteme, Rohrleitungsnetz, Anlagen zur Druckluftaufbereitung und -speicherung, Leckagen, Steuerungen/Regelungen, pneumatische Anlagen und Verbraucher, Peripherie der Vakuumtechnik, Verwaltungssoftware, Applikationen, Cloud-System, Kunden |
| Arbeitsorganisation | • Insel- und Werkbankprinzip (betriebsintern)<br>• Breites Aufgabenspektrum<br>• Überwiegend Einzelarbeit im externen Service |

### Unternehmensdarstellung

Als Druckluftsystemlieferant und Erstausrüster für Großhandel, Handwerk und Industrie liegen die Kernkompetenzen des Dienstleistungsunternehmens in der *Planung, Projektierung, Fertigung, Montage* und *Instandhaltung* von pneumatischen Anlagen, Sonderkompressoren sowie ganzheitlichen Druckluftsystemen einschließlich des zugehörigen Rohrleitungsnetzes und der Verbraucher. Eine Kernkompetenz umfasst die energetische Optimierung betrieblicher Druckluftsysteme.

### Unternehmerische Nachhaltigkeitsstrukturen und -aktivitäten

Als Dienstleistungsunternehmen zielt der überwiegende Anteil der Nachhaltigkeitsleistungen nicht auf den eigenen Standort ab, sondern dient der energetischen Optimierung von Produktionsprozessen und Druckluftsystemen oder der Aufrechterhaltung der Lebensdauer, Verfügbarkeit und des Wirkungsgrades pneumatischer und elektropneumatischer Betriebsmittel externer Auftraggeber.

Neben umfassenden Energieeffizienzberatungen werden Druckluftaudits durchgeführt, um energetische Defizite der Druckluftsysteme und der dazugehörigen Verbraucher quantitativ mithilfe messtechnischer Diagnosesysteme zu erfassen und zu bewerten. Auf Basis der Messergebnisse werden Optimierungsvorschläge zur Verringerung des Energieverbrauchs erarbeitet. Oftmals erfolgen die Dienstleistungen zur Unterstützung des kundenseitigen Energiemanagements gemäß DIN EN ISO 50001 (Energiemanagementsystem).

Das Fallunternehmen installiert u. a. auch Monitoring- und Fernwartungssysteme in die Druckluftsysteme und betreut diese (Cyber-physisches System, kurz: CPS). Ziel sind die kontinuierliche und intermittierende Zustandsüberwachung sowie die

zugehörige Kenndatenaufzeichnung, Visualisierung und Auswertung für digitalgestützte zustandsorientierte Instandhaltungsstrategien und das Energiemanagement. In den Bestandsanlagen der Kunden werden übergeordnete Verbundsteuerungen verbaut und konfiguriert, um mehrere Kompressoren im Verbund in Abhängigkeit der bedarfsorientierten Druckluftliefermenge dynamisch zu steuern/zu regeln. Ebenso werden veraltete Kompressoren durch energieeffiziente Kompressoren mit gesteigerter Energieeffizienzklasse und einer frequenzgeregelten Steuerung für den sparsamen Lauf im Teillastbereich substituiert. Zur Nutzung der Kompressorabwärme werden Wärmerückgewinnungsmodule zur Deckung des Heizluftbedarfs oder zur Speisung der Warmwasserheizsysteme und Brauchwasseranlagen in die Druckluftsysteme der Kunden integriert.

Durch die hohen Anforderungen des international ausgerichteten Kundenstamms bestehen trotz der Größe des Unternehmens (Kleinunternehmen gemäß EU-Empfehlung 2003/361/EG) nachhaltigkeitsrelevante Zertifizierungen in Form eines Umweltmanagements (DIN EN ISO 14001), Arbeitsschutzmanagementsystems (OHSAS 18001) und Qualitätsmanagements (DIN EN ISO 9001).

Zur Sicherstellung organisierter Partizipationsmöglichkeiten werden regelmäßig „Servicerunden" als bidirektionales Kommunikationsinstrument eingesetzt. Der Austausch dient neben Kommunikation fachlicher und arbeitsorganisatorischer Informationen (z. B. neue Technologien/Produkte) ebenfalls der internen Nachhaltigkeitskommunikation (bspw. Modalitäten zu BAFA-Förderprogrammen[50]). Darüber hinaus werden Verbesserungen, Ideen und Kritik artikuliert. Als innovative Nachhaltigkeitsaktivität zwischen Betrieb und Region besteht die Beteiligung am Projekt „Energyscouts". Dabei identifizieren Auszubildende Energieeinsparpotenziale in den Unternehmen, planen selbstständig Energieeffizienzmaßnahmen und setzen diese um. Als Vorbereitung wird ein begleitendes Qualifizierungsmodul der Industrie- und Handelskammer (IHK) absolviert.

### Prozesse, Strukturen und Organisation der Facharbeit

Obgleich alle Servicetechniker befähigt sind, die anfallenden Arbeitsaufträge zu bewältigen, besteht eine tendenzielle Profilierung der einzelnen Fachkräfte für spezifische Arbeitsaufgaben. Die differierenden Kompetenzausprägungen der Servicefachkräfte beziehen sich dabei auf den Bau von Verteilungsnetzen, die Anfertigung von Bauteilen und Sonderanfertigungen mithilfe subtraktiver Fertigungsverfahren, die Instandhaltung von Druckluftsystemen sowie die Umsetzung von Druckluftaudits und Energieeffizienzanalysen.

Typische Gegenstände der Facharbeit sind Kompressoreinheiten, Anlagen der Druckluftaufbereitung und Speicherung (Kältetrockner, Adsorptionstrockner, Filter, Druckluftbehälter) Öl-Wasser-Trennsysteme, das Rohrleitungsnetz, Steuerungen/Regelungen, HMI, pneumatische und elektropneumatische Anlagen und Verbraucher,

50 Die BAFA-Förderprogramme sind ein Instrument, um das Energiekonzept der Bundesregierung sowie die zugehörigen Ziele zur Steigerung der Energieeffizienz und Einsparung von Kohlenstoffdioxidemissionen zu erreichen. Förderschwerpunkt sind dabei Energiedienstleistungen und Investitionen in effiziente Technologien.

die Peripherie der Vakuumtechnik und abstrakter materialisiert die genutzte Verwaltungssoftware und entsprechende Applikationen sowie die Kunden. Konzeptionell werden von einigen Fachkräften Projekte mithilfe von Projektmanagementwerkzeugen koordiniert und umgesetzt.

Arbeitsorganisatorisch weisen die Serviceaufträge eine individuelle Aufgabenstruktur auf und erfordern ein hohes Maß an Selbstorganisation. Die Fachkräfte informieren sich mithilfe einer digitalen Auftragsverwaltung über den Serviceauftrag (z. B. Störung, Wartung oder Optimierung). Sie planen die Durchführung der Arbeitsaufgabe unter Zuhilfenahme von technischen Dokumentationen, Problemschilderungen der Auftraggeber oder durch den Austausch mit dem Kunden, stellen die erforderlichen Werkzeuge, Ersatzteile und Verbrauchsmaterialien zusammen und nehmen die eigenständige Verladung in die Servicefahrzeuge vor. Während der Servicearbeiten greifen die Fachkräfte mithilfe von Laptops und mobilen Endgeräten auf einen Cloud-Content-Management- und File-Sharing-Service zurück, in dem Dateien wie Betriebsanleitungen, technische Dokumentationen, Serviceaufträge, unternehmensbezogene Anlagenportfolios und andere Informationen hinterlegt sind. Für den Aufbau eines Wissensmanagements werden Neuinstallationen, Modifikationen oder auch Störquellen fotografiert, kommentiert und via Cloud-Computing in das Verwaltungssystem eingepflegt.

#### Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit

Während der Fallstudie konnte eine Reihe von nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handlungen und Anknüpfungspunkten festgestellt werden, die nachfolgend unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsstrategien (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*) dargelegt werden. Dazu zählen vorwiegend Wartungs-, Inspektions-, Instandsetzungs- und Optimierungsarbeiten am gesamten Druckluftsystem (Kompressoreinheit, Trockner, Kondensatableiter, Filter, Rohrleitungsnetz, Verbraucher), um den Wirkungsgrad, die Lebensdauer und die Verfügbarkeit der Anlagen sicherzustellen, durch Modifikationen zu erhöhen oder etwa zur Einhaltung des Arbeits- und Umweltschutzes beizutragen (*Effizienz, Konsistenz, Suffizienz*).

Nachhaltigkeitsorientierte Berufshandlungen erfolgen zudem durch Leckageortungen und deren Behebung, um die Druckluftliefermenge und die damit verbundene elektrische Leistungsabnahme zu minimieren. Bei betrieblichen Druckluftaudits wird das gesamte Druckluftsystem inkl. Verbraucher hinsichtlich bestehender Energieeinsparpotenziale untersucht, Optimierungsvorschläge werden erstellt und bei entsprechender Auftragsvergabe umgesetzt (*Effizienz, Suffizienz*). Fachkräfte montieren, verkabeln und konfigurieren Monitoringsysteme (z. B. IoT-Gateways), um ein quantifizierbares Energiemanagement und präventive Instandhaltungskonzepte zu ermöglichen (*Effizienz, Suffizienz*). Optimierungsarbeiten erfolgen zudem durch die bedarfsgerechte Parametrierung der Drucklufterzeugereinheiten, durch die Konfiguration der Druckbandsteuerung beim Verbund mehrerer Kompressoren oder etwa durch die Integration von Wärmerückgewinnungsmodulen (*Suffizienz*). Ebenso werden energieeffiziente Verbraucher (z. B. effiziente Düsen und Zylinder) montiert und ineffiziente Verbraucher (z. B. alte Kupplungen und Spiralschläuche) substituiert (*Effizienz, Suffi-*

*zienz*). Die Servicefachkräfte nehmen darüber hinaus eine Multiplikatorrolle zur Sicherstellung des energieeffizienten Betriebs des Druckluftsystems ein. Sie geben betrieblichem Instandhaltungspersonal Hinweise für einen energiesparenden und langlebigen Betrieb der Druckluftsysteme (*Suffizienz*).

Der betriebliche Umweltschutz zeigt sich im Einsatz umweltfreundlicher Kompressoröle (*Konsistenz*). Wassergefährdende Stoffe (Kompressoröle oder Kondensat) werden während der Arbeit in Kanistern aufgefangen und unter Beachtung behördlicher Vorschriften bis zur Entsorgung eingelagert (*Konsistenz*). Von besonderer Relevanz ist die Überprüfung der Qualität des abzuleitenden Kondensats. Mithilfe einer Sichtprobe und eines Teststreifens wird überprüft, ob das anfangs dispergierte Kondensat nach dem Filtrationsprozess keine Ölrückstände aufweist (*Konsistenz*). Ebenfalls erfolgt eine nach Werkstoffen getrennte Sammlung von Abfällen, um die Wiederverwertung zu begünstigen (*Konsistenz*).

## 6.4 Arbeitsprozessanalysen in Fallunternehmen des verarbeitenden Gewerbes

Insgesamt wurden im Rahmen der Fallstudien 13 Arbeitsprozessanalysen in acht Fallunternehmen durchgeführt. Davon erfolgten sechs Arbeitsprozessanalysen in Großunternehmen und sieben in KMU des verarbeitenden Gewerbes (Tab. 25). Für die Anwendung des Forschungsinstruments wurden die Arbeitsprozesse auf der Grundlage der Betriebserkundung, der hinterlegten Auftrags- und Aufgabenplanung und in Rücksprache mit Fachvorgesetzten nach den folgenden Kriterien ausgewählt (Ergänzung durch Autor; i. A. a. Becker & Spöttl 2015b, S. 107):

- Uneingeschränkter Zugang zum Arbeitsumfeld, dem Arbeitsprozess und der Fachkraft;
- Eindeutige Identifikation und Abgrenzung des Prozesses und dessen Umfelds;
- Qualitative Exemplarik und berufs- sowie sektorbezogene Repräsentativität der Prozesse;
- Transformatives Potenzial der Prozesse zur Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte und Wirkungen in Domäne und Betrieb;
- Authentizität der identifizierten Prozesse.

Wie bereits in Abschnitt 4.2.5 beschrieben, wurden für die Arbeitsprozessanalysen die *Arbeitsbeobachtung* und das *handlungsorientierte Fachinterview* methodisch miteinander kombiniert, um das nachhaltigkeitsorientierte Berufshandeln der Fachkräfte mit den dazugehörigen Arbeitszusammenhängen im performativen Geschehen erfassen zu können und zugleich einer *kontextbezogenen Objektivierung* (vgl. ebd., S. 109) zu unterziehen. Zur Erzielung einer kontext- und situationsbezogenen Kopplung von Arbeitsbeobachtung und handlungsorientiertem Fachinterview war sowohl ein distanzloser und damit unmittelbarer Zugang zu den Fachkräften auf dem Shopfloor erforderlich als auch ein Verständnis für die betrieblichen Abläufe und vorzufindenden technischen Systeme.

**Tabelle 25:** Übersicht durchgeführter Arbeitsprozessanalysen

| **Berufswissenschaftliche Arbeitsprozessanalysen** | | | |
|---|---|---|---|
| **Lfd. Nr.** | **Fall** | **Untersuchter Arbeitsprozess** | **Fachkräfte** |
| APA-I | GU-I | Aufarbeitung von Nfz-Altteilaggregaten | 1 |
| APA-II | GU-III | Inspektion und Wartung von Anlagen zur Papieraufbereitung, der Papiermaschine und angrenzender Versorgungstechnik | 2 |
| APA-III | GU-IV | Instandsetzung einer Produktionsanlage zur Herstellung elektropneumatischer Ventileinheiten | 2 |
| APA-IV | GU-V | Inspektion und Wartung von Produktionsanlagen in der Lebensmittelindustrie | 1 |
| APA-V | GU-V | Aufarbeitung einer defekten Prozesspumpe in der Lebensmittelindustrie | 1 |
| APA-VI | GU-V | Wartung und Optimierung energieintensiver Versorgungsanlagen zur Sicherstellung einer hohen Energieeffizienz | 1 |
| APA-VII | KMU-I | Automatisiertes Schweißen von Schalungshalterungen unter Einsatz eines Knickarmschweißroboters in der Serienfertigung | 1 |
| APA-VIII | KMU-I | Einrichtung einer numerisch gesteuerten Abkantpresse und Fertigung von Containerstützen mittels Luftbiegeverfahren | 1 |
| APA-IX | KMU-II | Einrichtung und Fertigung von Aufbausäulen unter Einsatz einer numerisch gesteuerten Universaldrehmaschine | 1 |
| APA-X | KMU-IV | Versuchsbedingte Montage, Umrüstung und Inbetriebnahme eines BHKW zur Steigerung der Anlageneffizienz (Entwicklungsabteilung) | 1 |
| APA-XI | KMU-IV | Um- und Nachrüstung (Retrofit) inkl. Aufarbeitung eines BHKW | 1 |
| APA-XII | KMU-V | Turnusbedingte Wartung eines Druckluftsystems (Serviceauftrag) | 1 |
| APA-XIII | KMU-V | Druckluftleckageaudit zur Energieeffizienzsteigerung eines Druckluftsystems in einer öffentlichen Einrichtung | 1 |

Die Ergebnisse aus den Arbeitsbeobachtungen und handlungsorientierten Fachinterviews wurden in einem Forschungstagebuch dokumentiert, aufbereitet und im Anschluss von der begleiteten Fachkraft validiert. Die Forschungsergebnisse kommen in den Fallstudienbeschreibungen zum Tragen und wurden im Rahmen der Methoden- und Datentriangulation mit weiteren Forschungsdaten in Kapitel 7 zusammengeführt. Die Arbeitsprozessanalysen bildeten zudem eine zentrale methodische Grundlage zur Erschließung beruflicher Kompetenzen, die in die Entwicklung eines domänenspezifischen Kompetenzmodells Eingang gefunden haben (vgl. Kap. 8). Aufgrund des Umfangs der Dokumentation folgt die Darstellung einer exemplarischen Auswahl durchgeführter Arbeitsprozessanalysen.

### 6.4.1 Arbeitsprozessanalyse: Instandsetzung einer Produktionsanlage zur Herstellung elektropneumatischer Ventileinheiten

Die Arbeitsprozessanalyse umfasste die Begleitung einer Fachkraft bei der Umsetzung eines störungsbedingten Instandhaltungsauftrags. Das Ziel des Auftrages bestand in der Instandsetzung einer Sondermontageanlage zur Rückführung des technischen Systems in den funktionsfähigen Zustand. Der automatisierte Montageprozess an der Sonderanlage dient der Teilmontage des Ankersystems einer Ventileinheit. Wesentliche Prozessschritte sind die Zuführung der Ankerführung, das Einsetzen des Ankerkerns, das Verstemmen des Ankerkerns mit der Ankerführung, das Einsetzen von Dichtungselementen, die Dichtigkeitsprüfung und die abschließende Sortierung nach Gutteilen und Ausschuss.

Nach wiederholten Stillständen der Montageanlage wurde ein Arbeitsauftrag über das Ticketsystem des browserbasierten Instandhaltungsplanungssystems (IPS) durch den Maschinen- und Anlagenführer der Sondermontageanlage, mit der Priorität „produktionsgefährdend", erstellt. Die begleitete Fachkraft erhält eine entsprechende Benachrichtigung auf ihrem Tablet und greift mithilfe des mobilen Endgeräts auf das zugehörige Auftragsticket zu, analysiert die Auftragsbeschreibung und bewertet erfahrungsbasiert die eingestufte Priorität des Auftragstickets nach den Kriterien „tatsächliche Produktionsgefährdung", „Aufwand" und „Umsetzbarkeit". Die Fachkraft bestätigt die Priorität des Auftragstickets und übernimmt die Bearbeitung des Arbeitsauftrags. Durch die hinterlegte Arbeitsplatznummer kann die Fachkraft im IPS auf zurückliegende und dokumentierte Instandhaltungsarbeiten zugreifen (Anlagenlogbuch), um vorab mögliche Hinweise zur Beseitigung der technischen Störung auf der Grundlage historischer Daten zur gewinnen.

An der Anlage erfolgt die erneute Schilderung des Ist-Zustands und etwaiger Auffälligkeiten der Montageanlage durch den Maschinen- und Anlagenführer, der zwar als autonomer Instandhalter qualifiziert ist, aber bei komplexen und wiederkehrenden Störungen die Fachkräfte aus der Instandhaltungsabteilung zu informieren hat. Über die Benutzerschnittstelle der Anlagensteuerung werden die Fehlermeldungen aufgerufen und gemeinsam analysiert. Durch den Nothalt des technischen Systems wird eine Vielzahl von Fehlermeldungen generiert. Durch die Interpretation der Fehlermeldungen in der Steuerung erfolgt der Ausschluss derjenigen Fehlermeldungen, die als Folgefehlermeldungen gewertet werden. Zudem wird das Programm der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) aufgerufen, um die Aktoren und Sensoren zu identifizieren, bei denen das Programm stoppt.

Nach erfolgter Analyse werden mögliche Fehlerquellen an drei unterschiedlichen Arbeitsstationen der Anlage als kritisch bewertet und für die visuelle Betrachtung des Montageprozesses und für die weiterführende Fehlerdiagnose ausgewählt. Die Fachkraft der Instandhaltungsabteilung fährt selbstständig durch eine entsprechende (auf einem Transponder hinterlegte) Berechtigung die Anlage an und beobachtet gemeinsam mit dem Maschinen- und Anlagenführer die Montagevorgänge an jeder einzelnen Arbeitsstation bis erneut die Störung und die zugehörigen Fehlermeldungen auftreten. Dabei wird beobachtet, dass bei einem doppeltwirkenden Pneumatikzylinder, der

innerhalb eines Handhabungsprozesses eine Vorrichtung zum Vereinzeln und Positionieren der Dichtungselemente verfährt, die Grundstellung beim Einfahren nicht ordnungsgemäß eingenommen wird und zudem ruckartig verfährt.

Aufgrund der pneumatischen Versorgung werden zunächst erfahrungsbasiert das Druckniveau an der Anlage und die Drosselrückschlagventile überprüft. Nachdem Versorgungsprobleme ausgeschlossen sind, vorgenommene Änderungen im Programm der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) auszuschließen sind und eine Überprüfung der Einstellschrauben zur Endlagendämpfung ebenfalls nicht auf Abweichungen schließen lässt, wird die Störung auf einen physikalischen Fehler oder Defekt im Pneumatikzylinder selbst zurückgeführt. Die fehlerbehaftete Fahrbewegung des doppeltwirkenden Pneumatikzylinders wird auf die Verschmutzung der Kolbenstange oder eine unzureichende Befettung zurückgeführt. Vor allem aufgrund des anhaftenden Talkums an den Dichtungselementen kommt es durch Verwirbelungen zu Verunreinigungen an der Kolbenstange, die trotz Abstreifer zu Störungen am doppeltwirkenden Pneumatikzylinder führen können (Erfahrungswissen der Fachkraft).

Nach dem Herunterfahren der Anlage wird der Zylinder entlüftet und die Rückschlagventile werden entfernt, um Gefährdungen durch die schlagartige Entspannung der Druckluft zu minimieren. Der Zylinder wird gründlich von allen Fremdpartikeln und Altschmierstoffen gereinigt. Dabei wird ein Reinigungsmittel verwendet, das weder die Dichtungen angreift noch umweltbelastende Inhalte aufweist. Nach der Reinigung sorgt die Fachkraft durch das Auftragen von Schmierfett für die Befettung des Pneumatikzylinders. Nach dem Einfetten wird der Kolben mehrmals über den gesamten Hub des Zylinderrohrs bewegt, um einen gleichmäßigen Schmierfilm zu erzeugen. Die verwendeten Reinigungslappen werden dabei fachgerecht in gekennzeichnete Behälter entsorgt und dem Recyclingkreislauf zugeführt. Nachdem die Rückschlagventile remontiert sind und die Druckluftversorgung wieder sichergestellt ist, wird die Montageanlage erneut angefahren und der Montagevorgang beobachtet und bewertet.

Nachdem die Montageanlage eine definierte Zeit störungsfrei in Betrieb ist, dokumentiert die Fachkraft den Arbeitsauftrag mit dem Tablet. Ebenfalls wird die zugehörige Fotodokumentation, die mithilfe der integrierten Kamera des Tablets vorgenommen wurde, im IPS abgelegt. Die Dokumentation wird genutzt, um das digitale Anlagenlogbuch für weitere Instandhaltungsarbeiten auszubauen, das anlagenbezogene Erfahrungswissen der Fachkräfte zu organisieren und allen Beteiligten der Instandhaltungsabteilung verfügbar zu machen. Entsprechend wurde die Störung ebenso hinterlegt wie die durchgeführten Maßnahmen zur Störungsbeseitigung.

**Tabelle 26:** Arbeitsprozessanalyse APA-III[51]

| Arbeitsprozessdimensionen | | |
|---|---|---|
| **Gegenstände der Facharbeit** | **Werkzeuge, Methoden, Arbeitsorganisation** | **Anforderungen an den Arbeitsprozess** |
| **Gegenstände**<br>• Instandsetzungsauftrag<br>• Korrektive Instandhaltung<br>• Instandsetzungsdurchführung<br>• Instandhaltungsplanungssystem (IPS)<br>• Systemelemente der Montageanlage<br>• Benutzerschnittstelle<br>• Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)<br>• Betriebsstoffe zur Befettung<br>• Pneumatische Systemkomponenten<br>• Maschinen- und Anlagenführer:in<br>• Wiederinbetriebnahme | **Werkzeuge**<br>• Handwerkzeuge<br>• Technische Dokumente<br>• Reinigungsmittel und -utensilien<br>• PC-Terminal<br>• Tablet<br>• Hilfsmittel zur Befettung<br>**Methoden**<br>• Prioritäre Analyse des Auftragstickets<br>• Analyse der Anlagenlogbücher<br>• Analyse der Fehlermeldungen über die Steuerung<br>• Diagnosestrategien<br>• Sicht- und Funktionsprüfung<br>• Ausschlussverfahren für Störungsursachen (z. B. Korrosion, Reibung, Wärme, Verunreinigung, Ansteuerung, Signalverarbeitung)<br>• Planung der Instandhaltungsarbeiten<br>• Aufbringen von Betriebsstoff (Schmierfett)<br>• Kommunikationsstrategien mit Maschinen- und Anlagenführer:in<br>• Dokumentation der Instandhaltung<br>**Organisation**<br>• Organisation der Auftragsdurchführung<br>• Digitale Verwaltung des Auftrags<br>• Datenmanagement<br>• Zeitliche Planung der Instandsetzungsarbeiten<br>• Kooperation zwischen Fachkraft und Maschinen- und Anlagenführer:in<br>• Arbeitsplatzausstattung (vorhandenes Werkzeug an der Montageanlage)<br>• Aufbau digitales Wissensmanagement<br>• Anlagenkontrolle und Wiederinbetriebnahme | **Kunde**<br>Sicherstellung langlebiger und möglichst mängelfreier Produkte<br>• Einhaltung des Automobilstandards<br>• Einhaltung Arbeits- und Gesundheitsschutz<br>• Einhaltung Umweltschutz<br>**Unternehmen**<br>• Sicherstellung einer hohen Gesamtanlageneffektivität (GAE)<br>• Sicherstellung einer hohen Anlagenlebensdauer<br>• Kosten- und zeiteffiziente Durchführung der Instandsetzung<br>• Einhaltung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes<br>• Dokumentation des Arbeitsauftrags<br>• Aufbau eines internen Wissensmanagements<br>• Logbucherstellung<br>**Fachkraft**<br>• Beurteilung von Verschleißursachen<br>• Erfahrungsbasierte Kenntnisse zu „Eigenheiten" der Produktionsanlagen<br>• Gezielte Diagnosestrategien<br>• Prioritätsabhängige Bearbeitung von Arbeitsaufträgen<br>• Beherrschung der Anlagensteuerung<br>• Kenntnisse im Umgang mit IPS<br>• Verantwortung für umwelt- und energieschonende Arbeitsprozessgestaltung<br>**Gesellschaft**<br>• Qualitätsstandards<br>• Arbeits- und Umweltschutz |

51 Die Struktur dieser Darstellung einschließlich der inneren Gliederung geht aus der Forschungsarbeit zum Berufsbild Kfz-Mechatroniker:in von Spöttl und Gerds hervor (vgl. 1999).

### 6.4.2 Arbeitsprozessanalyse: Wartung und Optimierung energieintensiver Versorgungsanlagen zur Sicherstellung einer hohen Energieeffizienz

Die Arbeitsprozessanalyse umfasste die Begleitung einer Fachkraft bei einem vorbeugenden Instandhaltungsrundgang. Der Instandhaltungsrundgang ist speziell für alle energieintensiven Anlagen (überwiegend Energie- bzw. Versorgungsanlagen) konzipiert. Der Instandhaltungsrundgang wird betriebsintern auch Energierundgang genannt. Der vorbeugende Instandhaltungsrundgang ist fester Bestandteil eines umfassenden Energiemanagementkonzeptes aus dem betrieblichen Energiemanagement. Ziel ist, neben der Sicherstellung der Anlagenverfügbarkeit und -lebensdauer, insbesondere die Sicherstellung eines optimalen Anlagenwirkungsgrades aufgrund des hohen Energieverbrauchs der Anlagen (Energieeffizienz).

Die Fachkraft plant die Aufgabenbewältigung selbstständig und führt den Arbeitsauftrag in einem festen Turnus (einmal wöchentlich) aus. Zur Vorbereitung werden mit der Instandhaltungsplanungssoftware (IPS) an einem PC-Terminal die notwendigen Unterlagen zur Dokumentation (Instandhaltungscheckliste) erfasst, aufgegebene Wartungsaufträge an den Anlagen kontrolliert und zurückliegende Instandhaltungsmaßnahmen an den Anlagen nachvollzogen. Ebenso wird benötigtes Werkzeug ausgewählt und die Entnahme dokumentiert.

Erster Arbeitsgegenstand ist die bereits energetisch optimierte Dampfkesselanlage (Einbau eines Economisers, drehzahlgeregelte Brenner und Pumpen, verbesserte Wärmeisolation, Erhöhung der Kondensatrücklaufrate etc.). Über die Benutzerschnittstelle ruft die Fachkraft relevante Betriebsparameter ab, um den Betriebszustand zu kontrollieren. Neben den ordinären Parametern wie Kesseldruck, Dampftemperatur oder Wasserfüllstand wird vor allem die Leitfähigkeit des Kesselwassers analysiert. Die Leitfähigkeit des Kesselwassers ist ein direktes Maß für den Salzgehalt. Zudem wird die Versorgung mit notwendigen Kesselwasseraufbereitungsmitteln sichergestellt und die Funktionsfähigkeit der Dosierpumpen überprüft, da unsachgemäß aufbereitetes Kesselwasser zu Ablagerungen und Verunreinigungen führen kann, die den Wirkungsgrad der Dampfkesselanlage senken können. Dabei stellt die Fachkraft fest, dass eine Dosierpumpe defekt ist, und leitet umgehend einen Instandsetzungsauftrag zur Reparatur der Dosierpupe ein. Aufgrund der Erfahrung der Fachkraft erfolgen im aufgegebenen Instandsetzungsauftrag bereits Hinweise zum antizipierten Defekt (defekte Pumpenmembran). Die Fachkraft kontrolliert manuell die Funktionsfähigkeit der Abschlämmungs- und Absalzungsventile, um Störungen bei der sonst automatisierten Abschlämmung zu verhindern und damit die oben genannten Wirkungsgradverluste sowie mögliche Systemschäden zu verhindern.

Mit einem hohen energetischen Aufwand wird zudem Eiswasser für den Produktionsprozess erzeugt. Über die Steuerung der leistungsstarken Eiswasserkompressoren (frequenzgeregelt) kontrolliert die Fachkraft Temperaturen, Betriebsstunden und nimmt ggf. Anpassungen an der Drehzahl vor. Ebenfalls wird der Chlorgehalt überprüft und ggf. angepasst, um die Qualität des Eiswassers zu gewährleisten und ein ressourcenintensives „Kippen“ des Mediums zu verhindern. Zudem werden die Ölstände der Kompressoren kontrolliert. An den Kompressoren wird außerdem die Rie-

menspannung überprüft, um Wirkungsgradverluste und erhöhten Verschleiß durch eine falsche Riemenspannung zu vermeiden. Vergleichbare Arbeiten erfolgen an weiteren leistungsstarken Kompressoren des Kühlhauses, des Butterlagers und den Gebläsen des zentralen Zuluftraums.

An der zentralen RLT-Anlage erfolgt zudem die Überprüfung des Differenzdrucks des Filtersystems. Beim Überschreiten des Differenzdrucks erfolgt ein Tausch der Filtermatten, um vermeidbare Energieaufwendungen zu reduzieren. Ebenso werden Verunreinigungen entfernt und die Drehzahl der frequenzgesteuerten Ventilatoren wird kontrolliert und ggf. angepasst.

Weiterer Arbeitsgegenstand ist das Druckluftsystem. Im Bereich der Drucklufterzeugung kontrolliert die Fachkraft typische Betriebsparameter wie Druck, Temperatur, Betriebsstunden, Laststunden, Hochlaufzeit und Nachlaufzeit, um eine Abschätzung der Anlageneffizienz vorzunehmen. Ebenso werden typische Servicedaten wie die Wartungsintervalle einzelner Systemelemente überprüft und die niveaugesteuerten Kondensatableiter durch manuelles Betätigen auf Funktionsfähigkeit kontrolliert. Die Filtermatten für die Filtrierung der Ansaugluft werden inspiziert und bei Bedarf gewechselt, um auch hier den Differenzdruck gering zu halten. Im Bereich der Druckluft- und Kondensataufbereitung erfolgt die Überprüfung des Kältetrockners und des erzielten Drucktaupunktes, um die Qualität der Druckluft sicherzustellen und Korrosion im Leitungssystem zu verhindern. Ebenfalls wird das Öl-Wasser-Trennsystem gewartet (Abwasserkontrolle, Ölbehälterkontrolle, Niveaumelderkontrolle, Überprüfung auf Dichtigkeit), um die umweltschonende Aufbereitung von dispergiertem Kondensat direkt am Entstehungsort zu gewährleisten. Zudem wird der Differenzdruck der Systemfiltereinheiten kontrolliert und die Filtereinheiten werden ggf. ausgetauscht. Dabei berücksichtigt die Fachkraft die maximalen Betriebsstunden der Filtereinheiten.

Arbeiten an den Anlagen der Kältetechnik umfassen eine umfassende Überprüfung und ggf. Reinigung der Verdichter, Verflüssiger, Verdampfer und Filtereinheiten. Ziel ist u. a., eine optimale Verflüssigungstemperatur zu erzielen und somit unnötigen Energieaufwand zu vermeiden. Der optimale Sollwert für die Raumkühlung ist von veränderlichen Umgebungs-, Betriebs- und Nutzungsbedingungen in den Kühlhäusern abhängig und wird kontinuierlich von der Fachkraft an den erforderlichen Bedarf angepasst, um eine unnötige Kühlleistung zu vermeiden. Beim Expansionsventil wird die Erhitzung geprüft und ggf. korrigiert, um hohe Überhitzungstemperaturen zu vermeiden.

Während kleine außerplanmäßige Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten meist selbst mit dem mitgeführten Handwerkzeug vorgenommen werden, werden umfangreichere Aufgaben dokumentiert und als eigenständiger Instandhaltungsauftrag in das zentrale IPS übertragen. Dazu werden eine Reihe von Informationen (z. B. Ort, Datum, Fehlerbeschreibung, Anforderungen an Kontrolle, Priorität usw.) im IPS hinterlegt. Nach Beendigung des Instandhaltungsrundgangs werden alle erfolgten Tätigkeiten sowie die festgestellten Anlagenzustände aus dem Prüfprotokoll in das IPS übertragen und der Instandhaltungsleiter wird über etwaige Abweichungen oder Auffälligkeiten informiert.

**Tabelle 27:** Arbeitsprozessanalyse APA-VI

| Arbeitsprozessdimensionen | | |
|---|---|---|
| **Gegenstände der Facharbeit** | **Werkzeuge, Methoden, Arbeitsorganisation** | **Anforderungen an den Arbeitsprozess** |
| **Gegenstände**<br>• Instandhaltungsauftrag<br>• Vorbeugende Instandhaltung<br>• Wartungsdurchführung<br>• Instandhaltungsplanungssystem (IPS)<br>• Dampfkesselanlage<br>• Eiswasserkompressoren<br>• Rekuperatoren (Plattenwärmeübertrager)<br>• RLT-Anlage<br>• Druckluftsystem<br>• Kältetechnik<br>• Filtereinheiten<br>• Benutzeroberflächen und Benutzerschnittstellen<br>• Betriebsstoffe<br>• Leitungssysteme<br>• Funktions- und Sicherheitsprüfung | **Werkzeuge**<br>• Handwerkzeuge<br>• Wartungsprotokolle<br>• Reinigungsmittel und -utensilien<br>• Anlagenpläne<br>• SCADA-Systeme<br>• Steuerungs- und Bedienelemente<br>**Methoden**<br>• Bedarfsgerechte Planung von Ersatzteilen und Verbrauchsmaterialien<br>• Analyse der Betriebs- und Zustandsparameter über die Steuerung<br>• Subjektive und objektive Prüfverfahren<br>• Bedarfsgerechte Anpassung von Steuerungsprogrammen bzw. Parametern<br>• Kommunikationsstrategien mit Instandhaltungsleistung<br>**Organisation**<br>• Organisation der Auftragsdurchführung<br>• Auftragsdokumentation<br>• Instandhaltungskonzept (Energierundgang)<br>• Vorschriften und Richtlinien für Wartungsarbeiten mit Gefährdungspotenzial<br>• Interne oder externe Auftragsvergabe für weiterführende Instandhaltungsarbeiten<br>• Energiemanagementsystem<br>• Datenmanagement mithilfe des IPS | **Kunde**<br>• Berücksichtigung religiöser Speisegesetze in der Lebensmittelproduktion<br>• Kostengünstige Produkte<br>• Umwelt- und Arbeitsschutz<br>**Unternehmen**<br>• Sicherstellung von Hygienestandards<br>• Sicherstellung von Qualitätsstandards<br>• Verstetigung der Energiemanagementsysteme<br>• Sicherstellung/Steigerung der Energieeffizienz der Versorgungstechnik<br>• Sicherstellung der Anlagenlebensdauer<br>• Kosten- und zeiteffiziente Durchführung der Arbeiten<br>• Sicherstellung von Arbeits-, Gesundheits-, Umwelt- und Klimaschutz<br>**Fachkraft**<br>• Sicherstellung von Hygienestandards<br>• Sicherstellung oder Steigerung der Effizienz der Versorgungstechnik<br>• Hohe Anlagenlebensdauer und -verfügbarkeit<br>• Transparente Dokumentation der Tätigkeiten und Anlagenzustände<br>• Sicherer Umgang mit IPS<br>• Kenntnisse zum Aufbau, Funktionsprinzip und Bedienen der Versorgungsanlagen<br>**Gesellschaft**<br>• Qualitätsstandards<br>• Berücksichtigung religiöser Speisegesetze in der Lebensmittelproduktion<br>• Arbeits- und Umweltschutz<br>• Tierschutzgerechte Lieferkette |

### 6.4.3 Arbeitsprozessanalyse: Automatisiertes Schweißen von Schalungshalterungen unter Einsatz eines Knickarmschweißroboters in der Serienfertigung

Die Arbeitsprozessanalyse umfasste die Begleitung einer erfahrenen Fachkraft (gelernter Betriebsschlosser) in der Schweißroboterabteilung. Der begleitete Arbeitsprozess erfolgte unter Einsatz eines sechsachsigen Knickarmschweißrobotersystems (Cloos Kompaktsystem CS-30). Das Ziel des Fertigungsprozesses besteht im serienmäßigen Fügen von Schalungshalterungen unter Einsatz des genannten Robotersystems. Das automatisierte Fügen von Bauteilen mittels Knickarmschweißrobotersystemen erfolgt im Kontext der auftragsorientierten Serienfertigung im Fallunternehmen überwiegend für die Mittelserienfertigung (20–1000 Stück pro Monat) und Großserienfertigung (über 1000 Stück pro Monat). Je nach Auftragslage können dabei die Aufträge täglich wechseln. Die begleitete Fachkraft ist für die Planung und Umsetzung von Fertigungsaufträgen auf sechs unterschiedlichen Schweißrobotersystemen verantwortlich. Schweißroboter sind eine Kombination aus Industrieroboter und Schweißgerät, die zum wiederholgenauen Durchführen von überwiegend seriell durchgeführten Schweißfügungen dienen. Der eingesetzte Schweißroboter ist an einem verfahrbaren Roboterpositionierer montiert und kommt in Überkopfposition zum Einsatz. Als Werkstückpositionierer wird ein horizontaler Wendepositionierer mit vertikaler Drehbewegung und Gegenlager eingesetzt, der mit 5 kN belastet werden kann und Einspannlängen von 1,50 m bis 3,00 m zulässt.

Durch die geplante Verlagerung der serienmäßigen Herstellung der Schalungshalterungen in die Schweißroboterabteilung ist die Fachkraft aufgefordert, den Herstellungsprozess selbstständig zu planen, die Programmierung mittels Kombinationsverfahren aus Online- und Offlineprogrammierung vorzunehmen, die Anlage einzurichten und in Zusammenarbeit mit den Anlagenbedienern und Anlagenbedienerinnen auftragsspezifisch zu rüsten, den Produktionsprozess zu steuern sowie zu überwachen. Die Fachkraft unterstützt zudem koordinierend die Anlagenbediener:innen für die korrekte Beschickung der Anlagen und sorgt für einen störungsfreien Materialfluss der zu schweißenden Bauteile aus dem Lager.

Zur Planung der Auftragsdurchführung greift die Fachkraft mit einer ERP-/PPS-Software auf die Auftragsübersicht zu und sichtet die auftragsbezogenen Daten, die durch die Arbeitsvorbereitung bereitgestellt werden (geforderte Stückzahl, Material, Verfügbarkeit der zu schweißenden Bauteile, Lagerplatz der Bauteile etc.). Zudem greift die Fachkraft auf die technische Zeichnung des Bauteils zu, die als Bestandteil der technischen Produktdokumentation digital im ERP-/PPS-System hinterlegt ist. Mit der technischen Zeichnung (Schweißgruppenzeichnung mit Stückliste) führt die Fachkraft eine erste rudimentäre Machbarkeitsanalyse zur Umsetzung des Auftrags mithilfe der verfügbaren Schweißrobotersysteme durch. Analysiert werden vor allem die Zugänglichkeit der Schweißnähte, die Positionierbarkeit des Werkstücks und erforderlicher Spannvorrichtungen sowie Werkstückpositionierer. Neben der Prüfung der technischen Machbarkeit schätzt die Fachkraft im Rahmen der Machbarkeitsprüfung ebenso die organisatorische Umsetzbarkeit ab (Verfügbarkeit der Anlagenbedie-

ner:innen, Maschinenbelegung, Fläche, Material und Zeit). Zudem tauscht sich die Fachkraft mit Mitarbeiter:innen aus der Konstruktionsabteilung und dem Vorrichtungsbau aus, um weiterführende Informationen über die einzusetzende Vorrichtung einzuholen.

Für die Programmierung plant die Fachkraft ein Kombinationsverfahren aus Offlineprogrammierung und Onlineprogrammierung. Über die Software zur Offlineprogrammierung (RoboPlan QRP professional) wählt die Fachkraft das einzusetzende Schweißrobotersystem aus, erzeugt eine virtuelle Abbildung der gesamten Schweißroboterzelle und importiert das von einem Konstrukteur entworfene 3-D-Modell, welches aus einer komplexen Vorrichtung mit zehn positionierten Schalungshalterungen besteht. Die Fachkraft positioniert im virtuellen Raum der digitalen Simulationsumgebung die bestückte Vorrichtung auf die Werkstückaufnahme des Werkstückpositionierers. Bei der Positionierung erfolgt eine antizipative Berücksichtigung der Zugänglichkeit zu den Eckstößen und der Einhaltung kurzer und damit effizienter Schweiß- und Verfahrwege. Um die einzelnen Schweißbahnen zu erzeugen, werden grundlegende Parametrierungen vorgenommen (z. B. Bahnführung, Brennertyp, Toolcenterpoint, Segmente, Schweißdrahtlänge) und anschließend wird der mit einer Kehlnaht zu verbindende Stoß in der Software angewählt (anpicken genannt). Die Software platziert Schweißpunkte entlang des Stoßes und generiert automatisiert die Schweißbahn, die von der Fachkraft kontrolliert und geringfügig angepasst wird. Mit der Simulationskontrolle erfolgt die Simulation der Schweiß- und Verfahrwege, um eine Auflösung von kollisionsbehafteten Bewegungsabläufen zu erzielen. Besondere Aufmerksamkeit erlangt die Position des Brenners. Über die Konfiguration der Achssteuerung parametriert die Fachkraft die Brennerorientierung des Schweißbrenners entlang der Schweißbahn. Neben der Vermeidung von Kollisionen werden mit der Parametrierung die Optimierung von Einbrand, Lichtbogenstabilität sowie Nahtbreite und die Vermeidung von Spritzerbildung erzielt, um ressourcenintensive Nacharbeit und Ausschuss zu minimieren. Dabei berücksichtigt die Fachkraft die Bauteilgeometrie und die Besonderheiten des MAG-Impulsschweißens mit Schweißrobotersystemen und greift auf die eigenen Erfahrungen im Umgang mit handgeführten Schweißpistolen zurück.

Positionsänderungen des Werkstückpositionierers sind für die Schweißoperationen nicht erforderlich. Nach der Erzeugung aller Schweißbahnen und der Kontrolle zugehöriger Simulationen erzeugt die Fachkraft Transferbahnen, um die separierten Schweißbahnen miteinander zu verbinden und einen geschlossenen Bewegungsablauf zu erzeugen. Dabei achtet die Fachkraft auf eine optimierte Bahnführung und die Minimierung nicht erforderlicher und damit vermeidbarer Verfahrwege. Unter Abwägung zwischen Taktzeit und Verschleiß parametriert die Fachkraft eine Verfahrgeschwindigkeit, die eine wirtschaftliche Produktion unter gleichzeitiger Schonung des Abnutzungsvorrats zulässt (insbesondere die Robotergelenke) und somit die Anlagenlebensdauer erhöht.

Nach erfolgter Offlineprogrammierung übermittelt die Fachkraft die durch die Simulation errechnete Taktzeit an die Arbeitsvorbereitung und beauftragt die Anlagen-

bediener:innen mit der Montage und Bestückung der Vorrichtung unter Berücksichtigung der vorgegebenen Positionierung auf der Werkstückaufnahme. Das erzeugte Schweißprogramm wird exportiert und an die Steuerung des Schweißrobotersystems übertragen. Mittels Onlineprogrammierung wird in der Roboterzelle vor Ort das „Nachteachen" vorgenommen. Dazu erfolgt im ersten Durchlauf das inkrementelle und handgesteuerte Durchlaufen des erstellten Programms mittels Handsteuerung (engl. Robot Teach Pendant Operator Panel) zum Abfahren der Schweiß- und Verfahrwege ohne Lichtbogen. Mit der Handsteuerung wählt die Fachkraft die Programmzeilen an, beobachtet und beurteilt die einzelnen Schweiß- und Verfahrwege und nimmt ggf. Anpassungen direkt im Programmcode mit der Handsteuerung vor (Punkt-für-Punkt-Verfahren bzw. P2P). Zwar wurde der Code durch die Software der Offlineprogrammierung erstellt, die Fachkraft muss dennoch den Aufbau des Programmes und die jeweiligen Befehle verstehen, um an dieser Stelle des Arbeitsprozesses Korrekturen vornehmen zu können.

Mit abgeschlossener Bahnkontrolle erfolgt die erste Testschweißung. Dabei greift die Fachkraft auf erfahrungsbasiertes und fachsystematisches Wissen zurück und beurteilt den Schweißprozess anhand akustischer und visueller Faktoren. Die Fachkraft führt ihre Erfahrungen aus der Roboterprogrammierung und dem Handschweißen synergetisch zusammen. Bei der Beurteilung des Schweißprozesses und der Schweißnahtqualität berücksichtigt die Fachkraft Faktoren wie Risse oder Verzug, Asymmetrien, poröse Nähte, Einbrandtiefe, Schweißspritzer und sichtbare Einschlüsse. Dabei antizipiert die Fachkraft bereits durch die Geräuschentwicklung während des Schweißprozesses Fehler und erforderliche Parameteränderungen. Nach der abschließenden Anpassung einzelner Parameter (z. B. Geschwindigkeit, Drahtvorschub, Pendelfrequenz und Pendelamplitude) erfolgen eine zweite Testschweißung und die Weiterführung der geschweißten Bauteile zur Prüfung der Schweißnaht im Rahmen der Qualitätssicherung (zerstörende und zerstörungsfreie Prüfverfahren).

Nach Freigabe des Bauteils erfolgt die Planung, Umsetzung und Überwachung der Serienproduktion zur organisierten und störungsarmen Abwicklung des Auftrages (Belegung der Maschine mit Anlagenbediener:innen, das Instruieren der Anlagenbediener:innen, die Organisation des Materialflusses, die Überwachung der KPI).

**Tabelle 28:** Arbeitsprozessanalyse APA-VII

| Arbeitsprozessdimensionen | | |
|---|---|---|
| **Gegenstände der Facharbeit** | **Werkzeuge, Methoden, Arbeitsorganisation** | **Anforderungen an den Arbeitsprozess** |
| **Gegenstände**<br>• Produktionsauftrag<br>• Halbzeuge<br>• Spannvorrichtungen<br>• Werkstückpositionierer<br>• Werkstückaufnahme<br>• Schweißrobotersystem/ Roboterzelle<br>• Offlineprogrammierung<br>• Onlineprogrammierung/ Teach-in<br>• Testläufe<br>• Funktions- und Sicherheitsprüfung<br>• Anlagenbediener:innen<br>• Schweißnähte<br>• Produkt | **Werkzeuge**<br>• PC-Arbeitsplatz<br>• Auftragsdokumentation (Technische Zeichnungen, Stücklisten, Verpackungsvorschriften, Materialzeugnisse)<br>• Software zur Offlineprogrammierung<br>• Knickarmroboter mit Schweißbrenner<br>• Handsteuerung<br>• Flurfördergeräte<br>• Handhabungssysteme<br>• Prüfmittel und -protokoll<br>• ERP-/PPS-System<br>**Methoden**<br>• Lesen technischer Zeichnungen<br>• Machbarkeitsanalyse<br>• Arbeits- und Schichtplanung<br>• Kombination von Offlineprogrammierung und Teach-in-Verfahren<br>• Kommunikationsstrategien mit Konstrukteur:innen sowie Anlagenbediener:innen<br>• Schweißprozesssimulation<br>• Subjektive und objektive Prüfverfahren zur Qualitätssicherung<br>**Organisation**<br>• Auftragsannahme<br>• Vorrichtungsbau<br>• Halbzeugbeschaffung<br>• Materialpositionierung<br>• Maschinenbelegung<br>• Arbeitsorganisation (Team- oder Einzelarbeit)<br>• Arbeitsorganisatorischer Einsatz der Anlagenbediener:innen<br>• Arbeitsplatzgestaltung und -ausstattung<br>• Überwachung des Schweißvorgangs<br>• Qualitätssicherung | **Kunde**<br>• Hohe Stückzahlen<br>• Liefertreue<br>• Gleichbleibende und hohe Schweißnahtqualität<br>• Auftragsdokumentation<br>• Qualitätssicherung<br>• Umwelt- und Arbeitsschutz<br>**Unternehmen**<br>• Autonome Instandhaltung<br>• Effizienter Anlagenbetrieb<br>• Störungsfreie Anlagenführung<br>• Geringe Nacharbeit und geringer Ausschuss<br>• Einhaltung der Fertigungskosten und -zeiten<br>• Hohe Anlagenlebensdauer<br>• Hohe GAE<br>• Prozessstabilität<br>• Qualitätssicherung<br>• Auftragsdokumentation<br>• Umwelt- und Arbeitsschutz<br>**Fachkraft**<br>• Beherrschung digitalisierter Arbeitsmethoden<br>• Beherrschung unterschiedlicher Programmierverfahren<br>• Beherrschung unterschiedlicher Robotersteuerungen<br>• Mitorganisation des Materialflusses<br>• Betreuen und Anleiten von Anlagenbediener:innen<br>• Mitgestaltung des Arbeits- und Geschäftsprozesses<br>• Übernahme von Instandhaltungsaufgaben<br>**Gesellschaft**<br>• Qualitätsstandards<br>• Umwelt- und Arbeitsschutz |

### 6.4.4 Arbeitsprozessanalyse: Einrichtung und Fertigung von Aufbausäulen unter Einsatz einer numerisch gesteuerten Universaldrehmaschine

Gegenstand der durchgeführten Arbeitsprozessanalyse war die Umsetzung eines Fertigungsauftrages unter Einsatz einer Universaldrehmaschine (DMG MORI CLX 350) zur serienmäßigen Herstellung von Aufbausäulen.

Durch die Verlagerung der Bauteilherstellung von einer Bestandsanlage auf eine moderne Universaldrehmaschine ist die Fachkraft gefordert, den Fertigungsprozess an der modernen WZM selbstständig zu planen, die Anlange auftragsspezifisch einzurichten und zu rüsten, ein passendes NC-Programm zu erstellen, den Fertigungsprozess zu steuern und die Bauteilqualität im Rahmen der Qualitätssicherung sicherzustellen.

Dazu greift die Fachkraft unter Einsatz einer ERP-/PPS-Software auf die Auftragsübersicht zu, kontrolliert die Priorität des Auftrags und verbucht die Auftragsannahme auf das digital hinterlegte Mitarbeiterprofil. Informationen über das erforderliche Halbzeug werden aus der Auftragsübersicht entnommen. Das Halbzeug wird aus dem Lager unter Beachtung einer endkonturnahen Geometrie ausgewählt. Für das Stangenlademagazin der Werkzeugmaschine wird das Halbzeug mit einer Metallbandsäge gekürzt. Die Fachkraft passt die Länge des zu verarbeitenden Halbzeugs dabei unter Berücksichtigung eines minimalen Verschnitts an. Um Informationen für das Einrichten der WZM zu erhalten, wird zunächst auf die digital hinterlegte Programmablage zugegriffen. Durch die Analyse eines bestehenden NC-Programms (ebenfalls durch die Fachkraft entwickelt) für die Herstellung des Bauteils mithilfe einer WZM resp. CNC-Steuerung eines anderen WZM-Herstellers werden die erforderlichen Werkzeuge für den Zerspanungsprozess identifiziert.

Werkzeuge, die nicht bereits im Sternrevolver der WZM vorhanden sind, werden aus dem angrenzenden Werkzeuglager beschafft und in die zugehörigen Werkzeughalter unter Einsatz originärer Handwerkzeuge montiert. Für den Zerspanungsprozess werden u. a. Werkzeuge verwendet, die für das Schruppen und Schlichten gleichzeitig geeignet sind und ohne signifikante Verkürzung der Werkzeugstandzeit die Nebenzeit der Bearbeitung durch die verringerte Werkzeugwechselzeit verkürzen. Bei aufwendigen Werkzeuggeometrien kommt das Werkzeugvoreinstellgerät zum Einsatz. Mittels Kameratechnik werden die Werkzeuge vermessen (Geometriedaten, Plan- und Rundlauf), eingestellt und über das Netzwerk an die WZM übermittelt. Die erforderlichen Grundaufnahmen für die Werkzeuge werden durch die Fachkraft auf den Sternrevolver montiert. Dazu antizipiert die Fachkraft die Abfolge des Programmablaufs bzw. des aufeinanderfolgenden Werkzeugeinsatzes und montiert die Werkzeuge in einer abfolgegerechten Anordnung, die die Werkzeugwechselzeit minimiert. Mithilfe eines Handrades erfolgt ein manuelles Verfahren des Revolvers, wobei mit einer Messuhr und Handwerkzeug die Grundaufnahmen eingerichtet werden.

Zudem wird die Aufspannung für das Halbzeug angepasst. Unter Beachtung der Geometrie des Halbzeuges wird das Spannfutter ausgewählt und mit einer Spannzange in die Aufnahme gesetzt. Ebenso wird ein passendes Führungsrohr für das Halbzeug an die WZM angebracht. Die Fachkraft wählt passend zum Halbzeugdurch-

messer ein Führungsrohr, um radiale Bewegungen zu reduzieren, die zu verstärkten Vibrationen führen können und sich somit sowohl negativ auf die Werkzeugstandzeit als auch auf die Fertigungsqualität auswirken und zudem die Prozesssicherheit verringern. Für die automatisierte Beschickung der Universaldrehmaschine konfiguriert die Fachkraft darüber hinaus das Stangenlademagazin unter Berücksichtigung der Bauteil- und Abstechlänge.

Die eingerichteten Werkzeuge werden in die Werkzeugverwaltung der WZM aufgenommen. Dazu werden in der CNC-Steuerung fehlende und nicht durch das Werkzeugvoreinstellgerät übertragene Daten händisch erstellt und in die Werkzeugverwaltung eingepflegt. Dazu macht die Fachkraft die erforderlichen Geometriedaten und Betriebsparameter in Werkzeugkatalogen der Werkzeughersteller ausfindig. Sind alle Werkzeuge in der Werkzeugverwaltung hinterlegt, werden die Bearbeitungsbefehle bzw. das NC-Programm mittels Dialog-/Interaktivprogrammierung über die Benutzerschnittstelle der WZM entwickelt.

Der Nullpunkt wird durch die Fachkraft festgelegt und alle Werkzeuge werden in Abhängigkeit zum Halbzeug eingemessen. Ebenfalls erfolgt durch die 3-D-Steuerungstechnologie eine Simulation des Zerspanungsprozesses an dem Bedienpanel der WZM, um etwaige Kollisionen oder redundante Bahnführungen im Voraus zu vermeiden. Dazu analysiert die Fachkraft jeden Dreh- und Bohrzyklus. Nach erfolgter Optimierung des NC-Programmes und Kontrolle aller Werkzeuge und der Aufspannung erfolgt der erste Testlauf. Zur möglichst genauen Überwachung und Analyse des Zerspanungsprozesses wird der Vorschub von der Fachkraft manuell gesteuert. Zur Kontrolle wird das zerspante Bauteil nach dem Zerspanungsprozess mit entsprechenden Prüfmitteln vermessen, die Messdaten werden mit der technischen Zeichnung abgeglichen und in einem Prüfplan für die statistische Prozesskontrolle (SPC) hinterlegt. Nach der selektiven Programmkorrektur und einem erneuten Testlauf wird die erforderliche Fertigungsqualität sichergestellt und das Lademagazin für die Serienfertigung bestückt. Die fertigen Bauteile werden zum Auffangen des Kühlschmiermittels in vorgesehenen Abtropfhalterungen gesammelt und abschließend in Transportbehältnissen zur weiteren Bearbeitung abgelegt. Die Fachkraft wiederholt die Prozessschritte Bestückung (Stangenlademagazin), Zerspanung, Prozessüberwachung und Qualitätskontrolle so lange, bis die geforderte Stückzahl erreicht ist.

**Tabelle 29:** Arbeitsprozessanalyse APA-IX

| Arbeitsprozessdimensionen | | |
|---|---|---|
| **Gegenstände der Facharbeit** | **Werkzeuge, Methoden, Arbeitsorganisation** | **Anforderungen an den Arbeitsprozess** |
| **Gegenstände**<br>• Arbeitsauftrag<br>• Halbzeug<br>• Werkzeugeinrichtung<br>• Revolver<br>• Werkzeugaufnahmen<br>• Stangenlademagazin<br>• Universaldrehmaschine<br>• NC-Programmiersoftware<br>• Prüfung der Anlagenaggregate<br>• Testläufe<br>• Fertigungsdurchführung | **Werkzeuge**<br>• Drehwerkzeuge<br>• EDV-Werkstattterminal<br>• ERP-/PPS-System<br>• Auftragsdokumentation (Technische Zeichnung, Arbeitsplan, Prüfplan, Verpackungsvorschriften)<br>• Metallbandsäge<br>• Handwerkzeug<br>• Prüfmittel (z. B. Messuhren)<br>• Reinigungsmittel und -utensilien<br>• Spannfutter<br>• Werkzeugvoreinstellgerät<br>• Werkzeugkataloge<br>**Methoden**<br>• Analyse des Arbeitsauftrags<br>• Analyse von Prüf- und Arbeitsplan<br>• Lesen der technischen Zeichnung<br>• Kommunikationsstrategien mit Konstrukteur:innen<br>• Fertigungssimulation<br>• Dialogprogrammierung<br>• Komplettbearbeitung mit Gegenspindel<br>• Überwachung von Betriebsparametern<br>• Kontrolle der Spanentwicklung<br>• Handhaben von Betriebs- und Hilfsstoffen<br>• Subjektive Sicht- und Geräuschprüfung<br>• Prüfung der Form- und Lagetoleranzen<br>**Organisation**<br>• Auftragsannahme<br>• Halbzeugbeschaffung<br>• Werkzeugbeschaffung<br>• Maschinenbelegung<br>• Arbeitsplatzgestaltung und -ausstattung<br>• Überwachung des Zerspanungsvorgangs<br>• Qualitätssicherung<br>• Weiterführung der Bauteile | **Kunde**<br>• Flexible Fertigung<br>• Zertifizierte Managementsysteme<br>• Liefertreue<br>• Hohe Bauteilqualität<br>• Dokumentierte Qualitätssicherung<br>• Normen zur Qualitätssicherung aus der Luft- und Raumfahrtindustrie<br>• Umwelt- und Arbeitsschutz<br>**Unternehmen**<br>• Autonome Instandhaltung (TPM)<br>• Hohe Gesamtanlageneffektivität (GAE)<br>• Hohe Werkzeugstandzeiten<br>• Kosten- und zeiteffiziente Durchführung der Arbeiten<br>• Prozesssicherheit<br>• Störungsfreie Anlagenführung<br>• Einhaltung der Zeitvorgaben aus dem Arbeitsplan<br>• Arbeits- und Gesundheitsschutz<br>• Umweltschutz<br>**Fachkraft**<br>• Beherrschung digitalisierter Arbeitsmethoden<br>• Beherrschung komplexer NC-Programmierung<br>• Beherrschung unterschiedlicher CNC-Steuerungen<br>• Erweiterte Aufgabenzuschnitte<br>• Strategien der Komplettbearbeitung<br>• Mitgestaltung des Arbeits- und Geschäftsprozesses<br>**Gesellschaft**<br>• Sicherstellung von Qualitätsstandards<br>• Arbeits- und Umweltschutz |

### 6.4.5 Arbeitsprozessanalyse: Um- und Nachrüstung (Retrofit) inkl. Aufarbeitung eines BHKW

Die Arbeitsprozessanalyse umfasste eine Um- und Nachrüstung (engl. Retrofit) eines BHKW, die von einem Kunden standardmäßig im Gastgewerbe betriebenen wird. Das Ziel der durchgeführten Um- und Nachrüstung bestand sowohl in der technischen Steigerung der Anlageneffizienz und -verfügbarkeit als auch in einem „IoT-Retrofit" zur Vernetzung der Anlage.

Nach dem Ausbau der Bestandsanlage beim Kunden und dem Transport zum BHKW-Hersteller erfolgt die Auftragsvergabe für das Retrofit an eine erfahrene Fachkraft. Der aus dem betrieblichen Informations- und Planungssystem beschaffte Arbeitsauftrag ermöglicht die gezielte Planung und Organisation der zu beschaffenden Systemelemente zur Nachrüstung der Bestandsanlage und der durchzuführenden Modernisierungsmaßnahmen. Für das durchzuführende Retrofit werden nicht nur veraltete Komponenten gegen solche, die dem aktuellen Stand entsprechen, ausgetauscht, sondern zugleich wiederverwendbare Altteile umfassend aufgearbeitet und erneut in das BHKW integriert oder als aufgearbeitete Altteile in das Ersatzteillager eingelagert. Die Fachkraft ist für die Beschaffung der zu ersetzenden Verschleißteile, der Neuteile, der aufgearbeiteten Altteile sowie der erforderlichen Betriebs- und Hilfsstoffe verantwortlich. Um eine möglichst vollständige Beschaffung der benötigten Systemelemente zu gewährleisten, erfolgt zu Beginn eine eingehende Inspektion des allgemeinen Anlagenzustandes durch die Fachkraft, um den Gesamtanlagenzustand als auch den Zustand einzelner Systemelemente zu beurteilen. Dazu sind Kenntnisse über typische Verschleißelemente, Fehlfunktionen, Schadensfälle und Abnutzungserscheinungen erforderlich. Zur Beurteilung des Systemzustands werden Messdaten aufgenommen sowie Sicht- und Hörprüfungen, Widerstandsmessungen oder Leckageortungen durchgeführt.

Nach erfolgter Eingangsinspektion und der sich anschließenden Organisation auszutauschender Systemelemente werden die weiteren Arbeitsaufgaben und die Arbeitsorganisation, unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit der einzubauenden Bauteile, der Belegung des Montageplatzes und der Terminfrist, zusammen mit dem Teamleiter geplant und der Arbeitsplatz wird entsprechend eingerichtet. Die Demontage der Bestandsanlage sieht die vollständige Zerlegung des BHKW vor. Vor der Demontage stellt die Fachkraft sicher, dass sämtliche Betriebsstoffe aus der Anlage entfernt und unter Einhaltung des Umweltschutzes gelagert und entsorgt werden. Neben dem Lösen sämtlicher Anschlüsse des Kabelbaums (Verkabelung der Steuerung mit Hauptaggregat und Sensorik) und der Schlauchverbindungen demontiert die Fachkraft den Schaltschrank. Die Elemente des Hauptaggregates (Gasmotor, Generator inkl. Peripherie) werden mithilfe eines Hallenkrans und unter Beachtung der Sicherheitsbestimmungen an den Arbeitsplatz befördert und die Demontage des Hauptaggregates in seine Teilaggregate (Ölpegelgehäuse, Ölkühler, Luftfilter, Abgaswärmetauscher, Abgassammelrohr etc.) wird vorgenommen.

Abhängig von der Komplexität der Aufarbeitung erfolgt eine Separation der Systemelemente nach Altteilen, die eine umfassende Aufarbeitung in einer dafür vorge-

sehenen Abteilung benötigen (Generator und Gasmotor), sowie Systemelementen, deren Aufarbeitung selbstständig innerhalb des Prozesses von der Fachkraft vorgenommen werden kann. Für die Aufarbeitung komplexer Systemelemente (Gasmotor und Generator) werden diese von der Fachkraft in die zuständige Abteilung überführt. Die zur eigenständigen Aufarbeitung aussortierten Altteile werden anschließend gründlich von der Fachkraft mit den dafür vorgesehenen Reinigungsmitteln gereinigt. Dabei werden nur wiederverwendbare Reinigungsutensilien genutzt, die innerhalb eines Kreislaufsystems von einem Dienstleister industriell gereinigt werden. Die gereinigten Bauteile werden erneut geprüft, um Schäden festzustellen (Verschleißerscheinungen, Undichtigkeiten, Rissbildung, Korrosion, Maßhaltigkeit etc.). Nicht als wiederverwendbar eingestufte Systemelemente werden entsorgt bzw. dem Recyclingkreislauf sortengetrennt zugefügt und entsprechende Ersatzteile als Neu- oder aufgearbeitete Altteile aus dem Lager beschafft. Die Gegenstände der eigenständigen Aufbereitung von Altteilen sind hauptsächlich Teilsystemelemente des Hauptaggregats. Anfallende Arbeiten sind u. a. Oberflächenbearbeitung, Lagerwechsel, Abschmieren, Fetten oder Wechsel der Dichtungen. Durch die Integration neuer Systemelemente erfolgt zudem der Umbau und die Anpassung bestimmter Systemelemente (z. B. Bodengruppe) unter Einsatz von subtraktiven Fertigungsverfahren (Bohren, Schleifen etc.).

Bei der Montage von Neuteilen (Abgaswärmetauscher, Kabelbaum, Schaltschrank, Ausdehnungsgefäß etc.) und der Remontage aufgearbeiteter Altteile (Ölpegelgehäuse, Motorwassereintrittsadapter, Abgassammelrohr etc.) an den Rahmen und auf die Bodengruppe werden definierte Einbaureihenfolgen, Einstellungen (z. B. Druckniveau im Ausdehnungsgefäß) und Montageanweisungen (z. B. Anzugsdrehmoment bei Verschraubungen) beachtet und kontextspezifische Hilfsmittel (Schraubensicherung, Montagepaste, Korrosionsschutz etc.) eingesetzt. Für die Modernisierung bzw. das Retrofit werden bestimmte Komponenten gegen solche ausgetauscht, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen (moderne IoT-fähige Steuerung, Gasmotor der neusten Generation, Generator mit höchster Effizienzklasse, Integration einer zuvor fehlenden elektronischen Gasdruckregelung).

Für die abschließende Durchführung der Funktionsprüfung muss durch die Fachkraft die Betriebsbereitschaft der Anlage am Prüfstand hergestellt werden. Dazu wird die Anlage an die Hausinfrastruktur bzw. Hausanschlüsse (Wasser und Gas) angeschlossen, Motoröl und Kühlmittel werden zugeführt und die Funktionsfähigkeit der Kondensatfalle (Wasserbefüllung) wird hergestellt. Zudem wird für die Entlüftung des Leitungssystems gesorgt, um Fehlerquellen durch Lufteinschlüsse zu vermeiden. Zur Analyse der Betriebsparameter wird die Steuerung mit dem Prüfterminal über eine entsprechende Schnittstelle verbunden. Zur repräsentativen Erstellung des Prüfprotokolls fährt die Fachkraft die Anlage für eine definierte Betriebsdauer. Treten Fehlermeldungen aus einem Protokoll von über 50 möglichen Fehlermeldungen auf, muss die Fachkraft in der Lage sein, die Fehlerursache zu finden und die Fehlerbeseitigung gezielt zu planen und umzusetzen. Läuft die Anlage fehlerfrei, bewertet die Fachkraft anhand aufgezeichneter Parameter (Druck, Volumenstrom, Temperaturen, Leistungsaufnahme etc.) die Effizienzsteigerung der Anlage und die Funktionsfähigkeit

einzelner Systemelemente. Entspricht die Leistungsfähigkeit der modernisierten Anlage der aktueller Neuanlagen, wird das BHKW zur zweiten Abnahme an den zuständigen Ingenieur übergeben und die Fertigstellung des Arbeitsauftrags über ein Barcodesystem in das Datenmanagementsystem bestätigt.

**Tabelle 30:** Arbeitsprozessanalyse APA-XI

| **Arbeitsprozessdimensionen** | | |
|---|---|---|
| **Gegenstände der Facharbeit** | **Werkzeuge, Methoden, Arbeitsorganisation** | **Anforderungen an den Arbeitsprozess** |
| **Gegenstände**<br>• Arbeitsauftrag<br>• Modernisierung (Retrofit) einer Bestandsanlage<br>• Aggregate und Systemelemente der Bestandsanlage<br>• Lagerhaltungssystem<br>• Benutzeroberfläche bzw. Steuerung der Anlange<br>• Prüfstand<br>• Fernwirksystem<br>• Betriebs- und Hilfsstoffe<br>• Gebäudeinfrastruktur (Heizungssystem)<br>• Anlageninbetriebnahme<br>• Funktions- und Sicherheitsprüfung | **Werkzeuge**<br>• Standard- und Spezialwerkzeuge<br>• Handhabungssysteme für Motor und Generator<br>• EDV-Laborterminal<br>• Prüfmittel<br>• Reinigungsmittel und -utensilien<br>• Technisches Informations- und Planungssystem<br>**Methoden**<br>• Begutachtung der Altteile mittels subjektiver und objektiver Prüfverfahren<br>• Identifikation veralteter Bauteile<br>• Analyse der Betriebs- und Zustandsparameter über EDV-Prüfterminal<br>• Methoden der zerstörungsfreien Demontage<br>• Montageverfahren<br>• Abfolgeorientierte Montage der Anlagenkomponenten<br>• Einsatz von Betriebsmitteln<br>• Abfolgeorientierte Inbetriebnahme der Anlage<br>**Organisation**<br>• Organisation der Auftragsdurchführung<br>• Arbeitsplatzgestaltung und -ausstattung<br>• Überführung des Hauptaggregats in eine andere Abteilung (weiterführende Aufarbeitung)<br>• Beschaffung von Ersatzteilen, Neuteilen und aufgearbeiteten Altteilen<br>• Beschaffung von Betriebs- und Hilfsstoffen<br>• Entsorgung von Betriebsstoffen<br>• Arbeitsanweisungen und technische Dokumentationen<br>• Prüfabläufe und Übergabe an Ingenieur:in | **Kunde**<br>• Hohe Anlageneffizienz, -lebensdauer und -verfügbarkeit<br>• Ökonomische Modernisierung<br>• Förderfähigkeit der Anlage<br>• Einbettungsmöglichkeit in moderne IT-Umgebungen (IoT/ Vernetzung)<br>**Unternehmen**<br>• Sicherung des Wettbewerbs und des technischen Stands der BHKW<br>• Kosten- und zeiteffiziente Durchführung der Arbeiten<br>• Wiederverwendung von Altteilen<br>• Reduktion von Verschwendung<br>• Abfallvermeidung<br>• Arbeits- und Gesundheitsschutz (Gefahrstoffe, Arbeit im Kontext neuer Anlagenzustände)<br>• Umweltschutz<br>**Fachkraft**<br>• Beherrschung der Aufarbeitung von BHKW<br>• Beherrschung der Modernisierung der BHKW<br>• Treffen ambiguitätstoleranter Entscheidungen hinsichtlich Ökonomie und Ökologie in der Aufarbeitung<br>• Beherrschung einer umfassenden Funktionsprüfung<br>• Sichere Inbetriebnahme der modernisierten Anlage<br>**Gesellschaft**<br>• Mitgestaltung und Entwicklung nachhaltiger Versorgungstechnik<br>• Einhaltung von Arbeitssicherheit, Qualitätsstandards und Umweltschutz<br>• Klimaschutz |

# 7 Teilforschungsfragenbezogene Darlegung und Reflexion empirischer Befunde

„Durch Wissenschaft wird bewiesen, durch Intuition aber entdeckt."
Thomas Henry Huxley

In diesem Kapitel wird mit weiterführenden Forschungsergebnissen an die dargelegten Ergebnisse aus den Fallstudienbeschreibungen angeknüpft. Zur Übersichtlichkeit werden die Forschungsergebnisse direkt im Anschluss der jeweiligen Abschnitte interpretiert und reflektiert. Abschnitt 7.1 und Abschnitt 7.2 enden jeweils mit einer Zusammenfassung der subsumierten Forschungsergebnisse. Die Ergebnisdiskussion erfolgt dabei unter Berücksichtigung der aufgestellten Teilforschungsfragen aus Abschnitt 1.3.

## 7.1 Nachhaltige Entwicklung von Arbeitswelt und Facharbeit

Gegenstand der Ergebnisdarstellung im vorliegenden Abschnitt ist die nachhaltige Entwicklung der Arbeitswelt und Facharbeit. Neben nachhaltigkeitsorientierten Trends und Entwicklungen in den Unternehmen und in der Facharbeit werden übergeordnete Sinnzusammenhänge und Anforderungen herausgearbeitet, die die Facharbeit in den Unternehmen prägen. Zur Übersichtlichkeit wird nur ein Teil der getroffenen Aussagen abgebildet. Sämtliche Aussagen, auf die sich die nachfolgende Ergebnisdarstellung bezieht, sind in den Extraktionstabellen im Anhang hinterlegt.

### 7.1.1 Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung in Produktionsunternehmen

*„Gerade Nachhaltigkeit wird von unseren Kunden sehr stark eingefordert. Das ist in den letzten Jahren definitiv mehr geworden." (L10)*

Bereits im Jahr 1992 wurde die nachhaltige Entwicklung als grundlegendes normatives Leitprinzip der Staatengemeinschaft politisch anerkannt und in der Agenda 21 verankert. Die Überführung dieses Leitprinzips auf das Wirtschaftssystem mündet letztendlich in eine Neuausrichtung der betrieblichen Strukturen, Prozesse und Strategien entlang der Prinzipien einer gesellschaftlichen Unternehmensverantwortung (CSR), die zu veränderten Anforderungen in der Arbeitswelt führen und bis in die produktive Ebene des Shopfloors reichen.

Die dargelegten Fallstudienbeschreibungen verdeutlichen, dass bei einem Teil der untersuchten Unternehmen das Prinzip Nachhaltigkeit bereits fester Bestandteil des normativen Managements (Unternehmensleitbild, -philosophie, -politik) ist oder

im strategischen Management in Form langfristiger Ziele verankert wurde (vgl. GU-I, GU-II, GU-III, GU-V, KMU-III & KMU-IV). Um ein möglichst umfassendes und detailliertes Bild skizzieren zu können, wurden die Leitungsebene und die produktive Ebene gleichermaßen zur Entwicklung und Relevanz einer CSR im Unternehmen befragt.

Sämtliche Vertreter:innen der Leitungsebene messen der nachhaltigkeitsorientierten Ausrichtung der Unternehmensaktivitäten eine hohe Relevanz bei, um die angestrebten Unternehmensziele langfristig verfolgen zu können und veränderten Anforderungen bereits jetzt und zukünftig zu begegnen (u. a. L1, L2, L4, L5, L6, L7, L8, L9 & L10):

> „Nachhaltigkeit ist ein wichtiges Thema bei uns. Auch, weil wir uns sehr viel mit Energieverbräuchen auseinandersetzen. In der Unternehmensgruppe wird zunehmend auch auf regenerative Energien gesetzt wie z. B. bei der Produktion der Wellpappe. Da kommt auch Solarenergie zum Einsatz. Auch setzen wir energieeffiziente Maschinen ein oder beschaffen diese." (L3)

Anhand eines Fallunternehmens, das auf die Herstellung von BHKW spezialisiert ist (KMU-IV) wird deutlich, dass Nachhaltigkeit eine Relevanz entlang des gesamten Produktlebenszyklus einnimmt und somit Anforderungen an die Beschaffung, Entwicklung, Produktion, Nutzung, den Service und die Entsorgung bzw. Kreislaufrückführung der BHKW stellt. Die Unternehmensleitung verweist dabei auf positive Effekte für das Unternehmen, den Kunden und die Umwelt:

> „Also wir haben in Sachen Nachhaltigkeit speziell bei der Produktlebensdauer und bei den Wartungszyklen angesetzt. Zunächst haben wir aber auch unsere Lieferkette optimiert. Setzen also auf regionale Lieferanten. Dann achten wir schon bei der Entwicklung auf die Lebensdauer der Teile. Wir versuchen, möglichst langlebige Teile einzusetzen. Z. B. ist es so, dass ein Motor bei uns im Blockheizkraftwerk erst nach 6000 Stunden seine erste Wartung bekommt. Das wäre bei einem Pkw ca. umgerechnet bei 360.000 Kilometern. Jeder Einsatz unser Servicetechniker erfordert natürlich auch Fahrkilometer und das ist ja wieder nicht besonders nachhaltig, wenn die Anlage oft angefahren werden muss, weil sie kurze Wartungsintervalle hat oder störungsanfällig ist. Das ist also ein wesentliches Ziel, die Anlagen so langlebig wie möglich zu machen, damit die Wartungsintervalle möglichst lang sind. Wir nutzen Motoren, die schon auf eine längere Standzeit ausgelegt sind und auch speziell für den Betrieb mit Erdgas oder Biogasen funktionieren. Inzwischen sind wir in der Lage, die Motoren der BHKW wiederaufzuarbeiten, um ihnen damit noch mal einen Einsatz im BHKW zuzumuten. Da denken wir, dass dies ein sehr nachhaltiger Ansatz ist, der sowohl lohnenswert für die Umwelt als auch für uns und für unsere Kunden ist. Also da gewinnen alle dran, wenn man so was entwickelt." (L9)

Bzgl. der Entwicklung und Verankerung einer CSR in den Unternehmen lässt sich dabei ein Trend in den untersuchten Fallunternehmen feststellen. Sämtliche Antworten weisen darauf hin, dass Nachhaltigkeit eine umfassende Bedeutungszunahme in der Unternehmensausrichtung erfahren hat (u. a. L2, L3, L5, L6, L7, L9 & L10):

„Seit zwei Jahren hat das Thema richtig an Fahrt aufgenommen. Besonders durch die C2C-Zertifizierung. Das ist natürlich auch kundenwirksam. Durch die aktuellen Gesetzgebungen ist zudem auch das Thema ganz oben im Unternehmen aufgeschlagen. Wir haben nun auch einen zentralen Nachhaltigkeitssprecher und Verantwortlichen, der im Vorstand angesiedelt ist. Die Wichtigkeit nimmt deutlich zu! Nachhaltigkeit zieht sich komplett durch die Organisation. Vor ein paar Jahren noch belächelt, aber die Perspektive hat sich komplett geändert." (L1)

„Definitiv. Wir sind seit fünf bis sechs Jahren beim Ökoprofit-Club Mitglied. Das hat das Thema Nachhaltigkeit nochmals verstärkt und wir arbeiten an der Thematik und versuchen, die Mitarbeiter neuerdings auch mit unseren Info-Boards mit Öko-Tipps für die Arbeit im Unternehmen und für zu Hause zu versorgen. Das Bewusstsein für Nachhaltigkeit und Umweltschutz hat definitiv zugenommen. Alle Prozesse, die erneuert werden, wo neu investiert wird, wo neue Maschinen eingesetzt werden oder im Gebäude Investitionen getätigt werden – immer unter dem Aspekt des Umweltschutzes und der Nachhaltigkeit." (L8)

„Ja, was die Ressourcenschonung und Materialeinsparung angeht, definitiv. Da haben wir ganz massiv gerade im letzten Jahr den Ausschuss reduziert, den Materialeinsatz reduziert, entsprechende Verfahren hinterfragt." (L4)

Die nachhaltige Ausrichtung der Unternehmen lässt sich auf unterschiedliche Treiber zurückführen, die entweder durch regulatorische Veränderungen oder gesellschaftliche Erwartungshaltungen begründet sind (*externe Faktoren*) oder von den Unternehmen selbst ausgehen und auf innovative Entwicklungsperspektiven abzielen sowie dem betrieblichen Risikomanagement dienen (*interne Faktoren*). Hervorzuheben ist, dass die gesamte Leitungsebene Nachhaltigkeit insgesamt als Chance für die eigene Unternehmensentwicklung bewertet (vgl. L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9 & L10). Als besonders relevant wird die Verfolgung von Synergieeffekten zwischen der ökonomischen und ökologischen Dimension eingestuft, womit ebenso die Generierung neuer Absatzmärkte und die Produktplatzierung einen bedeutsamen Anreiz zur nachhaltigen Unternehmensausrichtung darstellen (u. a. L2, L4, L5, L7 & L8):

„Ich sehe eher Chancen. Wenn wir ehrlich sind, hat Nachhaltigkeit auch etwas mit Wirtschaftlichkeit zu tun. In der Regel ist es so, dass man meist auch gleichzeitig Energie spart. Das ist auch nachhaltig für den Geldbeutel." (L3)

„Wenn wir Geld sparen wollen, hat das zum Teil auch positive Auswirkungen auf die Umweltaspekte des Unternehmens. Bspw. Heizöl sparen oder das Thema mit den Stromspitzen, das ist auch immer ein wirtschaftliches Thema." (L7)

„Also gegenüber den derzeitigen Technologien, die am Markt verfügbar sind, sind wir davon überzeugt, dass wir auch mit unserem Projekt zum Power-to-Gas-Ansatz zukünftig unsere sehr gute Infrastruktur in Deutschland nutzen können." (L9)

„Gerade Nachhaltigkeit wird von unseren Kunden sehr stark eingefordert. Das ist in den letzten Jahren definitiv mehr geworden. Also ganz klar das Thema Energieaudits für das Energiemanagement. Das ist natürlich verstärkt auch in den Kern bei uns gerutscht. Insbesondere die Leckageortung und Leckagebeseitigung." (L10)

CSR wird zudem als relevanter Faktor für den Reputationsaufbau bei Stakeholdern, für die Steigerung der Arbeitnehmerattraktivität und für die Gewinnung von Auszubildenden bewertet:

> „Es ist natürlich auch ein Thema für das Marketing. Selbst wenn es keine direkten monetären Effekte hat, kann es indirekte monetäre Effekte haben." (L7)

> „Da setzt man ganz früh an. Wir demonstrieren in den Schulen unsere Aktivitäten. Die Schüler von heute sind die Azubis von morgen. Da muss man was machen, auch fürs Image." (L2)

> „Ein Kollege von mir ist Berufsschullehrer, mit dem haben wir auch schon Projekte gemacht. Die sind auch häufig hier, um Kreislaufprozesse kennenzulernen. Wir machen auch natürlich Werbung damit im Bereich Nachhaltigkeit und wollen gleichzeitig auch die Auszubildenden für Arbeit in diesem Bereich motivieren." (L1)

Mit der nachhaltigen Entwicklung werden gleichwohl aber auch Herausforderungen verbunden, die die Unternehmen vor veränderte rechtliche und ökonomische Anforderungen stellen:

> „Momentan haben wir immer mehr Vorgaben. Aus Deutschland und der EU. Und das Thema Nachhaltigkeit und Umweltschutz spielt in der Arzneimittelindustrie gefühlt noch nicht so eine Rolle wie in anderen Branchen. Das macht es zum Teil auch unübersichtlicher für uns. Erstes Gebot in der Arzneimittelindustrie ist immer Patientensicherheit. Umweltschutz ist dann eher untergeordnet. Wir versuchen aus Überzeugung, nachhaltig zu sein, Auflagen machen es nicht immer einfach." (L8)

> „Also wir haben sehr viele Risiken durch den Gesetzgebungsprozess. Der Strommarkt ist mehr als überreguliert und auch intransparent für unsere Kunden, die Kraftwärmekopplung betreiben wollen. Unsere Hauptrisiken und auch unsere Arbeitsplätze hängen zum Teil einfach mit an der Gesetzgebung, wo wir sagen müssen – absolut unkalkulierbar." (L9)

> „In vielen Ländern, in denen wir liefern, wird immer mehr Wert auf den Schutz der Umwelt gelegt. Wir können das schriftlich nachweisen. Immer mehr andere Standorte von unserem Unternehmen fangen ebenfalls an, nach C2C zu zertifizieren. Natürlich ist das auch ein nicht unerheblicher Kostenfaktor." (L1)

Interessant ist dabei der Umstand, dass aufgrund von Lieferantenverhältnissen auch in den KMU veränderte Anforderungen entstehen:

> „Auch aus wirtschaftlichen und politischen Gründen. Es wird auch immer öfter angefragt, ob wir bestimmte Zertifikate vorweisen können und zertifiziert sind. Kommt immer öfter vor." (L6)

Die Aussagen decken sich zum Teil inhaltlich und perspektivisch mit den Aussagen der befragten Fachkräfte, die u. a. auch an der Umsetzung nachhaltigkeitsorientierter Managementsysteme wie dem Energiemanagement beteiligt sind (u. a. F2, F7 & F8). Eine Servicefachkraft beschreibt die zunehmende Bedeutung einer nachhaltigen Un-

ternehmensaufstellung ebenfalls durch veränderte Stakeholder-Anforderungen in Form eingeforderter Zertifizierungen:

> „Es geht ja allein schon mit den ganzen Zertifizierungen los. Viele größere Unternehmen sind ja schon so weit, dass sie bei ihren Zulieferern und Dienstleistern gewisse Zertifizierungen voraussetzen. Bei anderen kann man schon eine Tendenz erkennen, dass eine Zertifizierung wohlwollend gesehen wird." (F10)

Die Aussage der Fachkraft unterstreicht den Umstand, dass mit der Einführung der CSR-Berichtspflicht Auswirkungen auf die gesamte Lieferkette entstanden sind. Als Folge werden u. a. von den Originalausrüstungsherstellern (engl. Original Equipment Manufacturer, kurz: OEM) Rechenschaften von den Zulieferunternehmen eingefordert, womit Anforderungen zur nachhaltigen Ausrichtung und transparenten Berichterstattung zunehmend auch an KMU gestellt werden.

Nicht nur die Leitungsebene misst einer CSR eine hohe Relevanz bei, sondern auch ein Teil der Fachkräfte beschreibt die Bedeutsamkeit einer nachhaltigen Ausrichtung für die Prosperität des Unternehmens und für die Ausübung der eigenen Facharbeit (u. a. F12):

> „Ja, das ist ein sehr großes Thema. Nachhaltigkeit ist für uns auch Energie sparen, Ressourcen sparen oder bspw. die Anlagen und Maschinen so zu reparieren, dass sie auch wieder lange laufen." und weiter „Alles, was einen energieeffizienten Betrieb auszeichnet, kann man auch an den Kunden weitergeben. Dafür gibt es ja überall Zertifizierungen. Damit der Kunde sieht, dass das Unternehmen besonders nachhaltig ist und sich um den Umweltschutz kümmert. Das ist natürlich wichtig für die Kunden, um zu sehen, wie wir arbeiten. Das wird immer mehr werden." (F5)

> „Man muss die Mitarbeiter halt davon überzeugen, dass es auch schlechter für sie selbst ist, wenn man gewisse Sachen [betriebliche Nachhaltigkeitsziele] halt nicht erreicht." (F9)

Eine Servicefachkraft, die durch den Außendienst vielfältige Einblicke in die Modernisierung betrieblicher Produktionsstrukturen in einem breiten Kundenstamm aufweist, beschreibt die Zunahme an nachhaltigkeitsgeprägten Arbeitsaufgaben durch die gestiegene Bedeutsamkeit einer nachhaltigen Infrastruktur in den produzierenden Unternehmen:

> „Es wird immer mehr drauf geachtet. Früher hat es eigentlich keinen interessiert. Aber mittlerweile ist es wirklich das A und O. Früher hat man gesagt, da hinten steht ein Kompressor, der interessiert mich nicht weiter. Aber mittlerweile sind die Kunden sensibilisiert auf das Thema. Auch was Gefahrstoffe angeht und wie man Energiekosten sparen kann. Das kommt immer mehr." (F11)

### Reflexion der empirischen Befunde

Nachhaltigkeit ist zu einem zunehmend relevanten Faktor in der strategischen und auch normativen Ausrichtung der Fallunternehmen avanciert. Die Ergebnisse unterstreichen die dargelegte Einschätzung, dass Nachhaltigkeit zu den „Megatrends" im Wirtschaftssystem zählt (vgl. Biebeler et al. 2020, S. 7). Die Bedeutungszunahme wird

anhand eines relativ kurzen Zeitraumes angegeben. Nachhaltigkeit stellt dabei einen bedeutsamen Faktor in der Unternehmensentwicklung dar. Insgesamt werden mit einer nachhaltigen Entwicklung der Unternehmen deutlich mehr Chancen als Risiken verbunden, die sich nicht zuletzt durch Synergieeffekte zwischen der ökologischen und ökonomischen Dimension begründen von denen die Unternehmensvertreter:innen einen „Business Case for Sustainability" erwarten (vgl. Abschn. 2.2.4; vgl. Schaltegger & Lüdeke-Freund 2012, S. 2).

Zu den Treibern einer nachhaltigen Unternehmensentwicklung zählen in den untersuchten Unternehmen neben wettbewerbsorientierten und regulativen Faktoren ebenso technologische und beschäftigungsorientierte Faktoren. Aus den getroffenen Aussagen lassen sich insgesamt vier zentrale Treiber ableiten, die die Bedeutsamkeit einer nachhaltigen Entwicklung der Unternehmen und Arbeitswelt hervorheben:

- **Wettbewerbsorientierte Faktoren**
  (Kosteneinsparungen, Absatzmärkte, Reputation)
- **Beschäftigungsorientierte Faktoren**
  (Motivation, Arbeitsplatzsicherung, Gewinnung Auszubildende)
- **Technologische Faktoren**
  (Umwelttechnologien, energieeffiziente Technologien)
- **Regulative Faktoren**
  (Stakeholder-Anforderungen, Gesetze und Verordnungen)

Die Gegenüberstellung dieser Faktoren mit den dargestellten Treibern aus den theoretischen Grundlagen der betrieblich-institutionellen Rahmung verdeutlicht, dass neben den wettbewerbsorientierten und regulativen Faktoren zusätzlich beschäftigungsorientierte und technologische Faktoren als bedeutsame Treiber zur Umsetzung betrieblicher Nachhaltigkeitsaktivitäten in den untersuchten Fallunternehmen gewertet werden (vgl. Abschn. 2.2.4). Die angeführte Bedeutung von Nachhaltigkeit bei der Gewinnung von Auszubildenden lässt zudem darauf schließen, dass von einem adressierbaren und damit vorhandenen Nachhaltigkeitsbewusstsein bei den potenziellen Auszubildenden ausgegangen wird, das im Rahmen des betrieblichen Personalmanagements zu berücksichtigen ist.

### 7.1.2 Facharbeit als Bedingungsfaktor für eine nachhaltige Unternehmensentwicklung

*„Also da brauchen wir uns nichts vormachen. Ohne die Facharbeiter – und zwar die gut ausgebildeten Facharbeiter – geht es nicht." (L10)*

Vielfältige Innovationen und Ansätze einer CSR aus den dargelegten Fallstudienbeschreibungen sind auf der betrieblichen Ebene des Shopfloors zu verorten. Um entsprechende Aussagen über die Bedeutsamkeit von Facharbeit für die nachhaltige Unternehmensentwicklung treffen zu können, wurde dazu die leitende Ebene befragt.

Alle Vertreter:innen der Leitungsebene bewerten Facharbeit kategorisch als Notwendigkeit und zugleich als Potenzial für die Etablierung und Verstetigung nachhaltiger Strukturen im Unternehmen. Die Aussagen verdeutlichen, dass die Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte durch Facharbeit weit über die alleinige die Herstellung von nachhaltigen Produkten hinausgeht und ebenso in den Produktions- und Unterstützungsprozessen selbst erfolgt. So wird die ressourcenschonende Bedienung, Instandhaltung und Optimierung der Produktions- und Versorgungsanlagen als relevanter Faktor einer gelingenden CSR geschildert (u. a. L1, L2, L5, L6, L7, L8, L9 & L10):

> „Ohne geht es nicht. Insofern muss man sagen, dass wir keine Schraubenschlüssel in die Hand nehmen. Dies ist aber auch erforderlich, um unsere Nachhaltigkeitsziele zu erreichen." (L3)

> „Unabdingbar. Ja, weil die eben genau die ausführenden Instanzen sind, die Instanzen direkt mit der Hand an der Maschine, mit der Hand am Personal und am Produkt. Und das ist ja auch so, dass man diese Personen sogar immer weiter qualifiziert, immer weiter motiviert, immer weiter verbessert, um eben auch das Produkt, die Anlage usw. immer mehr zu optimieren." (L4)

Die Umsetzung relevanter Prinzipien einer CSR erfolgt nicht nur in berufstypischen Arbeitsprozessen selbst, sondern auch über partizipative betriebliche Optimierungssysteme (vgl. GU-I, GU-II, GU-III, GU-IV, GU-V, KMU-I, KMU-II & KMU-III). Als bedeutsame Hebel für die nachhaltige Entwicklung gelten vorrangig heterogene Arbeitsgruppen aus dem kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) und das betriebliche Vorschlagswesen (BVW). Beide Optimierungssysteme sind Bestandteile des betrieblichen Ideenmanagements, das die Expertise und die Erfahrungen der Fachkräfte geradezu voraussetzt:

> „Also vieles machen natürlich unsere eigenen Leute vor Ort und wird nicht an Fremdfirmen vergeben. Wir haben Arbeitsgruppen und Möglichkeiten, um Verbesserungsvorschläge einzureichen. Die Schließung einiger Wasserkreisläufe im Unternehmen ist auch aus der Idee eines Mitarbeiters entstanden und wurde umgesetzt." (L1)

> „Wir haben einen Ideenkasten. Die Ideen gehen darüber an uns oder die Mitarbeiter kommen zu uns. Es gibt nichts Schlimmeres für die Fachkräfte, als Ideen einzubringen und es wird sich um diese Ideen nicht gekümmert. Ich schätze die Relevanz der Einbeziehung der Fachkräfte sehr hoch ein und vor allem bei der Abgabe von Ideen. Ohne Ideen der Mitarbeiter schrumpft auch unser Innovationspotenzial." (L8)

> „Wir haben ein Umweltteam, dass sich regelmäßig trifft. Wenn wir Projekte zur Nachhaltigkeitssteigerung umsetzen, dann holen wir auch immer noch die Mitarbeiter aus den betroffenen Bereichen dazu, bilden Teams und versuchen, es gemeinsam umzusetzen." (L8)

> „Bei Neuplanung von Anlagen gibt es dann auch entsprechende Runden, die dann zusammenkommen, entweder schon im Bereich der Vorausplanung von Anlagen, aber auch dann, wenn die Anlage bei der Implementierung dann auch noch getrimmt werden muss auf ihren Output. Da sind dann eben auch die Facharbeiter mit zur Stelle und sagen, wie man das am besten umsetzen könnte." (L4)

Dass die Bearbeitung der Verbesserungsvorschläge im Rahmen des Ideenmanagements allerdings auch einen nicht unerheblichen Kostenfaktor darstellt und insbesondere für KMU mit personellen Herausforderungen einhergeht, wird anhand der folgenden Aussage deutlich:

> „Die Vorschläge direkt aus der Produktion sind insbesondere wichtig. Aber es ist natürlich auch erforderlich, diese Ideen zu managen. Wenn ich drei Personen darauf ansetze, die nur diese Ideen bewerten und prüfen, dann ist das auch ein erheblicher Kostenfaktor. Wir haben natürlich einen hohen Kostendruck durch Konkurrenten." (L6)

Auch wenn in den untersuchten KMU insgesamt deutlich seltener institutionalisierte Optimierungssysteme bestehen, sind Fachkräfte ebenfalls in diesen Unternehmen, wenn auch zumeist niederschwelliger, in betriebliche Optimierungsprozesse eingebunden. In KMU-IV hat bspw. die Begleitung der Fachkräfte auf dem Shopfloor gezeigt, dass erfahrene Fachkräfte die Konstrukteure und Konstrukteurinnen im Entwicklungsprozess beraten, Modifikationen an Versuchsanlagen vornehmen, Bauteile für Prototypen fertigen, neue Bauteile und -gruppen montieren und Testläufe fahren. So werden in dem Fallunternehmen erfahrene Fachkräfte für die Entwicklung und Verbesserung der Produkte ebenfalls in der Entwicklungsabteilung eingesetzt:

> „Also da es sich ja bei unserem Produkt auch um ein nachhaltiges Produkt handelt, sind sie alle [gemeint sind Fachkräfte] unentbehrlich. Wir brauchen unsere Leute, und wir brauchen deren Engagement auch, um eben das zu machen, was wir machen. Absolut erforderlich. Auch ohne, dass wir ein betriebliches Vorschlagswesen haben, hier gibt es genug Gelegenheiten für Mitarbeiter, eben auch direkt was anzusprechen. Es gibt auch sehr weite Spielräume. Speziell auch in der Entwicklungsabteilung. Sich dort schon während der Produktentwicklung einzubringen und solche Aspekte mit zu berücksichtigen. Da werde ich auch oft dann noch mal belehrt, dass es noch besser geht." (L9)

Zudem wird der beruflichen Qualifikation der Fachkräfte ein hoher Stellenwert für die gelingende Etablierung nachhaltigkeitsorientierter Produktionsstrukturen eingeräumt. Ausgebildete Fachkräfte gelten als relevanter Faktor, um die Nachhaltigkeitspotenziale auf dem Shopfloor adäquat heben zu können. Insbesondere die Fachkräfte aus den Instandhaltungsabteilungen werden als „Gatekeeper" für den betrieblichen Transformationsprozess hervorgehoben (u. a. L4 & L10):

> „Ressourcenschonung erfolgt auch durch die richtige Besetzung von Abteilungen mit den richtigen Qualifikationen." (L6)

> „Am wichtigsten sind für uns in diesem Zusammenhang die Instandhalter bzw. die Instandhaltung. Externe haben zum Teil gar nicht die Einblicke in unsere Anlagen, die doch sehr komplex sind. Unsere Fachkräfte kennen diese Anlagen seit Jahren und führen tägliche Arbeiten daran durch. Die Aufrechterhaltung einer hohen Effizienz der Anlagen, dafür brauchen wir unsere erfahrenen Fachkräfte. Unser eigenes Personal. Neue Technologien kommen eher aus der mittleren oder leitenden Ebene. Die Implementierung und die Inbetriebnahme, da sind natürlich unsere Fachkräfte wieder dabei. Das sind dann immer größere Projekte, die wir haben. Wie der Austausch der Pressenpartie. Das war ein sehr großes Projekt. Das wird angeliefert und dann wird das mit externen und eigenen

> Mitarbeitern ausgetauscht. Ist aber auch projektabhängig. Viel machen wir auch selber. Unsere Instandhalter wollen wir nur ungern outsourcen." (L3)

> „Unsere Mitarbeiter und auch die gut ausgebildeten Vorarbeiter spielen eine wesentliche Rolle. Bei komplizierten Maschinen und natürlich auch in der Wartung und Instandhaltung, da müssen die Fachkräfte einfach eine Ausbildung haben. Auch bei gefährlicheren Arbeiten kommen nur Personen mit einer entsprechenden Ausbildung zum Einsatz. Wir können nicht alles 100 % sicher gestalten. Häufig haben die dahingehend auch einfach ein besseres Bewusstsein als welche ohne Ausbildung aus dem Bereich. Wir haben auch angelernte Mitarbeiter, aber bei anspruchsvollen Dingen ist das meist wenig effizient. Die sind dann auch einfach schnell überfordert. Z. B. bei der Sortierung von Teilen. Man denkt, es ist eine dreckige und einfache Arbeit, aber man braucht gerade dort Erfahrung und gute Leute mit der Bereitschaft, in diesem dreckigen Bereich zu arbeiten, damit noch zu rettende Bauteile erkannt und in die Aufarbeitung und nicht in den Schrott wandern." (L1).

> „Bei der Schonung von Material und Energie sind alle unsere Fachkräfte sensibilisiert und es wird weitestgehend auch von allen umgesetzt. Wir versuchen auch; möglichst alles selbst zu reparieren, und da sind unsere Instandhalter an erster Stelle. Allen ist klar, dass bei nicht fachgerechter Nutzung der Anlagen Schäden entstehen, Produktionsstillstände entstehen können und sich dies negativ auf unsere Bilanzen auswirkt. Unsere Fachkräfte sind so geschult und befugt, dass sie erst mal selbst die Probleme lösen können und sollen. Wenn es nicht funktioniert, kommen unsere Instandhalter, und wenn die dann an ihre Grenzen kommen, dann werden Externe beauftragt." (L8)

Fachkräfte werden zudem als Mitglied einer betrieblichen Wertegemeinschaft begriffen. Damit geht die Erwartungshaltung einher dass Fachkräfte als Teil der Praxisgemeinschaft eine Werthaltung aufweisen die mit den betrieblichen Nachhaltigkeitszielen und den Unternehmensleitbildern im Einklang steht.

> „Sehr wichtig [Relevanz der Fachkräfte für das Gelingen einer CSR]. Sie müssen auch diese Denkstruktur tragen. Dafür musst du auch nicht studiert haben. Das ist eine Grundhaltung. Wir müssen aber auch eine Vorbildfunktion haben und das Thema vorantreiben. Die Umsetzung allerdings erfolgt ja letztendlich in der Produktion vor allem auch durch die Fachkräfte. Da hat dann jeder mitzumachen." (L7)

> „Die sind dafür verantwortlich, dass die Ziele umgesetzt werden. Ich sag immer: Das ist nicht alleine mein Ziel. Ich bin mit zuständig, aber jeder ist in der Verantwortung, seinen Anteil zu leisten, um die Ziele zu erreichen. Das fängt bei der Müllsortierung an. Das ist ganz klein, aber es ist ganz wichtig. Das ist etwas, was wir immer wieder schulen müssen und wo jeder Mitarbeiter seinen Anteil leisten kann." (L2)

### Reflexion der empirischen Befunde

Als übergeordnete Kategorien für die Beeinflussung von produktionsbezogenen Nachhaltigkeitsaspekten wurden vorrangig die reziproken Entitäten Technik, Organisation und Mitarbeiter:innen identifiziert (vgl. Abschn. 2.2.3; vgl. Mertineit 2009, S. 9; vgl. Ansari & Wulf 2014, S. 691; vgl. Loebe & Severing 2014, S. 8).

Die Umsetzung und Mitgestaltung von produktionsbezogenen Nachhaltigkeitsaspekten im Rahmen von Facharbeit werden als ein bedeutsamer Bedingungsfaktor für die nachhaltige Unternehmensausrichtung bewertet. Insbesondere beruflich quali-

fizierten Fachkräften wird eine herausragende Rolle für den innerbetrieblichen Transformationsprozess attestiert. Dies stützt den Standpunkt, dass eine BBNE das Potenzial hat, die Geschäftsmodelle einer unternehmerischen Gesellschaftsverantwortung (CSR) mit der Kompetenz- und Persönlichkeitsentwicklung der Fachkräfte zusammenzuführen (vgl. Abschn. 2.3.1.2; vgl. Rebmann & Schlömer 2020, S. 325). Deutlich wird zudem, dass die Produzentenverantwortung (vgl. Abschn. 3.1.6) nicht alleine von der Leitungsebene getragen, sondern von Entscheidungsträgern und Entscheidungsträgerinnen ebenso auf die Fachkräfte mit übertragen wird.

Den Abteilungen im Unternehmen wird ein unterschiedlicher Stellenwert bei der Etablierung nachhaltiger Produktionsstrukturen und -prozesse beigemessen. Insbesondere Fachkräften aus der betrieblichen Instandhaltungsabteilung wird die Rolle als „Gatekeeper" zugesprochen. Sie können Produktionsanlagen bedienen und führen Anlagenoptimierungen zur Verringerung von energie- und materialintensiven Verschwendungen und Verlusten durch, integrieren neue umweltverträgliche Technologien oder substituieren gefährdende Betriebsstoffe und ineffiziente technische Systeme in Produktions- und Versorgungsprozessen. Sie haben zumeist aufgrund des umfangreichen Aufgabenbereiches ein Überblickswissen über die gesamte Produktion, um produktions- und damit prozessbezogene Zusammenhänge und Abhängigkeiten erschließen zu können (vgl. Abschn. 7.2.1.4).

Um produktionsnahe Nachhaltigkeitspotenziale koordiniert in den Betrieben zu heben, werden von Großunternehmen institutionalisierte und partizipative Optimierungssysteme eingesetzt, in denen Fachkräfte ihre berufsfachliche und arbeitsorganisatorische Expertise einbringen können, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte abseits der typischen Arbeitsprozesse zu erzielen. Durch den Einsatz partizipativer Optimierungssysteme wird somit der als entscheidend betrachtete Handlungsspielraum zur Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte für die Fachkräfte vergrößert und institutionalisierte Partizipationsstrukturen gegenüber den Fachkräften werden angeboten, in denen freiwillig die nachhaltige Entwicklung des Unternehmens mitgestaltet werden kann (vgl. Abschn. 3.2.4.4). In KMU erfolgt die Nutzung des Ideenpotenzials zumeist niederschwelliger, wenn auch mit gleicher Absicht.

### 7.1.3 Grüne Berufsakzentuierung der industriellen Metallberufe

*„Die Tendenz Umweltschutz und Nachhaltigkeit und die Kompetenzen dafür, die sind gestiegen." (F5)*

Mit dem Transformationsprozess zum Umbau des kohlenstoffbasierten Wirtschaftssystems hin zu einer Green Economy wird nicht nur eine tiefgreifende Veränderung des vorherrschenden Technologieeinsatzes verbunden, sondern auch ein qualitativer und quantitativer Wandel in der Arbeitswelt (vgl. Graf & Reuter 2017, S. IV ff.). Damit einhergehend werden die Zunahme neuer grüner Berufe (engl. Green Jobs) und die

grüne Akzentuierung bestehender originärer Berufe (engl. Greening Jobs) prognostiziert (vgl. ebd., S. 52).

Mit der Untersuchung des „Greenings" industrieller Metallberufe richtete sich das Forschungsinteresse auf die wahrgenommene Zunahme nachhaltiger Bezugspunkte in der Domäne der befragten Fachkräfte. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde deshalb untersucht, ob zum einen eine derartige Nuancierung in der untersuchten Facharbeit festzustellen ist, und zum anderen, wie sich diese in der Domäne und in den vorzufindenden Sinn- und Sachzusammenhängen äußert.

Die überwiegende Mehrheit der Fachkräfte beschreibt explizit die Zunahme nachhaltigkeitsbezogener Bezugspunkte in der Ausübung und Organisation der eigenen Facharbeit (u. a. F1, F3, F5, F7, F8, F9, F10, F11 & F12). Dieser zentrale Befund wird insbesondere in der pointierten Aussage einer Fachkraft deutlich:

> „Die Tendenz Umweltschutz und Nachhaltigkeit und die Kompetenzen dafür, die sind gestiegen." (F5)

Zur Übersichtlichkeit werden weiterführende Aussagen zur grünen Berufsakzentuierung nachfolgend differenziert dargestellt.

### Berufliche Arbeitsaufgaben, Arbeitsprozesse und Arbeitsgegenstände

Weitestgehend offenkundig zeigt sich eine grüne Berufsakzentuierung in der Ausrichtung der Arbeitsaufgaben und der dazugehörigen Arbeitsprozesse und -gegenstände. Die von den befragten Fachkräften geschilderte Zunahme der nachhaltigkeitsorientierten Arbeitsprozesse bezieht sich vorwiegend auf Arbeitsaufgaben, die dem energieeffizienten, sicheren, langlebigen und verbrauchsarmen Betrieb von Produktionsanlagen sowie der Sicherstellung einer hohen Material- und Energieeffizienz von Produktions- bzw. Verfahrensprozessen dienen. Deutlich wird dies durch die Schilderung einer Fachkraft, die hauptsächlich für den energieeffizienten Betrieb der betrieblichen Versorgungsanlagen verantwortlich ist:

> „Wie du auch schon gesehen hast, bin ich jetzt hauptsächlich für die Energieeffizienz zuständig. Mache Dampfversorgung, Druckluftversorgung, RLT-Anlagen, die ganzen Kühlanlagen für Eiswasser und die Kühlhäuser. Das ist eigentlich hauptsächlich mein Arbeitsbereich. Zu dem kommt ja sowieso noch die Instandsetzung der ganzen Pumpen, Ventile und Plattenapparate." (F5)

Die neuartigen Arbeitsaufgabenstellungen, sind betriebsintern in sogenannte „Energierundgänge" eingebettet und wurden mit der Einführung des betrieblichen Energiemanagementsystems eingeführt. In diesem Kontext verdeutlicht die Fachkraft zudem die Bedeutung der Facharbeit im Zusammenhang mit den nachhaltigkeitsbezogenen Managementsystemen:

> „Also es gibt hier viele Sachen, nach denen wir auch zertifiziert werden. Unser Kessel z. B. ist wichtig im Kontext der DIN 50001 [Energiemanagement]. Weil er ein energiesparender Kessel ist und wir den so optimiert und in Betrieb haben, dass er energieeffizient ist." (F5)

Während der Betriebserkundung wurden in diesem Zusammenhang durch den Kesselwärter durchgeführte Arbeiten zur Optimierung der Prozess- oder Steuerabläufe, Installationen zur Erhöhung der Kondensatrücklaufrate (Kreislaufführung), Isolationsarbeiten an der Verrohrung, die Nachrüstung eines Economisers bzw. Rekuperators (Wärmerückgewinnung) und turnusabhängige Inspektionsarbeiten (Bewertung der Betriebsparameter, Identifikation von Isolationsdefiziten etc.) angeführt.

Ebenso erfahren Druckluftsysteme als Querschnittstechnologie und Druckluft als Energieträger und Steuermedium mit einem hohen Energieverbrauch eine zunehmende Relevanz im CSR-Management und im Kontext der Facharbeit (u. a. F2, F5, F10 & F12):

> „Einmal im Monat müssen wir uns ausschließlich mit Luftleckagen beschäftigen. Ist schon ein ziemlich großes Thema bei uns geworden. Luft ist ein sehr wichtiges Thema, da geht man fast noch zu wenig drauf ein“ und weiter „Ansonsten bekommen wir für Maschinen und Anlagen auch immer mal wieder Einweisungen. Bspw. für die neue energieeffiziente Druckluftanlage.“ (F3)

> „Was jetzt immer mehr kommt, sind Druckluftaudits und die Leckagebeseitigung. Da werden auch die Kunden immer sensibler. Auch wenn sie nicht so große Kompressoranlagen haben“ und weiter „Das kommt immer mehr, dass du zusätzlich mit Wärmetauschern arbeitest, um dann die Abwärme noch zu nutzen. Da musst du dann auch noch mit Lüftungskanälen arbeiten. Wir auch immer mehr.“ (F11)

Auch Arbeitsaufgaben zur Aufarbeitung und Um- und Nachrüstung (engl. Retrofit) von Bestands- und Altanlagen rücken verstärkt in den Fokus der Facharbeit. Während ein Befragter nicht nur Blockheizkraftwerke montiert, sondern diese durch die Erweiterung der betrieblichen Serviceleistungen zusätzlich aufarbeitet und nachrüstet (vgl. KMU-IV), beschreiben Fachkräfte anderer Unternehmen in situativen Expertengesprächen den zunehmenden Stellenwert der Aufarbeitung von Altteilen zur internen Wiederverwendung (vgl. GU-II, GU-III). Die zugenommene Relevanz der Arbeitsaufgaben zur Aufarbeitung oder Um- und Nachrüstung wird u. a. auch durch die folgende Aussage untermauert:

> „Alte Motoren auf neue Motoren umrüsten, die permanent laufen. Das haben wir ganz oft, […] wir haben jetzt einen alten Motor, der 20 Jahre alt ist, der schon einige Male überholt worden ist. Und dann muss man sich langsam überlegen, ob es sich das Aufarbeiten noch lohnt oder man gegen einen energieeffizienten Motor austauscht. Der läuft 365 Tage im Jahr. Wenn wir einen Motor einbauen, der über das Jahr gesehen zwei, drei Prozent weniger Strom braucht, ist das über das Jahr gesehen ein ganzer Haufen. Erst recht, wenn der 24 Stunden am Tag läuft. Solche Sachen werden hier natürlich immer mehr, das wird hier ganz hochgeschrieben.“ (F5)

Um- und Nachrüstarbeiten zur Optimierung der Material- und Energieeffizienz erfolgen dabei nicht nur vereinzelt an Querschnittstechnologien, sondern auch an Produktionsanlagen:

> „Unsere Anlagen werden ja immer wieder neuer gebaut oder umgebaut, weil die Effizienz nicht mehr gegeben ist." (F5)

Eine weitere Fachkraft beschreibt die Bedeutung der Aufarbeitungsaufgaben wie folgt:

> „Ich bin seit 27 Jahren hier. Im Gegensatz zum Anfang sind die Aufgaben im Bereich Aufarbeitung immer mehr geworden. Auch die Aufarbeitung ist vielfältiger und anspruchsvoller geworden. Verschiedene Typen, Varianten, die aufgearbeitet werden müssen. Ganz klar geht die Kurve deutlich nach oben." (F12)

### Anforderungen

Durch die aktive Einbindung der Fachkräfte in unterschiedliche Ziele und Projekte des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements entstehen neue Anforderungen an die Facharbeit. Mit gesetzlichen Anforderungen wie der europäischen Richtlinie 2012/27/EU (Energieeffizienzrichtlinie)[52] gewinnt das systematische Nachhaltigkeitsmanagement an Bedeutung und wird insbesondere in Großunternehmen durch die Einführung nachhaltigkeitsorientierter Managementsysteme wie dem Energiemanagement realisiert. Die Analyse der Umwelt- und Energiemanagementsysteme und deren Standards gibt darüber Aufschluss, dass die erfolgreiche Zertifizierung der eingesetzten Managementsysteme die aktive Einbindung „aller Mitarbeiter:innen" erfordert (vgl. DIN EN ISO 50001:2018, S. 32), womit ebenfalls Anforderungen an die Facharbeit einhergehen. Die Schilderungen zweier Fachkräfte unterstreichen zum einen den Einfluss der Zertifizierungen auf die Facharbeit und zum anderen die aktive Einbindung von Fachkräften in die Verstetigung nachhaltigkeitsrelevanter Managementsysteme (Energie-, Umwelt-, Arbeitsschutz-, Qualitätsmanagement):

> „Allein aus dieser Historie der zunehmenden Zertifizierungen entsteht mehr Arbeit, aber auch ein breiteres Aufgabenspektrum. Das sind wesentlich mehr Punkte, die teilweise dokumentiert werden müssen, die teilweise mit berücksichtig werden müssen." (F10)

> „Ja, wir machen einmal im Jahr Schulungen vom IMS [Integriertes Managementsystem] aus. Da sind genau Themen wie Energie-, Materialverbrauch und Recycling drin. Das brauchen die auch für die Zertifizierungen. Teil ist, dass auch die Mitarbeiter aktiv mit eingebunden werden." (F3)

In einem Fallunternehmen wurde von den Verantwortlichen des IMS (Integriertes Managementsystem) ein Projekt initiiert, um sämtliche Gefahrstoffe in der Produktion nach Möglichkeit durch verträgliche Substitute zu ersetzen:

52 Mit der Richtlinie 2012/27/EU (Energieeffizienzrichtlinie, engl. Energy Efficiency Directive, kurz: EED) soll globalen Herausforderungen wie der Abhängigkeit von Energieimporten, der Verknappung von Energieressourcen und dem Klimawandel begegnet werden (vgl. Richtlinie 2012/27/EU 2012, S. 1). Mit der Überführung in deutsches Recht müssen alle Unternehmen mit Ausnahme von Kleinstunternehmen und KMU nach Artikel 8 des Energiedienstleistungsgesetzes (EDL-G) alle vier Jahre Energieaudits gemäß DIN EN 16247 durchführen. Durch zertifizierte Energiemanagementsysteme nach DIN EN ISO 50001 oder Umweltmanagementsysteme nach EMAS entfällt die Energieauditpflicht (vgl. EDL-G 2020, S. 4).

> „Wenn wir z. B. Reinigungsmittel bekommen, dass wir dann selber auf das Etikett gucken, und wenn es schädlich bzw. gefährdend ist, eben mit [Leitung des betrieblichen Umweltmanagements] sprechen, dass er dann ein verträglicheres Produkt sucht. Dass man dann nach Reinigern sucht, die bestimmte Anforderungen erfüllen, aber auch für uns und für die Umwelt verträglicher sind. Da sind wir zunehmend stark vertreten." (F1)

Eine ähnliche Einbindung in betriebliche Substitutionsprojekte wurde ebenfalls von einer weiteren Fachkraft geschildert. Die Erprobungs- und Bewertungsphase des Substitutionsvorhabens wurde dabei in Zusammenarbeit mit einem Team erfahrener Fachkräfte realisiert:

> „Bei dem Austausch der Reiniger sind die auf uns zugekommen. Die hatten das aus dem Management angedacht. Und dann kommen die zu uns und wir erproben das dann und geben dann Feedback. Dann wird es angeschafft oder auch nicht." (F12)

In einem situativen Expertengespräch verwies eine Fachkraft ebenfalls auf das erwähnte Substitutionsprojekt. Private Erfahrungen in der Konservierung von Fahrzeugen wurden durch die Fachkraft auf die Produktion übertragen. Durch die Initiative der Fachkraft wurden bestehende Konservierungsmittel (zur Konservierung metallischer Funktionsflächen) durch einen natürlichen und nachwachsenden Rohstoff substituiert, den die Fachkraft ebenfalls privat in der Restaurierung von Oldtimern einsetzt. Die erfolgreiche Einführung im Fallunternehmen führte zur Verbreitung innerhalb des gesamten Produktionsnetzwerkes.

Das mit der Etablierung nachhaltigkeitsorientierter Managementsysteme veränderte Anforderungen an die Facharbeit entstehen, wird weiterführend durch die folgenden Aussagen verdichtet (u. a. F3, F7, F9, F10):

> „Wir haben viele Unterweisungen. Auch für den Umweltschutz. [...] Das sind Richtlinien, die wir einhalten müssen. Da unterschreiben wir auch für, dass man genau guckt, in welchem Gebiet man noch mehr rausholen kann. Das ist definitiv mehr geworden." (F1).

> „Ja natürlich, es gibt viele Sachen, die noch verbesserungswürdig sind, aber die werden nach und nach abgestellt [...] und der Umweltschutz wird hier immer mehr, wir müssen z. B. nun auch auf die Salzlake aufpassen, weil wir im Wasserschutzgebiet sind." (F5)

Weitere Anforderungen entstehen außerdem in Form von nachhaltigkeitsbezogenen Kundenansprüchen. Im Rahmen von Servicedienstleistungsarbeiten beschreibt eine Fachkraft dies anhand der kundenbezogenen Anforderung einer bedarfsgerechten und energiesparenden Systemauslegung:

> „Wenn ich überlege, ich bin jetzt zehn Jahre hier, es wird immer mehr darauf geachtet [Nachhaltigkeitsaspekte], auch auf die Druckluftaufbereitung und die Kondensataufbereitung, also dementsprechend Umweltaspekte" und weiter „[...] es kommen z. B. immer mehr drehzahlgesteuerte Druckluftsysteme. Das ist ja einfach, um Energiekosten zu sparen. Der Energieverbrauch wird angepasst. Der Druckluftverbrauch wird vorher über Messstrecken analysiert, nach zwei bis drei Wochen machen wir ein Audit, um zu gucken, wie hoch der Druckluftbedarf und der Stromverbrauch ist. Dann legen wird die Anlage dementsprechend halt mit einem kleineren Reservefaktor aus. Dass die Anlagen wirklich auch so ausgelegt sind, wie der Kunde es braucht." (F11)

### Verantwortlichkeiten

Die Befunde weisen zudem darauf hin, dass Fachkräfte mit neuen Verantwortlichkeiten konfrontiert werden, die in den untersuchten Unternehmen ebenfalls überwiegend auf die Einführung von nachhaltigkeitsorientierten Managementsystemen zurückzuführen sind. Verdeutlicht wird dies durch die Aussage einer Fachkraft, die einer Fachkräftegruppe angehört, die im Rahmen des Energiemanagements hauptsächlich für den energieeffizienten Betrieb der betrieblichen Versorgungsanlagen verantwortlich ist:

> „Also sehr vielseitig, was man macht. Aber meine hauptsächliche Tätigkeit ist die Sicherstellung der Energieeffizienz." (F5)

Eine weitere Aussage unterstreicht diesen Befund und expliziert diesen im Hinblick auf das Energiemanagement:

> „Allerdings komme ich ja eigentlich aus dem Bereich Energiemanagement. Da bin ich auch für die Leckageaudits verantwortlich." (F10)

Mit den zusätzlichen Aufgaben im Rahmen der nachhaltigkeitsorientierten Auditierungen und Zertifizierungen werden die Verantwortlichkeiten der Fachkräfte nicht nur auf technischer Ebene ausgeweitet, sondern beziehen sich ebenso auf organisatorische und rechtliche Zusammenhänge wie die sachgerechte Dokumentation:

> „Das sind wesentlich mehr Punkte, die teilweise dokumentiert werden müssen, die teilweise mit berücksichtigt werden müssen, und das spiegelt sich natürlich auch bei dem Servicetechniker vor Ort wider. Wenn der auf einmal das Doppelte an Dokumentation machen muss, damit das alles dem Standard entspricht, den man einhalten muss [für die Zertifizierungen der Managementsysteme], ist das eine deutliche Zunahme." (F10)

In einem Fallunternehmen erfolgt durch die Kundenberatung hinsichtlich bestehender Fördermodalitäten (im Kontext staatlicher Förderprogramme zur Steigerung betrieblicher Energieeffizienz) eine Ausweitung des Verantwortlichkeitsbereiches des befragten Servicetechnikers (u. a. F11):

> „Das ist ja auch immer so ein Punkt [Beratungen]. Das sind auch Sachen, die wir im täglichen Umgang mit Kunden brauchen, grade die BAFA-Förderung." (F10)

### Eingefordertes Verhalten

Unternehmen mit zertifizierten Managementsystemen, wie bspw. dem Energiemanagementsystem gemäß DIN EN ISO 50001:2018, sind dazu verpflichtet, das nachhaltigkeitsorientierte Denken und Handeln der Fachkräfte angemessen zu fördern (vgl. DIN EN ISO 50001:2018, S. 32). Daran anknüpfend werden die befragten Fachkräfte aus den Fallunternehmen, bei denen derartige Managementsysteme eingeführt wurden, verstärkt mit bewusstseinsbildenden und berufsfachlichen Schulungsmaßnahmen konfrontiert. In den Vordergrund treten dabei betriebsinterne Schulungsmaßnahmen, Unterweisungen, Mitarbeiterzirkel und Shopfloor-Meetings (u. a. F1, F3, F8, F11 & F12):

> „Das wird uns immer beigebracht in Energiemanagement-Sitzungen, und in unseren Schulungen sowieso. Darauf werden wir immer hingearbeitet. Also mit Tendenz auch immer weiter nach oben." (F5)

Thematische Einblicke deuten darauf hin, dass die Schulungen nicht nur für ein energie-, material- und umweltschonendes Verhalten sensibilisieren, sondern auch auf die Veränderung konkreter Habitualisierungen abzielen:

> „Leckagen ist auch jedes Mal ein Thema. Es geht immer um sparen, sparen, sparen. Aber auch Licht ausmachen, wie verhalte ich mich insgesamt energiesparsam. Das sind auch viele Kleinigkeiten, die einen im Alltag im Betrieb begleiten." (F3)

> „Wir haben viele Unterweisungen, die an uns herangetragen werden. Dass wir Müll sortieren, Licht ausmachen usw." (F1)

> „Leckagen ist immer mehr ein wichtiges Thema, Ölaustritt, defekte Anlagen, Energie sparen bei allen Tätigkeiten und natürlich allgemein Verschwendung entgegenwirken." (F12)

Dass die bewusstseinsbildenden Maßnahmen Auswirkungen auf das Bewusstsein der Fachkräfte nehmen können, wird anhand folgender Aussage ersichtlich:

> „Das Bewusstsein ist, denke ich, stärker geworden. Das war vor fünf bis sechs Jahren noch nicht so. Vor zehn Jahren schon gar nicht." und weiter „Also ein Bewusstsein ist größer, weil wir ja alles steigern mussten. Wir mussten die Qualität komplett steigern [für die Zertifizierungen], für den kompletten Betrieb und dadurch ist das Bewusstsein gestiegen." (F7)

Die Bewusstseinsbildung wird betrieblich nicht nur durch spezifische Schulungsmaßnahmen angestrebt, sondern ebenso durch das normative Management. Mit dieser Form des betrieblichen Managements bilden und schärfen Unternehmen die Unternehmenspolitik und -philosophie, Leitlinien, Grundsätze oder etwa Unternehmensstandards und verbreiten diese über unterschiedliche Kommunikationskanäle (u. a. F9):

> „Ansonsten gibt es einen Verhaltenskodex, mit dem wir auch angehalten werden, dass wir uns ressourcenschonend verhalten. Dazu gehören aber auch Firmengeheimnisse und Ähnliches." (F3)

> „Wir haben ja eine Firmenphilosophie, da steht das auch alles drin [Nachhaltigkeitsziele]." (F5)

> „Wir haben unseren Leitfaden, den kennen wir alle. Da sind auch unsere Nachhaltigkeitsziele drin. Wir gucken aber auch, dass andere Unternehmen tatsächlich zertifiziert sind auf Nachhaltigkeit." (F8)

Ein weiteres Fallunternehmen gibt die Leitlinien des normativen Managements in gebundener Form an die Fachkräfte weiter (vgl. KMU-V). Betriebsintern wird dieses Buch auch als „Betriebsfibel" bezeichnet und beinhaltet u. a. konkrete Leitsätze für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit. Ebenso werden sämtliche Schulungsmaß-

nahmen in dem Buch schriftlich hinterlegt und bilden die qualifikatorische Entwicklung durch entsprechende Fortbildungsmaßnahmen ab.

**Reflexion der empirischen Befunde**

Die aufgezeigten Befunde zeigen auf, dass eine grüne bzw. nachhaltigkeitsorientierte Akzentuierung in der untersuchten Facharbeit zu verzeichnen ist und nachhaltigkeitsorientierte Bezugspunkte zunehmend stark die Facharbeit prägen. Weitestgehend unabhängig von der Unternehmensgröße und der Branchenzugehörigkeit ist die grüne Akzentuierung nicht nur auf vereinzelte Tätigkeitszuschnitte begrenzt, sondern akzentuiert unterschiedliche Dimensionen der Facharbeit. Zusammengefasst lassen sich auf der Grundlage der Forschungsergebnisse vier *Transformationsfelder* identifizieren, in denen der Prozess einer grünen Berufsakzentuierung festgestellt wurde:

- *Arbeitsaufgaben, -prozesse und -gegenstände,*
- *Anforderungen,*
- *Verantwortlichkeiten* und
- *eingefordertes Verhalten*.

Der prognostizierte qualitative und quantitative Wandel in der Arbeitswelt (vgl. Abschn. 2.1.1; vgl. Graf & Reuter 2017, S. IV ff.) und der damit einhergehende Trend einer grünen Akzentuierung bestehender Berufe (vgl. ebd., S. 52) zeichnen sich mehrheitlich in den Aussagen der Facharbeit ab. Die grüne Berufsakzentuierung manifestiert sich dabei in zwei unterschiedlichen Ausprägungsformen:

- **Horizontal**: Nachhaltigkeitsbezogene Arbeitsaufgaben, Arbeitsprozesse, Arbeitsgegenstände und eingeforderte Verhaltensweisen werden um Umfänge auf gleichem Anforderungsniveau erweitert.
- **Vertikal**: Nachhaltigkeitsbezogene Arbeitsaufgaben, Arbeitsprozesse, Arbeitsgegenstände und eingeforderte Verhaltensweisen werden um Umfänge auf einem erhöhten Anforderungsniveau und einer erhöhten Verantwortung erweitert.

### 7.1.4 Betriebliche Anforderungen an die Gestaltung einer BBNE

*„Das Thema kann man gar nicht früh genug besprechen. Nachhaltigkeit sollte zu den Grundlagen im Unterricht gehören." (L7)*

Bildung gilt als Schlüsselfunktion, um die Auswirkungen des eigenen Handelns auf die Umwelt und Mitmenschen zu reflektieren und möglichst dauerhaft tragfähige Entscheidungen beruflich und privat treffen zu können (vgl. Fischer 2013, S. 206). Als Folge dieses Bildungsanspruchs einerseits und der Bedeutung qualifizierter Fachkräfte für die Umsetzung einer CSR andererseits stellt sich die Frage, welche inhaltlichen und qualifikationsbezogenen Anforderungen die Vertreter:innen der Fallunternehmen an eine BBNE stellen, damit die nachhaltige Entwicklung der Unternehmen durch passende Berufsbildungsprozesse begünstigt werden kann.

Die Sektoranalyse gibt darüber Aufschluss, dass die Ressourcenschonung von den Unternehmen zu den primären Themenfeldern einer CSR gezählt wird (vgl. Abschn. 5.2). Dies deckt sich mit den Anforderungen der Unternehmen, unterschiedliche Ansätze zur Verringerung des Material- und Energieeinsatzes zum Gegenstand des Unterrichtsgeschehens zu machen und die Auszubildenden darin zu befähigen, bestehende Defizite im Material- und Energieeinsatz zu erkennen und Maßnahmen zur Verringerung von Verschwendungen und Verlusten umzusetzen (u. a. L1, L7, L8, L9 & L10):

> „Sicherlich gehört auch der ressourcenschonende Einsatz von Materialien in die Ausbildung“ und weiter „In der Ausbildung müssen wir die Weichen stellen für nachhaltiges Arbeiten im späteren Leben. Was setze ich an Energie ein? Zu fragen, ob ich wirklich bestimmte Dinge wegschmeißen muss. Wenn ich das dann als Mitarbeiter mit in die Produktion nehme, kennen die das schon. Wir machen eine gute Ausbildung und dann habe ich super Facharbeiter, die das entsprechende Auge dafür haben und das in der Mannschaft potenzieren.“ (L2)

> „Energieeffizienz ist ganz wichtig. Aber auch insgesamt weniger Energie verbrauchen.“ (L3)

BBNE wird von einem Teil der befragten Unternehmensvertreter:innen als konsekutiver Ansatz verstanden, der bereits in der frühkindlichen Bildung beginnt und letztendlich zu einem verantwortungsvollen Handeln befähigt. Um dieses Handeln zu begünstigen, wird zudem eine Internalisierung von Wertvorstellungen als wichtig erachtet, die mit den Paradigmen einer nachhaltigen Entwicklung vereinbar sind (u. a. L3, L4 & L6):

> „Das Thema kann man gar nicht früh genug besprechen. Nachhaltigkeit sollte zu den Grundlagen im Unterricht gehören. Da ist die Berufsschule fast schon zu spät. Die Werte müssen noch früher vermittelt werden, damit man auf diesen dann aufbauen kann. Werte und Normen, da sollte es ebenfalls stark behandelt werden.“ (L7)

Die befragte Person geht davon aus, dass sich insbesondere auf der Basis dieser Werteinstellungen dann in Berufsbildungsprozessen fachspezifische Themen und Maßnahmen mit Nachhaltigkeitsrelevanz gewinnbringend aufarbeiten lassen. Diese umfassen:

> „Kühlschmiermittelentsorgung, Abluft, Sicherheit von Stoffen, sichere Reinigungsverfahren, Abläufe zur Minimierung der Gesundheitsgefährdung und damit auch Gefahrenquellen wie zerstäubtes Kühlschmiermittel. Jeder Fehler führt auch zu Ressourcenverschwendung, das muss auch in die Köpfe, dass Verschwendung nicht geht, wie es vermieden werden kann, damit umweltschonend und nachhaltig gehandelt werden kann. Die Fehlerquote durch aufmerksames Arbeiten gering halten.“ (L7)

Die Mitwirkung der Fachkräfte an partizipativen Optimierungssystemen stellt für die Unternehmen einen bedeutsamen betrieblichen Nachhaltigkeitsansatz dar (vgl. Abschn. 7.1.2). Entsprechend halten die befragten Unternehmen Fähigkeiten zur Kommunikation und Teamarbeit für ebenso bedeutsam wie das eigenständige Identifizie-

ren von Nachhaltigkeitspotenzialen und Verstehen von Zusammenhängen in der gesamten Prozesskette. Aber auch die Fähigkeit, übergeordnete Perspektiven einzunehmen, um die Auswirkungen des unternehmerischen und beruflichen Handelns für die Gesellschaft und Umwelt ebenfalls in globalen Zusammenhängen zu antizipieren, wird als bedeutsam erachtet (u. a. L6):

> „Die Azubis müssen unterschiedliche Probleme kennenlernen. Selber identifizieren, wo man Einsparungen machen kann oder etwas zurückgewinnen kann. Unsere Azubis kommen in Energiearbeitskreise mit rein, da sollen die nicht nur mitlaufen, sondern auch im Findungsprozess beteiligt werden." (L1)

> „Also den Umgang miteinander und die Kommunikation sollten Auszubildende auf jeden Fall lernen. Die kümmern sich um ganz viele Dinge, aber nicht um Kommunikation. Dazu gehört für mich auch das Schreiben. Es gibt tatsächlich Auszubildende, die können fast keinen geraden Satz sprechen, geschweige denn schreiben." (L2)

> „Ich finde es sehr wichtig, dass mehr gesamte Prozessketten betrachtet werden. Es werden immer nur Teilbereiche behandelt, aber nie das Zusammenspiel der ganzen Prozesse. Aber gerade dieses Zusammenspiel in der ganzen Kette ist sehr wichtig, um nachhaltig denken zu können. Es reicht mir nicht, nur den Maschinenpark anzusehen. Es muss bspw. auch ein Bewusstsein bestehen, welche Kosten mit dem Stromverbrauch entstehen, wo kommt die Energie her, gibt es Möglichkeiten, Strom im Hause zu erzeugen? Dass eine Gesamtsicht entsteht und Nachhaltigkeit nicht zu kleinteilig gedacht wird. Man sollte nicht nur fachspezifisch denken, sondern auch allgemeiner wie Mülltrennung, Substitute usw." (L8)

> „Dieses Denken sollte mehr aus der Helikopterperspektive gefördert werden. Ich tue etwas Gutes, weil bspw. Kraftwerke weniger intensiv betrieben werden müssen. Übergeordnetes und zusammenhängendes Denken – globales Denken – ist bedeutsam. Alles, was ich mache, hat Auswirkungen auf den Planeten, abseits der Kosten. Und durch mein Handeln kann ich ein Stück zur Verbesserung beitragen. Der allgemeine Beitrag gesamtgesellschaftlich ist wichtig. Und es wirkt positiv auf einen selbst, weil man etwas Gutes getan hat." (L3)

Zusätzlich werden zur Erwirkung nachhaltiger Optimierungen im Unternehmen dem Denken in Kreisläufen und Produktlebenszyklen, dem kritischen Hinterfragen betrieblicher Abläufe und Lieferketten sowie der Fähigkeit, Aufwendungen mit dem angestrebten Nutzen ins Verhältnis setzen zu können, eine hohe Relevanz beigemessen (u. a. L2):

> „Aber ich würde grundsätzlich sagen, dass man Materialflüsse von der Materialentstehung bis zur Entsorgung oder Wiederverwertung mit in den Fokus der Ausbildung nehmen sollte. Dass man sich also genau Gedanken darüber macht, ich setze jetzt ein Material ein, wo kommt es her, welche externen Kosten hat dieses Material? Wie muss ich die bewerten und evtl. auch internalisieren? Das ist ja heute unser großes Problem, wir internalisieren keine externen Kosten." (L9)

> „Wichtig wäre mir natürlich auch, dass die Fähigkeit besteht, grob feststellen zu können, was Änderungen und Optimierungen in Geld und Zeit bedeuten. Was bringt es, wenn die Maschine anders läuft? Nicht nur Energie sparen, sondern auch berücksichtigen, wie sich das auf die Wartung oder Lebensdauer auswirkt. Da fehlt zum Teil die gesamte Betrach-

> tung. Gerade Produktlebenszyklen und Lebenszykluskosten, das ist sehr elementar für die nachhaltige Ausrichtung. Auch zu reflektieren, ob ich etwas wirklich benötige, ob sich der Aufwand wirklich auszahlt. Man sollte auch Einsparungen im Verhältnis vom Aufwand sehen können. Aber wichtig wären erst mal gesamte Prozessketten mit Zusammenhängen. Lieferketten auch einmal einbeziehen, um den Kosmos der eigenen Arbeit verlassen zu können. Wo kommen die Rohstoffe her, wie werden die abgebaut? Zusammenhänge herstellen. Dieses Bewusstsein wäre mir sehr wichtig. Ich glaube das ist das A und O, dass Auszubildende kritisch hinterfragen. Hinterfragen kann auch besonders für uns anstrengend werden, aber ohne erleben wir auch kaum Entwicklungen." (L8)

Insbesondere in Großunternehmen kommen vorrangig Ansätze und Methoden aus ganzheitlichen Produktionssystemen zum Einsatz, die u. a. auf einen optimalen Ressourceneinsatz abzielen, um Verluste und Verschwendungen systematisch zu minimieren.[53] Das Verstehen dieser Systeme und das Übertragen zugehöriger Prinzipien auf die eigene Arbeit werden als bedeutsam erachtet, damit Fachkräfte ihr Handeln in übergeordnete betriebliche Sinnzusammenhänge einordnen können. Damit soll zum einen das Verantwortungs- und Selbstbewusstsein der angehenden Fachkräfte gestärkt und zum anderen sollen konkrete nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte durch die Anwendung zugehöriger Prinzipien und Methoden erzielt werden:

> „Ich finde, es müssen auch Themen wie Lean-Management in den Berufsschulen mitaufgenommen werden. Die Systeme dienen auch der Einsparung. Dass man die Begrifflichkeiten kennt und weiß, es gibt bestimmte Methoden und Werkzeuge, wie ich mir den Berufsalltag und auch meinen Alltag erleichtern kann. Da muss man die Verbindung zur heutigen Industrie schaffen. Es ist nicht mehr nur Studenten vorbehalten, sich in diesem Feld zu bewegen. Wir sehen ja, dass wir es hier in der Produktion benötigen, und ich habe es ja viel einfacher, mit Facharbeitern zu sprechen, die das schon mal gehört haben, und wenn ich Ingenieure habe, die die Systeme implementieren oder anpassen wollen, dass die dann auf Augenhöhe sprechen können. Es ist wichtig, nicht nur zu sagen ich bin ein guter Schlosser, ich weiß was ein Drehmoment ist, sondern dass man als Facharbeiter auch Kenntnisse zur Prozessorganisation hat." (L2)

> „Ja, das Thema TPM [Total Productive Maintenance bzw. Manufacturing] ist natürlich sehr groß. Es werden natürlich Teile vom TPM vermittelt. Aber grundsätzlich ist das Verstehen auch deshalb erforderlich, um der Arbeit einen Sinn zu geben. Die Eigenverantwortung, das muss herausgestellt werden, dass man selbst für seine Arbeitsergebnisse verantwortlich ist. Und selbst Teil des Erfolges sein kann. Die zukünftigen Facharbeiter muss man dafür mental stärken und ihnen Selbstbewusstsein geben, damit sie überhaupt den nötigen Willen dazu haben." (L4)

> „Wir legen sehr viel Wert auf Sauberkeit und Ordnung. Ist für einige auch neu. Der Grundstein der Ausbildung. Gerade zum Thema 5S. Habe ich wirklich das, was ich brauche? Habe ich zu viel? Warum habe ich zu viel? Das gehört für mich dazu, wenn ich Ressourcen schonen will, und Kommunikation auch." (L2)

53 „Unter einem Produktionssystem wird ein methodisches Regelwerk für die Gestaltung der Produktion und sämtlicher Prozesse verstanden. Die Methodik bildet sowohl die Grundlage für eine effiziente Produktion als auch die Ausgangsbasis für die Um- und Neugestaltung von Produktionen" (Barth 2005, S. 270). Eine groß angelegte Falluntersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass eine große Schnittmenge zwischen „Lean Production" als „schlankem" Produktionssystem und Ressourceneffizienz sowohl bei den Zielsetzungen als auch bei den Methoden zur Implementierung in den Unternehmen besteht (vgl. Schmidt et al. 2019, S. 45.)

**Reflexion der empirischen Befunde**

Die leitenden Unternehmensvertreter:innen stellen konkrete Anforderungen an die Gestaltung beruflicher Bildungsprozesse, die zur Förderung eines nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns beitragen können. Fasst man die Ergebnisse aus den Aussagen der Unternehmensvertreter:innen zusammen, sollte eine BBNE aus der Sicht der Unternehmen die folgenden thematischen Gegenstandsbereiche angemessen berücksichtigen:

- Amortisationskalkulationen und Aufwand-Nutzen-Relationen bei Instandhaltungen, Optimierungen und Neuanschaffungen unter ökonomisch-ökologischer Perspektive,
- Energie- und Stoffkreisläufe,
- Umgang mit Abfällen und Recyclingansätze,
- Ansätze zur Erkennung und Verringerung des Energie- und Materialeinsatzes,
- Produktionssysteme zur systematischen Reduktion von Verlusten und Verschwendungen in Arbeitsprozessen und zur Kontextualisierung und Einordnung der eigenen Arbeit
- Produktlebenszyklen und Lebenszykluskosten,
- Kommunikation und Mitwirkung in betrieblichen Optimierungssystemen,
- kritisches Hinterfragen betrieblicher Abläufe und Lieferketten,
- nachhaltigkeitsorientierte Wertvorstellungen und
- prozessübergreifendes und zusammenhängendes Verständnis von Arbeits- und Geschäftsprozessen und deren Auswirkungen auf die Gesellschaft und Umwelt.

Die aufgeführten Anforderungen haben einerseits eine konkrete betriebliche Verwertungsabsicht zu eigen, die auf die unmittelbare Erschließung ökologisch-ökonomischer Synergieeffekte abzielt. Andererseits beziehen sich die Anforderungen aber auch auf allgemeine Bildungsideale wie das kritische Hinterfragen bestehender Zustände oder das Denken in gesamtgesellschaftlichen Zusammenhängen. Es lässt sich somit feststellen, dass der nachhaltigkeitsbezogenen Reflexionsfähigkeit auch aus betrieblicher Sicht eine hohe Bedeutung zur Gestaltung einer BBNE beigemessen wird. Das Erfordernis einer derartigen Reflexionsfähigkeit kommt ebenfalls in den *didaktischen Leitlinien einer BBNE* zum Ausdruck, um u. a. die Raum-, Zeit- und systemisch-normative Dimension des beruflichen Handelns erschließen zu können (vgl. Abschn. 2.3.3.2).

### 7.1.5 Zusammenfassung der Forschungsergebnisse zur nachhaltigen Entwicklung der Arbeitswelt und Facharbeit

Das Kapitel 7 liefert aufbauend auf den Fallstudienbeschreibungen zentrale empirische Forschungsergebnisse über die nachhaltige Entwicklung der Arbeitswelt und Facharbeit. Die Ergebnisse und Erkenntnisse werden nachfolgend zur Beantwortung der ersten Teilforschungsfragen zusammengefasst dargestellt.

Die erste der insgesamt acht aufgestellten Teilforschungsfragen der vorliegenden Arbeit lautet:

- *Welchen Stellenwert hat Nachhaltigkeit für die Unternehmensentwicklung und welche Bedeutung nimmt die Facharbeit in diesem Transformationsprozess ein?*

Die Forschungsergebnisse geben darüber Aufschluss, dass die Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung in den letzten Jahren einen zunehmend relevanten Entwicklungspfad für die Unternehmen darstellt, um veränderten Anforderungen begegnen und die Unternehmensziele dauerhaft verfolgen zu können. Sowohl die Vertreter:innen der betrieblichen Leitungsebene als auch der produktiven Ebene halten die nachhaltige Entwicklung des Unternehmens für einen bedeutsamen Faktor zur Sicherung der Prosperität des Unternehmens. Als primäre Treiber des Transformationsprozesses konnten regulative und technologische sowie wettbewerbs- und beschäftigungsorientierte Faktoren aus den Ergebnissen der Befragung abgeleitet werden.

Facharbeit wird in den Fallunternehmen als ein bedeutsamer Bedingungsfaktor für die nachhaltige Ausrichtung des Unternehmens gewertet. Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit stellt sowohl eine Notwendigkeit als auch ein Potenzial für die Etablierung und Verstetigung nachhaltiger Strukturen in den Unternehmen dar. Einerseits lassen sich durch Facharbeit geplante Nachhaltigkeitsmaßnahmen auf dem Shopfloor vorantreiben. Andererseits wird die berufsfachliche und arbeitsorganisatorische Expertise der Fachkräfte als Potenzialhebel bewertet, um über partizipative Optimierungssysteme die Etablierung nachhaltigkeitsorientierter Produktionsstrukturen und -prozesse in der Produktion mitzugestalten. In diesem Zusammenhang wird die Relevanz ausgebildeter Fachkräfte ebenso hervorgehoben wie die Rolle des gewerblich-technischen Instandhaltungspersonals.

Die zweite Forschungsfrage zielt auf die Untersuchung nachhaltigkeitsorientierter Transformationsprozesse ab, die sich in der Facharbeit selbst manifestieren:

- *Zeichnet sich der prognostizierte Trend einer grünen Berufsakzentuierung in der Domäne der industriellen Metallberufe ab?*

Graf und Reuter beschreiben qualitative und quantitative Veränderungen in der Arbeitswelt, bei denen zum einen neue Arbeitsplätze entstehen oder wegfallen und sich zum anderen die Arbeitsinhalte und die Qualität der Arbeit verändern (vgl. 2017, S. III ff.). In diesem Zuge wird auch von *Green Jobs* und *Greening Jobs* gesprochen (vgl. Abschn. 2.2.1). Anhand der befragten Fachkräfte konnte in den untersuchten Fallunternehmen des verarbeitenden Gewerbes eine derartige grüne bzw. nachhaltigkeitsorientierte Berufsakzentuierung (Greening Jobs) feststellt werden.

Die grüne Berufsakzentuierung zeichnet sich in den Arbeitsaufgaben, -prozessen und -gegenständen, den Anforderungen, Verantwortungsstrukturen und dem eingeforderten Verhalten ab. Diese Felder werden vom Autor als *Transformationsfelder einer grünen Berufsakzentuierung* bezeichnet. Für die grüne Berufsakzentuierung konnten zwei komplementäre Ausprägungsformen ausgemacht werden. Einerseits werden nachhaltigkeitsbezogene Arbeitsaufgaben, Arbeitsprozesse und Arbeitsgegenstände um Umfänge auf gleichem Anforderungsniveau erweitert (*horizontal*). Andererseits werden diese um Umfänge auf einem erhöhten Anforderungsniveau und mit einer erhöhten Verantwortung erweitert (*vertikal*).

Rebmann und Schlömer (vgl. 2020, S. 325) weisen auf das Potenzial einer BBNE hin, verträgliche Geschäftsmodelle einer CSR mit der Kompetenz- und Persönlichkeitsentwicklung der Fachkräfte zusammenzuführen. In diesem Kontext wurden anhand der nachfolgenden Teilforschungsfrage Anforderungen an die Gestaltung einer BBNE aus betrieblicher Perspektive erhoben:

- *Welche Anforderungen stellen Unternehmen aus betrieblich-institutioneller Perspektive an die Ausgestaltung einer BBNE?*

Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass nachhaltigkeitsorientierte Bildungsprozesse als bedeutsam erachtet werden, um angehende Fachkräfte für ein nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln im Unternehmen zu befähigen und durch den Aufbau nachhaltigkeitsorientierter Werteinstellungen zu motivieren. In diesem Kontext werden berufsfachlich und arbeitsprozessbezogen geprägte Gegenstandsbereiche als bedeutsam erachtet, die zugleich als Themenfelder einer BBNE begriffen werden können. Dazu zählen Amortisationskalkulationen und ökologisch-ökonomische Aufwand-Nutzen-Abwägungen bei Instandhaltungen, Optimierungen und Neuanschaffungen, Energie- und Stoffkreisläufe, der Umgang mit Abfällen und Recyclingansätze, Ansätze zur Erkennung und Verringerung des Energie- und Materialeinsatzes sowie Produktlebenszyklen und Lebenszykluskosten.

Daneben wird ebenso die Berücksichtigung betrieblich-organisatorischer Abläufe, Systeme und Wechselwirkungen als bedeutsames Gestaltungsmoment einer BBNE begriffen. Genannt werden dazu das kritische Hinterfragen betrieblicher Abläufe, Kommunikation und Mitwirkung in betrieblichen Optimierungssystemen und Produktionssysteme zur systematischen Reduktion von Verlusten und Verschwendungen. Zudem werden Gegenstandsbereiche genannt, die über die eigentlichen Betriebsgrenzen hinausgehen und gesamtgesellschaftliche Zusammenhänge von Facharbeit herstellen. Dazu zählt die Berücksichtigung von Lieferketten und ein prozessübergreifendes und zusammenhängendes Verständnis von Arbeits- und Geschäftsprozessen und deren Auswirkungen auf die Gesellschaft und Umwelt.

## 7.2 Nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln in der Arbeitswelt industrieller Metallberufe

Berufliches Handeln lässt sich durch ein Wechselspiel zwischen personenbezogenen Merkmalen und dem zu bewältigenden Arbeitsprozess mitsamt der externen Bedingungen und Faktoren (betriebliche Handlungsspielräume, Arbeitsaufträge etc.) beschreiben, die sich in der betrieblichen Realität abbilden (vgl. Abschn. 3.2.4). Daran anknüpfend werden in Abschnitt 7.2.1 identifizierte Nachhaltigkeitsbezüge entlang der personenbezogenen und betrieblich-institutionellen Ebene von Facharbeit dargelegt. Darauf aufbauend folgen in Abschnitt 7.2.2 domänenbezogene Ansätze zur Umsetzung der Handlungsstrategien (Effizienz, Konsistenz, Suffizienz). In Abschnitt 7.2.3 werden die beruflichen Handlungsfelder und Arbeitsaufgaben vorgestellt, in denen

nachhaltigkeitsbezogene Anknüpfungspunkte für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit empirisch identifiziert werden konnten. Die abschließende Zusammenfassung führt die Ergebnisse des vorliegenden Abschnitts anhand der weiteren forschungsleitenden Fragestellungen zusammen (Abschn. 7.2.4).

### 7.2.1 Personenbezogene Merkmale, Handlungsspielräume und Partizipation

Eine Erkenntnisabsicht der vorliegenden Arbeit umfasst die Offenlegung von bedeutsamen Nachhaltigkeitsbezügen, die sich sowohl auf der personenbezogenen als auch auf der betrieblich-institutionellen Ebene von Facharbeit abbilden. Die Darlegung der dazugehörigen Forschungsergebnisse erfolgt entlang der konstitutiven Entitäten *Wissen*, *Können*, *Wollen* und *Dürfen* (vgl. Abschn. 3.2.4). Mit der differenzierten Darstellung werden nachhaltige Bezugspunkte anhand der genannten Entitäten aufgezeigt, die durch ihre eigenständigen Qualitäten sowohl individuell als auch in ihrer Gesamtheit das nachhaltigkeitsorientierte Berufshandeln prägen können.

#### 7.2.1.1 Wissen – Wissenstypen einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit

*„Wir müssen Nachhaltigkeit im Gesamtzusammenhang denken, sonst klappt es nicht. Nicht nur Ressourcen und Natur, sondern auch, was gerecht ist, die gesamte Gesellschaft und die Verbraucher mit abholen." (F2)*

Wissen lässt sich allgemein als ein bestimmtes Handlungsvermögen begreifen, das auf der Grundlage von Kenntnissen etwas initiieren oder verändern kann (vgl. Abschn. 3.2.4.1). Es weist damit einen gestalterischen und schöpferischen Charakter auf und kann für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit als Voraussetzung und Potenzial gleichermaßen aufgefasst werden, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte zu erzielen. Mit der Untersuchung der Nachhaltigkeitsbezüge in dem veräußerten Wissen der Fachkräfte war weniger die Absicht verbunden, möglichst umfangreich das detaillierte Arbeitsprozesswissen zu identifizieren, das zur Erzielung spezifischer nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte erforderlich ist. Vielmehr wurde untersucht, wie sich das nachhaltigkeitsbezogene Wissen bei den Fachkräften insgesamt zusammensetzt, in welcher Beziehung dieses Wissen zu den konkreten beruflichen Handlungen in der Domäne steht und wie sich dieses Wissen auf die eigene Arbeit auswirken kann. Die nachfolgenden Ergebnisse werden anhand der vier identifizierten Wissenstypen dargelegt.

##### Arbeitsprozesswissen

Die Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte in der Domäne der Fachkräfte erfolgt in erster Linie im und durch den Arbeitsprozess selbst. Die befragten Fachkräfte führen in diesem Zusammenhang berufsfachlich geprägtes Wissen u. a. über die Funktion, die Anwendung, die technischen Anforderungen, aber auch über die ressourcenbezogenen Verbräuche und den technischen Zustand der Produkte, Produktionsanlagen und anderer technisch geprägter Arbeitsgegenstände ihrer Do-

mäne an. Diese Wissensbezüge wurden durch die Fachkräfte intuitiv in prozessbezogenes und arbeitsorganisatorisches Wissen eingebettet und dargestellt. Dabei wurden auch die Arbeitszusammenhänge und die (Aus-)Wirkungen der Arbeitshandlungen im Kontext der produktionsbezogenen Gesamtabläufe darlegt:

> „Ja, Ausschuss. Da ist wichtig, dass er [Maschinenbediener] dafür sorgt, dass die Qualität immer stimmt. Immer darauf achten, ob die Qualitätsstandards eingehalten werden. Wenn was nicht stimmt, wird sofort Alarm geschlagen und am besten gar nicht erst weiterproduziert, den Prozess anhalten. Wir sagen auch bereits bei der Fertigung den Maschinenbedienern, worauf es ankommt, wie die Schweißnähte aussehen müssen, Poren etc. Das wissen die eigentlich alle. Wenn da was ist, können die das meistens schon selber beheben, z. B. wenn etwas verdreckt ist oder so. Wenn die Nähte wirklich nicht passen, müssen sie mir Bescheid geben, damit das geändert wird." (F6)

> „Sollte der Auftrag schon mal gelaufen sein, was häufig der Fall ist, dann würde ich mir die Werkzeuge in dem geschriebenen Programm heraussuchen und dementsprechend die Maschine rüsten und das Teil bearbeiten, anstatt zeitintensiv neu einzurichten." (F7)

Zudem wird die Notwendigkeit systembezogener Wissensbestände in den Aussagen der Fachkräfte deutlich, um die Wechselwirkungen und Abhängigkeiten zwischen Systemelementen und Parametern vorausschauend zu erkennen, die nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte potenziell begünstigen oder aber auch mindern können:

> „Der Kunde hatte in beiden Hallen einen Kompressor und die Druckluftnetze später miteinander verbunden. Allerdings hat er dann das Problem gehabt, das aus einigen Druckreglern massenhaft Druckluft ausgeströmt ist. Das lag daran, dass Druckregler mit Sekundärentlüftung eingesetzt werden, die Druckschwankungen in einem Leitungssystem ausgleichen. In dem Fall war der Druckregler auf sieben Bar eingestellt, aber der Kompressor in der anderen Halle hat mit neun Bar Druckluft eingespeist. Dann hat der Druckregler natürlich die ganze Zeit versucht, Druck abzulassen." (F10)

> „Würden wir die Filter nicht tauschen, müsste der Lüfter stärker laufen. Dazu müssen wir z. B. auch wissen, wann genau bestimmte Pollen fliegen. Ansonsten fallen die Maschinen aus und du hast Maschinenschäden. Bedeutet Produktionsstörungen und im schlechtesten Fall Neuanschaffungen." (F3)

> „Die Verfahrwege sind wichtig, wenn man was rausholen will, bei den Schweißwegen muss man mehr auf Prozessstabilität achten. Wenn du ein wenig langsamer bist, hast du einfach am Ende länger etwas von der Anlage. Wir wollen unsere Anlagen ressourcensparend fahren. Im ersten Augenblick ist weniger Geschwindigkeit weniger Stückzahl und weniger Gewinn. Aber im Endeffekt, wenn man sich die Langlebigkeit ansieht, die ganzen teuren Ersatzteile, die du brauchst, wenn du die Anlage überstrapazierst, dann hat man nicht viel gewonnen." (F6)

Dieses Wissen kann dazu beitragen, nicht ausgeschöpfte Nachhaltigkeitspotenziale zu heben und Rebound-Effekte vorausschauend zu vermeiden. Dabei ist nicht nur das Wissen über augenscheinliche Arbeitsgegenstände (Produktionsanlagen, Werkzeuge etc.) von Bedeutung. Auch Kenntnisse über die Eigenschaften und Zustände der eingesetzten Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, die für den effizienten, verträglichen und bedarfsgerechten Anlagenbetrieb erforderlich sind, werden angeführt (u. a. F3):

> „Wenn das Öl altert, ist der Schmiereffekt nicht mehr gegeben und es entsteht mehr Verschleiß. Wenn der Kühler nicht mit entsprechenden Mitteln sorgfältig gereinigt wird, entstehen höhere Temperaturen und höhere Verschleißerscheinungen und die Anlage läuft ungünstiger, weil der Wirkungsgrad sinkt." (F11)

> „Mit unserem Schutzgas gab es damals was. Der Schweißprozess war einfach nicht optimal, da haben wir die Mischung für alle Endstellen angepasst und hatten viel weniger Ausschuss." (F6)

> „Wir versuchen immer wieder Alternativen, wie z. B. Öle, die besonders lange halten." (F10)

Das Wissen über die konkreten Gefahrenpotenziale und die erforderlichen Maßnahmen zur Vermeidung von schädigenden Wirkungen ermöglicht es Fachkräften im Rahmen ihrer Handlungsmöglichkeiten zudem, eine hohe Umwelt- und Sozialverträglichkeit der Arbeitsprozesse, über die Sicherstellung des Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutzes, zu erzielen:

> „Auch das Thema Leckagen in Ölleitungen ist hier ganz wichtig. Kontrollieren wir auch regelmäßig bei unseren Rundgängen." (F3)

Deutlich wird, dass für die Vermeidung von Gefahrenpotenzialen auch arbeitsorganisatorische Kenntnisse erforderlich sind, wie anhand einer Tankbegehung im Rahmen eines Wartungsauftrages beschrieben wird:

> „Die nennen sich Tank-Begehungs-Schreiben. Da steht drin, ob der Tank gespült worden ist, ob der Tank eine Fremdbelüftung braucht oder ob der Tank noch Restgase enthält. Dann gibt es ein Restgas-Messgerät, was wir einsetzen. Beim Motor [für den Antrieb des Rührwerks] müssen die Sicherungen raus und der muss zusätzlich abgeklemmt werden. Und wenn dass alles passiert ist, dann darf ich erst in diesen Tank rein. Aber auch nur, wenn ich einen Sicherungsposten habe." (F4)

Die angeführten Wissenselemente werden unmittelbar im Arbeitsprozess benötigt und zum Teil im Arbeitsprozess selbst erworben oder ausgebaut, weshalb sie spezifische nachhaltigkeitsbezogene Ausformungen des *Arbeitsprozesswissens* darstellen. Es lässt sich feststellen, dass das in der praktischen Arbeitshandlung inkorporierte und für die erfolgreiche Bewältigung unmittelbar benötigte Wissen als eine wesentliche Voraussetzung für die tatsächlich vollzogene Erzeugung, Aufrechterhaltung, Wiederherstellung oder Steigerung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte in der Domäne gewertet werden kann, unabhängig davon, ob dieses durch implizites oder explizites Wissen zum Tragen kommt.

#### Institutionelles Wissen

Neben dem dargelegten Arbeitsprozesswissen konnten weitere Wissensbestände identifiziert werden, die ebenfalls für die Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte im Unternehmen zum Tragen kommen und vom Autor als *institutionelles Wissen* deklariert werden. Auch wenn dieses Wissen zwar ebenfalls auf das Wissen

zur konkreten Bewältigung betrieblicher Arbeitsprozesse zurückgreift und vielfältige Bezüge zu den konkreten beruflichen Erfahrungen der Fachkräfte aufweist, zielt es vorrangig auf die Etablierung und Verstetigung nachhaltiger Geschäftsprozesse (z. B. Produktion, Instandhaltung) ab und ist an die vorfindbaren institutionalisierten und partizipativen Strukturen im Unternehmen geknüpft. Mobilisiert wird dieses Wissen zumeist mit der aktiven und partizipativen Einbringung der Fachkräfte in eine beteiligungsorientierte Unternehmenskultur.

Die Aussagen der Fachkräfte geben darüber Aufschluss, dass für die Etablierung und Verstetigung nachhaltiger Geschäftsprozesse im Kontext einer beteiligungsorientierten Unternehmenskultur Kenntnisse im Umgang mit betrieblich-institutionalisierten Partizipationsmöglichkeiten erforderlich sind. Dazu gehören sowohl die mitarbeitereinbeziehenden Optimierungssysteme (z. B. KVP, BVW), die dazugehörigen Arbeitsgruppen wie bspw. Innovationszirkel oder Arbeitsgruppen aus den Managementsystemen (z. B. Energie-, Umwelt-, Qualitäts- oder Ideenmanagement) als auch institutionalisierte Arbeitnehmervertretungen (z. B. Betriebsrat, Jugend- und Auszubildendenvertretung) oder etwa betriebliche Hinweisgebersysteme und Vertrauenspersonen zur Meldung sozialer oder ökologischer Verfehlungen.

Um sich in diesen betrieblich-institutionalisierten Partizipationsmöglichkeiten konstruktiv einzubringen, müssen Fachkräfte Kenntnisse zu grundlegenden organisatorischen Abläufen und Strukturen dieser Systeme, aktuellen Projekten und Problemen auf dem Shopfloor sowie Technologieinnovationen mit Kenntnissen zum Projektmanagement und zu den Möglichkeiten der eigenen Beitragsleistung mit dem Arbeitsprozesswissen zusammenführen können (u. a. F2, F4, F5, F7, F8 & F12):

> „Da gibt es unser Ideenmanagement. Dann schreibst du den Verbesserungsvorschlag auf und machst eine Zeichnung dazu. Das wird eingereicht und dann wird das vom Komitee durchgesehen, ob man da noch Verbesserungen erzielen kann. Da geht es auch um Einsparungen von Material oder Energie. Wenn die Ideen gut sind, gibt es eine Prämie." (F1)

> „Also im Moment mache ich auch Projektmanagement, Projektbetreuung, Begleitung und teilweise Hilfestellung. Das sind Sachen, die ich vermehrt mache. Dazu kommt Management hier in der Firma, z. B. Sicherheitsdatenblätter. Allgemein mit den Daten umzugehen, also entsprechend auch Listen aufzuarbeiten und damit umzugehen." (F10)

> „Ich google auch sehr viel selber im Netz zum Thema Robotik. Auch fahre ich zu anderen Unternehmen oder Messen und gucke mir das an." (F6)

Über die betriebliche CSR-Kommunikation erfolgt zudem ein institutionell gesteuerter Kommunikationsprozess in Form der uni- und bidirektionalen Informationsweitergabe. Nachhaltigkeitsbezogene Informationen wie etwa zu den betrieblichen Nachhaltigkeitszielen, aktuellen Nachhaltigkeitsprojekten oder nachhaltigkeitsbezogenen Leistungskennzahlen (KPI) werden über unterschiedliche Kommunikationskanäle verbreitet. Diese Informationen lassen sich von den Fachkräften in institutionelles Wissen überführen und können wiederum in partizipativen Optimierungssystemen mobilisiert werden (u. a. F3, F4, F7, F8, F10 & F12):

> „Wir haben unser Intranet, wo wir auch unsere Stationsmeldungen machen. Da können wir uns informieren. Dann haben wir unsere Shopfloor-Boards, wo auch die Produktionszahlen und Statistiken drin sind. Da ist auch Aktuelles aus den angesprochenen Bereichen drin [Energie-, Arbeits- und Umweltschutz]." (F1)

> „Alles zu Verbräuchen, Gefahrenstoffen usw. besprechen wir beim Shopfloor-Management. Da haben wir immer eine wöchentliche KVP-Besprechung. Was sonst noch anfällt, wird auch in der Fachbereichsbesprechung und bei der Schichtübergabe weitergegeben." (F2)

> „Wir haben eine Betriebszeitschrift. Da wird alles, was umgebaut oder an Maßnahmen gemacht wird, veröffentlicht. Jeder hat ja hier seinen Bereich, ob das jetzt das obere Management ist oder das Energiemanagement." (F5)

Nachhaltigkeitsrelevante Informationen, welche die Etablierung und Verstetigung betrieblicher CSR-Strukturen betreffen, werden in den untersuchten Fallunternehmen über die folgenden Informationskanäle vermittelt bzw. ausgetauscht:

- Arbeitszirkel,
- Aushänge,
- Betriebszeitschriften,
- Gruppensitzungen/Teambesprechungen,
- interne Schulungen,
- Intranet,
- Newsletter,
- Richtlinien,
- Webauftritt des Unternehmens und
- weisungsbefugte Personen.

#### Normatives Wissen

Das vorwiegend gesellschaftlich geprägte *normative Wissen* umfasst internalisierte Kenntnisse und Wertvorstellungen über intersubjektiv wünschenswerte und erstrebenswerte moralische Konstrukte und Normen, die auf das eigene berufliche Handeln angewandt werden. Dieses Wissen steht insbesondere mit dem Ansatz einer gefühlten Produzentenverantwortung in Verbindung (vgl. Mertineit 2009, S. 23). Ein Großteil der Fachkräfte verbindet mit Nachhaltigkeit ein normatives Denken und Handeln, das auf gesellschaftlicher, betrieblicher und privater Ebene erfolgt (vgl. F1, F3, F5, F6, F8, F9, F10, F11 & F12). Dabei wurden Sozialisationsprozesse und Wechselwirkungen zwischen privater und betrieblicher Sphäre von einem Teil der befragten Fachkräfte explizit herausgestellt:

> „Wir sind ja die, die damit zu tun haben, und oben kann noch so viel geplant werden, was man noch alles einsparen könnte, wenn die Basis das nicht tut, dann passiert gar nichts. Da müssen wir selber ran, da hat jeder eine Pflicht und Verantwortung. So wie man das zu Hause halt auch kennt." (F1)

> „Es ist wichtig, dass wir für eine Generationengerechtigkeit sorgen. Das ist vor allem für mich Nachhaltigkeit. Das zählt auch für den Betrieb und die Arbeitsplätze. Das geht aber

> nur, wenn wir gut arbeiten und private Einstellungen in den Betrieb mitnehmen und dort leben. Zu Hause lässt auch keiner das Licht an oder das Wasser laufen." (F2)

> „Wir haben Unterweisungen. Auch für den Umweltschutz, wie Müll sortieren oder Licht ausmachen. Das sind Richtlinien, die wir einhalten müssen. Da unterschreiben wir auch für, dass man genau guckt, in welchem Gebiet man noch mehr rausholen kann. Es gilt auch hier das Grundlegende, was man auch von zu Hause her kennt, was die gute Kinderstube hergibt. Wenn du nicht mehr im Raum bist, machst du Licht und Fernseher ja auch aus." (F1)

Ein Großteil der befragten Fachkräfte hat mit einer nachhaltigen Entwicklung das Prinzip der *Partizipation* verbunden. Die postulierte Notwendigkeit zur Mitwirkung aller gesellschaftlichen Akteure und Akteurinnen und damit auch der Fachkräfte spiegelt sich somit in den getroffenen Aussagen wider (u. a. F1, F2, F3, F6, F7, F10, F11 & F12):

> „Ich denke, jeder Einzelne muss was machen, damit das *Gesamte dann wirkt*." (F8)

> „Jeder kann seinen Teil wirklich dazu beizutragen. Man muss dafür Informationen an die Leute weitergeben, wie es wird, wenn man so weitermacht, oder wie es werden kann, wenn man was verändert." (F9)

Zudem wird in der Mehrheit der Aussagen das Prinzip der *intergenerationellen Gerechtigkeit* paraphrasiert (u. a. F1, F2, F3, F6, F8, F9, F11 & F12):

> „Unter Nachhaltigkeit würde ich persönlich verstehen, dass man so handelt, dass auch für fortlaufende Generationen eine gewisse Existenz gesichert ist." (F10)

Prinzipien der *intragenerationellen Gerechtigkeit* werden hingegen deutlich seltener geäußert. Weniger als die Hälfte der Befragten beschreibt ihr nachhaltiges Denken und Handeln außerhalb lokaler Grenzen oder verweist auf die besondere Verantwortung von Industrieländern gegenüber Entwicklungsländern (u. a. F3, F4 & F11):

> „Wir reden viel vom Hier, aber es geht Menschen auf der ganzen Welt etwas an. Viele reiche Länder rauben ärmeren die Ressourcen und die Menschen, die schon nichts haben, sehen nichts davon." (F2)

### Gesamtsystemisches Wissen

Eng daran geknüpft konnte ein *gesamtsystemisches Wissen* während der Befragungen ausgemacht werden. Mit dem Wissen ist das Erfassen der Zustände und Prozesse natürlicher und sozialer Systeme verbunden. Diese Form des Wissens ermöglicht das Erkennen von Zusammenhängen und Wechselwirkungen zwischen der betrieblich verorteten Facharbeit und dem Öko- sowie Gesellschaftssystem:

> „Man muss sich auch die Auswirkungen bewusst machen, die damit zusammenhängen, was man macht. Fahre ich mit dem Auto oder mit dem Rad? Auch im Betrieb muss man sich fragen, ob ich immer alles gleich wegschmeißen muss und wo das dann landet" und weiter „Es ist meine Meinung, aber ich stehe hinter der Windenergie und den Anlagen,

> die wir produzieren. So können wir das $CO_2$ deutlich senken und das muss passieren. Nur greift meistens Schnelles manchmal auch zu kurz. Tiere haben auch eine Daseinsberechtigung. Da müssen wir weiter forschen und entwickeln, damit Windparks nicht seltene Vogelarten oder Fledermäuse bedrohen. Das darf auch nicht vergessen werden. Bei all der Produktion müssen wir auch die Tiere berücksichtigen." (F2)

Von der gleichen Fachkraft wird die Verantwortlichkeit zum nachhaltigen Handeln damit argumentiert, dass sowohl privates als auch berufliches Verhalten die ökologischen und technischen Kreisläufe beeinflusst:

> „Das Problem ist doch, dass der Mensch zu stark eingreift. Die Natur reguliert sich selbst. Ist quasi von sich aus nachhaltig. Nur der Mensch, der ist es nicht. Will immer mehr. Der Mensch durchbricht genau diese empfindlichen Kreisläufe und bringt sie außer Gleichgewicht. Aber gerade deshalb sind auch wir verantwortlich dafür, dass diese Kreisläufe intakt bleiben oder wieder in Ordnung kommen. Zu Hause und hier auf der Arbeit." (F2)

Eine Fachkraft aus der Instandhaltung reflektiert die Bedeutsamkeit der eigenen Arbeitsleistung im Kontext der betrieblichen Modernisierungs- bzw. Nachhaltigkeitsstrategie und der nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft:

> „Wenn sich Firmen modernisieren, dann setzen sie sich ja von den anderen Firmen ab und werden meist auch effizienter. Also können sie ihre Produkte auch besser anbieten. Ich würde sagen, wenn wir als Firma uns nicht so aufstellen würden, dann würden wir ganz schnell den Weg nach unten nehmen bei der aktuellen Situation. Und so ist das genauso in der Gesellschaft. Wenn man sich nicht anpasst an die Zukunft oder an das, was kommt, wird man ganz schnell den Weg verlassen und das wird nicht positiv sein." (F5)

Nachhaltigkeit wird von den Fachkräften hauptsächlich mit zwei *planetaren Belastungsgrenzen* in Verbindung gebracht (vgl. Abschn. 1.1): zum einen dem Biodiversitätsverlust (vgl. F8 & F9) und zum anderen den klimatischen Veränderungen (u. a. F2, F4, F5, F7, F8, F10 & F11):

> „Wenn man die letzten drei, vier Sommer anguckt, dann mache ich mir echt Sorgen." (F6)

Eine Fachkraft hat ein umfassendes Bild von umweltbezogenen Auswirkungen eines nicht nachhaltigen Handelns mit Bezug auf mehrere Belastungsgrenzen geschildert:

> „Kraftstoff wird verheizt, der Ausbau erneuerbarer Energie stoppt, der Fleischkonsum geht so auch nicht weiter, die trockenen Sommer, kaum noch Insekten da, die Landwirtschaft muss produktiv sein für den Konsum, aber schmeißt zu viel Gülle auf den Acker und das geht ins Grundwasser" und weiter „[…] Das keine Nachhaltigkeit besteht, sieht man auch an den Wäldern. Urwälder werden immer mehr abgeholzt. Natürlich wird auch wieder aufgeforstet, aber das sind Nutzwälder." (F2)

Das Prinzip der *Kohärenz* bzw. der *Mehrdimensionalität* (integrative Berücksichtigung der Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales; vgl. Abschn. 2.1.1) ist lediglich explizit in den Ausführungen von zwei Fachkräften vorhanden (u. a. F2):

> *„Am Ende des Tages soll immer Geld verdient werden, aber unter den bestmöglichen Bedingungen, sowohl arbeits- als auch umwelttechnisch"* und weiter „[...] Wenn ich den Begriff Nachhaltigkeit höre, ist für mich immer erst mal das Gravierendste, dass man so handelt, dass man die Existenz der nächsten Generationen auf jeder Ebene sichert. Sei es finanziell, wohlstandstechnisch oder umwelttechnisch." (F10)

Der Großteil der Fachkräfte (vgl. F1, F3, F4, F5, F5, F7, F8, F9, F11 & F12) verbindet mit Nachhaltigkeit vorrangig die ökologische Dimension, gefolgt von der sozialen Dimension. In den getroffenen Aussagen bildet sich somit das *Vorrangmodell* ab (vgl. Abschn. 2.1.3.2). Ergebnisse aus dem Kurzfragebogen untermauern diesen Befund (Abb. 31).

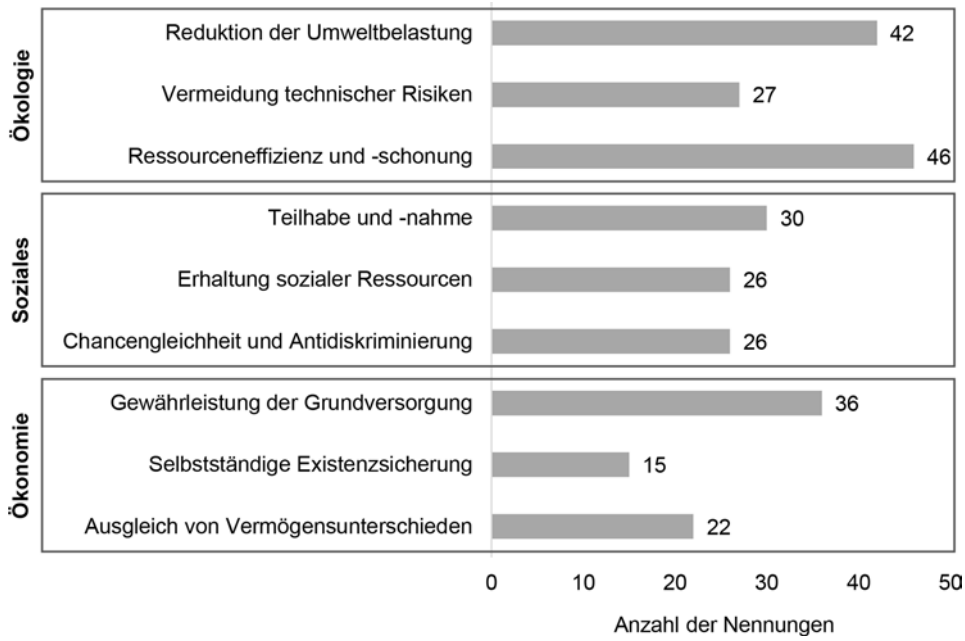



**Abbildung 31:** Genannte Zielperspektiven einer nachhaltigen Entwicklung (n = 270)

Die verwendeten Items entstammen dem integrativen Konzept einer nachhaltigen Entwicklung (vgl. Abschn. 2.1.3.3). Mehrfachnennungen waren möglich. Insgesamt nehmen die Nennungen aus der ökologischen Dimension den größten Anteil aller Nennungen ein (42,59 %), gefolgt von den Nennungen aus der sozialen Dimension (30,37 %) und den Nennungen aus der ökonomischen Dimension (27,04 %). Mit 46 Nennungen wurde die Ressourceneffizienz und -schonung am häufigsten mit einer nachhaltigen Entwicklung in Verbindung gebracht, gefolgt durch die Reduktion von Umweltbelastungen (42 Nennungen). Die selbstständige Existenzsicherung aus der Kategorie Ökonomie wurde mit 15 Nennungen hingegen kaum mit Nachhaltigkeit assoziiert.

Das Nachhaltigkeitsverständnis der Fachkräfte verdeutlicht, dass nicht von einer Gleichrangigkeit ökologischer, sozialer und ökonomischer Ziele ausgegangen wird.

Vielmehr bildet sich in den Ergebnissen ein Vorrangmodell ab. Dies bedeutet allerdings nicht, dass ein verkürztes bzw. eindimensionales Verständnis von Nachhaltigkeit im Sinne eines „reinen Umweltschutzes" vorliegt, sondern dass die Auffassungen der Fachkräfte stärker mit den theoretischen Prinzipien einer „starken Nachhaltigkeit" übereinstimmen (vgl. Abschn. 2.1.3.2).

### Reflexion der empirischen Befunde

Zusammenfassend lässt sich aus den Forschungsdaten eine nachhaltigkeitsbezogene Wissensstruktur rekonstruieren, die aus vier unterschiedlichen Wissenstypen zusammengesetzt ist. Diese erstrecken sich von konkret-domänenspezifischen bis hin zu abstrakt-globalen Wissenstypen. Die Gegenstandsbereiche der einzelnen Wissenstypen werden unabhängig vom Abstraktionsgrad von den Fachkräften mit der eigenen Facharbeit in Verbindung gesetzt (Abb. 32).

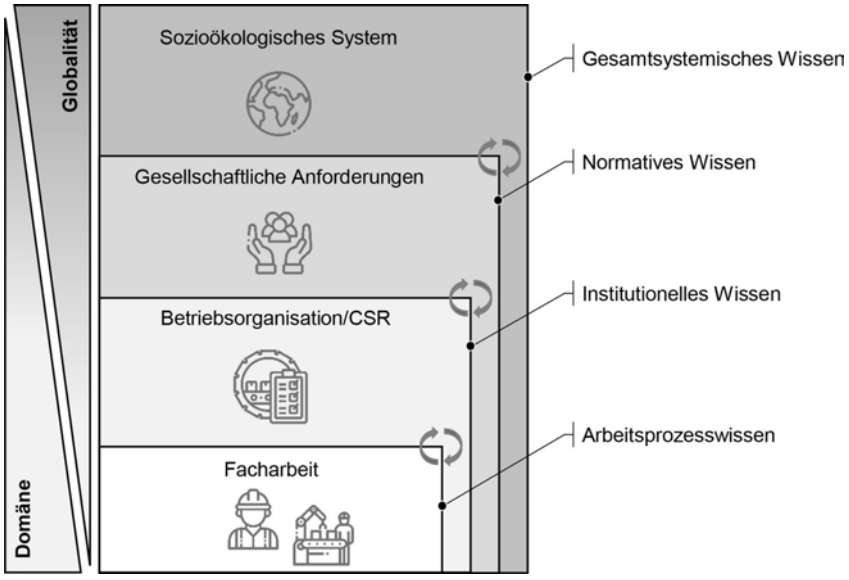



**Abbildung 32:** Wissenstypen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

- **Arbeitsprozesswissen**: Wie schon von Fischer (vgl. 2002, S. 61) ausführlich untersucht, wird dieses Wissen unmittelbar im Arbeitsprozess benötigt und zum Teil im Arbeitsprozess selbst erworben oder profiliert. Ohne das in der praktischen Arbeitshandlung inkorporierte und für die erfolgreiche Bewältigung benötigte Wissen ist die effiziente, verträgliche, bedarfsgerechte und damit berufsfachlich und -organisatorisch adäquat vollzogene Erzeugung, Aufrechterhaltung, Wiederherstellung oder Steigerung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte in der eigenen Domäne kaum denkbar, ganz gleich, ob dieses Wissen bewusst oder unbewusst zum Tragen kommt bzw. expliziert werden kann oder nicht. Arbeitsprozesswissen ist eine wesentliche Voraussetzung, um nachhaltige Wirkungen in der Domäne und in den Arbeitsprozessen zu erzielen.

- **Institutionelles Wissen**: Fachkräfte haben nicht nur die Möglichkeit, im unmittelbaren Arbeitsprozess nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte zu erzielen, sondern können in Abhängigkeit der betrieblichen Partizipationsstrukturen an der Etablierung und Verstetigung nachhaltiger Geschäftsprozesse (insbesondere Produktion und Instandhaltung) mitwirken. Durch die Mitarbeit in partizipativen Optimierungssystemen (z. B. KVP, BVW) können Fachkräfte ihre beruflichen Erfahrungen aus der Domäne einbringen. Um Verbesserungspotenziale zu erkennen und in einen tragfähigen Verbesserungsansatz zu überführen, ist die Zusammenführung der Wissensbestände aus den konkreten Arbeitsprozessen mit dem institutionellen Wissen von großer Bedeutung. Es befähigt dazu, betriebliche Handlungsspielräume auszumachen sowie organisatorische Abläufe und Strukturen in den partizipativen Optimierungssystemen zu verstehen und sich darin einzubringen, um letztendlich betriebliche Verbesserungspotenziale institutionell organisiert und koordiniert zu heben. Dieser Wissenstypus umfasst ebenfalls Kenntnisse über die betrieblichen Nachhaltigkeitsbestrebungen und ermöglicht die Einordnung des eigenen Handelns in die betrieblichen Projekte und Nachhaltigkeitsziele. Über die betriebliche Nachhaltigkeitskommunikation erhalten Fachkräfte gezielte Informationen zur nachhaltigen Entwicklung des Unternehmens oder geplanter Projekte. Dieses Wissen kann identitätsstiftende und motivationale Wirkungen hervorrufen und ermöglicht es der Fachkraft, die allgemeinen Nachhaltigkeitsleistungen des eigenen Betriebes kritisch zu hinterfragen.
- **Normatives Wissen**: Dieses Wissen ist nicht unmittelbar für die funktionale Bewältigung von Arbeitsaufträgen erforderlich. In der prädezisionalen Phase gemäß des Rubikon-Modells (vgl. Abschn. 3.2.4.3) können sich normative Wissensbezüge allerdings sehr wohl auf die Motivation bzw. Bereitschaft zum nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handeln auswirken. Normatives Wissen ermöglicht es zudem, intersubjektiv anerkannte und wünschenswerte ethisch-moralische Konstrukte auf die eigene Domäne zu übertragen und so in der postaktionalen Phase zur Reflexion des eigenen beruflichen Handelns oder für die Bewertung der betrieblichen Abläufe einzusetzen. Damit weist dieser Wissenstypus vorrangig eine Orientierungsfunktion auf und steht in einem engen Zusammenhang mit den Einstellungen und Wertorientierungen.
- **Gesamtsystemisches Wissen**: Ähnlich wie das normative Wissen ist gesamtsystemisches Wissen nicht unmittelbar für die funktionale Durchführung von zielgerichteten beruflichen Handlungen in der Domäne erforderlich, kann aber ebenso wie das normative Wissen die Willensbildung motivational beeinflussen. Es ermöglicht die grundlegende Erfassung der Zustände natürlicher und sozialer Systeme und das Erkennen von Zusammenhängen und Wechselwirkungen zwischen betrieblich verorteter Facharbeit und dem Öko- und Gesellschaftssystem. Folgen und (Aus-)Wirkungen des beruflichen Handelns auf die Gesellschaft und Umwelt lassen sich durch gesamtsystemisches Wissen bis zu einem gewissen Maße antizipieren.

Obgleich die identifizierten Wissenstypen explizit im Kontext einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit erhoben wurden, weisen die Ergebnisse eine Anschlussfähigkeit an die Typologie unterschiedlicher Wissensformen nach Rauner auf (vgl. Abschn. 3.2.4.1). Während die inhaltlichen Gegenstandsbereiche des dargelegten Arbeitsprozesswissens und des institutionellen Wissens Parallelen zu den Kategorien des handlungsleitenden (Know That) und handlungserklärenden Wissens (Know How) aufweisen, lässt sich der skizzierte Gegenstandsbereich des normativen und gesamtsystemischen Wissens auch als spezifische Ausformung des handlungsreflektierenden Wissens (Know Why) begreifen (vgl. Rauner 2011, S. 10; vgl. Rauner 2012, S. 15).

Unter Berücksichtigung des Diskrepanztheorems[54] lassen die Ergebnisse den Schluss zu, dass abstraktes und normativ geleitetes Nachhaltigkeitswissen zwar motivational-emotionale Auswirkungen auf die Willensbildung und letztendlich indirekt auf die Willensumsetzung haben kann, aber alleine kaum ausreicht, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte durch berufliche Facharbeit in der Domäne zu erzielen. Spätestens bei der konkreten Planung der Willensumsetzung und dem tatsächlichen Handlungsvollzug zur Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte auf Arbeitsprozess- und Geschäftsprozessebene sind ein Arbeitsprozesswissen und institutionelles Wissen erforderlich, welche das Wissen um die betrieblichen Nachhaltigkeitspotenziale und Gestaltungsmöglichkeiten mit den konkreten berufsfachlichen, methodischen, arbeitsorganisatorischen Kenntnissen und Erfahrungen zusammenführen. Exemplarisch gesprochen münden ökozentristische Wertorientierungen ohne berufliche Expertise kaum in eine erfolgreiche Anlagenumrüstung zur energetischen Optimierung einer Bestandsanlage. Dies sollte allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass bei geringen innerbetrieblichen Widerständen und hohen individuellen Nutzenerwartungen die vorrangig abstrakt und global orientierten Wissenstypen (normatives und gesamtsystemisches Wissen) ein nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln und das freiwillige Engagement zur Mitgestaltung betrieblicher Nachhaltigkeitsstrukturen tendenziell begünstigen können. Normatives und gesamtsystemisches Wissen ermöglichen es den Fachkräften, die Arbeitszusammenhänge bzw. die Sinn- und Sachzusammenhänge der eigenen Facharbeit in gesellschaftliche und gesamtsystemische Zusammenhänge einzuordnen und anhand dieser zu reflektieren.

#### 7.2.1.2 Können – Kristallisationspunkte einer nachhaltigkeitsorientierten Könnerschaft

*„Wichtig ist, dass, wenn er die Arbeit macht, dass er sie vor allem ordentlich macht!" (F3)*

Wissen und Können werden in der breiteren Berufsbildungsdiskussion häufig im gleichen Zuge erwähnt, wenn von beruflicher Kompetenz zur Bewältigung von Handlungsanforderungen gesprochen wird (vgl. Becker & Spöttl 2015a, S. 2; vgl. Straka &

54 Das Diskrepanztheorem im Kontext nachhaltiger Entwicklung besagt, dass ein normativ geprägtes Nachhaltigkeitsbewusstsein nur begrenzte Aussagen über den tatsächlich nachhaltigen Handlungsvollzug zulässt (vgl. Rebmann & Slopinski 2018, S. 73).

Macke 2009a, S. 9; vgl. Fischer 2003, S. 7). Damit wird bereits deutlich, dass es nicht ausreicht, bei der Betrachtung und Entschlüsselung nachhaltigkeitsorientierter Berufshandlungen lediglich das Wissen zum Gegenstand der Untersuchung zu machen, wenn verstanden werden soll, wie Praktiker:innen der Domäne nachhaltigkeitsgeprägte Herausforderungen in der Arbeitswelt durch ihr Können bewältigen.

Diese Könnerschaft setzt Praxis voraus, die durch formale Bildungsprozesse kaum alleine zu vermitteln ist und einen wesentlichen Untersuchungsgegenstand der Berufswissenschaft darstellt (vgl. Spöttl 2014, S. 15). Der vorliegende Abschnitt soll dazu dienen, die identifizierten *Kristallisationspunkte* dieser Praxisgemeinschaft aus der Sicht der Fachkräfte herauszustellen.

So banal es auf den ersten Blick erscheint, so bedeutsam wird zugleich von den Fachkräften der Anspruch bewertet, dass Personen, die zur Könnerschaft einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit zählen, in der Lage sind, Arbeitsprozesse ganzheitlich zu bewältigen und Berufshandlungen berufsfachlich und arbeitsorganisatorisch adäquat umzusetzen (u. a. F6):

> „Ich persönlich sorge dafür, dass ich halt möglichst wenig Ausschuss produziere. Also keine Fehler mache, denn sonst muss ich die Fertigung noch mal vornehmen." (F7)

> „Wichtig ist, dass, wenn er die Arbeit macht, dass er sie vor allem ordentlich macht! Dazu gehört auch die Dokumentation und Planung. Wenn man das nicht gewissenhaft macht, dann arbeitet man später zweimal und das ist bestimmt nicht nachhaltig. Wenn die Arbeit nicht gewissenhaft ist, dann können schnell Schäden entstehen und das hat einen Rattenschwanz. Schäden führen zu mehr Materialaufwand, evtl. leidet die Produktion, obwohl die Anlagen laufen, das ist sicher nicht effizient." (F3)

> „Dass man gewissenhaft arbeitet und nicht quer durcheinander die Aufgaben verschiebt. Dazu muss man auch in die Aufgaben reinwachsen. Dass man mit kleineren Sachen beginnt und dann die Aufgaben immer weiter ausweitet." (F9)

Ordentlichkeit, Gewissenhaftigkeit, Gründlichkeit und Vollständigkeit sind demnach wesentliche Voraussetzungen, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte durch die Vermeidung ressourcenintensiver Verluste und Verschwendungen (Ausschuss, Fehler, Defekte, Überbearbeitung etc.) zu erzielen. Ein solches Handeln rekurriert auf fundierte berufliche Kenntnisse, Verfahren und Methoden aus formellen, aber ebenso auch aus informellen Lernprozessen aus dem Arbeitsprozess selbst, wie anhand des geschilderten „Hineinwachsens" deutlich wird.

Nachhaltigkeitsorientierte Könner:innen verfügen über vielfältige berufliche Erfahrungen und können Produzentenverantwortung in ihrer Domäne übernehmen. Dazu treffen sie auch in unklaren oder zum Teil widersprüchlichen Situationen Entscheidungen, die nach Möglichkeit den größtmöglichen Nutzen unter Berücksichtigung nachhaltiger Bezugspunkte generieren. Dies zeigt sich anhand einer erfahrenen Fachkraft, die auftragsbezogene Vorgaben aus der Arbeitsvorbereitung (AV) eigenverantwortlich anpasst, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte mit langfristigen Wirkungen für das Unternehmen zu erzielen:

> „Wenn von oben natürlich gesagt wird 100 % [Verfahrgeschwindigkeit Roboter], dann muss ich das ja eigentlich, mach ich aber nicht, weil ich weiß, dass davon keiner was hat. Ich sitze sonst später damit, wenn wir einen Stillstand haben, Reparaturen anliegen und dann werde ich gefragt, wieso brauchen wir so viele Ersatzteile? Also am besten die Leute mit Erfahrungen auch machen lassen." (F6)

Die Könnerschaft kann zudem unterschiedliche Nachhaltigkeitspotenziale identifizieren und zugehörige Verbesserungsansätze einbringen. Dazu werden einerseits Verbesserungsansätze im eigenen Arbeitsprozess identifiziert und antizipiert:

> „Wir haben z. B. das Problem mit einer Kompressoranlage, bei der die Stirndeckel immer mit selbstschneidenden Schrauben befestigt werden. Das Problem ist, dass nach spätestens drei Wartungen die Schraube nicht mehr hält. Das heißt, der Stirndeckel kann nicht mehr mit der entsprechenden Vorspannung angebracht werden, die Dichtung wird nicht entsprechend gequetscht und dadurch haben wir regelmäßig Rückläufer, weil dann Öl austritt. Da haben wir jetzt Gewindeeinsätze eingesetzt und dann entsprechend normale Schrauben verwendet. Dass da eine wiederkehrende Wartung auch möglich ist, ohne nach drei Wartungen sagen zu müssen: Ja, wir kriegen den Deckel nicht mehr fest, wir brauchen ein neues Aggregat. Das sind dann ja mehrere Sachen in Richtung Nachhaltigkeit, die Maschine hält länger und man muss weniger erneuern. Dazu dann auch die Sicherheit und hinsichtlich der Umwelt tritt kein Öl aus." (F10)

Zum anderen erfolgen Verbesserungen über den eigentlichen Arbeitsprozess hinaus, die auf die partizipative Mitgestaltung der betrieblichen CSR-Strukturen und Geschäftsprozesse abzielen, um an der nachhaltigen Entwicklung des Betriebes mitzuwirken:

> „Wenn wir bspw. auch was im Brandschutz sehen, wo man einfach weiß, da gibt es schon etwas Neueres, Sichereres und Besseres. Dann schlagen wir das vor und dann wird das auch umgesetzt. Aber auch viele kleine Modifikationen an den Anlagen, die es den Anlagenbedienern einfacher machen." (F3)

> „Gerade durch die Gruppenarbeit und durch das Ideenmanagement. Wir sehen Sachen, die könnte unser Chef nicht sehen, wir sind ja direkt vor Ort und sehen es am ehesten. Wir sind diejenigen, die hauptsächlich zur Verbesserung beitragen können." (F12)

Entsprechend verfügen Könner:innen über Kenntnisse über die nutzbaren betrieblichen Handlungsspielräume (Anteil des im vorherigen Abschnitt dargelegten institutionellen Wissens) und haben die Fähigkeiten, sich in der Gruppe konstruktiv und erfahrungsbasiert in partizipative Optimierungssysteme des Unternehmens einzubringen. Dass ebendiese Handlungsspielräume sogar als erforderlich angesehen werden, um überhaupt zum:zur Könner:in zu werden, wird anhand der folgenden Aussage deutlich:

> „Vor allem bei Neuzugängen sind die richtigen Teamzusammensetzungen wichtig. Probleme und Optimierungen müssen intern und gemeinsam gelöst werden. Auszubildende brauchen deshalb auch Freiräume, um Probleme zu lösen oder sich zu erproben. Das ist ganz wichtig. Erst durch Freiräume können sie sich an Optimierungen beteiligen und lernen, das Ganze zu verstehen, um es dann zu ändern oder zu verbessern." (F2)

Könner:innen nutzen zudem ihre kommunikativen Fähigkeiten, um auch extern eine beratende Rolle einzunehmen:

> „Also das Öl haben sie meistens auf dem Schirm, aber weil das Kondensat im Grunde genommen ja erst mal Wasser ist, haben da viele nicht den Bezug. Sie wissen es nicht besser, dass das Kondensat mit Öl belastet ist, da leisten wir Aufklärungsarbeit. Wir haben unsere Kunden eigentlich alle dazu gebracht, dass sie einen Öl-Wasser-Trenner stehen haben oder das Kondensat auffangen und fachgerecht entsorgen, wenn das kleinere Mengen sind." (F10)

Dass nachhaltigkeitsorientiertes Können dabei nicht zwangsläufig bewusstseinspflichtig ist, sondern auch auf implizite Wissensstrukturen zurückgreift, zeigt sich anhand der folgenden Aussage:

> „Für viele ist Nachhaltigkeit was, worüber man gar nicht nachdenkt. Man macht es halt einfach." (F1)

### Reflexion der empirischen Befunde

Im Können bzw. Beherrschen von Arbeitsprozessen und individuellen domänenbezogenen Problemstellungen besteht eine eigene Qualität von Nachhaltigkeitsrelevanz. Eine Könnerschaft mit der nötigen Bereitschaft ermöglicht die adäquate Umsetzung von Arbeitsaufgaben und damit auch eine sichere Umsetzung des Arbeitsauftrages sowie eine schnelle und erfolgreiche Lösung unvorhergesehener Problemsituationen (Anlagenstillstände, Defekte etc.). Darüber hinaus sind Könner:innen in der Lage, ihre Erfahrungen einzusetzen, um nicht nur für die nachhaltigkeitsorientierte Umsetzung von Arbeitsprozessen zu sorgen, sondern auch an der Etablierung nachhaltiger Strukturen und Abläufe auf Geschäftsprozessebene mitzuwirken (z. B. im Rahmen partizipativer Optimierungssysteme). Die sich in der Könnerschaft zeigende Beherrschung derartiger Situationen trägt im hohen Maße zur Erzeugung, Aufrechterhaltung, Wiederherstellung oder Steigerung nachhaltiger Gebrauchswerte bei. Berufliches Können ermöglicht u. a. die Sicherstellung der Anlagenlebensdauer, -verfügbarkeit und -effizienz und die gekonnte Umsetzung der Arbeitsprozesse mit einem geringen Anteil an Ausschuss und Nacharbeit. Unnötige Verschwendungen von Energie, Hilfs-, Betriebs- und Rohstoffen oder Anlagenstillstände werden vermieden und Umweltschädigungen oder Verletzungspotenziale durch unsachgemäßen Gebrauch von Arbeitsgegenständen reduziert.

Folgende *Kristallisationspunkte* einer Könnerschaft nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit lassen sich aus den dargelegten Ergebnissen ableiten:

- *beruflich adäquates Bewältigen und Gestalten von Arbeitsprozessen,*
- *Identifizieren von Nachhaltigkeitspotenzialen und Umsetzen von Verbesserungen,*
- *partizipatives Mitgestalten von betrieblichen CSR-Strukturen,*
- *Erkennen und Berücksichtigen von ökologischen, sozialen und ökonomischen (Aus-)Wirkungen der eigenen Arbeit,*
- *eigenständiges Treffen von Entscheidungen,*

- *Übernehmen von Produzentenverantwortung* und
- *Beraten bei nachhaltigkeitsbezogenen Situationen*.

#### 7.2.1.3 Wollen – Nachhaltigkeitsbezogene Einstellungen und Handlungsanreize

*„Da müssen wir selber ran, da hat jeder eine Pflicht und Verantwortung. So wie man das von zu Hause halt auch kennt." (F1)*

Weiterhin wurde das kognitiv und affektiv ausgerichtete Konglomerat aus Einstellungen, Werten und Motiven untersucht, welches sich in der performativen Handlung von Fachkräften in Form des *Wollens* äußern kann (vgl. Becker 2015, S. 56). Sie prägen die Willensbildung und manifestieren sich in der Willensumsetzung (vgl. Abschn. 3.2.4.3) und werden ebenfalls für nachhaltigkeitsorientierte und umweltbewusste Handlungsintentionen und -regulierungen als bedeutsame Determinanten angeführt (vgl. Bliesner-Steckmann 2018, S. 35; vgl. Mertineit 2009, S. 14; vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 142; Fietkau & Kessel 1981, S. 10; Matthies 2005, S. 71; Hamann et al. 2016, S. 20). Nachfolgend werden die festgestellten motivationalen Handlungsanreize für die eigenverantwortliche Umsetzung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit und die damit korrespondierenden Einstellungen und Werte der Fachkräfte dargelegt.

**Handlungsanreize zur Erzielung nachhaltigkeitsorientierter Gebrauchswerte**

Zusammenfassend weisen die Ergebnisse darauf hin, dass die Bereitschaft zur eigenständigen Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte bei allen befragten Fachkräften auf einem Zusammenspiel aus unterschiedlichen Handlungsanreizen beruht, die sich innerhalb eines Kontinuums verorten lassen, das sich vom subjektbezogenen Berufsethos (Personenmerkmal) bis hin zu betrieblich-institutionellen Faktoren erstreckt.

Ein Großteil der Fachkräfte bezieht sich hinsichtlich der Bereitschaft, nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte zu erzielen, auf das eigene Berufsethos und die damit verbundenen Wertvorstellungen und Einstellungen (u. a. F2, F3, F4, F6, F7, F8, F9, F10 & F12):

> „Wenn man das erzwingt, dann wird das nicht mit Energie oder Leidenschaft gemacht. Das muss von einem selber kommen, sonst klappt das nicht." (F1)

> „Und wir denken da wirklich energetisch, es gibt nichts Teureres, als Dampf zu produzieren, Druckluft zu produzieren oder etwas zu kühlen. Das sind die drei Ankerpunkte hier im Werk, die halt Geld kosten. Und um zu produzieren, brauchen wir natürlich Strom. Und wenn da keine Effizienz drin ist, dann haben wir unseren Job nicht richtig gemacht." (F5)

In diesem Kontext wird die gefühlte Verantwortung, nachhaltigkeitsorientiert in der Domäne zu handeln, von der Mehrheit der Fachkräfte zum Gegenstand gemacht. Der Aufbau dieser gefühlten Produzentenverantwortung wird von einigen Fachkräften mit der Internalisierung der dafür als förderlich erachteten Wertvorstellungen in Verbin-

dung gebracht, die bereits mit frühkindlichen und schulischen Bildungsprozessen beginnt (u. a. F1, F2, F4, F6 & F10):

> „Gerade durch die Gruppenarbeit, durch das Ideenmanagement. Wir sehen Sachen, die könnten unsere Vorgesetzten nicht sehen, wir sind ja direkt vor Ort und sehen es. Wir sind diejenigen, die hauptsächlich zur Verbesserung beitragen können." (F12)

> „Ich glaube, vieles von dem lernt man nicht hier, sondern das kommt schon vorher in der allgemeinen Erziehung. Zu Hause und in der Schule. Ich verstehe es eher so, dass ich zuerst eine gute Bildung und Erziehung genieße, und diese Werte und wie ich mich verhalte, das nehme ich dann mit in das Unternehmen. Zu Hause bekommt man das schon gleich eingetrichtert – Mülltrennung, Licht ausmachen, Dinge nicht gleich wegschmeißen, nicht so lange duschen." (F3)

Auch der Arbeitsprozess selbst und die erfolgreiche Bewältigung zugehöriger Arbeitsaufgaben und Problemstellungen werden von einigen Fachkräften als motivierend empfunden. Das Erfahren der Beherrschung und Gestaltung nachhaltigkeitsverträglicher Arbeitsprozesse kann dabei als ein Auslöser von Freude gewertet werden und ermöglicht das Erleben von Selbstwirksamkeit (u. a. F1 & F5):

> „Dann macht man auch wirklich weiter. Wenn etwas einfach schön und rund läuft, dann ist das als Instandhalter auch befriedigend. Das bedeutet, dass wir unseren Job gut machen." (F3)

> „Es ist ja jetzt nicht so, dass man da etwas verkauft hätte, sondern man hilft ja wirklich, das Potenzial rauszuholen, das eigentlich vorhanden ist. Das ist eine befriedigende Arbeit, wenn man das halt kann und macht." (F11)

Auch die betriebliche Informationsweitergabe zu nachhaltigkeitsbezogenen Vorhaben und Zielvorgaben wird als ebenso motivierend wahrgenommen wie die konstruktiven Rückmeldungen zur durchgeführten Arbeit und die Wertschätzung der eigenen Leistungserbringung (u. a. F3, F6, F7 & F11):

> „Zahlen und Fakten sind starke Argumente aus meiner Sicht. Das motiviert dann umso mehr, wenn man weiß, was wir wirklich geschafft haben. Wir haben so ein Beispiel mit Fußballfeldern oder wie oft man um die Erde fahren kann mit dem Strom, den wir gespart haben. Das sind so Sachen, die man grafisch aufarbeitet, mit denen man sich das wirklich vorstellen kann. Genauere Informationen zu erzielten Einsparungen sind immer motivierend." (F9)

> „In erster Linie, finde ich, sollte das Feedback stimmen. Was einem dabei hilft, sind Kunden, die das wertschätzen. Selbst wenn ich jetzt ein Unternehmen berate und die den Auftrag annehmen, dann ist der Servicetechniker derjenige, der das vor Ort ausführt." (F10)

Ein Teil der Fachkräfte schöpft zudem Motivation aus der Identifikation mit dem Unternehmen. Bemerkenswert ist dabei, dass alle zugehörigen Aussagen von Fachkräften stammen, die in Unternehmen arbeiten, die einschlägig den Leitmärkten für Umwelttechnik und Ressourceneffizienz (vgl. Abschn. 6.1.1) zuzuordnen sind (u. a. F1 & F8):

> „Das ist doch eine positive Sache, nichts ist unendlich, aber es wird immer mehr gebaut und produziert, aber irgendwann wird alles knapper und weniger. Da ist es doch super bei uns, wenn durch investierte Arbeit aus einem alten Produkt wieder ein vollwertiges Produkt hergestellt wird, ohne großartig neues Material einzusetzen. Das ist optimal, meiner Meinung nach, und das sollte überall so sein. Wenn ich eine Ausbildung machen würde und müsste mich entscheiden, dann würde ich eher ein Unternehmen wählen, das Ressourcen gut nutzt anstatt verschwendet" und weiter „Wenn man sich mit seiner Firma identifiziert und nicht nur zum Geldverdienen hingeht. Wenn man gerne in der Firma ist, hat man Interesse, dass alles gut funktioniert und läuft. Wenn man sich mit seiner Firma identifiziert, würde ich sagen, und Umweltschutz, wir sollten eigentlich alle daran Interesse haben, dass es der Umwelt gut geht. Dadurch entsteht auch Eigenantrieb." (F12)

Darüber hinaus werden betriebliche Anreizsysteme als Handlungsanreize genannt. Der Antrieb, bestehende Nachhaltigkeitspotenziale in Unternehmen unter Aufbringung des eigenen Engagements zu heben, basiert dabei auf ergebnisorientierten Vergütungen in Form von Sach- oder Geldprämien. Dieser betrieblich gesteuerte Handlungsanreiz ist in den Großunternehmen überwiegend durch das betriebliche Vorschlagswesen (BVW) institutionalisiert oder erfolgt bspw. durch eine Prämienausschüttung bei der Erreichung betrieblicher Nachhaltigkeitsziele (u. a. F2, F3, F4, F5, F6, F8 & F10):

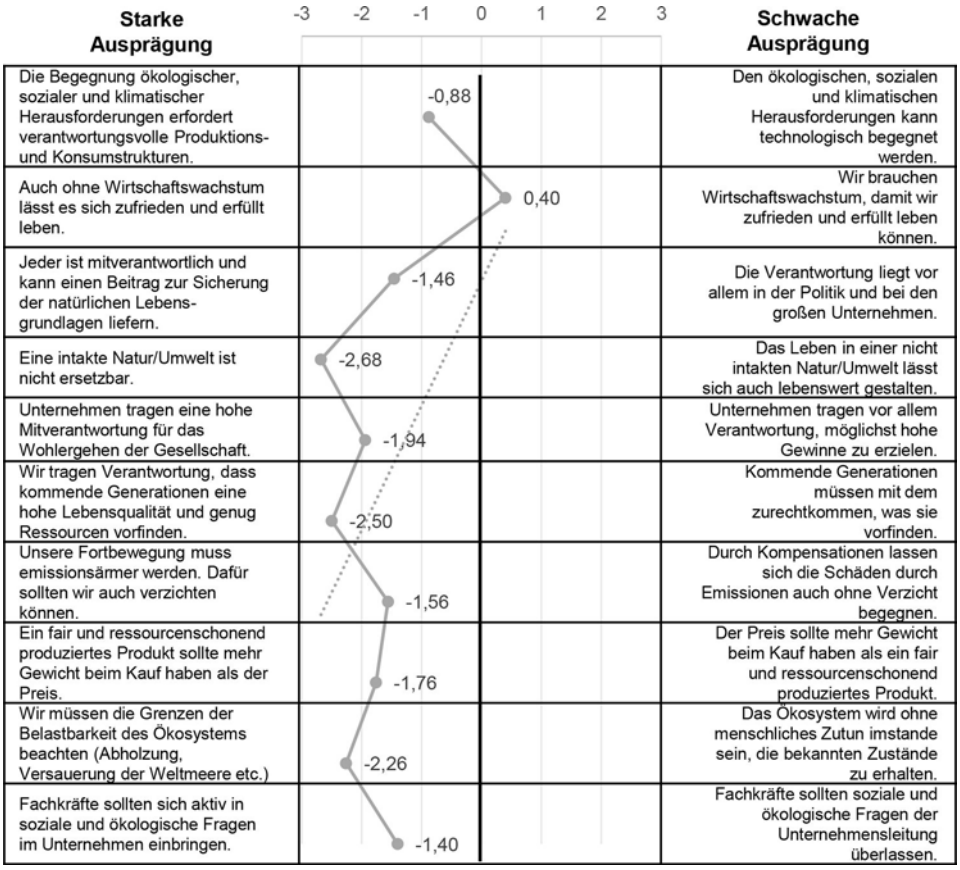
> „Da gibt es unser Ideenmanagement. Dann schreibst du Ideen auf, machst noch eine Zeichnung dazu, reichst das ein und dann wird das vom Komitee durchgesehen, ob man da noch was verbessern kann. Da geht es auch um Einsparungen. Dann gibt es auch Prämien, wenn das gut ist. Das spornt an." (F1)

> „Meistens ist es mit Pauschalen, Gutscheinen oder Geld für das Erreichen von Zielen. Dass man eben sagt, wir wollen dieses Jahr soundso viele Tonnen einsparen, und wenn alle mitziehen, dann gibt es für jeden so und so viel Euro am Ende des Jahres. Das ist ein großer Motivationsschub für viele." (F9)

#### Einstellungen zur nachhaltigen Entwicklung von Arbeits- und Lebenswelt

Die dargelegten Ausführungen der Fachkräfte geben darüber Aufschluss, dass den im Berufsethos internalisierten Werten und Einstellungen ein motivationaler Charakter zuzuschreiben ist, der sich positiv auf die Handlungsbereitschaft auswirken kann. Entsprechend wurde zudem untersucht, welche Einstellungen die Fachkräfte gegenüber einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft und Arbeitswelt aufweisen. Dazu wurde in Anlehnung an die Arbeiten von Michelsen, Grunenberg, Mader und Barth (vgl. 2015, S. 83) sowie Schütt-Sayed (vgl. 2020, S. 169) ein semantisches Differenzial entwickelt und im Kurzfragebogen eingesetzt. Die theoretische Basis der Itemgenerierung bilden die im theoretischen Teil herausgearbeiteten Merkmale einer starken und einer schwachen Nachhaltigkeit (vgl. Abschn. 2.1.3.3). Den Fachkräften wurden insgesamt zehn Item-Paarungen vorgelegt, die eine konträre Positionierung ermöglichen. Die Items wurden von stark ausgeprägten Nachhaltigkeitsansätzen und -perspektiven (linke Seite der Tabelle) bis hin zu schwachen Ausprägungen (rechte Seite der Tabelle) arrangiert (Tab. 31). Die Antworten sind als arithmetische Mittelwerte dargestellt.

**Tabelle 31:** Einstellungen der Fachkräfte gegenüber Nachhaltigkeitsansätzen und -perspektiven (n = 50)




Die Antworten der Fachkräfte tendieren bei neun von zehn Items zu einer Positionierung, die mit den Prinzipien einer starken Nachhaltigkeit vereinbar ist. Einzige Ausnahme stellt das Ergebnis zum Item des Wachstumsparadigmas dar (zweite Zeile). Wirtschaftswachstum wird mehrheitlich als Notwendigkeit aufgefasst, um ein zufriedenes und erfülltes Leben zu führen. Tendenziell ist eine derartige Auffassung der schwachen Nachhaltigkeit und damit der neoklassischen Positionen zuzuordnen. Zu den drei stärksten Ausprägungen zählt die *Unersetzbarkeit einer intakten Natur/Umwelt*, gefolgt von der Befürwortung einer *intergenerationellen Gerechtigkeit* und der *Berücksichtigung planetarer Belastungsgrenzen*. Diese Positionierungen beziehen sich in ihren nachhaltigkeitstheoretischen Bezugspunkten auf die Befürwortung fundamentaler normativer Nachhaltigkeitsziele wie die Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials, auf generationsübergreifende Gerechtigkeitsprinzipien und auf die Wahrung der natürlichen Lebensgrundlagen (vgl. Abschn. 2.1.3.3).

**Reflexion der empirischen Befunde**

Die dargestellten normativen Positionierungen der Fachkräfte in Tabelle 31 weisen insgesamt eine deutliche Tendenz zur starken Nachhaltigkeitstheorie auf. Die Ergebnisse deuten damit auf ein Bewusstsein hin, bei dem die Notwendigkeit der eigenen Verantwortungsübernahme auf beruflicher und privater Ebene als ebenso bedeutsam empfunden wird wie die gesamtgesellschaftliche Verantwortungsübernahme der Unternehmen. Die gestrichelte Trendlinie unterstreicht diesen Befund.

Die starke Ausprägung des Items der „intergenerationellen Gerechtigkeit" (Zeile 6) verdeutlicht auch an dieser Stelle nochmals die Annahme des intersubjektiv wahrgenommenen Verantwortungsprinzips gegenüber den nachfolgenden Generationen. Die Ergebnisse zum Item der „eigenen Verantwortungsübernahme" (Zeile 3) untermauern diese Annahme. Einen weiteren interessanten Fall stellt das Ergebnis zum Item „verantwortungsvolle Produktions- und Konsumstrukturen vs. technikzentrierte Ansätze" (Zeile 1) dar. Obwohl mehrheitlich eine Aussprache für verantwortungsvolle Produktions- und Konsumstrukturen vorliegt, nehmen immerhin 28 % eine neutrale Position ein und 18 % sprechen sich für ein Vertrauen in technologische Ansätze zur Begegnung epochaltypischer Herausforderungen aus. Diese Besonderheit könnte dadurch zu erklären sein, dass die befragten Fachkräfte zum Teil entweder selbst in nachhaltigkeitsorientierten Leitmärkten beschäftigt sind oder an der Herstellung, der Instandhaltung und der Optimierung nachhaltigkeitsorientierter Anlagen mitwirken und als Folge diesen Technologien eine hohe Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung beimessen.

Auch wenn die nachhaltigkeitsbezogenen Einstellungen das Bewusstsein der Fachkräfte offensichtlich prägen, rekurrieren die Items auf affektiv-motivationale und kognitive Bezugspunkte und lassen nur begrenzte Aussagen über den tatsächlichen Handlungsvollzug zu (vgl. Rebmann & Slopinski 2018, S. 73). So können unterschiedliche Widerstände und Abwägungen wie bspw. geringe Nutzenerwartungen oder begrenzte betriebliche Handlungsspielräume eine tatsächliche Handlungsaktivierung bzw. Willensumsetzung verhindern, obwohl ein Nachhaltigkeitsbewusstsein und das entsprechende Wissen zur Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte vorliegen. Nichtsdestotrotz kann konstatiert werden, dass nachhaltigkeitsbezogene Einstellungen und Wertorientierungen zum einen die Akzeptanz gegenüber CSR-Aktivitäten im Unternehmen und zum anderen die Bereitschaft zur Umsetzung nachhaltigkeitsorientierter beruflicher Handlungen tendenziell begünstigen.

Aus den getroffenen Aussagen zur Bereitschaft und Motivation der eigenständigen Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte lassen sich zusammenfassend folgende Handlungsanreize zur Umsetzung einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit rekonstruieren:

**Tabelle 32:** Handlungsanreize nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

| Motivation durch … | | Fachkräfte weisen die Bereitschaft zum nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handeln auf, durch… |
|---|---|---|
| *Fachkraft*  *Betrieb* | *Berufsethos* | im Berufsethos verankerte Werte, Einstellungen und Verantwortungsbewusstsein |
| | *Arbeitsprozess* | das Erfahren von Selbstwirksamkeit und Freude in der Beherrschung und Gestaltung von Arbeit |
| | *Feedbackkultur & Informationen* | die Wertschätzung der Arbeitsleistung und die Rückmeldung der Wirksamkeit (Outcome) |
| | *Unternehmens-ausrichtung* | die Zugehörigkeit zu einem Unternehmen mit nachhaltigkeitsorientierten Zielen und Leitbildern |
| | *Betriebliche Anreizsysteme* | ergebnisorientierte und vergütete Anreize zur Steigerung der betrieblichen Nachhaltigkeitsbilanz |

Etablierte Modellvorstellungen aus der Motivationspsychologie begründen die Bereitschaft zum Handeln vorwiegend auf intrinsischen und extrinsischen Handlungsanreizen (vgl. Abschn. 3.2.4.3; vgl. McClelland 2009; vgl. Heckhausen 2018). Folgt man dieser Form der analytischen Differenzierung, so sind das *Berufsethos* durch das damit verbundene Wertesystem und der *Arbeitsprozess* mit dem darin eingebetteten Erfahren von Freude und Selbstwirksamkeit als intrinsische Handlungsanreize zu begreifen. Sowohl die *Informationsweitergabe und Feedbackkultur*, die *Unternehmensausrichtung* als auch die *betrieblichen Anreize* sind vorwiegend extrinsischen Zugehörigkeits- und Leistungsanreizen zuzuordnen (vgl. Abschn. 3.2.4.3).

Auch wenn der Inhalt der obigen Tabelle nach diesem Schema gelesen werden kann, so zielt die Konzeption dennoch in erster Linie nicht auf eine derartige Unterscheidung ab. Mit der gezeigten Abbildung wird vorrangig die sich in der nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit zeigende reziproke Beziehung zwischen der Fachkraft (*subjektiv*) und dem Betrieb (*objektiv*) in den Mittelpunkt gestellt. In dieser Betrachtungsform lässt sich kaum trennscharf zwischen Personenmerkmalen der Fachkraft und objektivierten Sinn- und Sachzusammenhängen des Betriebes differenzieren. Vielmehr bestehen zwischen diesen Entitäten durch den Arbeitsprozess und der Domäne fließende Übergänge und Wechselwirkungen, womit die Anordnung der aufgezeigten Handlungsanreize als eine Verortung in einem Kontinuum zu begreifen ist. Bspw. sind im Berufsethos zwar vordergründig subjektive Wertvorstellungen internalisiert, diese werden aber zugleich mit den objektivierten und gesellschaftlich erwünschten Idealen zum Berufsbild oder zur Facharbeit zusammengeführt. So gehört es gemeinhin zum intersubjektiv veräußerten Ideal der „Instandhalter:innen", Arbeitsgegenstände nach Möglichkeit wieder reparieren zu können. Ebenso kann eine Fachkraft in einem Arbeitsprozess die Wirksamkeit der eigenen Fähigkeiten und Kenntnisse mit Freude erfahren (subjektiv), obgleich der Arbeitsauftrag, der diese Freude hervorbringt, durch das Unternehmen bzw. durch Kunden initiiert ist (objek-

tiv). Und eine Fachkraft kann sich tendenziell eben dann besonders gut mit dem Unternehmen identifizieren, wenn die *Unternehmensausrichtung* (objektiv) mit dem eigenen *Berufsethos* (subjektiv) vereinbar ist.

Ein Teil der im theoretischen Abschnitt angeführten Modellkomponenten zur allgemeinen Erklärung nachhaltiger Handlungen wie Kosten-Nutzen-Erwartungen, Handlungsanreize, soziale/subjektive Normen oder persönliche ökologische Normen zeichnen sich somit auch in den festgestellten Handlungsanreizen einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit ab (vgl. Abschn. 3.2.4). Zugleich bestehen aber auch Handlungsanreize, die eine eigenständige Qualität im spezifischen Kontext von Facharbeit aufweisen. Dazu zählen der Arbeitsprozess, die Feedbackkultur und Informationsweitergabe im Unternehmen sowie die Unternehmensausrichtung.

#### 7.2.1.4 Dürfen – Handlungsspielräume und Partizipationsstrukturen

*„Ich gestalte meine Arbeit komplett selber. Minimale Vorgaben habe ich, aber prinzipiell, wenn man ehrlich ist, entscheide ich, wie ich die Sachen zu machen habe. Ich habe es ja gelernt." (F7)*

Die Einforderung und aktive Ausgestaltung von Handlungsspielräumen gilt als wesentliche Voraussetzung einer nachhaltigen Entwicklung (vgl. Michelsen & Rieckmann 2014, S. 370). Auch in der Arbeitswelt finden Fachkräfte betriebliche Handlungsspielräume und Partizipationsstrukturen vor, in denen eigenständige Entscheidungsfindungen erforderlich sind und betriebliche Strukturen mitgestaltet werden können. Anders als private Handlungen erfolgen berufliche Handlungen im Kontext des Beschäftigungssystems und der Unternehmensorganisation, wodurch Fachkräfte mit der spezifischen Form betrieblicher Handlungsspielräume konfrontiert werden (vgl. Schlömer 2009, S. 31). Mit Bezug zum vorherigen Abschnitt müssen Fachkräfte dementsprechend nicht nur nachhaltigkeitsorientiert handeln wollen, sondern auch von betrieblich-regulatorischer Seite aus *dürfen* (vgl. Abschn. 3.2.4). Da die rechtlichen Vorgaben gemeinhin einen deterministischen und streng limitierenden Charakter mit vergleichsweise geringen Gestaltungsmöglichkeiten aufweisen, bezog sich das Forschungsinteresse in erster Linie auf die gestaltbaren und einforderbaren Handlungsspielräume in den Unternehmen.

**Betriebliche Handlungsspielräume**

Die überwiegende Mehrheit der befragten Fachkräfte nimmt weitreichende Handlungsspielräume in der eigenen Gestaltung der Arbeit und in der damit verbundenen Entscheidungsfindung wahr (u. a. F1, F2, F3, F4, F5, F7, F8, F9, F10, F11 & F12). Dieser zentrale Befund wird anhand folgender Aussage deutlich:

> „Ich habe eigentlich freie Hand in meiner Abteilung. Wichtig ist, dass alles läuft und die Stückzahlen stimmen. Wenn das passt, redet mir auch keiner in meine Arbeit rein." (F6)

Im Mittelpunkt stehen dabei insbesondere die Gestaltbarkeit der Arbeitsorganisation, Handlungsabläufe sowie die Planung und Umsetzung der zugehörigen Arbeitsaufgaben (u. a. F3, F2, F4, F7, F9 & F10):

> „Ich habe recht viele Freiheiten. Kann selbst Kostenvoranschläge schreiben, es ist bei uns alles aus einer Hand, ich habe sämtliche Freiheiten und Möglichkeiten, meine Arbeit durchzuführen. Wir haben hier ERA-Stufen, da bin ich recht hoch, weil ich so vieles eigenständig mache." (F12)

In diesem Zusammenhang wurde auch das eigenverantwortliche Priorisieren als bedeutsame Anforderung an die eigene Facharbeit betont (u. a. F4):

> „Vieles organisieren wir also selbst. Ist wirklich eigenständiges Arbeiten hier. Wir müssen dann selbst Prioritäten setzen, was gerade besonders wichtig ist, natürlich immer mit dem Ziel, dass die Produktion flüssig läuft." (F3)

Das bestehende Handlungsräume auch in der Zusammenarbeit mit Entscheidungsträgern und Entscheidungsträgerinnen aus der mittleren Ebene ausgestaltet werden, zeigt ein Beispiel im Kontext des betrieblichen Gesundheitsmanagements:

> „Bspw. bei der Arbeitserleichterung und Ergonomie. Wir mussten die Kupplungen immer aus den Regalen rausheben. Dann haben wir dafür gesorgt, dass wir einen höhenverstellbaren Tischwagen bekommen, wir verschieben und nicht heben müssen, damit die Arbeit nicht auf den Rücken geht. Das haben wir uns überlegt und wurde dann auch schnell angeschafft." (F12)

Inwieweit Handlungsspielräume genutzt werden können, hängt nach einer Fachkraft nicht nur von den betrieblichen Rahmenbedingungen ab, sondern auch von der eigenen Erfahrung und Einstellung:

> „Wir haben Handlungsspielräume. Sie sind unterschiedlich, auch nach der Erfahrung, aber sie sind da. Persönliche Einstellungen sind hier sehr wichtig, um Freiräume in der Arbeit auch zu nutzen." (F2)

Die tatsächliche Beanspruchung bestehender Freiräume wird von zwei Fachkräften durch die eigene Berufsausbildung und Erfahrung legitimiert (u. a. F7):

> „Im Großen und Ganzen wissen wir, was wir tun, das ist unser Beruf, wir machen das täglich. Entsprechend gibt es viel Spielraum." (F1)

Zudem zeigt sich, dass bei der Ausgestaltung der Handlungsräume ebenfalls explizit Nachhaltigkeitsaspekte berücksichtigt werden (u. a. F5 & F11). So begründet eine Fachkraft die eigenverantwortlich vorgenommene Modifikation eines Druckluftsystems mit der Aussage anhand aller drei Nachhaltigkeitsdimensionen:

> „Das sind dann ja mehrere Sachen in Richtung Nachhaltigkeit; die Maschine hält länger, man muss weniger erneuern, mehr Sicherheit und für die Umwelt tritt kein Öl mehr aus." (F10)

Eine Fachkraft beschreibt umfassende Freiheitsgrade, die es ihr erlauben, selbst Veränderungen in der Produktionsplanung zu erwirken, um eine Effizienzsteigerung in der Produktion zu erzielen:

> „Manchmal geht aber auch was an mir vorbei. Dann sehe ich ein Bauteil bei den Handschweißern, das aber für den Roboter prädestiniert gewesen wäre. Dann spreche ich das vorne an. Dann kann das Kind aber schon in den Brunnen gefallen sein. Häufig sieht aber dann auch die Leitung, dass von der Arbeitsvorbereitung die Teile einfach ineffizient verteilt wurden, dann komme ich ins Spiel und muss schnell den Roboter dafür neu programmieren." (F6)

Eine wahrgenommene Grenze bei der eigenverantwortlichen Entscheidungsfindung ist die Verausgabung höherer Investitionsbeträge oder die Implementierung umfassender Erneuerungen, die zumeist in Absprache mit Entscheidungsträgern und Entscheidungsträgerinnen aus der mittleren Unternehmensebene erfolgen und auch durch diese koordiniert werden (vgl. F1, F4, F5, F8, F9 & F10). Anschaffungen mit geringeren Investitionskosten werden hingegen auch ohne vorherige Absprache zum Teil eigenverantwortlich in Auftrag gegeben (vgl. F5 & F6). Einzig eine Fachkraft nimmt selbst vergleichsweise hohe Investitionen nicht als Hürde in der eigenen Entscheidungsfindung wahr:

> „Ich bestelle meine Ersatzteile auch selber, ich brauche nicht fragen. Ich brauche auch bei vierstelligen Summen keine Rechenschaft ablegen. Die wissen, dass ich weiß, was ich tue. Wenn man sich für Roboteranlagen entscheidet, dann muss man auch wissen, dass die Instandhaltung natürlich ordentlich Geld kostet, wenn man Ersatzteile braucht." (F6)

Insbesondere Industriemechaniker:innen, die im Unterstützungsprozess der Instandhaltung tätig sind, treffen Aussagen zu weitreichenden Handlungsspielräumen. Darüber hinaus geben auch Industriemechaniker:innen aus komplexen und ganzheitlichen Montage- und Fertigungsprozessen (überwiegend in den Fallunternehmen nach dem Werkstatt-, Insel- und Gruppenprinzip organisiert) gestaltbare Handlungsspielräume an, auch wenn diese nach den Aussagen der Fachkräfte etwas geringer ausfallen. Anders als in der Instandhaltung werden die Handlungsspielräume in den Montage- und Fertigungsprozessen stärker durch die Vorgaben zur Fertigungsplanung und -steuerung aus der Arbeitsvorbereitung bestimmt. Von Fachkräften aus der Instandhaltungsabteilung wurden die begrenzten Handlungsspielräume von Personengruppen in stark standardisierten Produktionsprozessen mit monofunktionaler Position explizit hervorgehoben (u. a. F3 & F5):

> „Wir – also damit meine ich die Instandhaltung – müssen natürlich sehr selbstständig arbeiten. Wir kriegen unsere Tickets. Da steht zwar jedes Mal eine Priorität hinter, aber wir müssen natürlich auch für uns priorisieren, was jetzt wichtig ist, was zuerst gemacht werden muss oder welche Anlage jetzt erst mal weiterlaufen kann. So müssen wir uns halt selbst unsere Arbeit einteilen" und weiter „Es gibt auch keinen, der dahin motiviert werden muss, wir als Techniker sowieso, wir müssen so denken, weil wir auch viel mit neuen Sachen zu tun haben. Aber die in der Produktion, die können nicht anders. Die müssen so arbeiten, weil die Anlagen es vorgeben." (F4)

#### Betriebliche Partizipationsstrukturen

Die sich in den Aussagen abzeichnende Wahrnehmung weitreichender Handlungsspielräume deckt sich weitestgehend mit den Angaben zur betrieblichen Partizipation

aus den Kurzfragebögen (Abb. 33). Zur Operationalisierung der Partizipation wurde im Kurzfragebogen das im theoretischen Teil angeführte Stufenmodell nach Wright, Unger und Block verwendet (vgl. Abschn. 3.2.4.4).

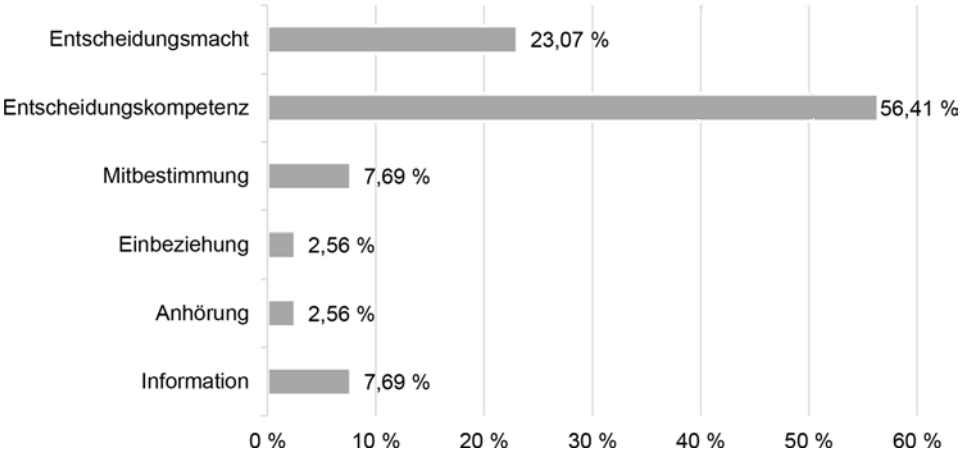



**Abbildung 33:** Wahrgenommene Freiheitsgrade zur Ausgestaltung betrieblicher Handlungsspielräume (n = 35)

Die Mehrheit der Fachkräfte gibt eine weitreichende Entscheidungskompetenz an (60,00 %), gefolgt von einer umfassenden Entscheidungsmacht (22,86 %). Die Möglichkeit der betrieblichen Mitbestimmung wird von 5,71 % der befragten Fachkräfte angegeben. Laut 2,86 % der befragten Fachkräfte interessieren sich die Entscheidungsträger:innen lediglich für die Meinung der Fachkräfte (Anhörung) und 8,57 % geben an, dass sich die Teilhabe im Unternehmen auf die Weitergabe betrieblicher Informationen beschränkt.

Die Betriebserkundungen, Dokumentenanalysen und situativen Expertengespräche geben zudem darüber Aufschluss, dass vielfältige betriebliche Partizipationsstrukturen bestehen, in denen die nachhaltige Entwicklung des Unternehmens inhaltlich und strukturell von den Fachkräften mitgestaltet werden kann.

Insbesondere in den untersuchten Großunternehmen werden zumeist mehrere zertifizierte *nachhaltigkeitsrelevante Managementsysteme* nebeneinander (vgl. GU-I, GU-IV, GU-V, KMU-I & KMU-V) eingesetzt. Zum Teil sind nachhaltigkeitsrelevante Managementsysteme auch gemeinsam in Form eines integrativen Managementsystems (IMS) organisiert (vgl. GU-II & GU-III). Dazu zählen vorrangig das Umweltmanagement und Energiemanagement (ökologische Dimension), das Arbeitsschutzmanagement (soziale Dimension) sowie das Qualitätsmanagement (ökonomische Dimension). Fachkräfte engagieren sich im Rahmen dieser Managementsysteme u. a. freiwillig in zugehörigen Arbeitszirkeln. Exemplarisch sind Fachkräfte eines Unternehmens in einem Substitutionsprojekt des Umweltmanagements involviert, bei dem verträglichere Betriebs- und Hilfsstoffe (Schmier-, Reinigungs- und Konservierungsmittel) in den Arbeitsprozessen erprobt und im Anschluss gemeinsam beurteilt und

angeschafft wurden (vgl. GU-II). Zur systematischen Beseitigung von Energieverschwendungen im Druckluftsystem haben Fachkräfte aus zwei unterschiedlichen Unternehmen ein Leckagemanagement im Rahmen des Energiemanagements mitentwickelt, das als Element umfassender Energiesparprogramme implementiert wurde (vgl. GU-V & KMU-V). Eine erfahrene Fachkraft gibt zudem die Mitwirkung an der Vorbereitung und Durchführung interner Auditierungen an (vgl. GU-V).

Ein weiteres partizipatives Optimierungssystem stellt das *betriebliche Ideenmanagement*[55] dar (vgl. GU-I, GU-II, GU-IV, GU-V, KMU-I, KMU-II & KMU-III). Fachkräfte tragen in koordinierter und institutionalisierter Form in autonomen (BVW) oder gelenkten Ideenfindungsprozessen (KVP) zur Prozess- und Produktverbesserung, zur Verringerung von Ressourcenverschwendungen und -verlusten oder etwa zur Steigerung der Mitarbeitendenzufriedenheit bei. Die freiwillige Mitarbeit wird häufig auch durch Anreizsysteme in Form von Sach- oder Geldprämien gefördert. In einem Fallunternehmen wird freiwilliges Engagement zusätzlich durch anerkennende Wertschätzung honoriert, indem die Vorschläge, die erzielten Ressourceneinsparungen und die Ideengeber:innen in der Betriebszeitung abgebildet werden (vgl. GU-V).

Um insbesondere die *soziale Dimension* im Unternehmen mitzugestalten, rücken der Betriebsrat (vgl. GU-I, GU-II, GU-III, GU-IV, GU-V & KMU-I), das betriebliche Gesundheitsmanagement (BGM; vgl. GU-I, GU-II, GU-III & GU-IV) oder das Compliance-Management-System (CMS; vgl. GU-I, GU-II & GU-III) in den Mittelpunkt der Unternehmen. Mit diesen institutionalisierten Systemen soll sichergestellt werden, dass zugunsten der Fachkräfte der Arbeitsschutz- und Gesundheitsschutz, der Umweltschutz sowie Tarifvereinbarungen eingehalten werden und die Position benachteiligter Fachkräfte gestärkt wird. Im Rahmen des Gesundheitsmanagements nehmen Fachkräfte an Gesundheitszirkeln teil, um Maßnahmen zur Verhaltens- und Verhältnisprävention[56] sowie zur ganzheitlichen Gesundheitsförderung zu entwickeln und umzusetzen. Bei festgestellten Verstößen gegen Vereinbarungen (z. B. Verhaltenskodex, Umweltschutzrichtlinien) können Fachkräfte intervenieren, indem Compliance-Beauftragte aufgesucht oder anonyme Hinweisgebersysteme genutzt werden.

Im äußeren Verantwortungsbereich einer CSR werden Ansätze eines *bürgerschaftlichen Engagements* (Corporate Citizenship) durch Fachkräfte mitgestaltet, um zur Lösung sozialer Probleme beizutragen (vgl. GU-I, GU-II, GU-III, GU-IV, KMU-I, KMU-III & KMU-IV). Fachkräfte setzen dazu berufliches Können und Wissen ein, um bspw. förderbedürftige Schüler:innen in ihrer Berufswahl zu motivieren.

### Reflexion der empirischen Befunde

Vollmer (vgl. 2008, S. 55) führt u. a. aus, dass voraussichtlich durch getroffene Entscheidungen und umgesetzte Handlungen innerhalb der zur Verfügung stehenden

55 In den meisten Unternehmen umfasst das betriebliche Ideenmanagement das betriebliche Vorschlagswesen (BVW) und den kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP).

56 Während die Verhaltensprävention durch Informationen oder Übungseinheiten auf die Optimierung des Verhaltens abzielt (z. B. rückenschonend heben), umfasst die Verhältnisprävention die menschengerechte Gestaltung der Arbeitsbedingungen wie bspw. durch ergonomische Arbeitsplätze (vgl. Kempf 2010, S. 204).

Handlungsspielräume ein entscheidender Einfluss auf den Energie- und Materialverbrauch in der Produktion genommen werden kann.

Resümierend zeigt sich, dass insbesondere die befragten Fachkräfte aus dem Unterstützungsprozess der Instandhaltung ihre Arbeitsprozesse weitestgehend eigenverantwortlich planen, priorisieren und gestalten können. Insgesamt weisen die Forschungsergebnisse darauf hin, dass betriebliche Partizipation in den Unternehmen möglich ist und u. a. durch betrieblich-institutionalisierte Optimierungssysteme fest in der Unternehmensorganisation verankert ist. Die befragten Fachkräfte finden nach eigener Einschätzung überwiegend weitreichende betriebliche Handlungsspielräume im Arbeitsprozess oder etwa durch die Mitarbeit im betrieblichen Ideenmanagement vor, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte erzielen zu können. In den untersuchten KMU sind die betrieblichen Partizipationsstrukturen generell weniger institutionalisiert. Zwar werden Verbesserungsansätze ebenso in KMU kommuniziert, allerdings erfolgt die Nachhaltigkeitskommunikation überwiegend bilateral zwischen produktiver und mittlerer oder leitender Ebene auf dem sogenannten „kurzen Dienstweg".

### 7.2.2 Handlungsstrategien einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit

Eine Green Economy impliziert nicht nur die Berücksichtigung der drei Nachhaltigkeitsdimensionen, sondern erfordert gemeinhin die individuelle und fallspezifische Umsetzung der drei Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung – Effizienz, Konsistenz und Suffizienz auf allen Unternehmensebenen und damit korrespondierend auch auf der produktiven Ebene bzw. dem Shopfloor.

Die Adaption dieser Leitstrategien auf den Untersuchungsgegenstand des beruflichen Handelns führt zu sogenannten Handlungsstrategien einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit (vgl. Abschn. 3.1.5). In den nachfolgenden Ausführungen werden die Untersuchungsergebnisse zur Umsetzung der drei Handlungsstrategien zusammenfassend dargelegt. Die nachfolgenden Ausführungen schließen an die Ergebnisse aus den Fallstudienbeschreibungen an und verdichten diese durch fallspezifische Aussagen. Die Forschungsergebnisse geben darüber Aufschluss, dass die Handlungsstrategien in vielfältiger Art und Weise sowohl einzeln als auch komplementär in der Umsetzung und Gestaltung von Arbeitsprozessen für die Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte zum Tragen kommen.

#### 7.2.2.1 Effizienz – Wirkungsgradsteigerung durch Facharbeit und Technik

Die Effizienzstrategie impliziert ein optimiertes Verhältnis zwischen Nutzen und Aufwand und damit die Verbesserung des Input-Output-Verhältnisses (hoher Wirkungsgrad oder hohes Maß an Wirtschaftlichkeit) durch die relative Senkung des Ressourceneinsatzes. Insbesondere aufgrund von Faktoren wie einer globalisierten Wettbewerbssituation, der Verknappung von Rohstoffen oder den steigenden Energie- und Rohstoffpreisen weist die Strategie in den Unternehmen eine hohe Akzeptanz auf. Dadurch, dass der Produktions- bzw. Transformationsprozess im Wesentlichen unter Einsatz von Facharbeit erfolgt, dieser durch dazugehörige qualitätssichernde und in-

standhaltungsbezogene Maßnahmen gesichert und durch technologische und ablauforientierte Verbesserungsansätze optimiert wird, prägt die Effizienzstrategie ebenfalls die Arbeitsprozesse der empirisch begleiteten Fachkräfte.

Alle Fachkräfte paraphrasierten während der Befragung Ansätze zur Umsetzung der Effizienzstrategie in der eigenen Arbeit (u. a. F1, F2, F4, F6, F7, F8, F9, F10, F11 & F12):

> „Die Kompressoren z. B., die müssen einfach durch den hohen Energieaufwand effizient laufen. Dafür sorgen wir von uns aus." (F3)

> „Nachhaltigkeit bedeutet für mich auch ein energieeffizienter Betrieb von Anlagen." (F5)

In fertigungs- und herstellungsbezogenen Arbeitsprozessen und Produktionsabläufen zielen die Ansätze zur Effizienzsteigerung in erster Linie auf die Verringerung von Verschwendungen und Verlusten ab (u. a. F2, F4, F5, F6, F7, F11 & F12):

> „Wenn ich da Ausschuss produziere, ist das schlecht, weil das wiederum neues Material in Anspruch nimmt und so weiter. Das ist ein Punkt, wie ich eingreifen kann." (F7)

In diesem Kontext wird von der gleichen Fachkraft wiederholt die Bedeutsamkeit der Fehlervermeidung genannt und mit der eigenen beruflichen Expertise in Beziehung gebracht:

> „Möglichst keine Fehler machen, die zu Ausschuss und Störungen führen, im schlimmsten Fall geht was kaputt und die Produktion steht. Genaue Kenntnis haben über die Zerspanung." (F7)

Zudem werden Effizienzansätze im Rahmen der eingesetzten Produktionssysteme gemeinsam mit den Fachkräften vorangetrieben, wie anhand der folgenden Aussage deutlich wird:

> „Wir wurden mit Kameras begleitet, um zu schauen, was für Schritte unternommen werden, und um zu gucken, ob bestimmte Handgriffe gemacht werden, die hinterher wieder revidiert werden. Wofür ist das gut? Wo kann man Abläufe zusammenlegen? Das war ein großes Thema und wirklich interessant. Hier in der Produktion wurde dann auch einiges umgestellt. Da war man auch selber mit bei. Wenn das einem nur vorgesetzt wird und man soll das umsetzen, das ist nicht so effizient, als wenn man selber mit dran gewesen ist und sich selber dann daran erfreut, dass das funktioniert." (F1)

Die optimierten Arbeitsprozessabläufe wurden im Anschluss des beschriebenen Projekts an den Stationen der Inselfertigung in Form von Arbeitsanweisungen hinterlegt (vgl. GU-II).

Vermeintliche Effizienzsteigerungen können direkte oder indirekte Rebound-Effekte zur Folge haben. Fachkräfte sind sich dieser Effekte durchaus bewusst, richten ihr Handeln dementsprechend vorausschauend aus und wägen die (Aus-)Wirkungen des eigenen Handelns ab, wie durch die folgende Aussage deutlich wird:

> „Wichtig bei Einsparungen ist es, vorausschauend zu kalkulieren. Wenn wir was Neues einbringen oder optimieren, dann muss das auf alle Auswirkungen durchdacht werden. Sonst macht man etwas voreilig und nachher zahlt man drauf. Aber zu lange zögern darf man auch nicht, sonst können Verluste auch zu hoch werden." (F2)

Untermauert wird dieser Sachverhalt durch die Aussage einer Fachkraft, die für die Bedienung von Schweißrobotersystemen verantwortlich ist:

> „Also du musst dafür sorgen, dass die Verfahrwege effizient sind. Mit der Schnelligkeit kann man noch was rausholen. Aber wenn es zu schnell wird, geht es auf die Achsen. Darum habe ich meine Anlagen auch nicht auf 100 % laufen, sondern auf 80 %" und weiter „Die Verfahrwege sind wichtig, wenn man was rausholen will, bei den Schweißwegen muss man mehr auf Prozessstabilität achten. Wenn du ein wenig langsamer bist, hast du einfach am Ende länger etwas von der Anlage." (F6)

Nicht nur in Produktionsprozessen, sondern auch in den Instandhaltungsarbeiten zeichnen sich vielfältige Effizienzansätze ab. So sind die Bewahrung und Wiederherstellung des Soll-Zustandes von Anlagen meist immer auch mit dem Ziel der Aufrechterhaltung eines hohen Anlagenwirkungsgrades verbunden. Dies bezieht sich nicht nur auf Produktionsanlagen, sondern insbesondere auch auf energieintensive Versorgungsanlagen bzw. Querschnittstechnologien zur Erzeugung von Wärme, Kälte, Dampf, Druckluft sowie Raumluft (u. a. F3, F5, F8, F10 & F11):

> „Und wir denken da wirklich energetisch, es gibt nichts Teureres, als Dampf zu produzieren, Druckluft zu produzieren oder etwas zu kühlen. Das sind die drei Ankerpunkte hier im Werk, die halt Geld kosten. Und um zu produzieren, brauchen wir natürlich Strom. Und wenn da keine Effizienz drin ist, dann haben wir unseren Job nicht richtig gemacht." (F5)

Effizienzsteigerungen werden darüber hinaus auch durch Anlagenoptimierungen in Form von Um- und Nachrüstungen (Retrofit) erzielt (vgl. GU-II, G-III, GU-V, KMU-IV & KMU-V). Exemplarisch werden in einem untersuchten Fallunternehmen (KMU-IV) im Rahmen eines Retrofit-Programms u. a. die Steuerungen, die Generatoren und Gas-Industriemotoren der Bestandsanlagen (hier BHKW) von Fachkräften umfassend modernisiert sowie Leistungsupgrades softwareseitig aufgespielt, um den Anlagenwirkungsgrad zu steigern. Durch Servicefachkräfte eines Druckluft-Systemlieferanten (KMU-V) erfolgt die Nachrüstung von übergeordneten intelligenten Verbundsteuerungen in drehzahlgeregelten Mehrkompressorensystemen, um eine angepasste und verbrauchsabhängige Bereitstellung von Druckluft aus dem Verbund der Drucklufterzeuger zu ermöglichen und eine Effizienzsteigerung durch die Minimierung von Leerlaufzeiten zu erzielen. Fachkräfte führen ebenso Anlagenerweiterungen für die Erfassung von Kennwerten für das Energiemanagement durch, um u. a. die Sicherstellung einer hohen Energieeffizienz zu überwachen:

> „Also, wenn jetzt bei größeren Unternehmen der Energiemanager sagt, es soll alles mitaufgenommen werden, dann ist das auch unsere Aufgabe. Dann kommen entsprechend noch Strommesszangen mit in die Maschine rein, es kommt eine Volumenstrommes-

sung dahinter, dass man wirklich auch die Energie- und Volumenströme erfassen kann." (F10)

**Reflexion der empirischen Befunde**

Unter Berücksichtigung sämtlicher Forschungsdaten aus den Fallstudien umfassen die domänenbezogenen Ansätze zur Effizienzsteigerung:

- Vermeidung von Fehlproduktion (Ausschuss etc.) und Verschnitt durch sach- und fachgerechtes Handeln und optimierten Materialeinsatz,
- Sicherstellung einer hohen Gesamtanlageneffektivität (GAE) bei einem geringen Ressourceneinsatz durch einen hohen Verfügbarkeitsfaktor (u. a. durch Störungsminimierung), Leistungsfaktor (u. a. durch optimale Anlagenrüstung, Beschickung, Werkzeugwechsel und geringe Anfahrverluste) und Qualitätsfaktor (u. a. durch Minimierung von Ausschussteilen),
- Sicherstellung eines hohen Anlagenwirkungsgrades durch Inspektion und Wartung,
- Vermeidung von Anlagenausfällen sowie Optimierung geplanter Stillstandzeiten durch vorausschauende Instandhaltungsansätze (spezifische Reduktion des Energieeinsatzes pro Bauteil bei der Produktherstellung),
- Verbesserung des Wirkungsgrades von Bestandsanlagen durch Um- und Nachrüstarbeiten (Retrofit),
- Sicherstellung eines optimalen Input-Output-Verhältnisses durch das frühzeitige Erkennen und Beseitigen von Qualitätsproblemen durch qualitätssichernde Maßnahmen (u. a. durch Bewertung von Qualitätsregelkarten im Rahmen der statistischen Prozesslenkung, kurz: SPC),
- Aufnahme von verbrauchsbezogenen Kennzahlen (KPI) und Bewertung des Ist-/Soll-Zustands (z. B. durch Visualisierung mit Shopfloor-Boards im Rahmen des KVP) und
- Mitentwicklung und Verstetigung von Standards, Regeln und Arbeitsanweisungen für die Sicherstellung effizienter Arbeitsabläufe (z. B. Umsetzung der 5S-Methode am eigenen Arbeitsplatz).

Dadurch, dass häufig keine tiefgreifenden Veränderungen der Produktionsmuster erforderlich sind, um das Verhältnis von Nutzen und Aufwand in den bestehenden Arbeits- und Produktionsprozessen zu verbessern, weist die Effizienzstrategie die wohl größte Akzeptanz in den untersuchten Fallunternehmen auf und wird demzufolge auch maßgeblich durch die Fachkräfte in den Unternehmen verstetigt.

#### 7.2.2.2 Konsistenz – Verträgliche Gestaltung betrieblicher Stoff- und Energieströme

Mit der Konsistenzstrategie ist das Ziel verbunden, anthropogene Stoff- und Energieströme entweder störsicher geschlossen oder vereinbar mit den natürlichen Stoff- und Energieströmen zu gestalten. Vorrangiges Ziel ist somit die Sicherstellung oder Steigerung der *Verträglichkeit* anthropogener Einflüsse auf Mensch und Natur. Die Adaption dieser Strategie auf die Facharbeit impliziert somit nicht nur eine ökologische Verträg-

lichkeit der Arbeitsprozesse und -umgebung, sondern ebenso eine auf den Menschen bezogene Verträglichkeit, die u. a. durch den betrieblichen Arbeits- und Gesundheitsschutz flankiert wird.

In den untersuchten Fallunternehmen wird insbesondere die Wärmerückgewinnung (WRG) zur Wiedernutzbarmachung der anfallenden thermischen Energie als Kreislaufansatz vorangetrieben (vgl. GU-III, GU-V, KMU-I, KMU-II, KMU-IV & KMU-V). Insbesondere die bei der Verdichtung entstehende Abwärme von Druckluftkompressoren wird genutzt, um die Arbeitsumgebungen zu beheizen oder Brauch- und Prozesswasser zu erwärmen (vgl. GU-III, GU-V, KMU-I, KMU-IV & KMU-V). Die erforderlichen technischen Systeme, wie Rekuperatoren, werden dabei durch die Fachkräfte in die bestehenden Anlagen integriert. Somit werden Anlagen zur Wärmerückgewinnung zu einem relevanten Arbeitsgegenstand im Rahmen der betrieblichen Instandhaltung. Eine Fachkraft gibt dazu in diesem Kontext wieder:

> „Wir haben viele Anlagen, die Abwärme produzieren. Wie gesagt, die Wärme wird auch genutzt. Habe ich dir ja über die Druckluftkompressoren einiges erzählt, die Abwärme nutzen wir für die Wärmerückgewinnung. Da werden Gebäudekomplexe mit geheizt. Wir haben die Abluft von unserem Turm, die geht noch mal durch Register. Diese Register nehmen diese Wärme auf. Da wird auch Wärmerückgewinnung betrieben, um die angesaugte Luft schon vorzuwärmen." (F5)

Darüber hinaus ist die gleiche Fachkraft als Kesselwärter im Betrieb bestellt. Der Verantwortlichkeitsbereich umfasst u. a. die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des nachgerüsteten Economisers (Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung) sowie die Rückführung und Aufbereitung des anfallenden Kondensats als Speisewasser für den Großwasserraumkessel. Im gleichen Unternehmen werden zahlreiche Rekuperatoren in der Produktion eingesetzt. Die Plattenwärmetauscher werden regelmäßig von den Fachkräften gewartet. Dabei fallen u. a. Arbeiten wie der Ausbau des Plattenapparats, die Reinigung der Oberflächen, die Kontrolle und Erneuerung von Dichtungen, der Austausch verschlissener Platten, die Remontage des Plattenapparats und der Wiedereinbau in das technische System an (vgl. GU-V). In Fall GU-III erfolgt die Herstellung von Papierprodukten vollständig unter Einsatz von Altpapier als Primärressource. Die Papiermaschine ist ebenfalls mit mehreren Systemen zur Kreislaufführung (z. B. Wasser-Dampf-Kreislauf) ausgerüstet. Einige dieser Systeme wurden nachträglich durch die eigenen Fachkräfte der Instandhaltung nachgerüstet. Dieser Kreislaufansatz wird zusätzlich durch die Einbindung eines BHKW gestärkt, das durch die Fachkräfte des Unternehmens betrieben und gewartet wird. Der benötigte Brennstoff wird durch die hausinterne Wasseraufbereitungsanlage in Form von Biogas als anfallendes Prozessprodukt gewonnen. Die erzielte Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) leistet einen zusätzlichen Beitrag zur Ressourcenschonung, da Strom und Wärme als Koppelprodukte genutzt werden.

Eine weitere Schlüsselkomponente für die Etablierung kreislaufbezogener Prozesse in den Unternehmen stellt die Aufarbeitung von Altteilen dar. Die Fachkräfte stellen mit verschiedensten Verfahren und Methoden die Produktgestalt und -eigen-

schaften auf ein definiertes Qualitätsniveau wieder her und ermöglichen so einen weiteren Produktlebenszyklus (vgl. GU-I, GU-II, GU-III, GU-V, KMU-IV & KMU-V). In den Fallunternehmen werden Aufarbeitungsprozesse durch Fachkräfte umgesetzt, um erstens die aufgearbeiteten Altteile im Servicebereich zu verwenden (z. B. Austauschreparaturen beim Kunden), um zweitens diese dem Aftermarket zuzuführen (Verkauf von Ersatzteilen) oder um drittens die aufgearbeiteten Altteile für den internen Bevorratungsansatz im Rahmen des betrieblichen Ersatzteil- und Obsoleszenzmanagements einzulagern. Die Feststellung dieser drei Anwendungsgebiete erfolgte nicht nur durch die Betriebserkundungen und Arbeitsbeobachtungen, sondern wurde ebenfalls durch die Aussagen der Fachkräfte explizit untermauert:

> „Wir tauschen beim Kunden kaputte Motoren gegen aufgearbeitete Motoren direkt vor Ort beim Kunden aus. Da kommt der defekte Motor raus und der aufgearbeitete Motor rein – dann bleiben die Motoren in diesem Service-Kreislauf." (F9)

> „Meine Aufgabe ist die Aufarbeitung von Kupplungen. Die Kunden schicken uns die Kupplungen zu und wir arbeiten die Kupplungen eins zu eins auf, sodass diese danach auf Neuteilequalität sind." (F12)

> „Wenn eine Pumpe kaputt ist, dann hole ich sofort eine andere aus dem Lager und baue die direkt in der Produktion ein. Dann wird die alte Pumpe in die Werkstatt geholt und vollständig aufgearbeitet und wieder für den nächsten Tausch eingelagert." (F5)

Zudem konnten unterschiedliche Aufarbeitungsformen durch die Beobachtung der Arbeitsprozesse festgestellt werden. Diese lassen sich in Bezug zum Product Recovery Management (engl. kurz: PRM; vgl. Thierry et al. 1995, S. 115 ff.) in Ersatzteilgewinnung, Sicherstellung direkter Nutzbarkeit, aufarbeitungsbedingte Instandsetzung, Generalüberholung und Refabrikation unterscheiden (vertiefend dazu vgl. Abschn. 7.2.3.5). Die Bedeutsamkeit der Aufarbeitung für eine nachhaltige Entwicklung wurde durch eine Fachkraft explizit betont:

> „Natürlich ist Aufarbeitung an sich schon nachhaltig, weil wir Energie und Ressourcen einsparen." (F12)

Im Rahmen klassischer Recyclingansätze erfolgen in erster Linie die sortenreine Trennung von Materialien und Stoffen für die weitere stoffliche oder energetische Verwertung, die Wiederverwendung von Betriebs- und Hilfsmitteln und die vorausschauende Vermeidung von Abfällen (u. a. F1, F3, F6, F7, F8, F9, F11 & F12):

> „Wir achten auf Verpackungen. Wenn wir können und es nicht kaputt oder zu sehr verschmutzt ist, nutzen wir Folien und Kartons wieder. Die großen Lager werden ja in Holzkisten angeliefert. Die kommen auch wieder zum Zulieferer zurück und gehen immer hin und her, deshalb gehen wir damit sorgsam um." (F2)

> „Recycling ist auf jeden Fall ein großes Thema. Also wirklich Mülltrennung, vor allem in den Metallgeschichten, Messing, Kupfer, Stahl oder Aluminium. Das wird wirklich fein säuberlich getrennt, dass man es danach auch wieder benutzen kann. Kunststoffe natürlich auch." (F4)

> „Wir versuchen die Abfälle, die anfallen, ordnungsgemäß zu entsorgen und auch so arbeiten, dass möglichst wenig Abfall anfällt." (F10)

Ebenfalls lassen sich unter der Konsistenzstrategie die klassischen Ansätze des Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutzes subsumieren, die von allen befragten Fachkräften angeführt werden (vgl. F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11 & F12). Der Umweltschutz erfolgt in der Domäne der Fachkräfte insbesondere durch den sach- und fachgerechten Einsatz sowie die ordnungsgemäße Lagerung und Entsorgung von umweltgefährdenden Hilfs- und Betriebsstoffen (Reinigungsmittel, Schmieröl, Schmierfette, Kühlmittel, Klebstoffe etc.). Als besonders umweltkritisch wird in diesen Zusammenhang das Arbeiten mit umweltgefährdenden Ölen angesehen (u. a. F10, F11 & F12):

> „Öl ist ganz heikel. Wenn was ausläuft, müssen wir das sofort melden und beseitigen. Die Ölfässer müssen richtig gelagert werden, das ist auch wichtig. Dass man Auffangwannen hat und nutzt." (F3)

Ebenfalls erfolgen Arbeiten zur Luftreinhaltung durch die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit von Filtersystemen der Versorgungs- und Fertigungstechnik (u. a. F4):

> „Die Roboter haben alle spezielle Absaug- und Filteranlagen, die müssen auch regelmäßig gewartet werden." (F6)

Hinsichtlich des Arbeits- und Gesundheitsschutzes wird neben dem Tragen der persönlichen Schutzausrüstung (PSA) und der Berücksichtigung von Betriebsanweisungen die Herstellung eines wartungssicheren Betriebszustands von Anlagen sowie die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit von betrieblichen Schutzeinrichtungen ebenso als bedeutsam erachtet wie das ergonomische Arbeiten und die ergonomische Arbeitsplatzgestaltung (u. a. F1, F4, F6, F7, F8, F9 & F10):

> „Wichtig sind Schutzmaßnahmen wie PSA und Gefahrenpunkte der Betriebsanweisungen, die zu beachten sind." (F12)

> „Es gibt nichts Schlimmeres, als irgendwo an der Anlage zu arbeiten und da bewegen sich Tonnen, und man kann da eine Tür aufmachen, und die läuft weiter. Das kann nicht sein. Solche Sachen, die werden hier streng überwacht und durch uns abgeschaltet. Es gibt hier keine Anlage, wo du die Tür aufmachst und die läuft weiter." (F5)

> „Wir haben auch viele Lehrgänge. Richtig tragen, richtig bewegen, Ergonomie bzw. schonendes Arbeiten ist da sehr wichtig. Auch sehr gut ist, dass wir Fitnessvergünstigen und immer frisches Obst bekommen, dass spielt natürlich auch mit in die Gesundheit rein. Das ist eine tolle Sache." (F3)

#### Reflexion der empirischen Befunde

Ansätze einer metabolisch naturintegrierten und humanverträglichen Wirtschaftsweise äußern sich in der Domäne der Fachkräfte durch Arbeiten zur Wärmerückgewinnung, die Aufarbeitung von Altteilen, die Minimierung von Abfällen, weitere Recyclingansätze wie die sortenreine Trennung der Abfälle für eine erleichterte stoffliche

und energetische Verwertung und durch die Sicherstellung des betrieblichen Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutzes.

Unter Berücksichtigung sämtlicher Forschungsdaten aus den Fallstudien umfassen die domänenbezogenen Ansätze zur Sicherstellung oder Steigerung der Konsistenz:

- Aufarbeitung von Altteilen auf ein definiertes Qualitätsniveau zur Erzielung eines weiteren Produktlebenszyklus,
- Integration und Bedienung von Anlagen, Komponenten und Infrastruktur zur Wiedernutzbarmachung thermischer Energie durch Wärmerückgewinnung, zur Kraft-Wärme-Kopplung oder zur Kreislaufführung von Stoffströmen,
- Nacharbeit von fehlerhaften Endprodukten, Bauteilen, Halbfabrikaten oder Zwischenprodukten zur Erzielung der vorgegebenen Produktqualität und zur zirkulären Rückführung in den Produktlebenszyklus,
- Wiederverwendung bereits eingesetzter Materialien (z. B. Mehrwegputztücher oder Verpackungen),
- Abfallmanagement durch sortenreine Trennung anfallender Abfälle und fachgerechte Entsorgung,
- Sicherstellung des Boden-, Gewässer- und Naturschutzes durch einen fachgerechten Einsatz sowie die sachgerechte Lagerung und Entsorgung von umweltgefährdenden Stoffen,
- Einbau und Wartung von technischen Systemen zur Luftreinhaltung,
- Sicherstellung der Funktionalität der betrieblichen Schutzeinrichtungen sowie der wartungssicheren Anlagenzustände und
- ergonomisches Arbeiten, ergonomische Arbeitsplatzgestaltung und aktive Gesundheitsförderung.

Konsistenz zielt im Kontext der untersuchten Facharbeit auf die Etablierung und Sicherstellung ökologisch- und humanverträglicher Arbeitsprozesse, Arbeitsumgebungen und Produktionsprozesse ab. Anzustrebendes Ziel ist die Vereinbarkeit von *Natur*, *Arbeit* und *Technik*. Das Aufrechterhalten und Schließen von Energie- und Materialkreisläufen durch die skizzierten Ansätze verringert die Ressourcenaufwendungen, Abfälle und Emissionen. Die Verstetigung des Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutzes steigert die Verträglichkeit zwischen den technischen und natürlichen Kreisläufen, in denen auch der Mensch selbst verortet ist. Flankiert wird die Strategie durch Gesetze, Verordnungen und betriebliche Normen.

Auch wenn bereits vielfältige Ansätze zur Steigerung der Konsistenz in der Facharbeit vorzufinden sind und die Mehrheit der Unternehmen kreislaufwirtschaftliche Ansätze verfolgt, ist eine durchgängige Kreislaufwirtschaft mit tiefgreifenden Produktionsänderungen verbunden, die sich bis auf wenige Ausnahmen in den untersuchten Fallunternehmen bisher überwiegend nur punktuell zeigen. Die Realisierung umfassender kreislaufwirtschaftlicher Strukturen in den Produktionsunternehmen bleibt damit auch in der überwiegenden Mehrheit der untersuchten Fallunternehmen weiterhin ein ambitioniertes Ziel.

#### 7.2.2.3 Suffizienz – Maßhaltende Beanspruchung betrieblicher Ressourcen

Die Suffizienzstrategie folgt der grundsätzlichen Frage nach der *Notwendigkeit* bzw. *Erforderlichkeit* von Aufwendungen und den damit verbundenen Nutzenaspekten. Dies impliziert zugleich die Frage nach dem „rechten Maß" bei der Beanspruchung von Ressourcen, womit ein Wertewandel nach dem Prinzip „Weniger ist mehr" in den gesellschaftlichen Diskurs gerückt wird. Dieser Wertewandel zielt nicht nur auf ein verändertes Konsumentenverhalten in Form eines positiven Verzichts ab, sondern führt zugleich zur strukturellen und strategischen Adaption des genannten Prinzips auf die bestehenden Produktionsmuster, um den absoluten Ressourceneinsatz bereits während der Gütererstellung in den Unternehmen zu senken und das Umweltentlastungspotenzial zu steigern.

**Verlängerung der Nutzungsphase von Betriebsmitteln und Werkstoffen**

Der wohl mit Abstand verbreitetste und am stärksten institutionalisierte Ansatz in den Unternehmen stellt die Verlängerung der Nutzungsphase dar (vgl. GU-I, GU-II, GU-III, GU-IV, GU-V, KMU-I, KMU-II, KMU-III KMU-IV & KMU-V). Fachkräfte tragen u. a. durch die sach- und fachgerechte Handhabung von Werkzeugen und Vorrichtungen, das schonende Fahren von Produktionsanlagen und das Um- und Nachrüsten von Bestandsanlagen dazu bei, die Langlebigkeit der Betriebsmittel zu erhöhen. Von besonderer Relevanz sind für die Suffizienzstrategie sämtliche Instandhaltungsarbeiten, die explizit auf die Sicherstellung einer hohen Anlagenlebensdauer abzielen:

> „Und nachhaltig ist für mich auch, wenn ich alte Motoren warte oder sie gut wie möglich zu reparieren, um damit auch die Lebensdauer zu verlängern." (F5)

> „Nachhaltigkeit bedeutet für mich, Bestehendes zu erhalten. Maschinen und auch private Dinge bei gegebener Funktion so lange wie möglich zu nutzen." (F8)

Die Notwendigkeit ressourcen- und kostenintensiver Neuanschaffungen und Reparaturen wird somit reduziert. Dass Instandhaltungsarbeiten komplementäre Effekte für die Effizienz- und Suffizienzstrategie aufweisen können, wird anhand der folgenden Aussage deutlich:

> „Du hast das ja mit dem Filtertausch gesehen. Würden wir das nicht machen, müsste der Lüfter mit mehr Leistungsaufnahme laufen. Dazu müssen wir auch wissen, wann genau bestimmte Pollen fliegen etc. Ansonsten fallen Maschinen aus und du hast Maschinenschäden. Bedeutet Produktionsstörungen und Neuanschaffungen. Wir nehmen auch Ölproben, um zu gucken, ob die Schmiereigenschaften passen, und korrigieren falls nötig nach. Wie versuchen, alles so gestalten, dass wir möglichst wenig Schäden und Ausfälle haben. Langlebigkeit und hoher Wirkungsgrad sind entscheidend." (F3)

Die positiven Auswirkungen eines schonenden Umgangs mit Betriebsmitteln auf die aktive Nutzungsphase des jeweiligen Arbeitsgegenstandes wird auch anhand der folgenden Aussage ersichtlich:

> „Wir haben eine Anlage, die wird sehr gepflegt und die läuft seit 2008. Nur einmal hatten die Lager zu viel Spiel, aber das war schnell wieder behoben. In Großindustrien wird teil-

> weise pauschal einfach der ganze Arm getauscht. Wir wollen unsere Anlagen ressourcensparend fahren. Im ersten Augenblick ist weniger Geschwindigkeit gleich weniger Stückzahl und weniger Gewinn. Aber im Endeffekt, wenn man sich die Langlebigkeit ansieht, die ganzen teuren Ersatzteile, die du brauchst, wenn du die Anlage überstrapazierst, dann hat man nicht viel gewonnen." (F6)

In den Fallunternehmen, in denen vorrangig Zerspanungsprozesse (subtraktive Fertigung) in der Produktion vorherrschen, rückt einerseits die Sicherstellung von hohen Standzeiten[57] der Werkzeuge (vorrangig durch die Anpassung von Schnittgeschwindigkeit, Vorschub und Schnitttiefe) und andererseits eine hohe Lebensdauer der Kühlschmierstoffe (KSS) durch die regelmäßige Kühlschmiermittelpflege und die damit verbundenen Pflegemaßnahmen in den Fokus der betrieblichen Suffizienzansätze (vgl. GU-IV, KMU-I & KMU-II).

Die Um- und Nachrüstung von Anlagen sorgt zum einen für Effizienzsteigerungen und führt zum anderen auch zur Verlängerung des Anlagenlebenszyklus. Entsprechend stellt die Um- und Nachrüstung ebenso einen Effizienz- wie auch einen Suffizienzansatz in den untersuchten Unternehmen dar. Die Umsetzung erfolgt entweder durch das eigene Instandhaltungspersonal, durch externe Servicefachkräfte oder im Verbund. Eine Fachkraft stellt die durchgeführten Um- und Nachrüstungsmaßnahmen explizit im Kontext des betrieblichen Energiemanagements dar:

> „Also es gibt ja viele Sachen, wo wir auch nach zertifiziert werden. Unser Kessel z. B. ist wichtig im Kontext der DIN 50001. Weil er ein energiesparender Kessel ist. Und wir den so optimiert haben, dass er energieeffizient ist. Solche Sachen werden natürlich auch von uns an der Eiswasseranlage optimiert oder umgebaut." (F5)

#### Bedarfsgerechte Abstimmung von Handlungsabläufen und Anlagen

Die bedarfsgerechte Abstimmung von Handlungsabläufen und Anlagen ließ sich als weiterer Ansatz zur Umsetzung der Suffizienzstrategie während der Untersuchung feststellen. Der Ansatz folgt dem Prinzip „So viel wie nötig, so wenig wie möglich" und zielt auf die Abstimmung einer technischen Leistung oder Arbeitsleistung an den tatsächlich erforderlichen Bedarf ab.

Typisch für bedarfsgerechte berufliche Handlungsabläufe ist die Vermeidung von Überbearbeitung und Überproduktion, die Wahl kurzer Transportwege im Unternehmen oder der Abbau redundanter oder vermeidbarer Arbeitsabläufe und Verschwendungen. Fachkräfte passen zudem eine Vielzahl von physikalischen Größen (Lichtstärke der Beleuchtung, Leistung bestimmter Arbeitsmaschinen, Temperatur von Versorgungssystemen, Druckniveau im Druckluftsystem, Drehzahl von Elektromotoren usw.) über unterschiedliche Benutzerschnittstellen individuell an den tatsächlichen Bedarf an, nutzen den Bereitschaftsbetrieb von Anlagen (Stand-by) oder organisieren ein selektives oder umfassendes Abschalten der Maschinenkomponenten, sobald keine Einsatznotwendigkeit besteht (u. a. F6):

57 Standgröße in der Zerspanung, die angibt, wie lange ein Zerspanungswerkzeug eingesetzt werden kann, bis es nachgeschliffen oder ausgetauscht werden muss.

> „Ich habe durch Maschinen den Mindestdruck, den ich einhalten muss, der bei den meisten automatisierten Maschinen ja sechs Bar ist, plus dem entsprechenden Puffer, da ist man meistens so bei Netzdruck von acht bis zehn Bar. Da versucht man, so weit wie möglich runterzugehen, das ist auch so ein Klassiker, dass der Netzdruck viel zu hoch ist. Dass man sagen kann: Schaltet mal zwei Bar runter, das reicht für euch auch noch als Puffer, aber ihr habt weniger Energieverbrauch. Das ist wie bei allen, je höher ich muss, sei es mit der Temperatur, sei es mit dem Druck. Ich habe immer pro Bar, den ich höher will, einen energetischen Mehraufwand, den ich zusätzlich reinstecken muss, damit ich da auch hinkomme“ und weiter „Klassiker im Unternehmen ist die Blaspistole, die einfach mit dem Standardnetzdruck betrieben wird. Das hat einerseits natürlich einen Energieaspekt, dass ich Energie verschwende, die ich nicht effektiv nutzen kann. So eine Blaspistole wird nicht unbedingt effizienter, nur weil ich mit zehn Bar anstatt mit sechs Bar betreibe.“ (F10)

> „Ich versuche, Ressourcen zu schonen, sprich durch geringen Wendeschneidplattenverbrauch, nicht die Maschine unnötig laufen lassen, nur das an Drehzahl, was auch wirklich nur sein muss.“ (F7)

Die bedarfsgerechte Abstimmung zwischen auszubringender Leistung und dem tatsächlich erforderlichen Bedarf erfolgt zumeist durch Änderungen im Produktionsablauf oder im Anschluss von Instandhaltungsarbeiten. Zur Erzielung einer ressourcenschonenden Druckluftversorgung wurde in einigen Unternehmen ein umfassendes und systematisches Leckagemanagement institutionalisiert (GU-III, GU-V & KMU-V). Das Leckagemanagement wird von Fachkräften umgesetzt und ist ein bedeutsames Moment zur Sicherstellung einer bedarfsgerechten Druckluftversorgung und damit zur absoluten Senkung des Energieeinsatzes (u. a. F4, F11 & F12):

> „Einige von unseren Schraubern werden mit Druckluft betrieben. Da achten wir immer drauf, dass damit nicht rumgespielt wird und auch keine Leckagen im Netz sind.“ (F2)

> „Dass wir Leckagen im Druckluftsystem suchen und beheben müssen, ist auf jeden Fall ein wichtiger Punkt! Haben wir auch in unserem Wartungsplan mit drin. Einmal im Monat müssen wir uns ausschließlich mit Luftleckagen beschäftigen. Ist schon ein ziemlich großes Thema bei uns geworden. Luft ist ein sehr wichtiges Thema, da geht man fast noch zu wenig drauf ein.“ (F3)

> „Ich mache den ganzen Prozess, der daran hängt. Sei es ein Problem mit der Druckluftleckage, dass dort auch dementsprechend das Leckageaudit gemacht und hinterher das Angebot erstellt wird, was dann in dem Fall bei mir auch aus einer Hand passiert. Und dann hinterher entsprechend auch bis zur Problemlösung, dass dann halt die Leckagen behoben werden.“ (F10)

Eine Servicefachkraft eines Druckluftdienstleisters bestätigt diesen Trend:

> „Was jetzt immer mehr kommt, sind Druckluftaudits und Leckagebeseitigung. Und da sind die Kunden auch immer sensibler.“ (F11)

Ebenso erfolgt die bewusste Vermeidung redundanter oder verschwenderischer Handlungen und Arbeitsabläufe (u. a. F1, F2, F3, F7):

> „Dass man wirklich einen Punkt nach dem anderen abarbeitet, um keine Fehler-Kette aufzubauen und Fehler möglichst zu vermeiden. Wenn man dann noch mal losrennen

> oder losfahren muss, dann sind da wieder unnötige Verbräuche und es geht Zeit weg." (F9)

**Ersetzen von Arbeitsgegenständen**

Nachhaltigkeitsorientierte berufliche Handlungen erfolgen darüber hinaus durch das Ersetzen bzw. Substituieren von Arbeitsgegenständen. Im Mittelpunkt steht dabei der Austausch von veralteten Betriebsmitteln gegen moderne Substitute, die den absoluten Ressourcenaufwand bei einem gleichwertigen Nutzen reduzieren. Neben Produktionsanlagen (bspw. Tausch eines $CO_2$-Lasers gegen einen Fiberlaser; vgl. KMU-II) treten Querschnittstechnologien wie Pumpensysteme, Motoren, Beleuchtung, Wärme- und Kälteanlagen oder Druckluftsysteme in den Fokus der festgestellten Maßnahmen (vgl. GU-I, GU-II, GU-III, GU-IV, GU-V, KMU-I, KMU-II, KMU-III, KMU-IV & KMU-V).

Eine Servicefachkraft, die mit der Instandhaltung der Druckluftsysteme von Vertragskunden beauftragt ist, gibt zur Substitution von Druckluftsystemen an:

> „Es kommen z. B. immer mehr drehzahlgesteuerte Maschinen. Das ist einfach, um Energiekosten zu sparen. Der Energieverbrauch wird damit verringert. Der Druckluftverbrauch wird vorher über Messstrecken zwei bis drei Wochen im Rahmen eines Audits aufgenommen, um Luft- und Stromverbrauch festzustellen. Wir legen dann die neue Anlage mit nur einem kleinen Reservefaktor aus. Dass wirklich die Anlagen auch wirklich so ausgelegt sind, wie der Kunde es braucht." (F11)

Eine weitere Fachkraft, die u. a. mit der Instandhaltung von einer Vielzahl von Elektromotoren und Pumpensystemen in einer Großmolkerei beauftragt ist, führt an:

> „Alte Motoren gegen neue Motoren austauschen, vor allem bei denen, die permanent laufen. Wenn wir einen alten Motor haben, der 20 Jahre alt ist, der schon viele Male überholt wurde, dann muss man sich überlegen, dass der immer öfter kaputtgeht. Haben wir ganz oft. Dann kann man lieber einen neuen, energieeffizienten Motor einbauen. Der läuft 365 Tage im Jahr. Wenn wir jetzt einen haben, der zwei, drei Prozent weniger Strom braucht, ist das über das Jahr gesehen ein ganzer Haufen." (F5)

Deutlich wird in dieser Aussage zudem, dass der Suffizienzgedanke besonders dann zum Tragen kommt, wenn das Ersetzen tatsächlich notwendig ist und mit dem Ziel verbunden ist, den Absolutverbrauch der Ressourcenbeanspruchung maßgeblich zu senken. Sämtliche Elektromotoren eines Unternehmens auszutauschen, sobald eine neue Generation an Elektromotoren mit höherer Energieeffizienzklasse auf den Markt kommt, führt zwar zu Energieeinsparungen, ist aber gleichzeitig mit einem hohen Materialeinsatz und einem erneuten *„ökologischen Rucksack"*[58] verbunden. Mit jeder Neuanschaffung entstehen somit im Rahmen der Ökobilanz erneut Umweltwirkungen durch die Produktion, den Transport, die Nutzungsphase und die Entsorgung des Produktes, die die beabsichtigten Nachhaltigkeitswirkungen tendenziell schmälern.

58 Der „ökologischen Rucksack" beschreibt den gesamten Ressourceneinsatz, der bei der Herstellung, der Nutzung und der Entsorgung eines Produktes oder einer Dienstleistung anfällt.

### Reflexion der empirischen Befunde

Aus der Reflexion der Forschungsergebnisse können für die domänenbezogene Umsetzung der Suffizienzstrategie drei zentrale Ansätze in der Facharbeit festgestellt werden:

- **Verlängerung der Nutzungsphase von Betriebsmitteln und Werkstoffen**: Durch Instandhaltungsarbeiten, die sach- und fachgefachte Handhabung von Werkzeugen und Vorrichtungen, das schonende Fahren von Produktionsanlagen und das Um- sowie Nachrüsten von Bestandsanlagen wird eine Verlängerung der Anlagenlebensdauer von Anlagen und anderen Betriebsmitteln erzielt. Die Verlängerung der Nutzungsphase und damit des Lebenszyklus verringert die Erforderlichkeit von Neuanschaffungen.
- **Bedarfsgerechte Abstimmung von Handlungsabläufen und Anlagen**: Gemäß dem Prinzip „So viel wie nötig, so wenig wie möglich" erfolgt die bedarfsgerechte Abstimmung einer technischen Leistung oder Arbeitsleistung an den erforderlichen Bedarf. Im Zentrum stehen die Vermeidung von Überbearbeitung und Überproduktion, die bedarfsgerechte Parametrierung von Anlagen, die Wahl optimierter Transportwege oder der Abbau redundanter und vermeidbarer Arbeitsabläufe.
- **Ersetzen von Arbeitsgegenständen**: Nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte werden durch das Ersetzen von Arbeitsgegenständen erzielt, die einen gleichen oder gesteigerten Nutzen bei einem verringerten Ressourcenaufwand aufweisen (absolute Ressourcenreduktion). In der Domäne der Fachkräfte äußert sich dies vorrangig durch den Austausch technisch veralteter Systeme mit einem vergleichsweise hohen Energieverbrauch (Pumpen, Elektromotoren, Dampfkessel etc.).

Die Suffizienzstrategie liefert einen wichtigen Beitrag zur Senkung des absoluten Ressourcenverbrauchs und den damit verbundenen externen Effekten der Kuppelproduktion mit vergleichsweise geringer Eingriffstiefe in die Produktionsstrukturen. Der Unterstützungsprozess der Instandhaltung nimmt eine herausragende Rolle ein, um nicht nur die Suffizienz-, sondern auch die Effizienz- und Konsistenzstrategie innerbetrieblich zu verfolgen.

#### 7.2.2.4 Reflexion nachhaltigkeitsorientierter Handlungsstrategien

Die Untersuchung der domänenbezogenen Umsetzung der drei Handlungsstrategien gibt neben der Darstellung differenzierter Anwendungsfälle und Ansätze zusätzlich Aufschluss über den Einfluss der Strategien auf die berufliche Handlung. Sie prägen explizit und implizit das berufliche Handeln durch ihre handlungsinitiierende, handlungsbegleitende und handlungsreflektierende Funktion (Abb. 34).

***Handlungsinitiierend*** sind die Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung hinsichtlich der intendierten Ziele und der antizipierten Ergebnisse der zu bewältigenden Arbeitsaufgabe. Bspw. wird mit der Absicht zur Erzielung einer hohen Anlagenlebensdauer (Suffizienz) die systematische Anlagenwartung in Auftrag gegeben oder es erfolgt zur Steigerung eines höheren Anlagenwirkungsgrades (Effizienz) der kundenbezogene Auftrag zur Um- und Nachrüstung (Retrofit) einer Bestandsanlage. Aber auch bei situativen und unvorhersehbaren Problemstellungen werden berufliche Handlungen im Kontext der Leitstrategien initiiert, wie z. B. durch einen plötzlichen Wirkungsgradverlust einer Produktionsanlage (z. B. durch Lagerschäden mit einer steigenden Leistungsaufnahme als Folge), der durch die Anlagenüberwachung außerplanmäßig gemeldet wird. Die Handlungsstrategien nehmen in diesem Fall einen kontextgebenden Charakter für den Arbeitsprozess ein und stellen relevante Sinnzusammenhänge und Zielperspektiven für den Arbeitsprozess her.

***Handlungsbegleitend*** werden die Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung dadurch, dass sie vorrangig als immanente Bestandteile im Arbeitsprozess selbst zum Tragen kommen. So kann selbst ein eher nicht nachhaltiges Produkt möglichst nachhaltig produziert werden. Bspw. wird in Fertigungs- und Montageprozessen durch die Fachkräfte sichergestellt, dass Verschwendungen und Verluste durch Überbearbeitung, Verschnitt, Ausschuss oder Nacharbeit minimiert werden. Die Leitstrategien äußern sich in diesem Fall vorrangig durch regelbehaftete Verfahren, Methoden und Handlungsansätze, die der Umsetzung des Arbeitsprozesses inhärent sind und zusammen mit dem Wissen über die Produktionstechnik und die Werkzeuge, die Arbeitsorganisation, den Prozessablauf und die Anforderungen (z. B. Qualitätsstandards) den eigentlichen Handlungsvollzug regulieren.

***Handlungsreflektierend*** wirken die Strategien in dem Maße, indem sie zur Reflexion der erzielten Handlungsergebnisse und der Wirkungen der nachhaltigkeitsverträglichen Gebrauchswerte dienen. Durch Reflexionsprozesse kann die Fachkraft antizipieren, ob das angestrebte nachhaltigkeitsverträgliche Ergebnis und die damit verbundene Wirkung tatsächlich durch das eigene Handeln erreicht wurden (Effizienzsteigerung, Steigerung der Umweltverträglichkeit etc.). Angestrebtes Handlungsziel und bestehendes Handlungsergebnis werden dabei unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit, Verträglichkeit und Notwendigkeit miteinander abgeglichen. Dies ermöglicht, zugleich alternative Lösungsmöglichkeiten abzuwägen und zu entwickeln. Teil dieses Reflexionsprozesses sind ebenfalls die Abwägung zwischen Aufwand und Nutzen und das Treffen von Entscheidungen in Dilemmatasituationen. Zudem kann die Reflexion der Handlungen und Handlungsziele anhand der genannten Strategien dazu beitragen, aufkommende Rebound-Effekte zu vermeiden.

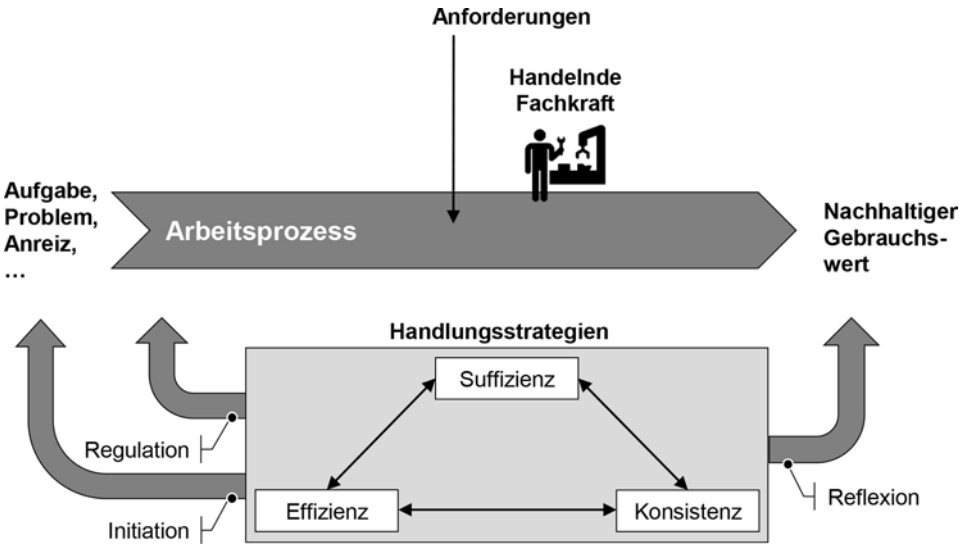



**Abbildung 34:** Funktionen der Handlungsstrategien einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit

### 7.2.3 Berufliche Handlungsfelder, Arbeitsaufgaben und Anknüpfungspunkte nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

Die vorangegangenen Forschungsergebnisse verdeutlichen, dass einerseits etablierte berufliche Handlungsfelder und Arbeitsaufgaben zum Teil eine „grüne Akzentuierung" erfahren und andererseits neuartige berufliche Handlungsfelder mit veränderten Arbeitsaufgaben entstehen, in denen die identifizierten Handlungsansätze der drei zentralen Handlungsstrategien zum Tragen kommen.

Durch den Einsatz unterschiedlicher berufswissenschaftlicher Forschungsmethoden ließen sich die Forschungsdaten aus den durchgeführten Arbeitsbeobachtungen und handlungsorientierten Fachinterviews mit den Inhalten aus den Experteninterviews, situativen Expertengesprächen und Betriebserkundungen zusammenführen (Methoden- und Datentriangulation), um vergleichbare Aufgabentypen zu aggregieren, zu teildekontextualisieren[59] und letztendlich in zehn empirisch identifizierten Arbeitsaufgaben zu definieren. Neben der Beschreibung der Arbeitsaufgaben wurden die Anknüpfungspunkte und Potenziale nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit herausgearbeitet und beschrieben. Sie stellen einen bedeutsamen Bestandteil der nachhaltigkeitsbezogenen Arbeitsaufgabenbeschreibungen dar und geben eine prägnante Übersicht darüber, wie nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte durch berufliches Handeln erzielt werden können. Darauf aufbauend wurden die Arbeitsaufgaben auf arbeits- und geschäftsprozessbezogene Gemeinsamkeiten und Alleinstellungsmerk-

59 Mit Teildekontextualisierung ist die partielle Verallgemeinerung beruflicher Sach- und Sinnzusammenhänge unter Beibehaltung der Kontext- und Domänenbezüge gemeint. Bspw. wird die Vielzahl an unterschiedlichen und teils branchenspezifischen Anlagen terminologisch zu „Anlagen und Maschinen" oder „technischen Systemen" verallgemeinert. Um zum Verständnis beizutragen und einer Dekontextualisierung entgegenzuwirken, werden exemplarische Beispiele aus den Fallstudien zur Veranschaulichung angeführt.

male untersucht und berufliche Handlungsfelder anhand der identifizierten Arbeitsaufgaben rekonstruiert und beschrieben.

Die empirisch identifizierten Arbeitsaufgaben und Nachhaltigkeitsaspekte bilden mit den zugehörigen Handlungsfeldern einen Referenzrahmen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit von Industriemechanikern und Industriemechanikerinnen. In ihnen manifestieren sich die nachhaltigkeitsorientierten Arbeitsanforderungen, Anknüpfungspunkte und Zielperspektiven, die durch die nachhaltigen Entwicklungsansätze und Ziele der Unternehmen kontextualisiert werden. Die Darlegung der Arbeitsaufgaben geht nicht mit dem Anspruch einer holistischen Berufsprofilbildung einher. Sie stellen einen spezifischen Ausschnitt der Arbeitswelt dar, die während der Feldforschung empirisch untersucht werden konnte.

Zum Teil weisen die herausgearbeiteten beruflichen Handlungsfelder und Arbeitsaufgaben inhaltliche Überschneidungen zu den originären beruflichen Handlungsfeldern aus den Ordnungsmitteln des Ausbildungsberufes Industriemechaniker:in auf. Andererseits wurden Problemstellungen, Anforderungen und Handlungsziele identifiziert, die nachhaltigkeitsbezogene Alleinstellungsmerkmale aufweisen und demzufolge zu neuartigen Handlungsfeldern und Arbeitsaufgaben verdichtet wurden. Ein Beispiel dafür ist die Arbeitsaufgabe *„Aufarbeiten von gebrauchten Bauteilen, Baugruppen und technischen Systemen"*. Diese lässt sich als besonders nachhaltigkeitsaffin bezeichnen, da bereits die Zielstellung der Arbeitsaufgabe eine hohe Nachhaltigkeitsrelevanz aufweist (ressourcenschonende Kreislaufführung gebrauchter Altteile) und par excellence für die Leitstrategie der Konsistenz steht (Energie- und Stoffströme störsicher in technischen Kreisläufen halten). Entscheidend bei der Identifikation von Handlungsfeldern und Arbeitsaufgaben nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit ist demzufolge nicht zwangsläufig die Neuartigkeit an sich, sondern vielmehr die Beschaffenheit, die es erlaubt, nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte mit der Arbeitsaufgabenerfüllung zu erzielen.

Die identifizierten Handlungsfelder und Arbeitsaufgaben können dazu dienen, die bestehenden Inhalte der Ordnungsmittel mit empirisch abgesicherten berufs- bzw. berufsfeldbezogenen Nachhaltigkeitsaspekten und -perspektiven zu akzentuieren und zu ergänzen. Dazu wurden unter Einsatz einer Dokumentenanalyse die Inhalte des Ausbildungsrahmenplans sowie des Rahmenlehrplans für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker:in systematisch mit den identifizierten Gegenstandsbereichen der Arbeitsaufgaben abgeglichen. Analysiert wurden dazu

- *inhaltliche* (Arbeitsgegenstände, Werkzeuge, Methoden, Organisation),
- *anforderungsspezifische* (betriebliche und gesellschaftliche Anforderungen) und
- *zielperspektivische* (Wirkungen, Arbeitsergebnisse)

Schnittmengen zwischen den empirischen Daten und den Ordnungsmitteln. Die identifizierten Anknüpfungspunkte sind in den nachfolgenden Aufgabenbeschreibungen ordnungsmittelspezifisch hinterlegt und geben Auskunft über die curriculare Anschlussfähigkeit der Forschungsergebnisse. Tabelle 33 gibt eine Übersicht über die identifizierten Handlungsfelder und Arbeitsaufgaben.

**Tabelle 33:** Handlungsfelder, Arbeitsaufgaben und Anknüpfungspunkte nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

| Handlungsfeld | Arbeitsaufgabe | Nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte durch ... |
|---|---|---|
| *Fertigung & Montage* | Fertigen von Bauteilen und Montieren von Baugruppen und technischen Systemen | Ausschuss- und Verschnittminimierung, bedarfsgerechter Einsatz von Betriebs- und Hilfsstoffen, energie- und materialeffiziente Fertigungsverfahren, nachhaltiges Produktdesign, Herstellung von Umwelttechnologien ... |
| *Instandhaltung* | Bewahren und Beurteilen von technischen Systemen | Hohe Anlagenlebensdauer, verringerte Lebenszykluskosten, Funktionsfähigkeit additiver Umwelttechnologien, Vermeidung material- und energieintensiver Defekte und Störungen, hohe Betriebssicherheit der Anlagen ... |
| | Instandsetzen technischer Systeme und zugehöriger Bestandteile | Hohe Anlagenlebensdauer und -verfügbarkeit, Wiederverwendung reparierter Komponenten, geringe Neuanschaffungskosten ... |
| | Umrüsten, Nachrüsten und Optimieren von technischen Systemen | Verlängerter Anlagenlebenszyklus, hohe Betriebssicherheit, hohe Gesamtanlageneffektivität (GAE), verringerte Obsoleszenz, hohe Energieeffizienz ... |
| *Aufarbeitung* | Aufarbeiten von gebrauchten Bauteilen, Baugruppen und technischen Systemen | Verringerte Obsoleszenz, zweiter Produkt- oder Anlagenlebenszyklus, Materialkreislaufschließung, Wiederverwendung von Altteilen, Rohstoffunabhängigkeit ... |
| *Produktionsmanagement* | Einrichten und Bedienen von Produktionsanlagen und Werkzeugmaschinen | Geringe Stillstandzeiten, verkürzte Rüstzeiten, geringe Überbearbeitung, geringe Überproduktion, hohe GAE, bedarfsgerechte Anlagensteuerung, Lastspitzenminimierung ... |
| | Automatisieren von Abläufen und Vernetzen von Produktionsanlagen | Bedarfsgerechte Steuerung/Regelung, Sensorik und Kommunikationssysteme zur Zustandsüberwachung und Kennzahlengenerierung (KPI), effiziente und verschleißarme Verfahrwege von Robotersystemen ... |
| | Überwachen von Produkten, Produktionsanlagen und -prozessen | Hohe Anlagenlebensdauer und -verfügbarkeit, hohe Qualitätsrate, geringe Prozessübererfüllung, Arbeits- und Umweltschutz ... |
| | Optimieren von Produktions- und Arbeitsprozessen | Geringe Ausfallrate, geringe Ausschussquote, geringe Nacharbeitsquote, hohe Prozessfähigkeit, hohe Mitarbeitendenzufriedenheit, hoher Arbeits- und Umweltschutz ... |
| *Nachhaltigkeitsmanagement* | Mitgestalten und Partizipieren im betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagement | Mitarbeitendenzufriedenheit, Regelkonformität, bürgerschaftliches Engagement, Interessenvertretung, betriebliche Partizipation ... |

#### 7.2.3.1 Handlungsfeld: Fertigung und Montage

Fertigungsprozesse rücken durch den Verbrauch von Ressourcen in Form von Roh-, Betriebs- und Hilfsstoffen, durch die anfallenden Abfälle, aber auch durch die Potenziale ressourcen- und umweltschonender Fertigungsverfahren sowie Ansätze einer nachhaltigen Produktgestaltung (Ökodesign) in den Fokus betrieblicher Nachhaltigkeitsbestrebungen. Neben der produktionsbezogenen Fertigung von Neuteilen erfolgt die Anfertigung von Ersatzteilen für Instandhaltungsarbeiten oder von Bauteilen für Anlagenmodifikationen. Derartige Fertigungsprozesse erfolgen zumeist in eigenständigen Werkstätten der Instandhaltungsabteilung oder werden in Auftrag gegeben. In komplexen industriellen Montageprozessen werden vorwiegend Investitions- und Gebrauchsgüter hergestellt, zu denen u. a. auch Umwelttechnologien zählen (z. B. BHKW vgl. KMU-IV oder WEA vgl. GU-II). Dabei sind Fachkräfte in verschiedene Fertigungsprinzipen (Werkstatt-, Gruppen-, Insel-, Fließfertigung) und Fertigungsarten (Einzel-, Klein-, Mittel- oder Großserienfertigung) eingebunden.

##### Arbeitsaufgabe: Fertigen von Bauteilen und Montieren von Baugruppen und technischen Systemen

Industriemechaniker:innen sind mit unterschiedlichen manuellen und maschinellen Fertigungsverfahren (Spritzgießen, Biegen, Fräsen, Laserschneiden, Schrauben, Schweißen etc.) konfrontiert, um Bauteile für Instandsetzungsarbeiten oder Anlagenmodifikationen, aber auch für die Neuteileproduktion in unterschiedlicher Losgröße anzufertigen bzw. herzustellen. Der Fertigungsprozess von Bau- bzw. Ersatzteilen wird eigenständig vor- und nachbereitet. Entsprechend sind Fachkräfte bei nicht standardisierten Fertigungsprozessen zum Teil für die Auswahl der erforderlichen Materialien und Werkzeuge und die Herrichtung einer geeigneten Arbeitsumgebung verantwortlich.

Auf Grundlage der analog oder digital hinterlegten Auftragsdokumentation (z. B. hinterlegte Teil-/Gruppenzeichnungen, Arbeitspläne im PPS) werden für die Fertigung mit CNC-Werkzeugmaschinen (CNC-WZM) einfache CNC-Programme erstellt oder bestehende Programme aus bestehenden Datenbanken abgefragt. Häufig müssen bei der Ersatzteilanfertigung zusätzlich der Werkstoff und die Fertigungsverfahren festgelegt werden. Bei komplexen Bauteilgeometrien sind zum Teil Ingenieure und Ingenieurinnen für den CAD/CAM-Prozess und die Fachkräfte für die erforderlichen Arbeiten vor Ort an der CNC-WZM verantwortlich, wodurch eine enge Kommunikation zwischen Ingenieur:in und Fachkraft erforderlich ist. Die Maßhaltigkeit der angefertigten Bauteile wird eigenständig durch die Anwendung geeigneter Messmittel im Rahmen der Qualitätssicherung sichergestellt.

In der Montage werden Handwerkzeuge, Hilfs- und Betriebsstoffe unter Einsatz von Vorrichtungen, Handhabungssystemen und unterschiedlichen Montagemethoden eingesetzt, um aus technischen Teilsystemen Gesamtsysteme auch in unterschiedlichen Ausführungen und Varianten herzustellen. Unter Einsatz von Montage- und Installationsplänen werden nicht nur kraftschlüssige, formschlüssige oder materialschlüssige Verbindungen hergestellt, sondern es wird auch erforderliche Soft-

ware auf die Steuerungen der technischen Systeme aufgespielt, Parameter werden eingestellt, Funktionstests durchgeführt und Sicherheitsmechanismen geprüft und dokumentiert. Bei Bedarf werden konstruktionstechnische Hinweise zur fertigungsgerechten und nachhaltigen Produktgestaltung (Ökodesign) an die Arbeitsvorbereitung (AV) oder Konstruktionsabteilung kommuniziert.

*Identifizierte Anknüpfungspunkte und Potenziale nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit:*

- Einsatz endkonturnaher Halbzeuge zur Verschnittminimierung
- Aufbewahrung und Wiederverwendung von Verschnitt
- Manuelle oder softwarebasierte Verschachtelung von Formen in einem bestimmten Oberflächen-
  bereich von Blechplatinen zur Verschnittminimierung
- Einsatz von Minimalmengenschmierung zur Minimierung des Kühlschmiermittelverbrauchs
- Einsatz von Trockenbearbeitung zur Minimierung des Kühlschmiermittelverbrauchs
- Verringerung des KSS-Austrags durch Handhabung, Abtropfvorrichtungen und Rückführung von KSS
- Sicherstellung des Arbeitsschutzes beim Umgang mit bewegten Maschinenteilen, Werkzeugen, Werkstücken, KSS und Schall
- Sicherstellung des Umweltschutzes während der Handhabung, des Transports und der Lagerung von KSS
- Umweltverträgliche Entsorgung von Reinigungsmitteln unter Beachtung der Umweltschutzvorschriften und Betriebsanweisungen
- Sortenreines Trennen der Späne
- Optimierung der Bewegungsführung und Fertigungsparameter bei WZM zur Reduktion von Zykluszeiten und Energieeinsatz sowie zur Erhöhung der Werkzeugstandzeit
- Durchführung von Simulationen und Kollisionsprüfungen zur Vermeidung von Störungen und Beschädigungen
- Auswahl bedarfsgerechter Fertigungsverfahren in Abhängigkeit der Bauteilanforderungen (Schruppen, Schlichten etc.) zur Vermeidung von ressourcenintensiver Überbearbeitung bzw. Prozessübererfüllung
- Anwendungsgerechter Einsatz von handgeführten Werkzeugen und Vorrichtungen zur Erhöhung der Lebensdauer und Verringerung von Ausschuss und Nacharbeit
- Bedarfs- und anwendungsgerechter Einsatz von Hilfs- und Betriebsstoffen bei Montagearbeiten (z. B. Kleber, Schmierstoffe, Gasgemische, Konservierungsmittel, Reinigungsstoffe, Verpackungsmaterial)
- Bedarfs- und anwendungsgerechter Einsatz der Schmelzschweißverfahren, Schweißparameter und Schutzgase zur Vermeidung von Ausschuss und Ressourcenverschwendung bei Schweißarbeiten
- Qualitätssichernde Maßnahmen zur vorausschauenden Reduktion von Ausschussteilen
- Weitergabe von konstruktiven Hinweisen zur nachhaltigen Produktgestaltung (Ökodesign) wie Langlebigkeit, Reparierbarkeit oder aufarbeitungsgerechtes Design
- Verstetigung von Produktionssystemen und zugehöriger Methoden (z. B. 5A/5S) zur Vermeidung von ressourcenintensiven Ablauffehlern, Störungen und Gefährdungen durch Unfälle

*Anschlussfähigkeit Rahmenlehrplan (RLP):*
- Lernfeld: Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3, Nr. 5, Nr. 7, Nr. 8, Nr. 10

*Anschlussfähigkeit Ausbildungsrahmenplan (ARP):*
- § 11 Abs. 1/Berufsbildposition: Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5, Nr. 6, Nr. 7, Nr. 8, Nr. 9, Nr. 14, Nr. 18

#### 7.2.3.2 Handlungsfeld: Instandhaltung

Instandhaltungsarbeiten dienen der Erhaltung oder Verbesserung des funktionsfähigen Zustandes von Maschinen und Anlagen oder der Rückführung in diese. Industriemechaniker:innen sind mit mechanischen Instandhaltungsaufgaben sowie elektrotechnischen und informationstechnologischen Problemstellungen konfrontiert, die zum Teil spezifische Weiterbildungen voraussetzen (z. B. Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten, Elektrofachkraft in der Industrie). Umfassende Reparaturarbeiten erfolgen zum Teil in fachübergreifenden Teams, bspw. durch die Zusammenarbeit zwischen Mechatronikern und Mechatronikerinnen, Elektronikern und Elektronikerinnen, externen Servicetechnikern und Servicetechnikerinnen sowie Ingenieuren und Ingenieurinnen. Neben den korrektiven Arbeiten rücken zunehmend digitalgestützte Instandhaltungsstrategien, wie die Zustandsüberwachung (engl. Condition Monitoring), in das Instandhaltungsmanagement der Unternehmen (u. a. GU-III, GU-IV, GU-V & KMU-V). Ansätze eines ganzheitlichen Anlagenmanagements wie die autonome Instandhaltung prägen im Kontext der betrieblichen Organisationsansätze (z. B. TPM) die Arbeitsorganisation in der Facharbeit. Mit zunehmender Komplexität und Verkettung der Produktionsanlagen nehmen proaktive und vorausschauende Instandhaltungsansätze an Bedeutung zu.

Obwohl die Instandhaltung als Unterstützungsprozess für den eigentlichen Kernprozess dient, sind Instandhaltungsarbeiten von herausragender Bedeutung für die Verstetigung und Etablierung nachhaltiger Produktionsstrukturen. Zum einen wird dafür gesorgt, dass der physische Lebenszyklus der Bestandsanlagen, d. h. in diesem Fall die Nutzungsphase, und damit die Langlebigkeit maximiert wird, dass ein störungsfreier, sicherer, verträglicher und effizienter bzw. verlust- und verschwendungsarmer Anlagenbetrieb erfolgt, und zum anderen, dass einer *natürlichen Obsoleszenz* durch Um- und Nachrüsten oder Reparaturen entgegengewirkt wird. Instandhaltungspersonal nimmt eine Schlüsselrolle für die nachhaltige Umgestaltung der Produktionsstrukturen ein. Sie gelten als „Gatekeeper" des Shopfloors für die Umsetzung von technischen Optimierungen und die Integration von ressourceneffizienten und umweltschonenden Technologien.

##### Arbeitsaufgabe: Bewahren und Beurteilen von technischen Systemen

Wartungs- und Inspektionsarbeiten erfolgen in den Produktionsunternehmen überwiegend an Anlagen und anderen technischen Systemen der Fertigungs-, Versorgungs-, Energietechnik. Die Arbeiten dienen der Bewahrung eines definierten und möglichst optimalen Soll-Zustands und damit der präventiven Sicherstellung der An-

lagenlebensdauer und -verfügbarkeit sowie einer hohen Betriebssicherheit und Anlageneffizienz. Dazu werden ebenso Arbeiten zur Beurteilung des Ist-Zustandes (Inspektion) als auch zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrats (Wartung) von Fachkräften umgesetzt, um einen möglichst langen Anlagenlebenszyklus unter Aufrechterhaltung eines hohen Wirkungsgrades zu ermöglichen.

Damit Verschleißursachen festgestellt und Wartungsarbeiten durchgeführt werden können, stellen Fachkräfte einen wartungssicheren Betriebszustand her. Zu den typischen Wartungsarbeiten zählt das Kontrollieren des Maschinenzustands, das Nachstellen, Schmieren, Reinigen und Konservieren von Maschinenelementen sowie das Behandeln, Nachfüllen und ggf. Ersetzen von Betriebsstoffen (z. B. Schmierstoffe, Kühlflüssigkeit). Abhängig vom Abnutzungsvorrat erfolgt das Austauschen von Verschleißteilen (z. B. Dichtungen, Filtereinheiten). Fachkräfte greifen dafür analog auf hinterlegte Aufträge, Betriebsanleitungen, Wartungs- und Lagepläne oder digital auf Inhalte der Datenmanagementsysteme wie Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssysteme (IPS) zu. Für den Zugriff und die Bewertung der Betriebs- und Zustandsparameter kommen SCADA-Systeme, Fernwartungsmodule oder Condition-Monitoring-Systeme (CMS) zum Einsatz. Die Wartungsarbeiten erfolgen nach technischen Regeln, Herstellervorgaben (z. B. Laufzeit, Wartungsturnus) und unter besonderer Berücksichtigung der individuellen Einflussfaktoren in der Produktion (z. B. Temperatur, Fremdstoffeinwirkungen, Feuchtigkeit). Die verrichteten Arbeiten und anlagenbezogenen Hinweise werden zum Aufbau eines internen Wissensmanagements mittels PC-Terminals oder mobiler Endgeräte in Datenmanagementsystemen (z. B. IPS) hinterlegt.

*Identifizierte Anknüpfungspunkte und Potenziale nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit:*

- Nachhaltiger Eigenwert aller adäquat ausgeführten Wartungsarbeiten zur Erhöhung der Anlagenlebensdauer, -verfügbarkeit, -effizienz und Betriebssicherheit
- Herstellung eines wartungssicheren Betriebszustandes zur Gewährleistung des Arbeitsschutzes
- Anwendung von Vorsichtsmaßregeln und Maßnahmen aus der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) zur Gewährleistung des Arbeitsschutzes
- Anwendungsgerechter und verschwendungsarmer Einsatz von Schmiermitteln
- Bedarfsgerechter und regelmäßiger Einsatz von Schmierstoffen und Korrosionsschutz
- Einsatz umweltschonender Reinigungs- und Konservierungsmittel
- Bedarfsgerechte Anpassung der Wartungsturnusse unter Berücksichtigung der Garantie und Gewährleistung
- Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit additiver Umwelttechnologien/End-of-Pipe-Technologien (z. B. Schalldämpfer, Filtereinheiten)
- Prüfung der Funktionsfähigkeit der Schutzeinrichtungen in den und um die Anlagen zur Minimierung von Gefahren
- Digitalgestützte Zustandsüberwachung zur vorausschauenden Vermeidung material- und energieintensiver Störungen und Defekte
- Korrekturarbeiten zur Vermeidung von Übertragungsverlusten und Ermüdungserscheinungen an Antrieben (z. B. Nachstellen der Riemenspannung)

- Erprobung umweltschonender Betriebs- und Hilfsstoffe und Implementierung verträglicherer Substitute (Reinigungsmittel etc.)
- Erhöhung der Lebensdauer von Kühlschmiermitteln (KSS) durch Prüfung und Pflege (Härte, pH-Wert, Nitrit, Nitrat und Keimbelastung)
- Entfernung und Abstellung des Austritts umweltgefährdender Stoffe (z. B. Öle)
- Hydrauliköl- und Schmierstoffanalysen zur Sicherstellung der Funktionseigenschaften und Vermeidung von Störungen, Verschleiß oder Defekten an den Anlagen
- Sicherstellung der Funktionsfähigkeit von Ölfiltersystemen und Separatoren zur kontinuierlichen Aufbereitung von Schmier- und Hydrauliköl, um die Lebensdauer der Öle zu erhöhen und Verschleiß oder Defekte an der Anlage zu vermeiden
- Umweltgerechte und sichere Lagerung sowie Entsorgung von Gefahrenstoffen
- Sicherstellung eines geringen Differenzdrucks von Filtereinheiten zur Minimierung des Energieaufwands
- Berücksichtigung der individuellen Einflussfaktoren in der Produktion für die Planung der Wartungsarbeiten (z. B. Temperatur, Feuchtigkeit, Fremdstoffeinwirkungen) zur Vermeidung vorzeitiger Ausfälle
- Identifikation energieintensiver Anlagen und Umsetzung gezielter Wartungsansätze zur Sicherstellung eines optimalen Anlagenwirkungsgrades
- Sicherstellung einer intakten Wärmedämmung von Rohrleitungen und Anlagen durch Sichtprüfung und den Einsatz von Wärmebildkameras zur Vermeidung von Wärmeverlusten
- Anpassung optimaler Prozessparameter zur Vermeidung von Ausschuss und vermeidbarer Energieaufwendung (z. B. Anpassung des Temperaturniveaus von Prozesswasser)
- Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Sensorik für eine fehlerfreie Automatisierung und Vermeidung von Ausschuss und Defekten
- Bewertung nachhaltigkeitsrelevanter Kennzahlen (Energie- und Wasserverbrauch, Schalldruckpegel, Temperatur etc.)
- Beratung der Anlagenbediener:innen zur Umsetzung autonomer Instandhaltungsmaßnahmen während des Anlagenbetriebs zur Minimierung von Ausfällen und Defekten und Ausschuss
- Aufbau eines Wissensmanagements für effiziente und zielgerichtete Wartungsansätze (z. B. über das IPS)

*Anschlussfähigkeit Rahmenlehrplan (RLP):*

- Lernfeld: Nr. 4, Nr. 12

*Anschlussfähigkeit Ausbildungsrahmenplan (ARP):*

- § 11 Abs. 1/Berufsbildpositionen Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5, Nr. 6, Nr. 7, Nr. 8, Nr. 10, Nr. 16, Nr. 18

### Arbeitsaufgabe: Instandsetzen technischer Systeme und zugehöriger Bestandteile

Durch Instandsetzungsarbeiten werden defekte Bauteile und -gruppen oder unplanmäßig stillstehende Anlagen in einen funktionsfähigen Zustand zurückversetzt, um die Betriebsbereitschaft wiederherzustellen, Stillstandzeiten zu minimieren, den Anlagenlebenszyklus zu verlängern und ressourcenintensive Neuanschaffungen zu vermeiden. Zur Planung und Organisation der Instandsetzungsarbeiten nutzen die Fachkräfte ebenso wie in der Wartung analog hinterlegte Dokumentationen oder greifen auch mittels mobiler Endgeräte (z. B. Smartphone, Tablet) auf digitale Inhalte des Datenmanagementsystems zu (z. B. IPS, Ticketsysteme). Komplexe Instandsetzungsarbeiten an den unterschiedlichen Anlagen der Produktionstechnik werden durch interne Fachkräfteteams oder in Kooperation mit externem Servicepersonal durchgeführt.

Für die Fehlersuche und -behebung und die Identifikation von Defekten werden Diagnosesysteme, Prüfverfahren und Prüfmittel eingesetzt. Bei mess-, steuerungs- und regelungstechnikbedingten Störungen wird zur Störungsanalyse ebenfalls auf Prozessleitsysteme, SCADA-Systeme und andere Benutzerschnittstellen zugegriffen, um Diagnoseprogramme zu fahren oder Fehlermeldungen auszulesen. Ebenso werden über Fernwartungsmodule Ferndiagnosen vorgenommen oder die Entwicklungsumgebungen der speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) genutzt, um Fehlercodes auszulesen und Störungen zu diagnostizieren. Bei Instandsetzungsarbeiten erfolgt nach der Herstellung eines wartungssicheren Betriebszustands die gezielte Demontage. Bei komplexen Anlagen kommen dabei Demontagepläne zum Einsatz. Die eigentlichen Reparaturarbeiten an defekten Baugruppen oder Bauelementen erfolgen eigenständig oder werden bei speziellen Arbeiten durch die Fachkräfte in Auftrag gegeben (z. B. die Neuwicklung von Elektromotoren). Der Ausbau der defekten Komponenten und der Einbau der Ersatzteile erfolgt unter Zuhilfenahme geeigneter Vorrichtungen sowie Hebe- und Transportmittel. Dabei nutzen Fachkräfte auch selbst- oder fremdaufgearbeitete Altteile, die zum Teil in einem Ersatzteilkreislauf zirkulieren. Die Arbeit an elektrisch betriebenen Teilsystemen erfordert von Industriemechanikern und Industriemechanikerinnen häufig entsprechende Weiterbildungen (z. B. Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten, Elektrofachkraft in der Industrie) oder die Zusammenarbeit mit qualifizierten Fachkräften aus dem Berufsfeld Elektrotechnik (z. B. Durchmessen und Abklemmen eines Elektromotors einer Kreiselpumpe durch Fachkräfte aus dem Berufsfeld Elektrotechnik und mechanische Instandsetzung der Kreiselpumpe durch Industriemechaniker:innen). Nach den erfolgten Instandsetzungsarbeiten wird die Prüfung der Funktionsfähigkeit vorgenommen. Dabei ist die Übereinstimmung der relevanten Betriebsparameter mit den geforderten Soll-Werten zu erzielen. Die Wiedereinbindung der Anlagen in verkettete Produktionsabläufe erfolgt dabei unter Rücksprache mit verantwortlichen Personen aus der Fertigungsplanung und -steuerung. Nach erfolgter Instandsetzung erfolgt die Dokumentation der umgesetzten Arbeiten und Störungsursachen.

Fachkräfte sind im Kontext der Instandsetzungsarbeiten zudem in ein betriebliches Ersatzteil- und Obsoleszenzmanagement eingebunden. Dazu ermitteln sie benötigte bzw. kritische Ersatzteile der Bestandsanlagen, beschaffen diese über unterschiedliche Händler, arbeiten gebrauchte Altteile als Ersatzteile auf und organisieren die Einlagerung für zukünftige Reparaturarbeiten. Ebenso planen die Fachkräfte eigenständig das betriebliche Leckagemanagement zur Identifikation, Beurteilung und Beseitigung energieintensiver Leckagen und setzen dieses in der gesamten Produktionsumgebung um.

*Identifizierte Anknüpfungspunkte und Potenziale nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit:*

- Nachhaltiger Eigenwert von Instandsetzungsarbeiten zur Verlängerung der Nutzungsphase und Anlagenlebensdauer (Produktlebenszyklus), Betriebssicherheit, Anlagenverfügbarkeit, Reduktion der Stillstandzeiten und ressourcenintensiven Neuanschaffungen
- Herstellung eines wartungssicheren Betriebszustandes zur Gewährleistung des Arbeitsschutzes
- Sicherstellung der fünf Sicherheitsregeln der Elektrotechnik
- Anwendung von Vorsichtsmaßregeln und Maßnahmen aus der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) zur Gewährleistung des Arbeitsschutzes
- Anwendungs- und bedarfsgerechter Einsatz von Betriebs- und Hilfsstoffen (z. B. Schmierstoffe)
- Einsatz umweltschonender Reinigungs- und Konservierungsmittel
- Umweltgerechte Entsorgung von anfallenden Gefahrenstoffen aus der Instandsetzung
- Einsatz zerstörungsfreier Demontageverfahren und spezifischer Werkzeuge zur Wiederverwendung des defekten Bauteils
- Nicht reparierbare Bauteile nach Austauschreparaturen recyclinggerecht dem Materialkreislauf zufügen
- Umsetzung eines Leckagemanagements (Identifizieren, Beurteilen, Beseitigen und Dokumentieren von Leckagen)
- Funktionsfähigkeit der Aktorik und Sensorik automatisierter Anlagen wiederherstellen, um Störungen, Stillstände und Ausschuss zu vermeiden
- Durchführung von regenerativen Reparaturen (z. B. Nachdrehen von Zylinderlaufbuchsen) zur Verlängerung des Produktlebenszyklus
- Pflegen der Datenmanagementsysteme mit Instandsetzungsprotokollen und Aufbau eines Wissensmanagements in der Instandhaltung, um erneute Diagnosen und Reparaturen zielgerichtet und effizient umzusetzen
- Ableitung von Maßnahmen für einen langlebigen und sicheren Anlagenbetrieb aus historischen Daten aus den Instandsetzungsprotokollen
- Effiziente und zielgerichtete Diagnosestrategien unter Einsatz von Ferndiagnosen, um Anfahrten und lange Stillstände und damit Verschwendungen zu vermeiden
- Ganzheitliches Abwägen zwischen Reparatur oder Entsorgung (Kosten, Aufwand, ökologische Verträglichkeit)
- Beratung der Anlagenbediener:innen hinsichtlich Anlagenführung und autonomer Instandhaltung, um erneute Defekte und Störungen zu vermeiden
- Bewertung und Ausbau kritischer Bauteile aus defekten Anlagen und deren Bevorratung als Ersatzteile im Rahmen des Ersatzteil-/Obsoleszenzmanagements

- Ableitung zielgerichteter und damit effizienter Instandsetzungsansätze aus den Daten der Zustandsüberwachung (Condition Monitoring)
- Regelbasierte Fehlersuche, um eine systematische und zeiteffiziente Fehlerbehebung zu ermöglichen und weitere Schäden zu vermeiden
  (z. B. Schadensanalysen, Paretoprinzip, Analyse historischer Daten aus dem IPS)
- Rekonditionierung von Verschleißteilen (z. B. Schneidwerkzeuge)
- Identifikation kritischer und verschleißbehafteter Bauteile und -gruppen im Maschinen- und Anlagenpark und Beschaffung sowie Aufarbeitung von Altteilen für zukünftige Instandsetzungen (Ersatzteil-/Obsoleszenzmanagement)
- Anpassung der Parametrierung von Produktionsanlagen (z. B. Taktung, Drehzahl, Sensorempfindlichkeit etc.) zur Minimierung erneuter Störungen und Defekte

*Anschlussfähigkeit Rahmenlehrplan (RLP):*

- Lernfeld: Nr. 9, Nr. 12

*Anschlussfähigkeit Ausbildungsrahmenplan (ARP):*

- § 11 Abs 1/Berufsbildposition: Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5, Nr. 6, Nr. 7, Nr. 8, Nr. 15, Nr. 16, Nr. 18

### Arbeitsaufgabe: Umrüsten, Nachrüsten und Optimieren von technischen Systemen

Facharbeit zur Um- und Nachrüstung bzw. Optimierung von Bestandsanlagen dient der Verbesserung des Anlagenzustandes und gilt tendenziell als nachhaltige Alternative zu ressourcen- und kostenintensiven Neuanschaffungen. Industriemechaniker:innen ersetzen dazu Bestandteile einer Bestandsanlage durch effizientere und sparsamere Substitute oder integrieren zusätzliche Komponenten in das bestehende System, um neben technischen Anforderungen (Effizienzsteigerung, Vernetzung/IoT) auch Umwelt- und Unfallverhütungsvorschriften gerecht zu werden. Während selektive Um- und Nachrüstarbeiten häufig von internen Fachkräfteteams umgesetzt werden, erfolgen umfangreiche Arbeiten häufig in Zusammenarbeit mit externem Servicepersonal. Zu den typischen Arbeitsprozessphasen zählen die Bestands- und Bedarfsaufnahme, Planung, Integration, Prüfung und Wiederinbetriebnahme.

In der Bestands- und Bedarfsaufnahme wird der Änderungsbedarf an der Produktionsanlage analysiert. Das Projektteam – häufig bestehend aus Ingenieuren und Ingenieurinnen, Fachkräften und externen Servicetechnikern und Servicetechnikerinnen – arbeitet kooperativ Ansätze zur Anlagenmodernisierung unter Berücksichtigung der bestehenden Einflussfaktoren in der Produktion (z. B. Temperatur, Feuchtigkeit, Fremdstoffeinwirkungen) aus. Fachkräfte geben erfahrungsbasierte Hinweise zu kritischen Baugruppen, Schwachstellen, wiederkehrenden Störungen und anderen Mängeln. Dabei beachten sie auch die Integration in die betriebliche Infrastruktur (Anlagenversorgung, Schnittstellen etc.). Bestandsschutz und Konformitätserklärungen der Anlagen sind ebenfalls zu berücksichtigen. Zudem wird gemeinsam im Voraus geprüft, ob die geplante Um- und Nachrüstung bzw. Optimierung zu einer „wesent-

lichen Veränderung“ gemäß der Maschinenrichtlinie führt. Ggf. werden gemeinsam entsprechende Risikobeurteilungen durchgeführt oder in Auftrag gegeben. Während der Um- und Nachrüstung ersetzen Fachkräfte Bauteile und -gruppen oder bauen zusätzliche Komponenten zur Anlagenmodifikation ein. Neben effizienteren Aktoren (z. B. Elektromotoren höchster Energieeffizienzklasse) werden die Anlagen u. a. mit Sensorik für eine verbesserte Anlagensteuerung und -regelung oder auch mit IoT-Gateways zur Vernetzung der Anlagen (CPS) und für die Übertragung von Betriebs- und Zustandsparametern ausgestattet. Ebenso werden Updates auf die Anlagensteuerung aufgespielt. Daneben modifizieren Fachkräfte die Bestandanlagen zum Teil mit selbst entwickelten und angefertigten Bauteilen und -gruppen (z. B. Trichter oder Führungen zur Vermeidung von Verschüttung, Störungen und Ausschuss).

Von besonderer Nachhaltigkeitsrelevanz ist die Integration umwelt- und arbeitsschutzbezogener sowie ressourcenschonender Technologien wie Schutzeinrichtungen, Filtersysteme, Schalldämpfer, Wärmedämmung, Wärmerückgewinnungssysteme, dezentrale Druckluftspeicher etc. Industriemechaniker:innen sorgen zudem für die Parametrierung und das Wiederanfahren der Anlagen. Sie kontrollieren die Anlage hinsichtlich ihrer Funktionsfähigkeit, der Bedienbarkeit und beurteilen die neuen Betriebs- und Zustandsparameter. Mechanische und elektrische Schutz- und Sicherheitseinrichtungen werden auf ihre Funktion geprüft. Häufig erfordern Um- und Nachrüstarbeiten entsprechende Weiterbildungen (Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten oder Elektrofachkraft in der Industrie) oder die Kooperation mit einer Fachkraft aus dem Berufsfeld Elektrotechnik. Abschließend erfolgt die Dokumentation der Veränderungen analog oder in Datenmanagementsystemen (z. B. in IPS-Software). Industriemechaniker:innen übernehmen zudem auch die Nutzereinweisung für die Anlagenbediener:innen und sind an der Erstellung von Arbeitsanweisungen für die Bedienung der modernisierten Anlage beteiligt.

*Identifizierte Anknüpfungspunkte und Potenziale nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit:*

- Nachhaltiger Eigenwert der Um- und Nachrüstung zur Verlängerung der Nutzungsphase und Anlagenlebensdauer (Produktlebenszyklus), Betriebssicherheit, Umweltverträglichkeit, Anlagenverfügbarkeit und Vermeidung ressourcenintensiver Neuanschaffungen und natürlicher Obsoleszenz
- Vorausschauende Bestands- und Bedarfsplanung, um lange Anlagenstillstände oder Produktionsausfälle durch defizitäre Planungen zu vermeiden
- Ganzheitliche Abwägung zwischen Neuanschaffung und Modernisierung (Kosten, Aufwand, ökologische Verträglichkeit)
- Integration von Filtern, Absauganlagen oder Schalldämpfern in die Produktionsanlage zur Reduktion schädlicher Emissionen
- Modernisierung der Wärmedämmung von Anlagen und zugehöriger Verrohrung zur Vermeidung von Energieverlusten bei der Wärmeübertragung
- Integration von Wärmerückgewinnungssystemen in die Anlagen und deren Inbetriebnahme zur Nutzung der Abwärme in Verfahrensprozessen und in der Infrastruktur
- Nachrüstung von Schutz- und Sicherheitseinrichtungen an und in der Anlage zur Sicherstellung der Arbeitssicherheit

- Berücksichtigung der individuellen Einflussfaktoren in der Produktion bei der Planung der Anlagenmodifikation zur Vermeidung späterer Störungen und Defekte (z. B. Temperatur, Feuchtigkeit, Fremdstoffeinwirkungen)
- Identifizierung ineffizienter, umwelt- und personengefährdender Anlagenkomponenten und Verfahren
- Auswahl geeigneter Substitute mit einer höheren Energieeffizienz oder Verträglichkeit (z. B. Substitution von Pneumatikzylindern durch elektrische Linearantriebe)
- Herstellung eines sicheren Betriebszustandes für die Um- und Nachrüstung
- Sicherstellung der fünf Sicherheitsregeln der Elektrotechnik
- Modernisierung veralteter Antriebstechnik (z. B. Tausch ineffizienter Motoren gegen Substitute höherer IE-Klasse)
- Modernisierung der Antriebstechnik durch die Integration von Frequenzsteuerungen
- Modernisierung hydraulischer und pneumatischer Systeme (z. B. durch effiziente Pumpensysteme, dezentrale Druckluftverdichter oder den Einsatz energiesparender Blasdüsen)
- Integration übergeordneter intelligenter Steuerungen zur Optimierung des Energieeinsatzes, der Ausnutzung der Kompressoren und der Reduktion von Verschleiß (z. B. bei mehreren Kompressoren im Verbund)
- Integration und Verkabelung von Sensorik und IoT-Gateways zur Umsetzung digitalgestützter und verschwendungsarmer Steuerungs- und Instandhaltungskonzepte
- Integration und Verkabelung von Sensorik und IoT-Gateways zur Generierung von KPIs für das kennzahlenbasierte Nachhaltigkeitsmanagement
- Mitwirkung an einer Risikobeurteilung gemäß Maschinenrichtlinie zur Gewährleistung der Betriebssicherheit
- Pflege der Datenmanagementsysteme und Aufbau eines Wissensmanagements hinsichtlich der Veränderungen, um zukünftige Diagnosen und Reparaturen zielgerichtet, effizient und verschwendungsarm umzusetzen (z. B. über IPS-Software)
- Beratung der Anlagenbediener:innen hinsichtlich der Anlagenführung und der autonomen Instandhaltung der modernisierten Anlage, um Störungen und Defekte im Voraus zu vermeiden

*Anschlussfähigkeit Rahmenlehrplan (RLP):*

- Lernfelder Nr. 10, Nr. 14, Nr. 15

*Anschlussfähigkeit Ausbildungsrahmenplan (ARP):*

- § 11 Abs. 1/Berufsbildpositionen Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5, Nr. 6, Nr. 7, Nr. 11, Nr. 13, Nr. 14, Nr. 16, Nr. 17, Nr. 18

#### 7.2.3.3 Handlungsfeld: Aufarbeitung

Fachkräfte sorgen bei der Aufarbeitung mit verschiedensten Verfahren und Methoden für die Wahrung, Wiederherstellung oder Verbesserung der Produktgestalt und -eigenschaften auf ein definiertes Qualitätsniveau. Ziel ist die erneute Verwendung der Altteile und damit die ressourcenschonende Überführung in einen weiteren Produktlebenszyklus. Aufarbeitung und Instandsetzung sind dabei nicht gleichzusetzen, da der Prozess der Aufarbeitung Alleinstellungsmerkmale aufweist. Instandsetzung dient

gemäß DIN 31051:2012–09 als physische Maßnahme, welche die Funktion einer fehlerhaften Einheit wiederherstellt. Die Aufarbeitung schließt hingegen auch funktionsfähige Einheiten mit ein. Zudem wird im Gegensatz zur Instandsetzung auch der Abnutzungsvorrat je nach Bedarf erneuert, es werden Optimierungen an den Einheiten vorgenommen und feste Qualitätsstandards definiert.

Einerseits stellen betriebliche Aufarbeitungsprozesse einen Kernprozess in Produktionsunternehmen dar und sind durch die anschließende Zuführung der aufgearbeiteten Altteile in den Servicesektor mit konkreten Wertschöpfungsabsichten verbunden. Andersseits erfolgt die Aufarbeitung in Unterstützungsprozessen als ein ressourcenschonender interner Bevorratungs- und Kreislaufansatz im Rahmen des betrieblichen Ersatzteil- und Obsoleszenzmanagements. Ziel ist dabei die Wert- und Leistungserhaltung der bestehenden Produktionsinfrastruktur durch Bevorratung und Einlagerung der aufgearbeiteten Altteile als Ersatzteile. Zudem werden Altteile aufgearbeitet und anschließend im eigenen Dienstleistungsbereich für Austauschreparaturen bei Kunden eingesetzt. In den untersuchten Fallstudien werden u. a. Nutzfahrzeugaggregate (vgl. GU-I), Windenergieanlagenkomponenten (vgl. GU-II), Elektromotoren und Pumpen (vgl. GU-V), Kompressoren, spezifische Maschinenelemente (vgl. GU-III & KMU-III) oder auch ganze Blockheizkraftwerke (vgl. KMU-IV) aufgearbeitet.

Mit Bezug auf das betriebliche Product Recovery Management (engl. kurz: PRM; vgl. Thierry et al. 1995, S. 115 ff.) könnten nachfolgende Aufarbeitungsprozesse in Abhängigkeit des zu erzielenden Qualitätsniveaus, des Arbeitsaufwands und der Organisation durch die begleitende Beobachtung und Befragung der Fachkräfte festgestellt werden:

- **Ersatzteilgewinnung** durch gezielte Entnahme und Aufarbeitung von Bauteilen oder -gruppen auf ein bestimmtes Qualitätsniveau für das betriebliche Ersatzteil- und Obsoleszenzmanagement oder den Aftermarket.
- **Sicherstellung direkter Nutzbarkeit** des Altteils nach erfolgter Reinigung und Funktionsprüfung. Das Altteil kann direkt einer weiteren Nutzungsphase zugeführt werden, ohne weiterführende Arbeiten an dem Altteil durchzuführen.
- **Aufarbeitungsbedingte Instandsetzung** zur Wiederherstellung der Betriebsfähigkeit des defekten technischen Systems unter Einsatz neuer oder aufgearbeiteter Ersatzteile. Das Qualitätsniveau ist dabei zumeist geringer als bei einem Neuprodukt.
- **Generalüberholung**, bei der die Fachkräfte neben Reparaturen für die Verzögerung des Abbaus des Abnutzungsvorrats, für die Ausbesserung ästhetischer Mängel und ggf. für Verbesserungen der Funktionalität, Haltbarkeit oder Leistung sorgen. Das Qualitätsniveau ist zumeist geringer als bei einem Neuteil.
- **Refabrikation** (engl. Remanufacturing) als ein industriell organisierter Aufarbeitungsprozess bis auf Bauteiltiefe mit einer hohen Standardisierung und Stückzahl. Fachkräfte setzen sämtliche Maßnahmen um, die zu einem gleich- oder höherwertigen Qualitätsniveau im Vergleich zu einem Neuteil führen. Produkte erhalten nach erfolgreicher Aufarbeitung meist eine erneute Garantie.

Die Aufarbeitung von Altteilen stellt eine Schlüsselfunktion zur Etablierung kreislaufwirtschaftlicher Strukturen dar. In Fall GU-I wird bspw. durch die Aufarbeitung von Kupplungen eine Material- und Energieersparnis von über 90 % im Vergleich zu einem Neuteil erzielt und Emissionen werden alleine durch den Entfall eines erneuten Ur- und Umformens deutlich verringert. Aufarbeitung ermöglicht die Erhöhung der Anlagenlebensdauer, Betriebssicherheit, Anlagenverfügbarkeit und Effizienz. Aufarbeitung geht mit einem deutlich verringerten Ressourceneinsatz im Vergleich zur Neuteileproduktion einher und trägt aktiv zur Importunabhängigkeit kritischer Rohstoffe bei. Die Altteile werden einem weiteren Produkt- bzw. Anlagenlebenszyklus zugeführt. Kunden erhalten somit ein Produkt mit einem deutlich verbesserten „ökologischen Fußabdruck bzw. Rucksack".

**Arbeitsaufgabe: Aufarbeiten von gebrauchten Bauteilen, Baugruppen und technischen Systemen**

Fachkräfte arbeiten sowohl komplexe technische Systeme als auch einzelne Baugruppen und Bauteile (z. B. für die Ersatzteilgewinnung) in unterschiedlichen Formen von Aufarbeitungsprozessen auf.

Bei einem umfassenden Aufarbeitungsprozess erfolgen mit der Eingangsprüfung die Kontrolle der Funktionsfähigkeit und die Begutachtung äußerer Verschleißerscheinungen oder Defekte. Unter Einsatz von Prüfständen und Diagnosesystemen werden die Eigenschaften des Altteils beurteilt. Industriemechaniker:innen müssen kriteriengeleitet entscheiden, ob eine Aufarbeitung technisch machbar und der Aufwand verhältnismäßig ist. In Abhängigkeit des Zustandes (Verschmutzung, Korrosion etc.) wird das Bauteil von Fachkräften mit unterschiedlichen Werkzeugen, Vorrichtungen und Methoden möglichst zerstörungsfrei zerlegt und anfallende Betriebsstoffe werden umweltgerecht entfernt und gelagert. Neben dem Einsatz mechanischer und/oder chemischer Reinigungsverfahren erfolgt die Entfernung von Korrosionsprodukten und ggf. das Entlacken (z. B. durch Sandstrahlen). Bei der Prüfung bis auf Bauteil- und Baugruppentiefe kommen neben subjektiven Verfahren zur visuellen und akustischen Prüfung (z. B. Farbeindringverfahren) ebenso Lehren und Messmittel wie auch computergestützte Mess- und Prüfverfahren (z. B. Magnetpulverrissprüfung) zum Einsatz. In Abhängigkeit der Prüfergebnisse und des zu erzielenden Qualitätsniveaus setzt die Fachkraft vielfältige Fertigungsverfahren des Trennens (z. B. Fräsen, Drehen, Honen), Fügens (z. B. Auftragsschweißen, Verkleben) und Beschichtens (z. B. Pulverbeschichten) ein, um die Wiederherstellung von Gestalt und Eigenschaften zu erzielen. Fehlende und irreparabel beschädigte Komponenten werden neu beschafft oder ggf. angefertigt. Zum Teil wird das Qualitätsniveau der Altteile gesteigert, indem bspw. aktuelle Software auf Steuerungseinheiten aufgespielt wird (Update). Bei der Wiedermontage werden die aufgearbeiteten Altteilkomponenten und Ersatzteile zu einem funktionsfähigen technischen System montiert und die Betriebsstoffe (z. B. Schmierstoffe) erneuert. In der Endprüfung kontrollieren und beurteilen Fachkräfte die Leistungs- bzw. Funktionsfähigkeit des aufgearbeiteten Altteils und dokumentieren die Ergebnisse im Rahmen der Qualitätssicherung. Im Kontext des zu erzielenden Qualitätsniveaus und

der Verwertungsabsicht reicht die Endprüfung von nicht systematisierten Funktionstests bis zur Sicherstellung der Qualität auf OEM-Standard.

*Identifizierte Anknüpfungspunkte und Potenziale nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit:*

- Nachhaltiger Eigenwert von Aufarbeitungsarbeiten durch die Erhöhung der Anlagenlebensdauer, -verfügbarkeit, -effizienz und durch die Verringerung des Material- und Energieeinsatzes, der Emissionen sowie der Herstellungs- und Anschaffungskosten
- Nachhaltiger Eigenwert von Aufarbeitungsprozessen durch die damit verbundene Importunabhängigkeit kritischer Rohstoffe und die Zuführung der aufgearbeiteten Altteile in einen weiteren Anlagen- bzw. Produktlebenszyklus
- Herstellung aufgearbeiteter Altteile mit einem tendenziell deutlich verbesserten ökologischen Fußabdruck im Vergleich zum Neuteil
- Ganzheitliche Beurteilung der Tragfähigkeit einer Aufarbeitung (Kosten, Aufwand, ökologische Verträglichkeit, eigene Fähigkeiten)
- Bedarfs- und anforderungsgerechtes Treffen von Aufarbeitungsmaßnahmen zur Vermeidung von Überbearbeitung bzw. Prozessübererfüllung
- Anwendung von Vorsichtsmaßregeln und Maßnahmen aus der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) zur Gewährleistung des Arbeitsschutzes bei der Demontage und Montage des Altteils
- Einsatz von Verfahren, Methoden und Vorrichtungen zur zerstörungsfreien Demontage der Altteile, um möglichst viele Bauteile wiederzuverwenden
- Reinigung und sortenreine Trennung irreparabel zerstörter Bauteile und Verschleißteile für die optimierte Zuführung in den weiteren Recyclingkreislauf
- Umweltgerechte und sichere Lagerung und Entsorgung von Gefahrstoffen
- Rekonditionierung von kostenintensiven und verschleißanfälligen Bauteilen (z. B. Mittel- und Großwälzlager, komplexe Schneidwerkzeuge)
- Gewissenhafter und angemessener Einsatz unterschiedlicher Prüfverfahren und -systeme zur Vermeidung von Arbeitsaufwand bei irreparablen Schadensfällen und Prozessübererfüllung
- Anwendungsgerechter und verschwendungsarmer Einsatz von Schmiermitteln
- Auswahl langlebiger und verträglicher Schmiermittel
- Konservierung des Altteils zur Verlängerung der Lebensdauer
- Gezielte Ersatzteilgewinnung, Aufarbeitung und Bevorratungsstrategie für kritische und nicht mehr lieferbare Bauteile und -gruppen zur Sicherstellung einer hohen Anlagenlebensdauer der Bestandsanlagen (Ersatzteil-/Obsoleszenzmanagement)
- Einsatz aufgearbeiteter Altteilekomponenten als Ersatzteile in der Aufarbeitung von Altteilen
- Sicherstellung einer direkten Wiederverwendung von Altteilen (engl. Re-Use) nach erfolgter Funktionsprüfung und Reinigung als besonders nachhaltiger Recyclingansatz
- Identifikation veralteter Altteile und Umsetzung von Modernisierungen zur Steigerung der Effizienz, Verträglichkeit und Sicherheit der aufgearbeiteten technischen Systeme
- Informationsweitergabe an die Konstruktionsabteilung oder über das betriebliche Vorschlagswesen (BVW) zur nachhaltigen Produktgestaltung für eine optimierte Aufarbeitung (z. B. reparaturfreundliches Design)

- Beurteilung und Erneuerung des Abnutzungsvorrats zur Verlängerung der Lebensdauer
- Bedarfs- und anforderungsgerechte Umsetzung unterschiedlicher Fertigungsverfahren des Trennens (z. B. Fräsen, Drehen, Honen), Fügens (z. B. Auftragsschweißen, Verkleben) und Beschichtens (z. B. Pulverbeschichten) zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit einzelner Bauteile unter Vermeidung von Ausschuss

*Anschlussfähigkeit Rahmenlehrplan (RLP):*

- Lernfeld: Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5, Nr. 7, Nr. 8, Nr. 9, Nr. 10

*Anschlussfähigkeit Ausbildungsrahmenplan (ARP):*

- § 11 Abs. 1/Berufsbildposition: Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5, Nr. 7, Nr. 8, Nr. 9, Nr. 10, Nr. 14, Nr. 15, Nr. 16

#### 7.2.3.4 Handlungsfeld: Produktionsmanagement

Mit dem Handlungsfeld Produktionsmanagement ist nicht die betriebliche Führungsaufgabe des strategischen und taktischen Produktionsmanagements gemeint, sondern die durch Facharbeit vorgenommene Organisation von Ressourcen (Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe), Betriebsmitteln (z. B. Maschinenbelegung) und Arbeitsabläufen sowie die Umsetzung, Kontrolle und Optimierung der Arbeits- und Produktionsprozesse auf dem Shopfloor. Facharbeit im Handlungsfeld des Produktionsmanagements erfolgt in unterschiedlichen beruflichen Arbeitsaufgaben zur Realisierung der Geschäftsziele unter Berücksichtigung eines optimierten Ressourceneinsatzes, hoher Verträglichkeit und verringerter Fertigungskosten. Für die digitale Datenverwaltung und Auftragsabwicklung in der Produktion verwenden Fachkräfte PPS- oder ERP-Systeme und greifen damit auf Stücklisten, Bestellmengen, Terminierungen oder die Maschinenbelegung zu und pflegen verschiedene Betriebsdaten in das jeweilige System ein. Fachkräfte aus der Produktion sind für den optimalen Zustand der Produktionsanlagen mitverantwortlich (vgl. GU-I, GU-III, GU-IV, GU-V, KMU-I, KMU-II & KMU-III). Ein wesentliches Ziel im Handlungsfeld des Produktionsmanagements ist eine hohe und damit ressourcenoptimierte Gesamtanlageneffektivität (GAE), indem ungeplante Verluste und Verschwendungen durch Fehler und Ausfälle (*Verfügbarkeit*), Abweichungen von der geplanten Stückzeit (*Leistung*) und Ausschuss- und Nacharbeitsteile (*Qualität*) minimiert werden. Zur Umsetzung einer effizienten und verschwendungsarmen Wertschöpfung verstetigen Fachkräfte Strategien und Prinzipien ganzheitlicher Produktionssysteme (Lean Production, Total Productive Management etc.).

### Arbeitsaufgabe: Einrichten und Bedienen von Produktionsanlagen und Fertigungssystemen

Als Ziel einer nachhaltigkeitsorientierten Anlageneinrichtung und -bedienung kann eine Produktivität verstanden werden, die unter hoher Betriebssicherheit, Prozessstabilität, Qualität, ökologischer Verträglichkeit, bedarfsgerechtem Energie- und Materialeinsatz und unter geringem Ausschuss sowie geringer Nacharbeit, geringen Störungen und niedriger Überbearbeitung bzw. Prozessübererfüllung erzielt wird.

Fachkräfte richten Werkzeugmaschinen und Produktionsanlagen für den jeweiligen Produktionsprozess ein und setzen diese nach Beendigung wieder in den ungerüsteten Zustand zurück. Bestandteil des Aufgabenbereichs ist das Einstellen und Anpassen der Aktoren und ggf. Sensoren oder auch das Kalibrieren sowie das Festlegen von Kennwerten wie Referenzpunkten oder Toleranzgrenzen. Für den Einsatz kollaborativer Roboter hinterlegt die Fachkraft Kennwerte für die Werkzeugeinrichtung des Endeffektors (z. B. Tool Center Point (TCP), Werkzeugschwerpunkt, Nutzlast). Beim Rüsten erfolgen vorrangig regulär wiederkehrende Arbeiten, die u. a. nach Produktionsumstellungen erfolgen. Industriemechaniker:innen führen dazu interne (bei Maschinenstillstand) und externe (produktionsbegleitend) Rüstvorgänge durch. Die Werkzeugmaschinen oder die Produktionsanlagen werden von Fachkräften beim Rüsten mit entsprechenden Werkzeugen bestückt. Dabei werden Bestandteile wie Spannaufnahmen oder Vorrichtungen gewechselt. Werkzeuge werden auf Werkzeugaufnahmen montiert und ggf. mit vernetzten Werkzeugvoreinstellgeräten eingestellt, gemessen und die Werkzeugdaten werden an die Werkzeugmaschinen übermittelt. Falls vorhanden, werden Zuführungssysteme (z. B. Stangenlader) konfiguriert und mit Halbzeugen beladen. Aus auftragsbezogenen Dokumenten (z. B. Arbeits- bzw. Fertigungsplan, Stücklisten) werden u. a. Kennzahlen zu den veranschlagten Rüstzeiten, Stückzeiten der Arbeitsgänge, zur Menge der Halbzeuge und Informationen zu den Qualitätsanforderungen, Vorrichtungen und Werkzeugen entnommen. Ggf. erfolgt die Organisation der Maschinenbelegung, die Beschaffung der Halbzeuge und geeigneter Prüfmittel und -pläne sowie die Anpassung des Arbeitsplatzes. Im Rahmen der eingesetzten Produktionssysteme (TPS, TPM etc.) setzen Fachkräfte unterschiedliche Ansätze zur Optimierung der Rüstvorgänge um (z. B. Single Minute Exchange of Die, kurz: SMED).

Während der Bedienung der Produktionsanlagen rücken die Sicherstellung des Materialflusses durch entsprechende Kommunikation mit der Arbeitsvorbereitung, eine störungsfreie Anlagenführung und die Sicherstellung der geforderten Produktqualität durch eine entsprechende Parametrierung der Produktionsanlage in den Vordergrund. Fachkräfte überwachen dabei den Fertigungsprozess unter Einsatz unterschiedlicher Kontrollmaßnahmen. Zur Vermeidung ungewollter Abweichungen nehmen Industriemechaniker:innen möglichst vorausschauend Anpassungen in der Anlagensteuerung vor. Im Kontext eingesetzter Produktionssysteme wie der Total Productive Maintenance (TPM) wird ein ganzheitliches Anlagenmanagement verfolgt, bei dem neben der Bedienung der Anlage zusätzlich Maßnahmen der autonomen In-

standhaltung von den Fachkräften umgesetzt werden. Ein wesentliches Ziel ist dabei eine hohe und damit ressourcenoptimierte Gesamtanlageneffektivität (GAE).

*Identifizierte Anknüpfungspunkte und Potenziale nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit:*

- Generelle Optimierung des Materialflusses und der Materialzufuhr zur Verkürzung der Rüstzeiten, um die Wirkung der Maschinengrundlast auf die spezifische Energiebilanz des Bauteils zu reduzieren
- Verstetigung von systematischen Methoden zur Senkung von Rüstzeiten (z. B. durch SMED)
- Arbeitsorganisatorische Trennung von internen und externen Rüstvorgängen zur Vermeidung hoher Auftragszeiten
- Organisation und Durchführung externer Rüstvorgänge während des laufenden Zerspanungsprozesses (prozessbegleitend) zur Reduktion der Rüstzeiten
- Mögliche Tätigkeiten aus internen Rüstvorgängen in externe Rüstvorgänge verschieben (Rüstvorbereitung und -nachbereitung) zur Verkürzung der Maschinenstillstandszeit
- Tausch von Schraubvorrichtungen gegen Klemmvorrichtungen zur Reduktion der Rüstzeiten
- Beseitigung aufwendiger Justierungsvorgänge zur Reduktion der Rüstzeiten und langen Maschinenstillstände durch den Einsatz von Zwischenspannvorrichtungen
- bedarfsgerechte Maschinenbelegung unter Berücksichtigung der Fertigungsanforderungen, um Überbearbeitung zu vermeiden
- Erstellung von Arbeitsanweisungen zur standardisierten Beschickung und Bedienung der Anlage, um Störungen, Defekte oder Ausschuss zu vermeiden
- Einsatz von Stangenladern, um die Rüstzeiten zu minimieren
- Einsatz von Werkzeugmagazinen zum schnellen Wechsel von Werkzeugen und zur Verringerung der Rüstzeit
- Einsatz von Werkzeugmanagementsystemen und Werkzeugvoreinstellgeräten für die präzise Erfassung und Übertragung von Werkzeugdaten an WZM, um Einrichtzeiten und Ausschuss zu reduzieren und die Standzeit der Werkzeuge zu erhöhen
- Einsatz von Tastsystemen anstatt Messuhren zur Werkstückvermessung, um Ausschuss und Nacharbeit zu verringern
- Erprobung und Integration spezifischer Zerspanungswerkzeuge (z. B. Zweistufenbohrer oder Profilwerkzeuge), um die Betriebsmittelausführungszeit zu verringern
- Abfolgegerechte Bestückung des Werkzeugrevolvers oder -wechslers, um die Betriebsmittelausführungszeit zu verringern
- Nutzung des Bereitschaftsbetriebs (Standby) oder partielles Abschalten einzelner Verbraucher (z. B. Kühlmittelpumpe), um im Zustand der Produktionsbereitschaft die Grundlast zu verringern
- Bedarfsgerechte Anpassung der Anlagenparameter (z. B. Temperatur, Drehzahl, Geschwindigkeit, Greiferweite etc.) an den tatsächlich erforderlichen Bedarf zur Optimierung des Energieeinsatzes
- Verwendung von Handhabungssystemen/Manipulatoren zur körperlichen Entlastung, Erhöhung der Sicherheit und Verbesserung der Rüstzeit
- Gezieltes An- und Abfahren der Anlagen, um Leistungsspitzen, Netzüberlastungen und Netznutzungskosten im Rahmen des Lastspitzenmanagements zu minimieren
- Unterstützung und Beratung der Anlagenbediener:innen für ein effizientes und verschleißarmes Bestücken und Fahren der Anlage und der Umsetzung autonomer Instandhaltungsmaßnahmen

*Anschlussfähigkeit Rahmenlehrplan (RLP):*
- Lernfeld: Nr. 8

*Anschlussfähigkeit Ausbildungsrahmenplan (ARP):*
- § 11 Abs. 1/Berufsbildposition: Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5, Nr. 7, Nr. 9

**Arbeitsaufgabe: Automatisieren von Abläufen und Vernetzen von Produktionsanlagen**

Bei Automatisierungsaufgaben sorgen Fachkräfte dafür, dass die Überwachung, Steuerung und Regelung von Prozessabläufen mit unterschiedlichem Automatisierungsgrad durch Anlagen und Maschinen übernommen werden. Ziel ist u. a. die Verbesserung der Produktqualität und Produktivität, die Verringerung der Fehlproduktion und die Reduzierung der Produktionskosten. Automatisierungsansätze stehen in einem ambivalenten Verhältnis zur Nachhaltigkeit. Zum einen kann Automatisierung zur Freisetzung von Arbeitskräften führen, zum anderen besteht die Chance zur Entlastung der Fachkräfte von schwerer körperlicher oder monotoner Arbeit. Automatisierungsansätze erfordern zumeist einen zusätzlichen Energieeinsatz, können aber zugleich in der Gesamtbilanz auch zu Ressourceneinsparungen führen.

Zu den vorrangigen Arbeiten gehören sowohl die Integration von Aktoren und Sensoren in Anlagen und Fertigungsstraßen als auch die Anpassung und Einstellung elektrischer, pneumatischer und hydraulischer Automatisierungstechnik. Handhabungs- und Fördersysteme werden an veränderte Produktionsprozesse (z. B. durch Form- oder Stückzahländerung) durch entsprechende Parametrierung einfacher Programmabläufe angepasst. Für Produktionsanlagen werden einfache Änderungen in den bestehenden SPS-Programmen vorgenommen oder in Kooperation mit Ingenieuren und Ingenieurinnen vorgefertigte Programme auf die SPS geladen. Unter Nutzung des jeweiligen Automatisierungssystems werden Programmabläufe softwareseitig ausgewertet, um Fehler im automatisierten Ablauf zu identifizieren und zu lokalisieren.

Systemintegrierte Robotereinheiten werden zur automatisierten Beschickung von Produktionsanlagen durch Industriemechaniker:innen konfiguriert. Die Erstellung von Steuerungsprogrammen für Industrieroboter (z. B. Schweißroboter) erfolgt von Fachkräften unter Beherrschung unterschiedlicher Verfahren (z. B. Offline- oder Onlineprogrammierung). Bei kollaborativen Robotern werden in Abhängigkeit der jeweiligen Werkstücke u. a. Wegpunkte, Schleifradien, Sicherheitsebenen oder Aktionen des Endeffektors festgelegt.

Fachkräfte vernetzen unterschiedliche Anlagen eines Gesamtsystems (z. B. Druckluftkompressoren, Kältetrockner, Filtereinheiten, Drucksensoren mit übergeordneten intelligenten Verbundsteuerungen). Dazu müssen sie den Umgang mit unterschiedlichen digitalen und analogen Schnittstellen beherrschen, um die Konnektivität durch Konfiguration oder Programmierung herzustellen. Für die Vernetzung der Anlagen zu CPS müssen die Fachkräfte die physikalische Vernetzung/Verdrahtung der Systembestandteile mit Kommunikationseinrichtungen (z. B. IoT-Gateways) sicherstellen

und ggf. erste Konfigurationen vornehmen, um bspw. digitalgestützte Instandhaltungskonzepte zu ermöglichen. Aufwendige Programmierarbeiten erfolgen in erster Linie durch Ingenieure und Ingenieurinnen oder Informatiker:innen. Häufig erfordern die Arbeiten entsprechende Weiterbildungen der Industriemechaniker:innen (Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten oder Elektrofachkraft in der Industrie) oder die Kooperation mit einer Fachkraft aus dem Berufsfeld Elektro- oder Informationstechnik.

*Identifizierte Anknüpfungspunkte und Potenziale nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit:*

- Sicherstellung der fünf Sicherheitsregeln der Elektrotechnik bei der Arbeit mit elektrischen Anlagen
- Anpassung pneumatischer, hydraulischer und elektromechanischer Aktoren an den erforderlichen Bedarf, um Energieeinsatz und Verschleißerscheinungen zu verringern (z. B. durch überhöhte Kraftbeaufschlagung von Zylindern)
- Konfiguration von automatisierten Werkzeugmagazinen zum schnellen und automatisierten Wechsel von Werkzeugen und zur Verringerung der Rüstzeit
- Adäquate Justierung und Kalibrierung der Sensorik zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit und Vermeidung von steuerungs-/regelungsbedingten Störungen oder Ausschuss
- Bedarfsgerechte Anpassung der Parameter von Produktions- und Förderanlagen zur Erzielung einer hohen GAE
- Änderung von Parametern in den Programmen speicherprogrammierbarer Steuerungen (SPS) zur optimalen Anlageauslastung (z. B. Anpassung der Einschaltverzögerung)
- Vernetzung und Konfiguration einzelner Steuerungen mit übergeordneten Steuerungseinheiten, zur optimalen Auslastung und Schonung der Anlagen (z. B. übergeordnete Verbundsteuerung mehrerer Kompressoren)
- Integration und Konfiguration von (smarter) Sensorik und IoT-Gateways zur Umsetzung digitalgestützter Steuerungs- und Instandhaltungskonzepte und zur Kennzahlengenerierung (KPI) mit dem Ziel der Reduktion von Verschwendung, Störungen und Defekten sowie transparenter Energie- und Materialströme
- Erstellung von abfolgeoptimierten Steuerungsprogrammen für Industrieroboter (z. B. Schweißroboter) zur Vermeidung ineffizienter Bewegungsvorgänge und -abfolgen
- Optimales Verhältnis zwischen Bearbeitungszeit und Verschleiß bei der Programmierung von Industrierobotern
- Energiesparende Anpassung spezifischer Parameter der Industrieroboter (z. B. Vakuumparameter des Sauggreifers)
- Beurteilung der Simulationen während der Offlineprogrammierung von Industrierobotern, um ineffiziente Abläufe und Kollisionen im Voraus zu vermeiden
- Gewährleistung der Sicherheit kollaborativer Roboter (z. B. durch die Definition virtueller Sicherheitsebenen)
- Mitwirkung an der Risikobeurteilung zur Sicherstellung der Betriebssicherheit (z. B. nach Änderungen von Bewegungsabläufen der Roboter)

*Anschlussfähigkeit Rahmenlehrplan (RLP):*

- Lernfeld: Nr. 13

*Anschlussfähigkeit Ausbildungsrahmenplan (ARP):*

- § 11 Abs. 1/Berufsbildposition: Nr. 3, Nr. 5, Nr. 6, Nr. 7, Nr. 11, Nr. 13, Nr. 15, Nr. 17

**Arbeitsaufgabe: Überwachen von Produkten, Produktionsanlagen und -prozessen**

Die Überwachung erfolgt sowohl routiniert während der laufenden Produktionsprozesse als auch fallbezogen nach der Beseitigung von Störungen und Defekten, Um- und Nachrüstungen oder der Inbetriebnahme neuer Anlagen. Ziel ist die Sicherstellung der erforderlichen Qualität der Produkte, die Betriebssicherheit der Produktionsanlagen und die Sicherstellung des Arbeits- und Umweltschutzes. Durch die Überwachung der Produkte, Produktionsanlagen und -prozesse können ressourcenintensive Verschwendungen durch Ausschuss, Nacharbeit oder Prozessübererfüllung reduziert und die Verträglichkeit des Produktionsprozesses für Mensch und Umwelt sichergestellt werden.

Fachkräfte führen ebenso Variablenprüfungen (quantitative Messung von variablen Prüfmerkmalen) als auch attributive Prüfungen (qualitative Verfahren) durch und dokumentieren die Ergebnisse u. a. in Qualitätsregelkarten oder Fehlersammelkarten. Festgelegte Prüfkennwerte werden mit Prüfmitteln und -verfahren aufgenommen, mit den geforderten Soll-Werten abgeglichen und abschließend beurteilt. Das Überwachen der Produktionsanlage und -prozesse bezieht sich sowohl auf Echtzeitdaten als auch auf historische Daten, um den Ist-Zustand zu analysieren und ggf. vorausschauend Korrekturen einzuleiten. Kennwerte werden dabei auch mit Software der statistischen Prozessregelung (z. B. aus Qualitätsregelkarten, Histogrammen aus der SPC) im Rahmen der rechnerunterstützten Qualitätssicherung (CAQ) analysiert. Bei Überwachungen bzgl. des Anlagenzustandes werden vor allem Betriebs- und Zustandsparameter der Produktionsanlage sowie Verfahrensparameter analysiert und bewertet. Die Überwachung erfolgt durch den Zugriff auf übergeordnete Prozessleitsysteme, SCADA-Systeme und verschiedene Benutzerschnittstellen. Zusätzlich werden zur Überwachung Fernwartungsmodule eingesetzt oder Daten und Diagramme aus Dashboards (z. B. aus der Zustandsüberwachung) analysiert. Ebenfalls zählt zur Arbeitsaufgabe das Auslesen, Beurteilen und Übermitteln nachhaltigkeitsrelevanter KPI von Produktionsanlagen und -prozessen (z. B. Material-, Strom-, Wasserverbrauch, Ausschussquote). Zur Sicherstellung des Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutzes werden ebenfalls variable Daten (z. B. Erfassung der Einhaltung von Grenzwerten unterschiedlicher Emissionen) und attributive Daten (z. B. Beurteilung der Funktionsfähigkeit von Schutz- und Sicherheitseinrichtungen) bewertet. Zudem werden die Auswirkungen der vollrichteten Arbeit und Arbeitsumgebung auf die menschliche Physiologie und Psychologie reflektiert und präventive sowie korrektive Maßnahmen zur Verhaltens- und Verhältnisprävention im Kontext des betrieblichen Gesundheitsmanagements mitentwickelt (z. B. in Gesundheitszirkeln des betrieblichen Gesundheitsmanagements, kurz: BGM).

*Identifizierte Anknüpfungspunkte und Potenziale nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit:*

- Nachhaltiger Eigenwert adäquater Überwachung von Produktionsanlagen und -abläufen zur Reduktion von Maschinenstörungen, Ausschuss und Überproduktion
- Sicherstellung von Eignung, Genauigkeit und Handhabung der eingesetzten Prüfmittel, um erneuten Ressourceneinsatz durch Ausschuss oder Nacharbeit zu minimieren
- Berücksichtigung der technischen Angaben der Prüfmittelstammkarte (Grenzwerte der Umweltfaktoren wie Temperatur) zur Vermeidung falscher Messwerte und hoher Folgekosten (z. B. durch Rückruf bestimmter Produkte)
- Festlegung eines Überwachungsintervalls und eines/einer Prüfmittelverantwortlichen für die adäquate Prüfmittelüberwachung, zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit der Prüfmittel und Vermeidung von falschen Messwerten und Ausschuss
- Nutzung von Prüfmittelmanagement-Software im Rahmen des Qualitätsmanagements für eine fehlerfreie Prüfmittelüberwachung
- Anpassung des Überwachungsintervalls bei hohem Prüfmittelverschleiß zur Vermeidung falscher Messwerte und Ausschuss
- Einsatz statistischer Prozesskontrolle (SPC) und deren Werkzeuge (z. B. Qualitätsregelkarte), um Trends abzuleiten und Ausschuss und damit Material- und Energieverschwendung vorausschauend zu vermeiden
- Bedienung automatisierter Messsysteme zur fehlerreduzierten Ermittlung und Übertragung von Maß, Form und Lage
- Überwachung von Betriebs- und Zustandsparametern (historisch und in Echtzeit) zur Bewertung des Anlagenzustands, um Instandhaltungsmaßnahmen vorbeugend einzuleiten und damit Anlagenschäden zu vermeiden und die Betriebssicherheit sicherzustellen
- Messung, Auslesung und Aufbereitung von nachhaltigkeitsrelevanten Leistungskennzahlen (KPI) auf der produktiven Ebene und Übermittlung an Verantwortliche aus dem Nachhaltigkeitsmanagement (z. B. für den Energiereport im Rahmen des Energiemanagements gemäß DIN EN ISO 50001)
- Kontinuierlicher Abgleich gemessener Kennzahlen mit nachhaltigkeitsrelevanten Zielvorgaben (z. B. aus den Vorgaben der Sustainability Balanced Scorecard) und Ableitung von Maßnahmen bei ungewollten Abweichungen in Gruppenrunden
- Berücksichtigung der Arbeits- und Betriebsanweisungen zur Sicherstellung des Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutzes
- Überprüfung des Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutzes mithilfe variabler und attributiver Prüfverfahren und Abgleich von Messwerten mit vorgegebenen Grenzwerten (Emissionen und Immissionen)
- Bewertung der Auswirkungen von Arbeit und Arbeitsumgebung auf die menschliche Physiologie und Psychologie (z. B. in Gesundheitszirkeln des betrieblichen Gesundheitsmanagements)
- Multiplikator von Verhaltens- und der Verhältnispräventionsmaßnahmen im Rahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung (BGF)

*Anschlussfähigkeit Rahmenlehrplan (RLP):*
- Lernfeld: Nr. 11, Nr. 13

*Anschlussfähigkeit Ausbildungsrahmenplan (ARP):*
- § 11 Abs. 1/Berufsbildposition: Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5, Nr. 6, Nr. 7, Nr. 15, Nr. 18

**Arbeitsaufgabe: Optimieren von Produktions- und Arbeitsprozessen**

Das Optimieren oder Verbessern von Produktions- und Arbeitsprozessen erfolgt sowohl selbstorganisiert als auch im Kontext der koordinierten Umsetzung unterschiedlicher Produktionssysteme, Methoden und Prinzipien (z. B. Lean Production, TPM, KVP, 5S-Methode). Die Mitgestaltung und Umsetzung betrieblicher Optimierungsprozesse schafft nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte durch störungsfreie Abläufe von Produktions- und Arbeitsprozessen und die Vermeidung von ressourcenintensiven Verschwendungen und Verlusten.

Bei der Verbesserung des Produktions- und Arbeitsprozesses werden vorrangig Abläufe, Materialfluss, Informationsfluss, prozessbezogene Verschwendungen, Ergonomie sowie der bestehende Arbeits- und Umweltschutz optimiert. Häufig agieren Fachkräfte dazu in moderierten und interdisziplinären Arbeitsgruppen zur Realisierung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP). Fachkräfte legen den zu verbessernden Prozess fest, untersuchen und vergleichen den Ist-Zustand und Soll-Zustand, analysieren bestehende Defizite und Probleme, erarbeiten unterschiedliche Lösungsideen, wählen einen Verbesserungsansatz unter Berücksichtigung des Aufwand-Nutzen-Verhältnisses, entwickeln konkrete Teilmaßnahmen, setzen diese kooperativ um und kontrollieren kennzahlenbasiert den Erfolg. Die Fachkräfte setzen dazu Methoden aus dem Projektmanagement ein und sind organisatorisch mit unterschiedlichen Problemlöseabläufen vertraut (z. B. PDCA, 8D-Report). Zudem können sie gemeinsam mit Entscheidungsträgern und Entscheidungsträgerinnen aus der Produktionsleitung die Umsetzung der Verbesserungsprozesse mit unterschiedlichen Instrumenten des visuell unterstützten Shopfloor-Managements steuern und überprüfen (z. B. Shopfloor-Management-Board, Kanban-Board, Mängelkartensystem). Fachkräfte nehmen damit in gewisser Weise die Rolle als berufspraktische Manager:innen des Shopfloors ein. Zusätzlich bringen Fachkräfte im Rahmen des betrieblichen Ideenmanagements eigenständig Verbesserungsideen über das betriebliche Vorschlagswesen (BVW) ein. Dazu sind die Vorschläge kritisch-konstruktiv, adressatengerecht und fachlich präzise zu formulieren sowie einfache technische Zeichnungen oder Skizzen anzufertigen und einfache Überschlagsrechnungen zur Amortisation oder Einsparung durchzuführen.

Mit Bezug auf den eigenen Arbeitsprozess erfolgt die systematische Analyse nach technischen (z. B. Einsatz von Vorrichtungen oder Handhabungssystemen) und arbeitsorganisatorischen Potenzialen zur Verbesserung des Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutzes und zur Vermeidung von Verschwendung (z. B. Anordnung von Werkzeugen und Maschinen, Vermeidung von Überbearbeitung, ergonomisch optimierte Abläufe). Dazu entwerfen, fertigen und erproben Fachkräfte auch eigenständig

einfache technische Systeme (z. B. Spann-, Montage-, Einpressvorrichtungen). Ebenso wird der eigene Arbeitsplatz angepasst, damit der Arbeitsprozess möglichst störungsfrei und ergonomisch ablaufen kann. Fachkräfte verstetigen Ansätze zum Aussortieren (z. B. Doppelungen oder verschlissene Werkzeuge), Aufräumen (z. B. Werkzeuge und Werkstoffe ergonomisch und priorisiert anordnen) und Sauberhalten fest in ihren Arbeitsprozessen. Sie sind an der arbeitsprozessbezogenen Erstellung und Optimierung von Arbeitsanweisungen beteiligt, die insbesondere Neuzugänge bei der Einarbeitung in die Arbeitsprozesse unterstützen.

*Identifizierte Anknüpfungspunkte und Potenziale nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit:*

- Analyse von Materialfluss und Informationsfluss auf mögliche Ressourceneinsparpotenziale und Rebound-Effekte
- Analyse des Produktionsprozesses hinsichtlich der Verbesserung des Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutzes
- Mitarbeit in Regelkreisen (z. B. PDCA) zur Steigerung der Mitarbeiterverantwortung, -motivation und -zufriedenheit und Senkung ressourcenintensiver Verluste und Verschwendungen
- Mitwirkung an regelmäßigen Shopfloor-Meetings zur kurzfristigen und direkten Kommunikation nachhaltigkeitsbezogener Defizite und Potenziale
- Mitarbeit in Arbeitsgruppen bzw. Innovationszirkeln zur systematischen, moderierten und kooperativen Hebung von Nachhaltigkeitspotenzialen
- Einsatz eines visuellen Managements mit zugehörigen Instrumenten zur Erzielung störungsarmer und transparenter Abläufe (z. B. Shopfloor-Board, Kanban-Board, Mängelkartensystem)
- Analyse und Verringerung ressourcenintensiver Verschwendungsarten im eigenen Arbeitsprozess (z. B. vermeidbare Materialbewegungen, Bestände, Handhabungen, Nacharbeit, Ausschuss, Überbearbeitung, Fehler, Störungen)
- Mitgestaltung angemessener Standardisierungen in Produktions- und Arbeitsabläufen zur Vermeidung wiederkehrender Verschwendung und Erhöhung der Prozessstabilität (z. B. durch Anfertigung von bebilderten Arbeitsanweisungen)
- Analyse und Umgestaltung der eigenen Arbeitsumgebung hinsichtlich technischer und arbeitsorganisatorischer Optimierungen (z. B. Einsatz von Sicherheitskupplungen bei Druckluftanwendungen oder verkürzte Bewegungsabläufe durch Maschinenanordnung)
- Sicherstellung von Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz durch Aussortieren (z. B. verschlissene Werkzeuge), Aufräumen (z. B. priorisierte und ergonomische Anordnung der Werkzeuge) und Sauberhalten als Voraussetzung für die Vermeidung von Verschwendung und Sicherstellung von Qualität
- Entwurf, Fertigung und Erprobung einfacher technischer Systeme (z. B. Spann-, Montage-, Einpressvorrichtungen) zur Reduktion von hohen Durchlaufzeiten, Ausschuss und Nacharbeit
- Einsatz von Handhabungssystemen zur Optimierung des Materialflusses und Verringerung physischer Belastungen
- Durchführung von Arbeitsunterweisungen zur Vermeidung von Verschwendungen und Sicherstellung des Umwelt-, Arbeits- und Gesundheitsschutzes
- Einbringung von Ideen in das betriebliche Vorschlagswesen (BVW) zur Steigerung der ökologischen und sozialen Verträglichkeit und wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit von Produktionsprozessen

*Anschlussfähigkeit Rahmenlehrplan (RLP):*
- Lernfeld: übergreifend Nr. 15

*Anschlussfähigkeit Ausbildungsrahmenplan (ARP):*
- § 11 Abs. 1/Berufsbildposition: Nr. 3, Nr. 4, Nr. 6, Nr. 7, Nr. 14, Nr. 15, Nr. 18

#### 7.2.3.5 Handlungsfeld: Nachhaltigkeitsmanagement

Nachhaltigkeitsmanagement bzw. CSR-Management zielt in den Unternehmen auf die Steigerung sozialer, ökologischer und ökonomischer Aspekte ab und umfasst die Etablierung und Verstetigung zugehöriger Konzepte, Strategien und Methoden (vgl. Pufé 2012, S. 26 ff.). Das Nachhaltigkeitsmanagement ist kaum standardisiert und unterscheidet sich durch die Vielzahl einsetzbarer Systeme und Ansätze zum Teil sehr stark in den Unternehmen. Das berufliche Handlungsfeld Nachhaltigkeitsmanagement umfasst nicht das „Nachhaltigkeitscontrolling" auf leitender und mittlerer Ebene (obgleich dieses die Facharbeit kontextualisiert), sondern die Mitgestaltung und Verstetigung des Nachhaltigkeitsmanagements durch die Fachkräfte. Neben der Mitwirkung an Projekten der nachhaltigkeitsrelevanten Managementsysteme (z. B. Umwelt-, Energie-, Arbeitsschutz- oder Qualitätsmanagement) gehen die Mitgestaltungsmöglichkeiten über die unmittelbare berufsfachliche Arbeit hinaus, um nachhaltige Prinzipien und Leitbilder aus dem normativen Management zu verstetigen. Gegenstände sind dabei ebenso freiwillige Konzepte der Unternehmensbürgerschaft (engl. Corporate Citizenship) wie auch Grundsätze der Unternehmensführung (engl. Corporate Governance) oder der Regelkonformität im Rahmen des betrieblichen Compliance Managements.

##### Arbeitsaufgabe: Mitgestalten und Partizipieren im betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagement

Die Sicherstellung nachhaltigkeitskonformer Aktivitäten im Unternehmen und in der eigenen Arbeit, die Mitgestaltung der betrieblichen Nachhaltigkeitskommunikation, die Mitarbeit zur Sicherstellung der Wirksamkeit nachhaltiger Managementsysteme sowie die Mitwirkung im äußeren Verantwortungsbereich durch berufliche Expertise sind typische Aufgabenstellungen innerhalb dieser Arbeitsaufgabe. Fachkräfte können somit auch nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte für die Region und die Mitbürger:innen vor Ort erzielen und tragen zu einer lokal gelebten Unternehmensbürgerschaft bei.

Unterschiedliche technische, organisatorische oder prozessbezogene Ansätze aus dem Nachhaltigkeitsmanagement werden auf dem Shopfloor erprobt, mitprojektiert, deren Umsetzbarkeit und Wirksamkeit werden bewertet und den Entscheidungsträgern und Entscheidungsträgerinnen aus den Managementsystemen wird ein adressatengerechtes Feedback gegeben. Dazu wirken Fachkräfte auch in spezifischen Arbeitsgruppen mit (z. B. Umwelt- oder Energiezirkel), entnehmen nachhaltigkeitsrelevante Informationen den betrieblichen Kommunikationskanälen und gestalten die Nachhaltigkeitskommunikation durch die Einbringung in den betrieblichen Diskurs mit. Erfahrene Fachkräfte sind zudem aktiv in interne Audits der Managementsysteme ein-

gebunden, indem Defizite oder Abweichungen in der Produktion identifiziert, entsprechende Maßnahmen gemeinsam mit den Entscheidungsträgern und Entscheidungsträgerinnen aus den Managementsystemen beschlossen, auf der Grundlage beruflicher und betrieblicher Erfahrung umgesetzt und abschließend im Audit-Team bewertet werden. Damit tragen Fachkräfte aktiv dazu bei, dass die Produktion den Standards der Zertifizierungen genügt oder entsprechende Auflagen umgesetzt werden. Zur Sicherstellung der Regeltreue und der Vertretung der Arbeitnehmerinteressen erfolgt die kritisch-konstruktive Bewertung sozialer und ökologischer Verhältnisse und die emanzipierte Kommunikation wahrgenommener Defizite im Unternehmen. Fachkräfte kommunizieren dazu auch sensible Informationen sachlich und inhaltlich korrekt über Hinweisgebersysteme oder an entsprechende Vertrauenspersonen. Darüber hinaus beteiligen sich Fachkräfte auf Basis ihrer beruflichen Erfahrungen freiwillig und engagiert in Projekten der betrieblichen Gesundheitsförderung (BGF). Dabei werden u. a. gesundheitsgefährdende und krankheitsfördernde Faktoren in der Arbeitsumgebung identifiziert, analysiert und in Gruppen bzw. Gesundheitszirkeln Lösungsansätze zur gesundheitsgerechten und menschengerechten Arbeitsgestaltung entwickelt (körperliche und mentale Gesundheit am Arbeitsplatz, Arbeitsmotivation, Unfallverhütung etc.). Fachkräfte mobilisieren zudem freiwillig ihr berufliches Können und soziales Engagement in Projekten der Unternehmensbürgerschaft und müssen dafür ihr eigenes berufliches Handeln reflektieren, erklären und adressatengerecht vermitteln sowie die berufliche Arbeitswelt den Lernenden erfahrbar machen können (engl. Corporate Citizenship; z. B. betriebliche Freiwilligenprogramme, Aktionstage für Schüler:innen, Mentoring von förderbedürftigen Auszubildenden, Ausbildungskooperationen).

*Identifizierte Anknüpfungspunkte und Potenziale nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit:*

- Leben von betrieblicher Kollegialität, das heißt diversitätsgerecht sowie solidarisch mit Menschen anderen Geschlechts, Alters und anderer Herkunft im Unternehmen umgehen
- Orientierung des eigenen Verhaltens am betrieblichen Verhaltenskodex (engl. Code of Conduct), der an nachhaltigkeitsrelevante Prinzipien und Ansätze angelehnt ist (Prinzipien der ILO, Global Compact, OECD-Leitsätze etc.)
- Vermeidung von Fehlverhalten oder Verstößen in den Bereichen soziales Miteinander, Umweltschutz/Ressourcenverbrauch und Umgang mit Dritten, Geschenken sowie Informationen
- Verortung des eigenen beruflichen Handelns in den betrieblich kommunizierten
- Umgang mit Hinweisgebersystemen zur anonymen Meldung von Fehlverhalten und Verstößen
- Bidirektionale Kommunikation mit Beauftragten (z. B. Compliance-Management) zur Sicherstellung der Regelkonformität
- Kritisch-konstruktive Beteiligung an betrieblichen Partizipationsstrukturen zur Sicherstellung der Regeltreue und der Vertretung der Arbeitnehmerinteressen (z. B. Betriebsrat, Ausbildungsvertretung)
- Mitwirkung an internen Audits zur Sicherstellung und Verbesserung der Wirksamkeit nachhaltigkeitsorientierter Managementsysteme und der Verstetigung bereits zertifizierter Prozesse (z. B. Energiemanagement)

Nachhaltigkeitszielen, Leitbildern und Philosophien
- Erprobung und Bewertung der durch das Nachhaltigkeitsmanagement initiierten Ansätze zur Verbesserung der Nachhaltigkeit auf dem Shopfloor (z. B. Tausch umweltgefährdender Reinigungsmittel gegen verträgliche Alternativen)
- Bewertung betrieblicher Abläufe hinsichtlich der bestehenden Leitlinien aus dem Compliance-Management-System (CMS)
- Mitwirkung in unterschiedlichen Arbeitsgruppen zur Etablierung von nachhaltigen Strukturen und Prozessen in der Produktion (Energiezirkel, Umweltzirkel etc.)
- Förderung nachhaltigkeitsverträglicher Wertvorstellungen und Ideale von angehenden Fachkräften (Berufsethos)
- Mitwirkung an der Netzwerkpflege mit sozialen Akteuren und Akteurinnen der Region
- Freiwillige und engagierte Mitgestaltung und Betreuung von Projekten der Unternehmensbürgerschaft (z. B. betriebliche Freiwilligenprogramme, soziales Praktikum, Aktionstage, Mentoring von förderbedürftigen Auszubildenden, Ausbildungskooperationen)

*Anschlussfähigkeit Rahmenlehrplan (RLP):*
- Lernfeld: übergreifende und integrative Berücksichtigung in allen Lernfeldern

*Anschlussfähigkeit Ausbildungsrahmenplan (ARP):*
- § 11 Abs. 1/Berufsbildposition: Nr. 2, Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5, Nr. 6, Nr. 18

### 7.2.4 Zusammenfassung der Forschungsergebnisse zum nachhaltigkeitsorientierten Berufshandeln

Kapitel 7 liefert aufbauend auf den Fallstudienbeschreibungen zentrale empirische Forschungsergebnisse zum nachhaltigkeitsorientierten Berufshandeln in der Domäne industrieller Metallberufe. Die Ergebnisse und Erkenntnisse werden nachfolgend zur Beantwortung der weiteren Teilforschungsfragen (vgl. Abschn. 1.3) zusammengefasst dargestellt.

Nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln ist ebenso wie jede andere Form des menschlichen Handelns an unterschiedliche Personenmerkmale geknüpft. Zur differenzierten Untersuchung der Nachhaltigkeitsbezüge im Kontext der Facharbeit wurde die folgende Teilforschungsfrage aufgestellt:

- *Lassen sich Nachhaltigkeitsbezüge in den verschiedenen Personenmerkmalen feststellen, die für kompetentes Handeln als erforderlich erachtet werden?*

Mit der Untersuchung konnten vielfältige Nachhaltigkeitsbezüge ausfindig gemacht werden, die die Facharbeit sowohl auf der individuellen bzw. personenbezogenen als auch auf der betrieblich-institutionellen Ebene in direkter und indirekter Form prägen können.

Insgesamt wurden vier *nachhaltigkeitsbezogene Wissenstypen* bei den Fachkräften identifiziert, die mit der untersuchten Facharbeit im Zusammenhang gebracht wur-

den. Für die konkrete Planung und den tatsächlichen Handlungsvollzug auf Arbeitsprozess- und Geschäftsprozessebene lässt sich festhalten, dass vorrangig *Arbeitsprozesswissen* sowie *institutionelles Wissen* erforderlich sind. Darüber hinaus besteht bei der überwiegenden Mehrheit der befragten Fachkräfte ein abstraktes Wissen in Form von *normativem* und *gesamtsystemischem Wissen*. Diese Wissenstypen sind zwar ist nicht für die funktionale Durchführung von zielgerichteten beruflichen Handlungen und damit für die Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte zwingend erforderlich, können aber sehr wohl motivational-emotionale Auswirkungen haben (prädezisionale Phase) und dazu beitragen, die Vereinbarkeit des eigenen beruflichen Handelns anhand der Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung zu reflektieren (postaktionale Phase).

Daran anknüpfend konnte zudem aufgedeckt werden, dass die befragten Fachkräfte überwiegend ein vielschichtiges Verständnis von Nachhaltigkeit bzw. einer nachhaltigen Entwicklung aufweisen, indem bedeutsame Prinzipien des Leitbildes paraphrasiert werden. Dabei wird Nachhaltigkeit sowohl auf der privaten, beruflichen als auch gesellschaftlichen Ebene reflektiert. Allerdings zeigt sich auch, dass entgegen den Prinzipien aus der Agenda 21 vorzugsweise regionale Bezugspunkte geäußert werden. Während also eine lokale intergenerationelle Gerechtigkeit hervorgehoben wird (häufig in Form von „Enkelgerechtigkeit"), rückt die intragenerationelle und damit eine global ausgerichtete Gerechtigkeit in den Hintergrund. Auch wenn die Dreidimensionalität einer nachhaltigen Entwicklung von einer kleinen Anzahl an Fachkräften explizit mit einer nachhaltigen Entwicklung verknüpft wird, bildet sich in den Aussagen eine starke Tendenz zum Ökozentrismus ab. Entsprechend wird nicht von einer Gleichrangigkeit ökologischer, ökonomischer und sozialer Ziele ausgegangen, sondern vielmehr von einem Vorrangmodell, das die ökologische Dimension voranstellt, gefolgt von der sozialen und ökonomischen Dimension.

Mit der Befragung ließen sich zudem bereits *zentrale Kristallisationspunkte einer nachhaltigkeitsorientierten Könnerschaft* herausarbeiten. Damit einher geht die Erkenntnis, dass im *Können* bzw. Beherrschen von Arbeitsprozessen und Problemstellungen eine eigene Qualität von Nachhaltigkeitsrelevanz besteht, denn eine Könnerschaft mit der nötigen Bereitschaft zum Handeln ermöglicht die sichere und verträgliche Umsetzung des Arbeitsauftrags oder etwa eine schnelle und erfolgreiche Lösung unvorhergesehener Problemsituationen. Die sich in der Könnerschaft zeigende Beherrschung derartiger Situationen trägt im hohen Maße zur Erzeugung, Aufrechterhaltung, Wiederherstellung oder Steigerung nachhaltiger Gebrauchswerte bei.

Mit Blick auf das emotional und motivational geprägte *Wollen* gibt die Untersuchung darüber Aufschluss, dass die wertbehafteten Einstellungen der Fachkräfte eine deutliche Tendenz zur starken Nachhaltigkeitstheorie aufweisen. Die eigene Verantwortungsübernahme auf beruflicher und privater Ebene wird als ebenso bedeutsam empfunden wie die gesamtgesellschaftliche Verantwortungsübernahme des Unternehmens. In Anbetracht des Diskrepanztheorems kann allerdings kaum eine verlässliche Aussage darüber getroffen werden, inwieweit dieses Bewusstsein zu einer tatsächlichen Handlung führt, zumal Fachkräfte mit unterschiedlichen Handlungswiderstän-

den im Unternehmen konfrontiert werden. Mit Hinblick auf die Handlungsbereitschaft zum nachhaltigkeitsorientierten Berufshandeln konnten *fünf zentrale Handlungsanreize* ausgemacht werden, die sich zwischen den Polen „Fachkraft" (subjektiv) und „Betrieb" (objektiv) verorten lassen. Dazu zählen Berufsethos, Arbeitsprozess, Feedbackkultur & Informationen, Unternehmensausrichtung und betriebliche Anreizsysteme.

Zudem ist berufliches Handeln ebenso an die Anforderungen und objektiven Gegebenheiten gebunden, die sich im Arbeitsprozess und auf betrieblich-institutioneller Ebene manifestieren. Entsprechend rekurriert eine weitere Teilforschungsfrage auf die gestaltbaren betrieblichen Handlungsspielräume und Partizipationsmöglichkeiten:

- *Welche betrieblichen Handlungsspielräume und Partizipationsmöglichkeiten bestehen für die Fachkräfte zur Mitgestaltung nachhaltiger Produktionsmuster und Arbeitsprozesse?*

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass die überwiegende Mehrheit der befragten Fachkräfte ausdrücklich weitreichende Handlungsspielräume in der Gestaltung der eigenen Arbeit und in der damit verbundenen Entscheidungsfindung angibt. Dabei treffen insbesondere Industriemechaniker:innen, die im Unterstützungsprozess der Instandhaltung tätig sind, Aussagen zu hohen Freiheitsgraden in der eigenen Facharbeit. Insbesondere in Großunternehmen bestehen vielfältige institutionalisierte Partizipationsstrukturen (z. B. KVP, BVW), in denen die nachhaltige Entwicklung des Unternehmens durch berufsfachliche und arbeitsorganisatorische Expertise mitgestaltet werden kann. Sie bieten den Fachkräften die Möglichkeit, sich abseits von ihren typischen Arbeitsprozessen in betriebliche CSR-Strukturen einzubringen. Auch in Kleinunternehmen haben Fachkräfte die Möglichkeit, sich an der nachhaltigen Entwicklung des Unternehmens zu beteiligen. Nur erfolgt dies zumeist weniger standardisiert. Inwieweit Handlungsspielräume dabei tatsächlich beansprucht werden, hängt nicht nur von den betrieblichen Rahmenbedingungen ab, sondern auch von den eigenen Erfahrungen und dem Engagement der Fachkräfte.

Die Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung lassen sich auf das berufliche Handeln in Form von Handlungsstrategien adaptieren (vgl. Vollmer 2020, S. 206). Effizienz, Konsistenz und Suffizienz bilden demzufolge die zentrale strategische Dimension nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit, weshalb ihnen auch in der Ausgestaltung konkreter Berufsbildungsprozesse eine bedeutsame Rolle beigemessen wird (vgl. Kastrup et al. 2012, S. 120). Ohne spezifischen Bezug zur beruflichen Wirklichkeit in der Domäne bleiben diese Strategien allerdings lediglich generische Kategorien. Deshalb zielt die folgende Teilforschungsfrage darauf ab, Erkenntnisse über die Umsetzung und Potenziale der jeweiligen Strategien in der domänenspezifischen Facharbeit zu gewinnen:

- *Inwieweit kommen die nachhaltigen Leitstrategien (Effizienz, Konsistenz, Suffizienz) in der Domäne der Fachkräfte zum Tragen?*

Es konnte nachgewiesen werden, dass für die Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte alle drei nachhaltigen Leitstrategien in Form von nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handlungsstrategien (Effizienz, Konsistenz, Suffizienz) während der Bewältigung und Gestaltung beruflicher Arbeitsprozesse zum Tragen kommen. Fachkräfte nutzen dazu eine ganze Reihe an unterschiedlichen Ansätzen im Rahmen der jeweiligen Strategie. Die drei Strategien kommen dabei nicht nur im eigentlichen Handlungsvollzug zum Ausdruck (*handlungsbegleitend*), sondern auch in den Arbeitsaufträgen und Problemstellungen (*handlungsinitiierend*) und in der postaktionalen Phase zur Reflexion der eigenen Handlungen und der Handlungsergebnisse (*handlungsreflektierend*). Die nachhaltigkeitsorientierten Leitstrategien können somit als grundlegende Prinzipien verstanden werden, die bei einer konsequenten nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit den gesamten Arbeitsprozess – angefangen vom Arbeitsauftrag oder einer Problemstellung bis hin zur Reflexion der Handlung und des Handlungsergebnisses – durchgängig prägen. Die aus den Forschungsdaten herausgearbeiteten Ansätze zur Umsetzung dieser Strategien stellen die domänenbezogenen Manifestationen der Strategien in der Arbeitswelt der Fachkräfte dar. Sie liefern damit konkrete Hinweise, wie die abstrakten Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung in der konkreten Facharbeit Anwendung finden.

Facharbeit erfolgt in Arbeitsprozessen, die wiederum zur Erfüllung von Arbeitsaufgaben dienen und in berufliche Handlungsfelder eingebettet sind. Mit der nachfolgenden Teilforschungsfrage bestand deshalb die Absicht, konkreter Anknüpfungspunkte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit in der Domäne der Fachkräfte empirisch zu identifizieren:

- *Welche konkreten Anknüpfungspunkte für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit bestehen in den beruflichen Handlungsfeldern und Arbeitsaufgaben der Fachkräfte?*

Die Untersuchung hat ergeben, dass zahlreiche Anknüpfungspunkte für ein nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln in der Domäne von Industriemechanikern bzw. Industriemechanikerinnen bestehen. Unterschiedliche Nachhaltigkeitspotenziale werden dazu auf Arbeitsprozess- und Geschäftsprozessebene durch die Fachkräfte beansprucht, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte im Unternehmen zu erzielen. In Abhängigkeit der Arbeitsaufgaben und Arbeitsaufträge wurde ersichtlich, dass nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte nicht nur erzeugt, sondern durch Facharbeit ebenfalls aufrechterhalten (z. B. durch Wartung), wiederhergestellt (z. B. durch Instandsetzung) oder gesteigert (z. B. durch Um- und Nachrüstung) werden. Durch die Fallstudien konnte eine Reihe von beruflichen Handlungsfeldern und Arbeitsaufgaben ausgemacht und beschrieben werden. Sie nehmen einen hohen Stellenwert für die Etablierung und Verstetigung nachhaltiger Strukturen auf dem Shopfloor ein und weisen vielfältige Anknüpfungspunkte und Potenziale für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit auf, die von Fachkräften beansprucht und gehoben werden können. Die identifizierten Anknüpfungspunkte und Potenziale nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit liefern somit konkrete Hinweise über die berufsfachlichen und arbeitsorganisatorischen Bezugspunkte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit in Produktionsunternehmen des verarbeitenden Gewerbes.

# 8 Kompetenzen für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit in industriellen Metallberufen

„Erfolg besteht darin, dass man genau die Fähigkeiten hat, die im Moment gefragt sind."

Henry Ford

Aufbauend auf den vorangegangenen Ergebnissen wird in Abschnitt 8.1 ein domänenspezifisches Kompetenzmodell vorgestellt, das ausgehend von einer empirischen Forschungsperspektive entwickelt wurde. Mit Abschnitt 8.2 werden domänenbezogene Kernkompetenzen einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit vorgelegt, die in einer transversalen Beziehung zum Gegenstandsbereich des Kompetenzmodells stehen. In Abschnitt 8.3 werden die identifizierten Kernkompetenzen in den wissenschaftlichen Diskurs zur BBNE eingeordnet, um die didaktisch-pädagogische Anschlussfähigkeit, Verwertbarkeit und Transferfähigkeit zu beurteilen.

## 8.1 Domänenspezifische Kompetenzen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

Als Gelingensbedingung für die erfolgreiche Verankerung einer BBNE gilt die domänenspezifische und -übergreifende Identifikation und Modellierung von Kompetenzen im Kontext der damit verbundenen Arbeits- und Geschäftsprozesse (vgl. NAP BNE 2017, S. 47 f.). Rebmann und Schlömer (2020, S. 335) begreifen die Kompetenzmodellierung pointiert als notwendigen Erfolgsfaktor, um die *„nachhaltige Entwicklung programmatisch in die beruflichen Didaktiken, die Ordnungsmittelarbeit und die pädagogische Professionalisierung der Lehrenden dauerhaft zu integrieren"*.

Der damit verbundene Bedarf einer domänenspezifischen Kompetenzmodellierung wurde in der vorliegenden Arbeit als Forschungsdesiderat und verwertungsorientierte Entwicklungsperspektive zugleich aufgegriffen und mündete in die Teilforschungsfrage:

- *Lassen sich berufliche Kompetenzen für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit identifizieren und in ein passendes Kompetenzmodell überführen?*

Nachfolgend wird eine Kompetenzmodellierung vorgestellt, welche die vorangegangenen Forschungsergebnisse zum konzeptionellen Ausgangpunkt nimmt. Mit Bezug auf die Grundannahme, dass Kompetenzen nicht unmittelbar ermittelt werden, sondern sich durch das beobachtbare berufliche Handeln (Performanz) und durch die Erschließung der betrieblichen und gesellschaftlichen Anforderungen und Arbeits-

zusammenhänge hermeneutisch „rekonstruieren“ lassen, bilden die untersuchten Arbeits- und Geschäftsprozesse der Industriemechaniker:innen mitsamt den inkorporierten Arbeitsaufgaben, Handlungsspielräumen und betrieblichen Partizipationsstrukturen einen empirisch abgesicherten Zugang für die Kompetenzmodellierung. Sie stellen den Bezugspunkt zur Beschreibung der domänenspezifischen Kompetenzen dar und bilden die Basis für die empirisch-rekonstruktive Kompetenzmodellierung in der vorliegenden Arbeit.

### 8.1.1 Empirisch-rekonstruktive Kompetenzmodellierung

Generell werden in der Berufsbildungsforschung zwei grundlegende Ansätze zur Entwicklung von Kompetenzmodellen unterschieden. Einerseits erfolgen die Ermittlung und Strukturierung von Kompetenzen aus einer curricularen Perspektive. Andererseits bilden die Arbeitsprozesse und Arbeitsaufgaben aus der Arbeitswelt der Fachkräfte den Ausgangspunkt von Modellierungsansätzen. In Abhängigkeit des theoretischen Zugangs werden die Kompetenzen mithilfe verschiedener Erfassungsmethoden aggregiert und je nach Modellansatz *erklärt*, *beschrieben*, *strukturiert,* nach *Niveaustufen* unterschieden oder die *Kompetenzentwicklung* wird zum Gegenstand gemacht (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 5). Zur Sicherstellung der Qualität der zu entwickelnden Kompetenzmodelle plädiert Becker (vgl. 2011, S. 82) für eine Modellierung, die anhand der empirisch gewonnenen Ergebnisse aus den Arbeitsprozessen und -aufgaben erfolgt.

Das entwickelte Kompetenzmodell der vorliegenden Arbeit greift diese theoretischen und forschungspraktischen Perspektiven auf. Die Identifikation der Kompetenzen für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit fußt auf der empirischen Untersuchung des beruflichen Handelns von Industriemechanikern und Industriemechanikerinnen in Produktionsunternehmen des verarbeitenden Gewerbes. Demzufolge wurde ein induktives Vorgehen gewählt, um möglichst viele Dimensionen des beruflichen Handelns und der damit verbundenen Kompetenzen zu erfassen (vgl. Abschn. 3.2.2; vgl. Becker & Spöttl 2015a, S. 8). Dazu wurden die beobachteten performativen Handlungen, in Verbindung mit den dazugehörigen berufsfachlichen und arbeitsorganisatorischen Erklärungen aus den handlungsorientierten Fachinterviews, mit den Ergebnissen aus den Experteninterviews und situativen Expertengesprächen auf produktiver und leitender Ebene zusammengeführt, um ebenso die Kontextbezüge bzw. Sinn- und Sachzusammenhänge der damit verbundenen Arbeit angemessen abzubilden. Neben der subjektiven Seite wird somit ebenfalls die objektive Seite beruflicher Kompetenz zum Gegenstand der Kompetenzbeschreibung. Durch die Methoden- und Datentriangulation ließen sich die festgestellten Personenmerkmale in eine reziproke Beziehung zu den Merkmalen der Domäne und des dazugehörigen Arbeitsumfelds bringen. Die rekonstruierten Kompetenzanforderungen wurden im Anschluss auf Gemeinsamkeiten analysiert, es wurden vergleichbare Kompetenzen aggregiert, teildekontextualisiert und letztendlich 87 Kompetenzbeschreibungen formuliert.

### 8.1.2 Kompetenzniveaustufen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

Durch die vergleichende Analyse der Kompetenzbeschreibungen wurden teils gravierende Unterschiede im inkorporierten Anspruchs- bzw. Anforderungsniveau festge-

stellt. Das entwickelte Kompetenzmodell zielt deshalb auf die Abbildung von domänenspezifischen Kompetenzen ab, die auf unterschiedlichen Kompetenzniveaustufen mobilisiert werden, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte durch berufliches Handeln zu erzielen. Der Anspruchshorizont bezieht sich dabei nicht nur auf das berufliche Können und Wissen zur Bewältigung domänenspezifischer Arbeitsprozesse, sondern ebenso auf das freiwillige Engagement zur betrieblichen Mitgestaltung einer CSR. Tendenziell geht mit dem steigenden Anforderungsniveau ebenso eine Zunahme von Verantwortlichkeiten einher.

Die Kompetenzniveaustufen werden in der vorliegenden Arbeit auch als *Kompetenzniveaustufen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit* betitelt (Abb. 35). Sie resultieren aus der untersuchten Facharbeit und sind das Ergebnis der in den Kompetenzbeschreibungen zum Ausdruck kommenden Vielfalt nachhaltigkeitsgeprägter Ansprüche, mit denen die Fachkräfte in der Arbeitswelt konfrontiert werden. Als grundlegende Strukturierungshilfe wurden für die Modellierung Ansätze aus dem Dreyfus-Modell herangezogen (vgl. 1980, S. 7 ff.). Es ermöglicht die Beschreibung von Kompetenzen vom „Novizen" bis zum „Experten" auf fünf unterschiedlichen Kompetenzstufen (vgl. Rauner 2002, S. 5). Anders als bei Dreyfus & Dreyfus (vgl. 1980) werden in dem vom Autor entwickelten Kompetenzmodell allerdings keine Kompetenzstufen abgebildet, die zum „Expertentum" im gesamten Arbeitsgebiet führen. Deutlich enger gefasst wird eine variierende Anzahl an Kompetenzbeschreibungen (abhängig von der empirischen Datenlage) im unmittelbaren Bezug zu jeder der zehn identifizierten Arbeitsaufgaben dargelegt. Dadurch wird eine differenzierte Darstellung der unterschiedlichen Kompetenzanforderungen in Abhängigkeit der Arbeitsaufgaben ermöglicht. Die Kompetenzbeschreibungen werden weiterhin auf unterschiedlichen Anspruchsniveaus abgebildet, die allerdings nicht vom „Novizen" bis zum „Experten", sondern aus einer nachhaltigkeitsorientierten Entwicklungslogik von der „nachhaltigkeitsberücksichtigenden" bis zur „nachhaltigkeitsetablierenden" Facharbeit reichen.

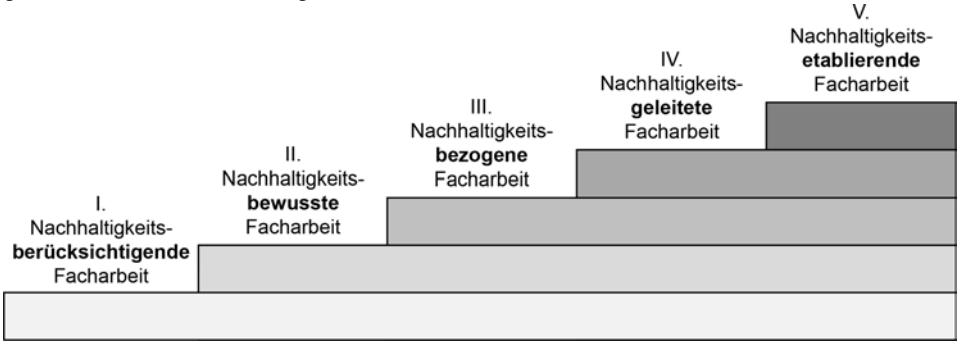



**Abbildung 35:** Kompetenzniveaustufen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

Um den spezifischen Gegenstandsbereich nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit möglichst angemessen abbilden zu können, wurden deshalb über das bestehende Gerüst der fünf Kompetenzstufen ergänzend drei entwickelte Referenzsysteme gelegt. Sie haben eine zusätzliche Orientierungsfunktion für die Anordnung der Kompetenzbe-

schreibungen und wurden unter Berücksichtigung der in der Facharbeit festgestellten *Subjekt-*, *Domänen-* und *Nachhaltigkeitsbezüge* gebildet. Jedes Referenzsystem besteht aus kontrastierenden Paarungen, die keiner weiteren Graduierung unterliegen, sondern einen Ausprägungskorridor aufspannen. Sie sind der nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit inhärent und stehen in einer unauflösbaren Wechselwirkung zueinander, weshalb sie lediglich zur analytischen Betrachtung voneinander getrennt dargestellt werden.

Auch wenn die drei Referenzsysteme nachhaltigkeitsorientierte Berufshandlungen maßgeblich konnotieren, manifestieren sich nicht zwangsläufig sämtliche Paarungen gleichermaßen in einer beruflichen Handlung oder Kompetenzbeschreibung. Sie stellen vielmehr die Multidimensionalität der beruflichen Handlungsstrukturen dar, die sich in Abhängigkeit des Kontextes und der Anforderungen individuell und situiert in unterschiedlichen Handlungssituationen abbilden können. Die Ausprägungskorridore werden aufgespannt durch das:

- **Referenzsystem der Fachkraft** (subjektiv)
  - folgend bis kritisch-konstruktiv
  - angeleitet bis selbstständig (mit-)gestaltend
  - beständig bis transformativ (engagiert, freiwillig und partizipativ)

- **Referenzsystem der Domäne** (objektiv)
  - geringer bis hoher Verantwortungsbereich
  - einfache bis komplexe Arbeitsgegenstände
  - routinierte bis unbekannte und dynamische Aufgaben und Projekte
  - Tätigkeitsbezug bis Prozessbezug inkl. vor- und nachgelagerter Prozesse

- **Referenzsystem Nachhaltigkeit** (normativ-institutionell)
  - kurzfristiger bis langfristiger Zeithorizont
  - nachsorgend bis vorausschauend und vorsorgend
  - konfliktfreie Situationen bis Dilemmatasituationen (Retinität)
  - innerer bis äußerer Verantwortungsbereich (CSR)
  - isolierte Maßnahme bis offene und umfassende Nachhaltigkeitsstrategie

Die Anordnung der Kompetenzen ermöglicht durch einen iterativen Entwicklungsprozess entlang der Kompetenzbeschreibungen, Kompetenzstufen und der drei Referenzsysteme die Ausformulierung der Kompetenzniveaustufen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit. Die Inhalte aller Kompetenzbeschreibungen in einer Spalte (stellt zugleich eine Kompetenzstufe dar) bilden dabei die Grundlage zur induktiven Beschreibung des Gegenstandsbereichs der jeweiligen Kompetenzstufe. Jede Stufe ist demzufolge durch die Aggregation der identifizierten Ansprüche gekennzeichnet, die aus den bestehenden Kompetenzbeschreibungen zusammengeführt wurden. Ergebnis sind Kompetenzniveaustufen, die in ihrer Beschaffenheit und Ausrichtung eine eigenständige nachhaltigkeitsorientierte Qualität aufweisen und aus empirisch fundierten Bezugspunkten hervorgehen (Tab. 34).

**Tabelle 34:** Beschreibung der Kompetenzniveaustufen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

| | |
|---|---|
| **V.** Nachhaltigkeits-**etablierende** Facharbeit | Langwierige und offene Konzepte oder umfassende Strategien für die nachhaltige Optimierung interner Arbeits- und Geschäftsprozesse und des äußeren Verantwortungsbereichs (z. B. gemeinnütziges Arbeitnehmerengagement) werden über die Grenzen der eigenen Arbeitsumgebung hinaus auf Basis berufsfachlicher und arbeitsorganisatorischer Erfahrung kreativ mitentwickelt. Ganzheitliche Lösungsansätze werden adressatengerecht zwischen produktiver sowie mittlerer und leitender Ebene kommuniziert und gemeinsam weiterentwickelt (z. B. im Rahmen interner Auditierungen). Als „Gatekeeper" des Shopfloors wird eine beratende Funktion für die operative Umsetzung komplexer Nachhaltigkeitsansätze eingenommen. Durch freiwilliges Engagement und berufliche Expertise fungiert die Fachkraft als „Change Agent" im betrieblichen Innovations- und Nachhaltigkeitsmanagement, um nachhaltigkeitsorientierte Produktionsstrukturen systematisch zu etablieren. Als Multiplikator:in wird aktiv zur Verstetigung einer nachhaltigkeitsorientierten Arbeitsweise in der Belegschaft beigetragen und ein nachhaltigkeitsverträgliches Berufsethos gelebt. |
| **IV.** Nachhaltigkeits-**geleitete** Facharbeit | Verschiedenartige Nachhaltigkeitspotenziale auf dem gesamten Shopfloor werden unter ganzheitlicher Perspektive (Produktionssysteme, Produktionsabläufe, Arbeitsumgebung, Produktdesign, Technologieeinsatz, Arbeitsorganisation etc.) erkannt und erschlossen. Auch bei unvollständigen Informationen werden mögliche Rebound-Effekte sowie andere Handlungsfolgen möglichst vorausschauend und unter Berücksichtigung ökonomischer, ökologischer und sozialer Aspekte beurteilt (Retinität). Die Etablierung und Verstetigung nachhaltiger Produktionsstrukturen und Managementsysteme werden unter Aufrechterhaltung einer Ambiguitätstoleranz mitgestaltet. Die Wirksamkeit betrieblicher Nachhaltigkeitsziele und des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements wird reflektiert und kritisch-konstruktiv hinterfragt. Die Fachkraft entwickelt selbstständig Verbesserungsansätze, erkennt Alternativen und beteiligt sich zudem verantwortungsvoll und engagiert in betrieblichen Partizipationsstrukturen sowie Optimierungssystemen (z. B. BVW, KVP), um Nachhaltigkeitspotenziale auf Arbeits- und Geschäftsprozessebene koordiniert und systematisch in Arbeitsgruppen zu heben. |
| **III.** Nachhaltigkeits-**bezogene** Facharbeit | Unterschiedliche Ansätze zur Verbesserung der betrieblichen Nachhaltigkeitsbilanz werden in der eigenen Domäne als auch in unmittelbar vor- und nachgelagerten Prozessen antizipiert. System- und prozessbezogene Lösungsansätze werden auch bei neuen Problemstellungen erfahrungsbasiert geschlussfolgert, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte zu erzeugen, aufrechtzuerhalten, wiederherzustellen oder zu steigern. Initiierte Maßnahmen zur Verbesserung der betrieblichen Nachhaltigkeitsbilanz werden eigenständig verstetigt und deren Wirksamkeit wird bewertet. |
| **II.** Nachhaltigkeits-**bewusste** Facharbeit | Möglichkeiten der individuellen Beitragsleistung und nachhaltigkeitsrelevante Muster (z. B. unterschiedliche Verlust- und Verschwendungsarten) werden in der eigenen Arbeitsumgebung erkannt. Die eigenen Arbeitshandlungen werden nach vermeidbaren Verlusten und Verschwendungen (Effizienz), Erforderlichkeit (Suffizienz) und Verträglichkeit (Konsistenz) analysiert und nach Rücksprache gezielt durch technische und arbeitsorganisatorische Maßnahmen angepasst. Sowohl die Bedeutung als auch die Auswirkungen der eigenen Arbeit und der betrieblichen Nachhaltigkeitsaktivitäten werden verstanden. |
| **I.** Nachhaltigkeits-**berücksichtigende** Facharbeit | Bekannte Handlungsansätze und standardisierte Prinzipien können unter Befolgung von Arbeitsanweisungen, technischen Dokumentationen sowie bekannten berufstypischen Methoden in routinierten Arbeitsprozessen angewendet werden, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte durch adäquates berufliches Handeln zu erzeugen oder aufrechtzuerhalten. Eingeforderte Regelkonformitäten (z. B. aus dem betrieblichen Verhaltenskodex), wie sozial und ökologisch verträgliche Verhaltensweisen, werden im eigenen Handeln geachtet und gelebt. |

Jede Stufe ist durch die Aggregation der identifizierten Ansprüche gekennzeichnet, die aus den beschriebenen Arbeitsaufgaben (vgl. Abschn. 7.2.3) zusammengeführt wurden. Entsprechend nehmen die Beschreibungen der Stufen eine Orientierungsfunktion ein, sind aber in ihrer Gesamtheit nicht determinierend. Damit ist gemeint, dass bspw. eine einzelne Kompetenzbeschreibung, die der Kompetenzniveaustufe „nachhaltigkeitsgeleitete Facharbeit" zugehörig ist, nicht den gesamten Gegenstandsbereich dieser Stufe abbilden muss, da die Stufe aus einer Vielzahl unterschiedlicher Kompetenzbeschreibungen abgeleitet wurde. Anzumerken ist zudem, dass die Kompetenzniveaustufen keine Auskunft über die Quantität der nachhaltigkeitsverträglichen Gebrauchswerte liefern, die auf dem jeweiligen Niveau durch die Mobilisierung zugehöriger Kompetenzen erzielt werden können.

### 8.1.3 Strukturierungsansatz und Kompetenzbeschreibung

Das domänenspezifische Kompetenzmodell liegt in Form einer Kompetenzmatrix vor und wird durch zwei konstituierende Dimensionen aufgespannt. Die vertikale Achse wird durch die zehn identifizierten Arbeitsaufgaben gebildet. Neben dem Titel der Arbeitsaufgabe werden die identifizierten Nachhaltigkeitspotenziale abgebildet, die durch die Mobilisierung beruflicher Kompetenzen beansprucht und gehoben werden können. Die Wirkungen, die durch das Heben des vorzufindenden Nachhaltigkeitspotenzials erzielt werden, werden mit entsprechenden Pfeilen gekennzeichnet. Bspw. können Fachkräfte in zerspanenden Fertigungsprozessen durch die Auswahl endkonturnaher Halbzeuge zur Senkung („↓") des Verschnitts (*Nachhaltigkeitspotenzial*) und damit zur Reduktion des Materialeinsatzes beitragen. Horizontal erfolgt die Strukturierung über die Kompetenzniveaustufen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit, auf denen sich die Kompetenzbeschreibungen der jeweiligen Arbeitsaufgabe in Abhängigkeit des Anforderungsniveaus verorten lassen. Obwohl die Modellierung auf die Abbildung der beruflichen Wirklichkeit und nicht auf bildungstheoretische Prinzipen rekurriert, wurde die inhaltliche Dimension des Modells mittels Dokumentenanalyse mit den Inhalten der geltenden Ordnungsmittel abgeglichen (Lernfelder des Rahmenlehrplans und Berufsbildpositionen des Ausbildungsrahmenplans), um konkrete Anknüpfungspunkte für die Gestaltung nachhaltigkeitsorientierter Berufsbildungsprozesse aufzuzeigen (Abb. 36).

Um die nachhaltigkeitsbezogenen Aspekte in der Domäne der Fachkräfte abzubilden, erfolgt die Beschreibung der Kompetenzen in unmittelbarem Bezug zu den Dimensionen des Arbeitsprozesses, den dazugehörigen Arbeitsaufgaben und dem Kontext, der durch die Sinn- und Sachzusammenhänge im Unternehmen geprägt ist. Damit besteht das Bestreben, die genannte Wechselbeziehung zwischen der Fachkraft als Subjekt und den erfahrbaren Gegebenheiten der Arbeitswelt in der Kompetenzbeschreibung abzubilden. Insbesondere der Kontext und die angestrebte Wirkung kennzeichnen in diesem Zusammenhang, ob sich die Kompetenz als nachhaltigkeitsorientierte Kompetenz auffassen lässt.

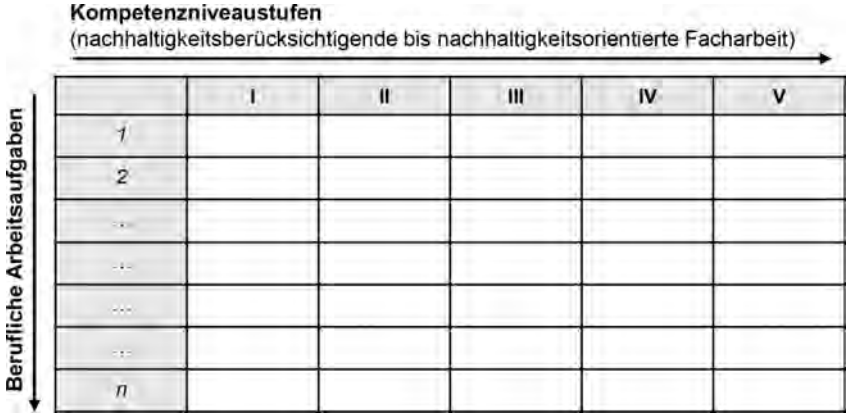



**Abbildung 36:** Anforderungs- und aufgabenbezogene Modellierung nachhaltigkeitsorientierter Kompetenzen

In Anlehnung an Abschnitt 3.2.2 werden im ersten Schritt die Dimensionen des Arbeitsprozesses genutzt, um die Facharbeit in der Domäne und die dazugehörige berufliche Kompetenz zu charakterisieren (vgl. Petersen & Rauner 1995, S. 138; Becker 2010, S. 60).

Die Kompetenzbeschreibungen im vorliegenden Modell sind durch die

- *Gegenstände* in Form von Repräsentationen der Domäne und Prozesse (z. B. Altteile in der betrieblichen Aufarbeitung),
- *Werkzeuge* (z. B. Handwerkzeuge), *Methoden* (z. B. Onlineprogrammierung von Robotern), *Verfahren* (z. B. Schweißen, Fräsen) und *Arbeitsorganisation* (z. B. Arbeitsplatzgestaltung und -organisation nach der 5A-Methode) sowie
- *Anforderungen* (z. B. Maschinenrichtlinie, nachhaltige Produktgestaltung, Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz) geprägt.

Die alleinige Beschreibung über die Dimensionen des Arbeitsprozesses kann allerdings dazu führen, dass der Zusammenhang zwischen Nachhaltigkeit und beruflicher Handlung ohne vertiefte Auseinandersetzung nur schwer ersichtlich ist. Während nachhaltigkeitsbezogene Anforderungen über die entsprechende Dimension des Arbeitsprozesses abgebildet werden können (z. B. Anforderungen aus dem betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagement), ist es für eine nachhaltigkeitsbezogene Kompetenzbeschreibung darüber hinaus bedeutsam, den konkreten Bezug zur erwünschten *Wirkung* herzustellen, der durch die zugehörige performative Handlung angestrebt wird. Im zweiten Schritt der Kompetenzbeschreibung erfolgt deshalb die Beschreibung der *Wirkungskategorie*. Sie gibt korrekte Hinweise über die angestrebten nachhaltigkeitsverträglichen Gebrauchswerte und die damit verbundenen Nachhaltigkeitswirkungen, die durch die Mobilisierung dieser Kompetenz in der Domäne erzielt werden sollen.

Bezieht sich die Kompetenzbeschreibung auf eine Arbeitsaufgabe, die sich in ihrer Ausrichtung selbst als einschlägig nachhaltigkeitsorientiert auffassen lässt, kann die Wirkungskategorie entfallen. Dies gilt ebenfalls für Kompetenzbeschreibungen, bei denen die damit verbundenen nachhaltigkeitsverträglichen Gebrauchswerte und

Wirkungen offensichtlich sind (z. B. bei der Aufarbeitung). Um die konkreten Bezüge zur Domäne exemplarisch abzubilden, werden – sofern dies sinnvoll erscheint – Beispiele in den Kompetenzbeschreibungen angeführt, die aus der Feldforschung stammen.

In Abschnitt 7.2.2 wurde dargelegt, wie nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte durch unterschiedliche Handlungsstrategien erzielt werden können. Dies wird für die Kompetenzbeschreibung erneut aufgegriffen. Die Mobilisierung der Kompetenzen äußert sich in beruflichen Handlungen, in denen die drei Nachhaltigkeitsstrategien in unterschiedlicher Art und Weise – teils synergetisch – zum Tragen kommen. Um dies zu verdeutlichen, wurde jede Kompetenzbeschreibung zusätzlich mit entsprechenden Kürzeln versehen (E – Effizienz, K – Konsistenz, S – Suffizienz). Während schwarz hervorgehobene Kürzel Auskunft über diejenigen Nachhaltigkeitsstrategien geben, die mit der Mobilisierung der Kompetenzen vorrangig in Verbindung stehen, implizieren hingegen ausgegraute Kürzel eine nachgelagerte Bedeutung der Strategie für die zugehörige Handlung.

### 8.1.4 Domänenspezifisches Kompetenzmodell nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

Nachfolgend wird das empirisch-rekonstruktive Kompetenzmodell zur niveau- und aufgabenspezifischen Darstellung der identifizierten nachhaltigkeitsorientierten Kompetenzen vorgestellt (Tab. 35). Die Kompetenzbeschreibungen resultieren aus der untersuchten Facharbeit der Industriemechaniker:innen im verarbeitenden Gewerbe. Mit Bezug auf die gemeinsamen Kernqualifikationen der industriellen Metallberufe besteht die Annahme, dass die Kompetenzen nicht ausschließlich für das nachhaltigkeitsorientierte Berufshandeln der Industriemechaniker:innen von Relevanz sind, sondern ebenfalls bedeutsame Entwicklungsperspektiven für die weiteren industriellen Metallberufe aufzeigen.

**Tabelle 35:** Domänenspezifisches Kompetenzmodell nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

| Handlungsfeld: Fertigung und Montage | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Arbeitsaufgabe** | **Nachhaltigkeitsorientierte berufliche Kompetenzen** | | | | | |
| **Fertigen von Bauteilen und Montieren von Baugruppen und technischen Systemen**<br><br>Anknüpfung RLP:<br>- *LF 1, 2, 3, 5, 7, 8, 10*<br><br>Anknüpfung ARP (§11 Abs. 1):<br>- *Nr. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14,18*<br><br>Nachhaltigkeitspotenzial:<br>- *Anlageneffizienz* ↑<br>- *Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz* ↑<br>- *Ausschuss* ↓<br>- *Energieeinsatz* ↓<br>- *Fehlerquote* ↓<br>- *Flussoptimierung* ↑<br>- *Gesamtanlagen-effektivität (GAE)* ↑<br>- *Langlebigkeit der Betriebsstoffe* ↑<br>- *Materialeinsatz* ↓<br>- *Nacharbeit* ↓<br>- *Nachhaltige Produktgestaltung* ↑<br>- *Prozessübererfüllung* ↓<br>- *Stoffkreisläufe* ↑<br>- *Überarbeitung* ↓<br>- *Umweltschutz* ↑<br>- *Verluste* ↓<br>- *Verschnitt* ↓<br>- *Werkzeugstandzeit* ↑ | Er/Sie kann Werkzeuge und Vorrichtungen in routinierten Arbeitsprozessen fachgerecht handhaben, um die Werkzeugstandzeit und Lebensdauer zu erhöhen und Ausschuss durch die Verwendung verschlissener Werkzeuge und Vorrichtungen zu minimieren.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann Hilfs- und Betriebsstoffe (z. B. Kleber, Schrauben, Schmierstoffe, Gasgemische, Konservierungsmittel, Verpackungsmaterial, Reinigungsstoffe) in Montageprozessen bedarfs- und anwendungsgerecht einsetzen, um unter Sicherstellung der Funktionsfähigkeit und Langlebigkeit materialintensive Überbearbeitung oder Ausschuss zu minimieren.<br>**[E, K, S]** | Er/Sie kann den Materialeinsatz in Fertigungsprozessen nach wiederkehrenden Verschwendungen und Verlusten analysieren. Er/Sie kann für die Herstellung von Blechbauteilen eigenständig oder mithilfe von Verschachtelungssoftware eine materialschonende Anordnung mehrerer Formen in einem bestimmten Oberflächenbereich der Platine planen und umsetzen, um die Plattenauslastung zu maximieren, den Verschnitt zu minimieren und Materialkosten zu senken.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann bei trennenden Fertigungsverfahren mit konventionellen und CNC-Maschinen unterschiedliche Halbzeuge endkonturnah auswählen, Verschnitt anforderungsgerecht wiederverwenden und zerspantes Material für einen effizienten Recyclingkreislauf sortenrein trennen und lagern, um die Kreislaufführung zu optimieren.<br>**[E, K, S]** | Er/Sie kann die Eignung ressourcen- und umweltschonender Kühlschmierverfahren (z. B. Minimalmengenschmierung oder Trockenbearbeitung) in Abhängigkeit der Auftrags-anforderungen (z. B. Härte des zu zerspanenden Werkstoffes, erforderliche Fertigungsverfahren, Bearbeitungsdauer) und der Standzeit der Werkzeuge bewerten, die passenden Fertigungsparameter ermitteln und den Fertigungsprozess überwachen, um den KSS-Einsatz zu minimieren und die Weiterbehandlung der Späne als Sekundärrohstoff zu begünstigen.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann Fertigungsverfahren bedarfsgerecht und in Abhängigkeit der Bauteilanforderungen auswählen, die nur tatsächlich erforderlichen Bearbeitungsprozesse umsetzen und die Qualität unter Einsatz von geeigneten Mess- und Prüfmitteln sicherstellen, um Energie- und Materialverschwendung durch Überbearbeitung, Prozessübererfüllung und Ausschuss zu minimieren.<br>**[E, K, S]** | Er/Sie kann für Fertigungsprozesse Simulationen eigenständig durchführen und die Ergebnisse beurteilen (z. B. Kollisionsprüfungen im CAM-System) und Parameter unter Berücksichtigung möglicher Rebound-Effekte und Dilemmata (z. B. kurze Bearbeitungszeit vs. hoher Werkzeugverschleiß) fallspezifisch anpassen, um Ausschuss zu minimieren und die Stück- und Werkzeugstandzeiten bestmöglich aufeinander abgestimmt zu optimieren.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann die Montage unterschiedlicher Komponenten zu einem komplexen technischen System (z. B. BHKW) eigenständig planen, durchführen, Prüfstände zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit bedienen, Prüfergebnisse beurteilen und Verbesserungsansätze mitentwickeln. Er/Sie berücksichtigt dabei Optimierungspotenziale im Montageablauf, im Werkzeug- und Vorrichtungseinsatz und in der Arbeitsorganisation (z. B. durch Standardisierung), um ressourcenintensiven Verschwendungen und Verlusten systematisch zu begegnen.<br>**[E, K, S]** | Er/Sie hat unterschiedliche Prinzipien der nachhaltigen Produktgestaltung (auch Ökodesign genannt) wie Langlebigkeit, Reparierbarkeit und aufarbeitungs- und materialgerechtes Design verinnerlicht, kann diese bei der Fertigung von Bauteilen umsetzen und Potenziale zur Verbesserung einer nachhaltigen Produktgestaltung adressatengerecht an das Personal der Arbeitsvorbereitung (AV) kommunizieren.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann im Kontext der eingesetzten Produktionssysteme bei der organisationschen Implementierung unterschiedlicher Methoden auf dem Shopfloor koordinierend mitwirken (z. B. Umsetzung der 5S-Methode), um die Produktionsfaktoren während des Herstellungsprozesses möglichst verschwendungsarm einzusetzen. Dazu berät er/sie die Verantwortlichen der Produktionsplanung aus berufsfachlicher und arbeitsorganisatorischer Perspektive und ist für die Erprobung, Bewertung und Standardisierung mitverantwortlich (z. B. durch Mitentwicklung von Arbeitsanweisungen).<br>**[E, K, S]** |

*(Fortsetzung Tabelle 35)*

| Handlungsfeld: Instandhaltung | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Arbeitsaufgabe** | **Nachhaltigkeitsorientierte berufliche Kompetenzen** | | | | |
| **Bewahren und Beurteilen technischer Systeme**<br><br>Anknüpfung RLP:<br>- *LF 4, 12*<br><br>Anknüpfung ARP (§11 Abs. 1):<br>- *Nr. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10,16,18*<br><br>Nachhaltigkeitspotenzial:<br>- *Anfahrverluste* ↓<br>- *Anlageneffizienz* ↑<br>- *Anlagenlebenszyklus* ↑<br>- *Anlagenverfügbarkeit* ↑<br>- *Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz* ↑<br>- *Ausschuss* ↓<br>- *Betriebssicherheit* ↑<br>- *Fehlerquote* ↓<br>- *Folgeschäden* ↓<br>- *GAE* ↑<br>- *Lebenszykluskosten* ↓<br>- *Maschinenstillstände* ↓<br>- *Materialeinsatz* ↓<br>- *Nacharbeit* ↓<br>- *Neuanschaffungen* ↓<br>- *Obsoleszenz* ↓<br>- *Prozessstillstände* ↓<br>- *Qualitätsrate* ↑<br>- *Schäden* ↓<br>- *Störungen* ↓<br>- *Umweltschutz* ↑<br>- *Werkzeugstandzeit* ↑<br>- *Werterhaltung* ↑ | Er/Sie kann einen wartungssicheren Zustand des technischen Systems herstellen und einfache Wartungsarbeiten gemäß Wartungsplan und Herstellervorgaben an den technischen Systemen umsetzen (z. B. Abdichten, Konservieren, Nachfüllen, Nachstellen, Schmieren), um die Anlagenlebensdauer, -verfügbarkeit, -sicherheit und -effizienz in der Nutzungsphase des Anlagenlebenszyklus aufrechtzuerhalten.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann die verträgliche Betriebsfähigkeit eines technischen Systems weitestgehend sicherstellen, indem er/sie die Funktionalität einfacher Umwelttechnologien (z. B. Filtereinheiten) aufrechterhält.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann Betriebs- und Hilfsstoffe bedarfsgerecht verwenden (z. B. Lagerfett, Korrosionsschutz), Maßnahmen aus der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) zur Gewährleistung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes anwenden, ausgetauschte Gefahrenstoffe umweltgerecht lagern und gemäß Entsorgungsvorschrift sachgerecht entsorgen (z. B. Öle, Filterelemente).<br>**[E, K, S]** | Er/Sie kann Hydrauliköl- und Schmierstoffanalysen durchführen, um die Funktionseigenschaften sicherzustellen und material- und energieintensive Systemstörungen, Verschleiß und Defekte zu vermeiden.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann Konzentration, Härte, pH-Wert, Nitrit, Nitrat und Keimbelastung der Kühlschmierstoffe (KSS) messen. Dabei erkennt er/sie Abweichungen ebenfalls durch das subjektive Prüfen (Aussehen und Geruch) und kann Pflegemaßnahmen (z. B. Emulsion nachsetzen, pH-Stellmittel einsetzen, Konservieren mit Fungiziden) umsetzen und Strategien zur Vermeidung von KSS-Austrag bei der Bauteilentnahme verstetigen, um die Lebensdauer des KSS zu erhöhen, den Bedarf zu reduzieren und den Umwelt- und Gesundheitsschutz zu verbessern.<br>**[E, K, S]** | Er/Sie kann vorausschauend Wartungsmaßnahmen durch die Analyse von historischen Daten und Echtzeitdaten aus der Zustandsüberwachung schlussfolgern, Verschleiß- und Störungsursachen bewerten, Wartungsmaßnahmen planen und den Wartungstumus individuell unter Berücksichtigung der Garantiemodalitäten anpassen (z. B. Lager- oder Dichtungswechsel), um eine hohe Anlagenverfügbarkeit und -lebensdauer sicherzustellen.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann den Ist-Zustand sämtlicher Schutzeinrichtungen bewerten und ggf. Instandsetzungsmaßnahmen einleiten, um mechanische, elektrische, chemische oder thermische Gefährdungen für die Belegschaft zu minimieren. Dazu erfolgen unterschiedliche Sicht- und Funktionsprüfungen.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann umweltgefährdende Stoffe im eigenen Arbeitsprozess und in der Arbeitsumgebung identifizieren und bewerten. Er/Sie kann unter Berücksichtigung der Betriebs- und Umgebungsanforderungen diese nach Möglichkeit gegen umweltverträgliche Betriebs- und Hilfsstoffe substituieren.<br>**[E, K, S]** | Er/Sie kann unter ganzheitlicher und systemischer Perspektive den energetischen Wirkungsgrad komplexer technischer Anlagen (z. B. BHKW oder Druckluftsystem) beurteilen und durch systematische Wartungsarbeiten aufrechterhalten oder verbessern (z. B. Sicherstellung eines geringen Differenzdrucks von Filtereinheiten zur Absenkung des Betriebsdrucks und zur Verringerung der Kompressorleistung).<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann nachhaltigkeitsorientierte Wartungskonzepte (z. B. in Form täglicher Energierundgänge) planen, gestalten und umsetzen, um einen optimalen Anlagenwirkungsgrad energieintensiver technischer Systeme (z. B. Dampfkesselsystem, Kältemaschinen, raumlufttechnische Anlagen, Druckluftsysteme) unter Berücksichtigung der individuellen Einflussfaktoren in der Produktion für die Planung der Wartungsarbeiten (z. B. Temperatur, Feuchtigkeit, Fremdstoffeinwirkungen, Gefahrenpotenziale) sicherzustellen.<br>**[E, K, S]** | Er/Sie kann ganzheitliche Instandhaltungsprogramme projektieren und mitentwickeln (z. B. ganzheitliches Anlagenmanagement im Rahmen einer Total Productive Maintenance), um Verlustquellen im gesamten Betrieb zu minimieren und den Anlagenlebenszyklus zu erhöhen. Dazu berät und schult er/sie auch autonome Instandhalter:innen an den Anlagen für einfache Wartungsarbeiten (Reinigen, Nachstellen, Schmieren, Nachfüllen etc.) und kommuniziert gezielt die festgestellten Potenziale und Hemmnisse im bidirektionalen Austausch mit der Instandhaltungsleitung.<br>**[E, K, S]** |

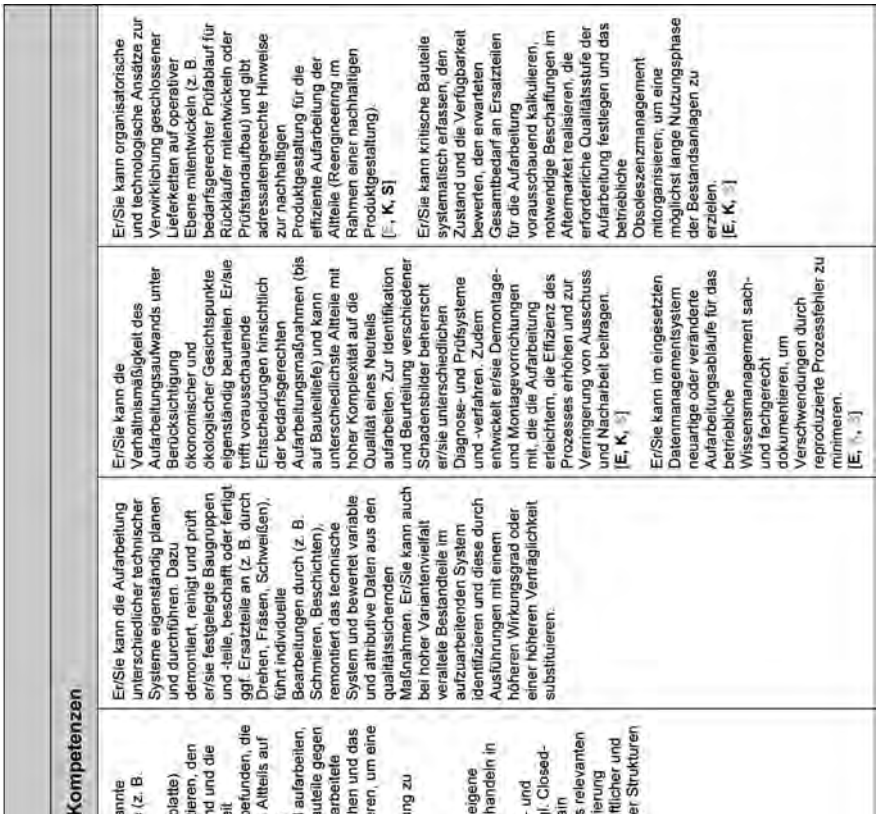
*(Fortsetzung Tabelle 35)*

| Handlungsfeld: Instandhaltung | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Arbeitsaufgabe** | **Nachhaltigkeitsorientierte berufliche Kompetenzen** | | | | |
| **Instandsetzen technischer Systeme und zugehöriger Bestandteile**<br><br>Anknüpfung RLP:<br>- *LF 9, 12*<br><br>Anknüpfung ARP (§11 Abs. 1):<br>- *Nr. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 15, 16, 18*<br><br>Nachhaltigkeitspotenzial:<br>- *Anlagenverfügbarkeit* ↑<br>- *Anlagenlebenszyklus* ↑<br>- *Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz* ↑<br>- *Produktionsstillstände* ↓<br>- *Betriebssicherheit* ↑<br>- *Folgeschäden* ↓<br>- *GAE* ↑<br>- *Materialeinsatz* ↓<br>- *Neuanschaffungen* ↓<br>- *Obsoleszenz* ↓<br>- *Verluste* ↓<br>- *Werterhaltung* ↑<br>- *Wiederverwendung* ↑ | Er/Sie kann einen wartungssicheren Zustand des technischen Systems herstellen und unter Berücksichtigung der Betriebs- und Umgebungsanforderungen sowie der dazugehörigen technischen Dokumentation gezielt routinierte Austauschreparaturen an bekannten technischen Systemen durchführen. Dazu verwendet er/sie auch aufgearbeitete Altteile wieder, um die Anschaffung neuer Ersatzteile zu vermeiden.<br>[E, **K**, S]<br><br>Er/Sie kann bei Instandsetzungsarbeiten für einen verträglichen und bedarfsgerechten Einsatz von Hilfs- und Betriebsstoffen sorgen. Er/Sie berücksichtigt die Vorschriften für die umweltgerechte Entsorgung von anfallenden Gefahrenstoffen aus den Instandsetzungsarbeiten.<br>[E, **K**, S] | Er/Sie kann regenerative Reparaturen an technischen Systemen planmäßig durchführen. Dazu setzt er/sie auch gezielt zerstörungsfreie Demontageverfahren ein, um die Wiederverwendung des defekten Bauteils zu ermöglichen, den Produkt- bzw. Anlagenlebenszyklus der defekten Anlage zu verlängern und kosten- und ressourcenintensive Neuanschaffungen zu vermeiden.<br>[E, **K**, S]<br><br>Er/Sie kann die Zusammenhänge zwischen der eigenen Instandhaltungsarbeit und der damit verbundenen Schonung von Ressourcen erkennen. Dabei ist er/sie sich der eigenen Handlungsspielräume für die Werterhaltung der betrieblichen Infrastruktur bewusst.<br>[E, **K**, S] | Er/Sie kann Schadensanalysen durchführen, die Ergebnisse bewerten und diese in Datenmanagementsysteme einpflegen. Aus den historischen Daten kann er/sie selbstständig Optimierungspotenziale für einen stabilen, sicheren und langlebigen Anlagenbetrieb ableiten und diese alleine oder im Team umsetzen.<br>[E, **K**, S]<br><br>Er/Sie kann vernetzte Instandhaltungsplanungssysteme (IPS) verwenden, pflegen und erweitern, um ein Wissensmanagement zur Instandsetzung unterschiedlicher technischer Systeme aufzubauen. Durch den Aufbau und die Pflege eines Wissensmanagements können erneute Defekte und Störungsursachen tendenziell gezielter und schneller behoben sowie Folgeschäden, ungeplante Anlagenstillstände und Ausschuss systematisch minimiert werden.<br>[E, K, S] | Er/Sie kann komplexe mechatronische Instandsetzungen an unterschiedlichen technischen Systemen durchführen, um den Anlagenlebenszyklus zu verlängern und Kosten durch Neuanschaffungen zu senken. Er/Sie führt dazu umfassende Fehlerdiagnosen auch mittels Ferndiagnosesystemen durch, analysiert und interpretiert Fehlermeldungen sowie Betriebs- und Zustandsparameter (z. B. im Prozessleitsystem, SCADA-System, Condition-Monitoring-System) und pflegt Daten in Datenmanagementsysteme (z. B. IPS).<br>[E, K, S]<br><br>Er/Sie kann den Instandsetzungsaufwand unterschiedlicher technischer Systeme beurteilen und abgewogene Entscheidungen zur Verhältnismäßigkeit der Instandsetzung treffen. Dazu kann er/sie auch Kosten-Nutzen-Analysen unter Betrachtung mehrdimensionaler Zielkonflikte durchführen.<br>[E, K, S] | Er/Sie kann autonome Instandhalter:innen an den Anlagen individuell beraten und betreuen, damit diese wiederkehrende Störungsursachen eigenständig durch Instandsetzungsarbeiten beseitigen sowie Folgeschäden, ungeplante Anlagenstillstände und Ausschuss systematisiert und agil minimieren können.<br>[E, K, S]<br><br>Er/Sie kann kritische und verschleißbehaftete Bauteile und -gruppen des gesamten Maschinen- und Anlagenparks identifizieren, technologische und marktorientierte Trends zur Ersatzteilverfügbarkeit analysieren und Ersatzteile im Rahmen des eigenständig organisierten Obsoleszenzmanagements für zukünftige Instandsetzungen beschaffen.<br>[E, K, S] |

*(Fortsetzung Tabelle 35)*

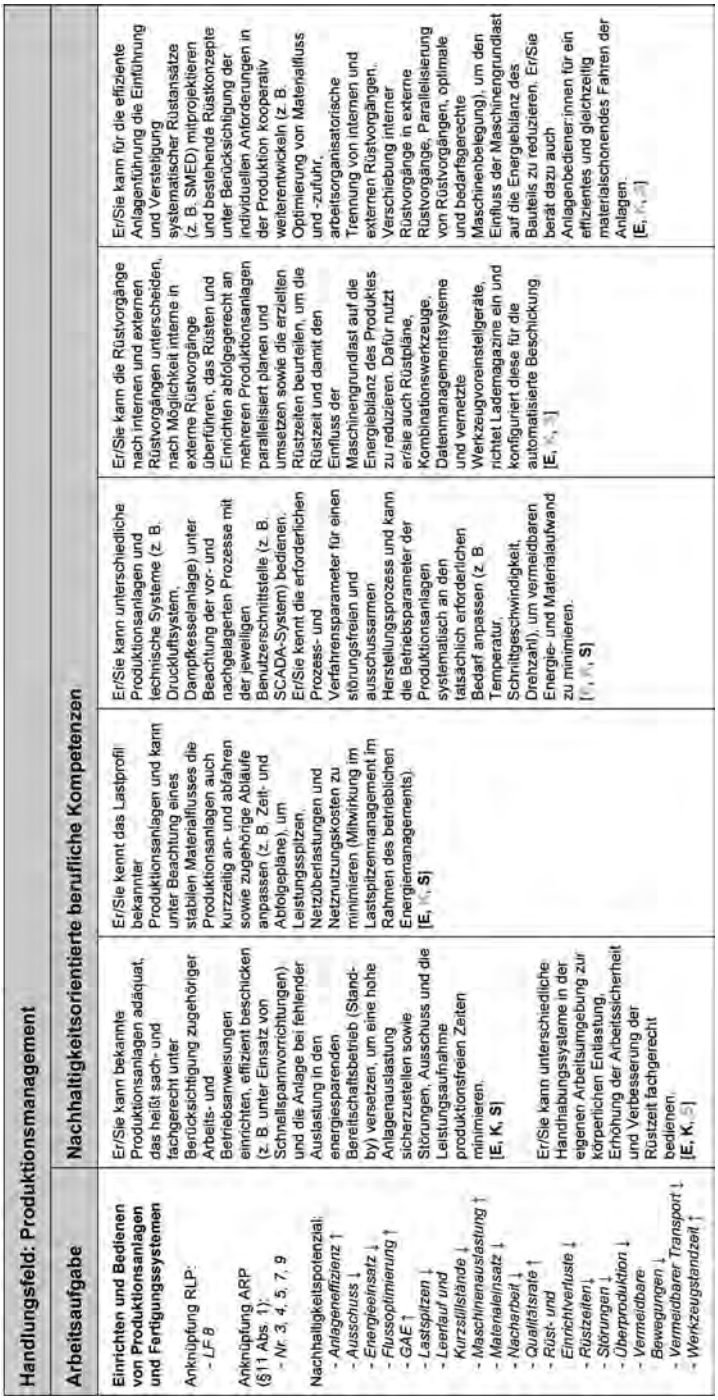
| Handlungsfeld: Instandhaltung | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Arbeitsaufgabe** | **Nachhaltigkeitsorientierte berufliche Kompetenzen** | | | | |
| **Umrüsten, Nachrüsten und Optimieren von technischen Systemen**<br><br>Anknüpfung RLP:<br>- *LF 10, 14, 15*<br><br>Anknüpfung ARP (§11 Abs. 1):<br>- *Nr. 3, 4, 5, 6, 7, 11, 13, 14, 16, 17, 18*<br><br>Nachhaltigkeitspotenzial:<br>- *Anlageneffizienz* ↑<br>- *Anlagenlebenszyklus* ↑<br>- *Anlagenverfügbarkeit* ↑<br>- *Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz* ↑<br>- *Ausfallrate* ↓<br>- *Ausschuss* ↓<br>- *Betriebssicherheit* ↑<br>- *Energieeinsatz* ↓<br>- *GAE* ↑<br>- *Lebenszykluskosten* ↓<br>- *Material- und Energiekreisläufe* ↑<br>- *Neuanschaffungen* ↓<br>- *Nutzungsdauer* ↑<br>- *Obsoleszenz* ↓<br>- *Qualitätsrate* ↑<br>- *Reparierbarkeit* ↑<br>- *Schäden* ↓<br>- *Störungen* ↓<br>- *Umweltschutz* ↑<br>- *Werterhaltung* ↑ | Er/Sie kann einen wartungssicheren Zustand der Anlage herstellen und einfache Modifikationen nach Vorgabe umsetzen, um Ressourcenverschwendungen zu minimieren. Dazu fertigt und integriert er/sie einfache Bauteile (z. B. Fertigung und Integration eines Trichters zur Vermeidung von Verschüttung).<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann Anlagen mit einfachen Schutzeinrichtungen (z. B. Schutzzäune) gemäß der Vorgaben ausstatten, um eine hohe Betriebssicherheit sicherzustellen.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann einfache Bauteile- und -gruppen durch effizientere und verschleißfestere Substitute in bekannten Bestandsanlagen ersetzen (z. B. Austausch veralteter Blasdüsen gegen energiesparende Blasdüsen), um Material- oder Energieeinsparungen zu erzielen.<br>**[E, K, S]** | Er/Sie kann ineffiziente Komponenten in der eigenen Arbeitsumgebung identifizieren, kennt den aktuellen Stand der Technik (z. B. Technologiediffusion von Elektromotoren mit hoher IE-Klasse), kann verbesserte Substitute bedarfsgerecht auswählen, in das technische System integrieren und mithilfe von Betriebsanweisungen wieder in Betrieb nehmen.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann Nachhaltigkeitsdefizite an Bestandsanlagen erkennen und gezielt mit nachhaltigkeitsorientierten Technologien (z. B. Öl-Wasser-Trenner, Luftfiltersysteme, Ölfiltersysteme, Schalldämpfer, einfache ergonomische Handhabungssysteme) erweitern, um die Verträglichkeit der Anlage zu erhöhen.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann die Software technischer Systeme und Produktionsanlagen aktualisieren oder führt Versionswechsel durch, um Effizienzsteigerungen zu erzielen und Störungen zu minimieren. Er/Sie kann die Anlage wieder in Betrieb nehmen und die Funktionsfähigkeit testen.<br>**[E, K, S]** | Er/Sie kann technische Lösungsansätze zur Energie- und Materialkreislaufführung unter Berücksichtigung vor- und nachgelagerter Prozesse antizipieren (z. B. Wiedernutzbarmachung thermischer Energie durch Wärmerückgewinnung an Druckluftsystemen), die notwendigen technischen Anpassungen an der Anlage und ggf. an der Infrastruktur gemeinsam mit Ingenieurinnen planen, die Nachrüstung ggf. mit externen Servicetechnikern und Servicetechnikerinnen umsetzen, die Anlage wieder in Betrieb nehmen, um ressourcen- und umweltschonende Material- und Energiekreisläufe im Unternehmen herzustellen.<br>**[E, K, S]** | Er/Sie kann an Modernisierungsansätzen zur Digitalisierung mitwirken. Dazu kann er/sie den Ist-Zustand von komplexen Bestandsanlagen und die Modernisierungspotenziale eigenständig beurteilen. Durch „IoT-Retrofitting" kann er/sie die Anlagen mit zusätzlicher Sensorik (z. B. zur Messung von Körperschall, Temperatur) ausstatten, mit passender Kommunikationstechnik (z. B. IoT-Gateways) verdrahten/verkabeln, um Bestandsanlagen zu cyber-physischen Systemen (CPS) aufzurüsten und durch Zustandsüberwachung die Anlageneffizienz, -lebensdauer, und -verfügbarkeit zu verbessern.<br>**[E, K, S]** | Er/Sie kann die Kundenanforderungen für die Modernisierung von Anlagen aufnehmen, die technische Machbarkeit vor Ort überprüfen, überschlagsmäßige Amortisationsrechnungen durchführen, die Tragfähigkeit der Um- und Nachrüstung unter ökologischen und ökonomischen Aspekten bewerten und die Ergebnisse adressatengerecht dem Kunden darlegen.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann an Modernisierungsstrategien für ganze Maschinenparks im Unternehmen mitwirken. Dabei bewertet er/sie mit, ob eine „wesentliche Veränderung" gemäß Maschinenrichtlinie durch die Nach- oder Umrüstungen vorliegt, berät die Verantwortlichen aktiv bei der Risikobeurteilung, erarbeitet erforderliche Schutzmaßnahmen mit und überarbeitet die Anlagendokumentation, um eine Risikominderung für das Arbeitsumfeld zu erzielen und die Anforderungen des Arbeitsschutzgesetzes und der Betriebssicherheitsverordnung einzuhalten.<br>**[E, K, S]** |

*(Fortsetzung Tabelle 35)*



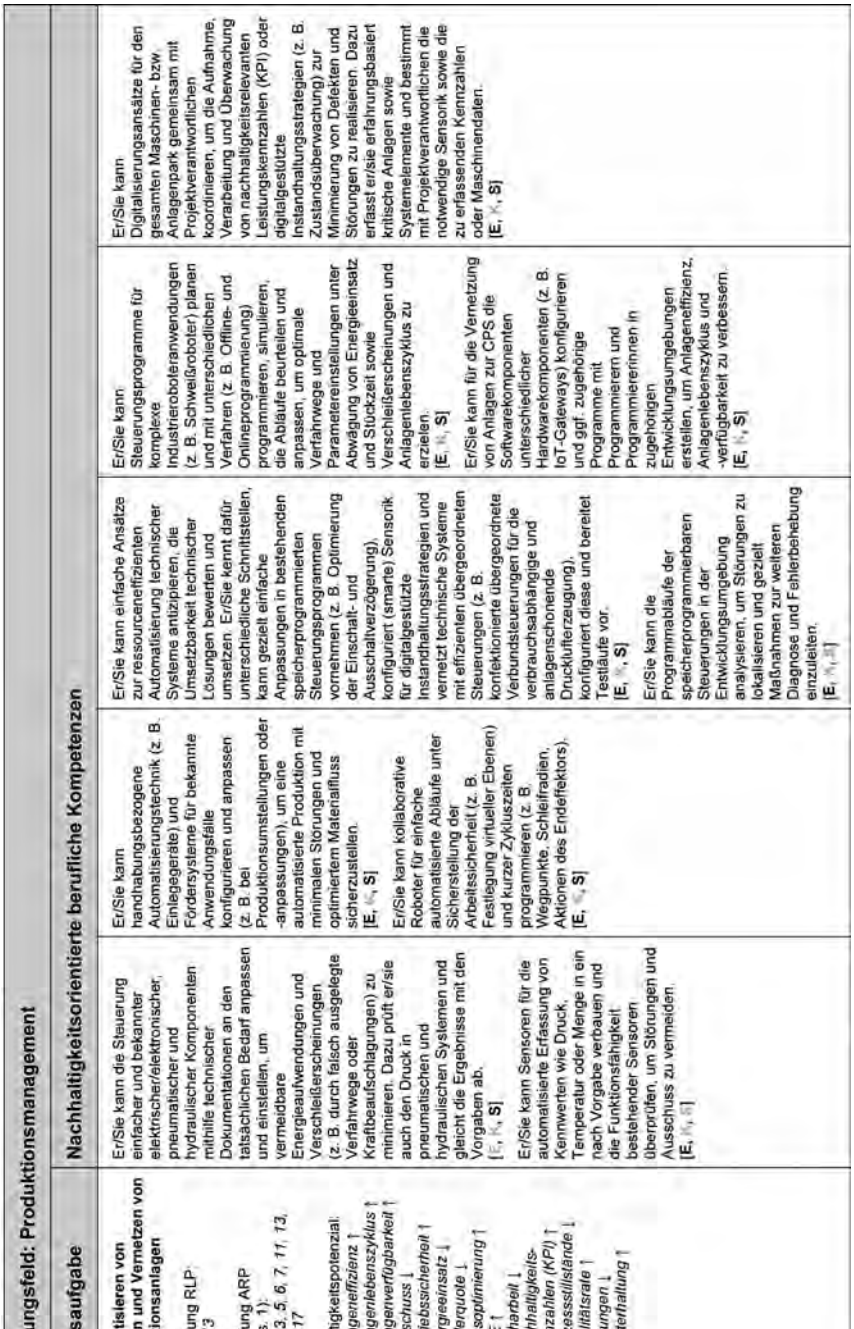
| Handlungsfeld: Aufarbeitung | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Arbeitsaufgabe** | **Nachhaltigkeitsorientierte berufliche Kompetenzen** | | | | |
| **Aufarbeiten von gebrauchten Bauteilen, Baugruppen und technischen Systemen**<br><br>Anknüpfung RLP:<br>- *LF 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10*<br><br>Anknüpfung ARP (§11 Abs. 1):<br>- *Nr. 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16*<br><br>Nachhaltigkeitspotenzial:<br>- *Anlageneffizienz* ↑<br>- *Anlagenlebenszyklus* ↑<br>- *Anlagenverfügbarkeit* ↑<br>- *Energieeinsatz* ↓<br>- *Lebenszykluskosten* ↓<br>- *Materialeinsatz* ↓<br>- *Material- und Energiekreisläufe* ↑<br>- *Nachhaltige Produktgestaltung* ↑<br>- *Nacharbeit* ↓<br>- *Neuanschaffungen* ↓<br>- *Nutzungsdauer* ↑<br>- *Obsoleszenz* ↓<br>- *Rohstoffabhängigkeit* ↓<br>- *Stillstände* ↓<br>- *Werterhaltung* ↑<br>- *Wiederverwendung* ↑ | Er/Sie kann für die direkte Wiederverwendung von einfachen Altteilen die Funktionsfähigkeit mithilfe von Arbeitsanweisungen prüfen und vorgegebene Reinigungsarbeiten unter Einsatz unterschiedlicher Reinigungsverfahren bedarfsgerecht durchführen. [E, **K, S**]<br><br>Er/Sie kann für die Ersatzteilgewinnung gezielt einfache Bauteile und -gruppen mithilfe von Arbeitsanweisungen sowie einer möglichst zerstörungsfreien Demontage dem technischen System entnehmen und die nicht wiederverwendbaren Bestandteile für die stoffliche oder energetische Verwertung vorbereiten und dieser zuführen. [E, **K**, S] | Er/Sie kann bekannte Systemelemente (z. B. Lagergehäuse, Kupplungsdruckplatte) reinigen, demontieren, den Verschleißzustand und die Funktionsfähigkeit kriteriengeleitet befunden, die Bestandteile des Altteils auf einen definierten Qualitätszustand aufarbeiten, verschlissene Bauteile gegen neue oder aufgearbeitete Ersatzteile tauschen und das System remontieren, um eine funktionelle Wiederverwendung zu erzielen. [E, **K**, S]<br><br>Er/Sie kann das eigene adäquate Berufshandeln in geschlossenen Wertschöpfungs- und Lieferketten (engl. Closed-Loop Supply Chain Management) als relevanten Beitrag zur Etablierung kreislaufwirtschaftlicher und damit nachhaltiger Strukturen erkennen. [E, **K**, E] | Er/Sie kann die Aufarbeitung unterschiedlicher technischer Systeme eigenständig planen und durchführen. Dazu demontiert, reinigt und prüft er/sie festgelegte Baugruppen und -teile, beschafft oder fertigt ggf. Ersatzteile an (z. B. durch Drehen, Fräsen, Schweißen), führt individuelle Bearbeitungen durch (z. B. Schmieren, Beschichten), remontiert das technische System und bewertet variable und attributive Daten aus den qualitätssichernden Maßnahmen. Er/Sie kann auch bei hoher Variantenvielfalt verallete Bestandteile im aufzuarbeitenden System identifizieren und diese durch Ausführungen mit einem höheren Wirkungsgrad oder einer höheren Verträglichkeit substituieren. | Er/Sie kann die Verhältnismäßigkeit des Aufarbeitungsaufwands unter Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Gesichtspunkte eigenständig beurteilen. Er/sie trifft vorausschauende Entscheidungen hinsichtlich der bedarfsgerechten Aufarbeitungsmaßnahmen (bis auf Bauteilliefe) und kann unterschiedlichste Altteile mit hoher Komplexität auf die Qualität eines Neuteils aufarbeiten. Zur Identifikation und Beurteilung verschiedener Schadensbilder beherrscht er/sie unterschiedlichen Diagnose- und Prüfsysteme und -verfahren. Zudem entwickelt er/sie Demontage- und Montagevorrichtungen mit, die die Aufarbeitung erleichtern, die Effizienz des Prozesses erhöhen und zur Verringerung von Ausschuss und Nacharbeit beitragen. [E, **K**, S]<br><br>Er/Sie kann im eingesetzten Datenmanagementsystem neuartige oder veränderte Aufarbeitungsabläufe für das betriebliche Wissensmanagement sach- und fachgerecht dokumentieren, um Verschwendungen durch reproduzierte Prozessfehler zu minimieren. [E, **K**, E] | Er/Sie kann organisatorische und technologische Ansätze zur Verwirklichung geschlossener Lieferketten auf operativer Ebene mitentwickeln (z. B. bedarfsgerechter Prüfablauf für Rückläufer mitentwickeln oder Prüfstandaufbau) und gibt adressatengerechte Hinweise zur nachhaltigen Produktgestaltung für die effiziente Aufarbeitung der Altteile (Reengineering im Rahmen einer nachhaltigen Produktgestaltung). [E, **K, S**]<br><br>Er/Sie kann kritische Bauteile systematisch erfassen, den Zustand und die Verfügbarkeit bewerten, den erwarteten Gesamtbedarf an Ersatzteilen für die Aufarbeitung vorausschauend kalkulieren, notwendige Beschaffungen im Aftermarket realisieren, die erforderliche Qualitätsstufe der Aufarbeitung festlegen und das betriebliche Obsoleszenzmanagement mitorganisieren, um eine möglichst lange Nutzungsphase der Bestandsanlagen zu erzielen. [E, **K**, E] |

*(Fortsetzung Tabelle 35)*



| Handlungsfeld: Produktionsmanagement | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Arbeitsaufgabe** | **Nachhaltigkeitsorientierte berufliche Kompetenzen** | | | | |
| **Einrichten und Bedienen von Produktionsanlagen und Fertigungssystemen**<br><br>Anknüpfung RLP:<br>- *LF 8*<br><br>Anknüpfung ARP (§11 Abs. 1):<br>- *Nr. 3, 4, 5, 7, 9*<br><br>Nachhaltigkeitspotenziale:<br>- *Anlageneffizienz* ↑<br>- *Ausschuss* ↓<br>- *Energieeinsatz* ↓<br>- *Flussoptimierung* ↑<br>- *GAE* ↑<br>- *Lastspitzen* ↓<br>- *Leerlauf und Kurzstillstände* ↓<br>- *Maschinenauslastung* ↑<br>- *Materialeinsatz* ↓<br>- *Nacharbeit* ↓<br>- *Qualitätsrate* ↑<br>- *Rüst- und Einrichtverluste* ↓<br>- *Rüstzeiten* ↓<br>- *Störungen* ↓<br>- *Überproduktion* ↓<br>- *Vermeidbare Bewegungen* ↓<br>- *Vermeidbarer Transport* ↓<br>- *Werkzeugstandzeit* ↑ | Er/Sie kann bekannte Produktionsanlagen adäquat, das heißt sach- und fachgerecht unter Berücksichtigung zugehöriger Arbeits- und Betriebsanweisungen einrichten, effizient beschicken (z. B. unter Einsatz von Schnellspannvorrichtungen) und die Anlage bei fehlender Auslastung in den energiesparenden Bereitschaftsbetrieb (Stand-by) versetzen, um eine hohe Anlagenauslastung sicherzustellen sowie Störungen, Ausschuss und die Leistungsaufnahme produktionsfreien Zeiten minimieren.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann unterschiedliche Handhabungssysteme in der eigenen Arbeitsumgebung zur körperlichen Entlastung, Erhöhung der Arbeitssicherheit und Verbesserung der Rüstzeit fachgerecht bedienen.<br>**[E, K, ]** | Er/Sie kennt das Lastprofil bekannter Produktionsanlagen und kann unter Beachtung eines stabilen Materialflusses die Produktionsanlagen auch kurzzeitig an- und abfahren sowie zugehörige Abläufe anpassen (z. B. Zeit- und Abfolgepläne), um Leistungsspitzen, Netzüberlastungen und Netznutzungskosten zu minimieren (Mitwirkung im Lastspitzenmanagement im Rahmen des betrieblichen Energiemanagements).<br>**[E, K, S]** | Er/Sie kann unterschiedliche Produktionsanlagen und technische Systeme (z. B. Druckluftsystem, Dampfkesselanlage) unter Beachtung der vor- und nachgelagerten Prozesse mit der jeweiligen Benutzerschnittstelle (z. B. SCADA-System) bedienen. Er/Sie kennt die erforderlichen Prozess- und Verfahrensparameter für einen störungsfreien und ausschussarmen Herstellungsprozess und kann die Betriebsparameter der Produktionsanlagen systematisch an den tatsächlich erforderlichen Bedarf anpassen (z. B. Temperatur, Schnittgeschwindigkeit, Drehzahl), um vermeidbaren Energie- und Materialaufwand zu minimieren.<br>**[ , K, S]** | Er/Sie kann die Rüstvorgänge nach internen und externen Rüstvorgängen unterscheiden, nach Möglichkeit interne in externe Rüstvorgänge überführen, das Rüsten und Einrichten abfolgegerecht an mehreren Produktionsanlagen parallelisiert planen und umsetzen sowie die erzielten Rüstzeiten beurteilen, um die Rüstzeit und damit den Einfluss der Maschinengrundlast auf die Energiebilanz des Produkts zu reduzieren. Dafür nutzt er/sie auch Rüstpläne, Kombinationswerkzeuge, Datenmanagementsysteme und vernetzte Werkzeugvoreinstellgeräte, richtet Lademagazine ein und konfiguriert diese für die automatisierte Beschickung.<br>**[E, K, ]** | Er/Sie kann für die effiziente Anlagenführung die Einführung und Verstetigung systematischer Rüstansätze (z. B. SMED) mitprojektieren und bestehende Rüstkonzepte unter Berücksichtigung der individuellen Anforderungen in der Produktion kooperativ weiterentwickeln (z. B. Optimierung von Materialfluss und -zufuhr, arbeitsorganisatorische Trennung von internen und externen Rüstvorgängen, Verschiebung interner Rüstvorgänge in externe Rüstvorgänge, Parallelisierung von Rüstvorgängen, optimale und bedarfsgerechte Maschinenbelegung), um den Einfluss der Maschinengrundlast auf die Energiebilanz des Bauteils zu reduzieren. Er/Sie berät dazu auch Anlagenbediener:innen für ein effizientes und gleichzeitig materialschonendes Fahren der Anlagen.<br>**[E, K, ]** |

*(Fortsetzung Tabelle 35)*

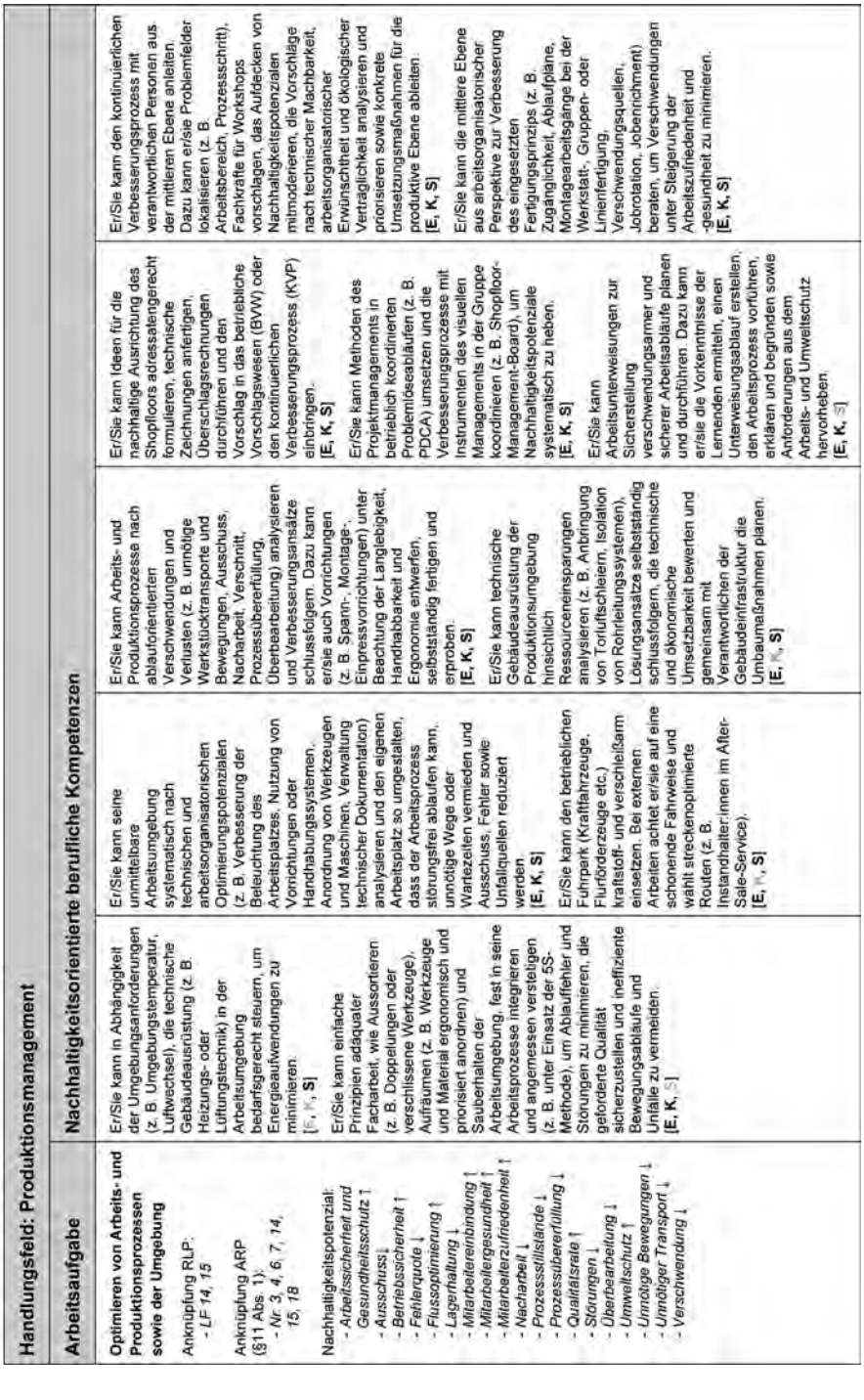


| Handlungsfeld: Produktionsmanagement | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Arbeitsaufgabe** | **Nachhaltigkeitsorientierte berufliche Kompetenzen** | | | | |
| **Automatisieren von Abläufen und Vernetzen von Produktionsanlagen**<br><br>Anknüpfung RLP:<br>- *LF 13*<br><br>Anknüpfung ARP (§11 Abs. 1):<br>- *Nr. 3, 5, 6, 7, 11, 13, 15, 17*<br><br>Nachhaltigkeitspotenziale:<br>- *Anlageneffizienz* ↑<br>- *Anlagenlebenszyklus* ↑<br>- *Anlagenverfügbarkeit* ↑<br>- *Ausschuss* ↓<br>- *Betriebssicherheit* ↑<br>- *Energieeinsatz* ↓<br>- *Fehlerquote* ↓<br>- *Flussoptimierung* ↑<br>- *GAE* ↑<br>- *Nacharbeit* ↓<br>- *Nachhaltigkeitskennzahlen (KPI)* ↑<br>- *Prozessstillstände* ↓<br>- *Qualitätsrate* ↑<br>- *Störungen* ↓<br>- *Werterhaltung* ↑ | Er/Sie kann die Steuerung einfacher und bekannter elektrischer/elektronischer, pneumatischer und hydraulischer Komponenten mithilfe technischer Dokumentationen an den tatsächlichen Bedarf anpassen und einstellen, um vermeidbare Energieaufwendungen und Verschleißerscheinungen (z. B. durch falsch ausgelegte Verfahrwege oder Kraftbeaufschlagungen) zu minimieren. Dazu prüft er/sie auch den Druck in pneumatischen und hydraulischen Systemen und gleicht die Ergebnisse mit den Vorgaben ab.<br>[E, K, S]<br><br>Er/Sie kann Sensoren für die automatisierte Erfassung von Kennwerten wie Druck, Temperatur oder Menge in ein nach Vorgabe verbauen und die Funktionsfähigkeit bestehender Sensoren überprüfen, um Störungen und Ausschuss zu vermeiden.<br>[E, K, S] | Er/Sie kann handhabungsbezogene Automatisierungstechnik (z. B. Einlegegeräte) und Fördersysteme für bekannte Anwendungsfälle konfigurieren und anpassen (z. B. bei Produktionsumstellungen oder -anpassungen), um eine automatisierte Produktion mit minimalen Störungen und optimiertem Materialfluss sicherzustellen.<br>[E, K, S]<br><br>Er/Sie kann kollaborative Roboter für einfache automatisierte Abläufe unter Sicherstellung der Arbeitssicherheit (z. B. Festlegung virtueller Ebenen) und kurzer Zykluszeiten programmieren (z. B. Wegpunkte, Schleifradien, Aktionen des Endeffektors).<br>[E, K, S] | Er/Sie kann einfache Ansätze zur ressourceneffizienten Automatisierung technischer Systeme antizipieren, die Umsetzbarkeit technischer Lösungen bewerten und umsetzen. Er/Sie kennt dafür unterschiedliche Schnittstellen, kann gezielt einfache Anpassungen in bestehenden speicherprogrammierten Steuerungsprogrammen vornehmen (z. B. Optimierung der Einschalt- und Ausschaltverzögerung), konfiguriert (smarte) Sensorik für digitalgestützte Instandhaltungsstrategien und vernetzt technische Systeme mit effizienten übergeordneten Steuerungen (z. B. konfektionierte übergeordnete Verbundsteuerungen für die verbrauchsabhängige und anlagenschonende Druckluferzeugung), konfiguriert diese und bereitet Testläufe vor.<br>[E, K, S]<br><br>Er/Sie kann die Programmabläufe der speicherprogrammierbaren Steuerungen in der Entwicklungsumgebung analysieren, um Störungen zu lokalisieren und gezielt Maßnahmen zur weiteren Diagnose und Fehlerbehebung einzuleiten.<br>[E, K, S] | Er/Sie kann Steuerungsprogramme für komplexe Industrieroboteranwendungen (z. B. Schweißroboter) planen und mit unterschiedlichen Verfahren (z. B. Offline- und Onlineprogrammierung) programmieren, simulieren, die Abläufe beurteilen und anpassen, um optimale Verfahrwege und Parametereinstellungen unter Abwägung von Energieeinsatz und Stückzeit sowie Verschleißerscheinungen und Anlagenlebenszyklus zu erzielen.<br>[E, K, S]<br><br>Er/Sie kann für die Vernetzung von Anlagen zur CPS die Softwarekomponenten unterschiedlicher Hardwarekomponenten (z. B. IoT-Gateways) konfigurieren und ggf. zugehörige Programme mit Programmierern und Programmiererinnen in zugehörigen Entwicklungsumgebungen erstellen, um Anlageneffizienz, Anlagenlebenszyklus und -verfügbarkeit zu verbessern.<br>[E, K, S] | Er/Sie kann Digitalisierungsansätze für den gesamten Maschinen- bzw. Anlagenpark gemeinsam mit Projektverantwortlichen koordinieren, um die Aufnahme, Verarbeitung und Überwachung von nachhaltigkeitsrelevanten Leistungskennzahlen (KPI) oder digitalgestützte Instandhaltungsstrategien (z. B. Zustandsüberwachung) zur Minimierung von Defekten und Störungen zu realisieren. Dazu erfasst er/sie erfahrungsbasiert kritische Anlagen sowie Systemelemente und bestimmt mit Projektverantwortlichen die notwendige Sensorik sowie die zu erfassenden Kennzahlen oder Maschinendaten.<br>[E, K, S] |

*(Fortsetzung Tabelle 35)*

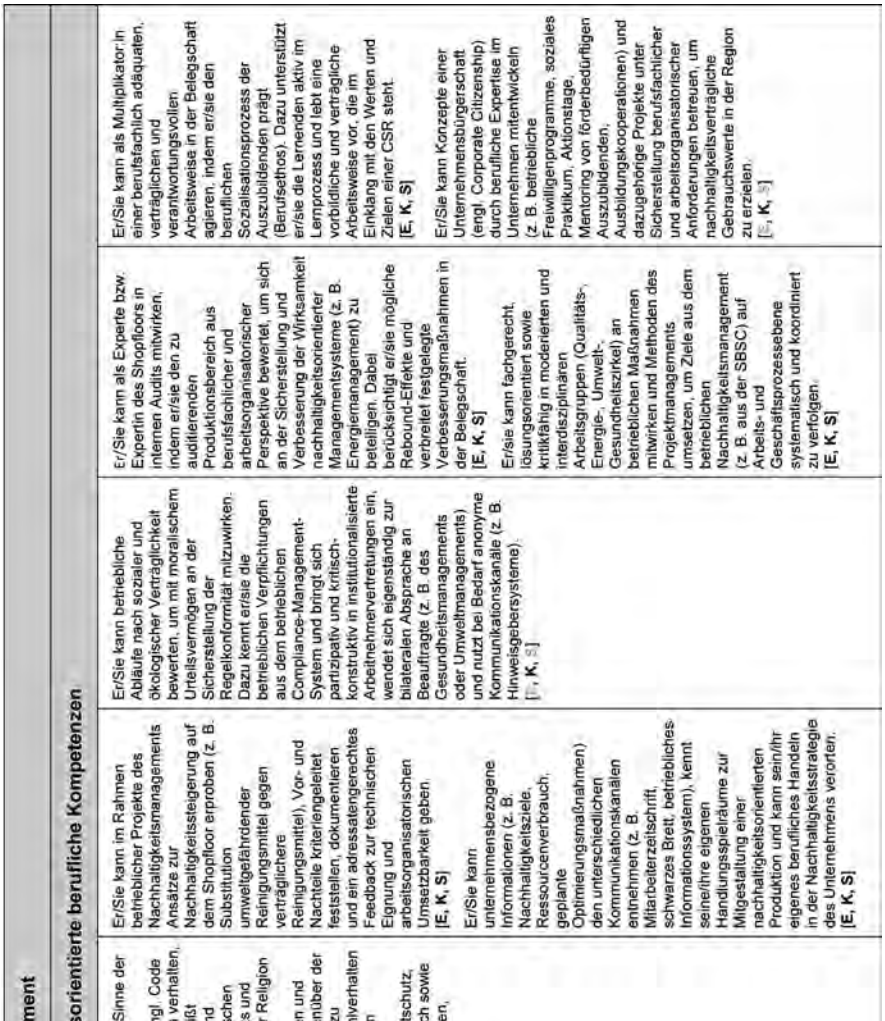
| Handlungsfeld: Produktionsmanagement | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Arbeitsaufgabe** | **Nachhaltigkeitsorientierte berufliche Kompetenzen** | | | | |
| **Überwachen von Produkten, Produktionsanlagen und -prozessen**<br><br>Anknüpfung RLP:<br>- *LF 11, 13*<br><br>Anknüpfung ARP (§11 Abs. 1):<br>- *Nr. 3, 4, 5, 6, 7, 15, 18*<br><br>Nachhaltigkeitspotenzial:<br>- *Anlageneffizienz* ↑<br>- *Anlagenlebensdauer* ↑<br>- *Anlagenlebenszyklus* ↕<br>- *Anlagenverfügbarkeit* ↑<br>- *Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz* ↑<br>- *Ausschuss* ↓<br>- *Fehlerquote* ↓<br>- *GAE* ↑<br>- *Maschinenfähigkeit* ↑<br>- *Mitarbeitergesundheit* ↑<br>- *Mitarbeiterzufriedenheit* ↑<br>- *Nacharbeit* ↓<br>- *Nachhaltigkeits-kennzahlen (KPI)* ↑<br>- *Prozessfähigkeit* ↑<br>- *Prozessstillstände* ↓<br>- *Prozessübererfüllung* ↓<br>- *Qualitätsrate* ↑<br>- *Reklamation* ↓<br>- *Schäden* ↓<br>- *Störungen* ↓<br>- *Transparenz* ↑<br>- *Umweltschutz* ↑<br>- *Werterhaltung* ↑ | Er/Sie kann die Qualität hergestellter Produkte nach festen Vorgaben prüfen und bei Abweichungen Korrekturmaßnahmen einleiten, um Verschwendung durch Ausschuss, Nacharbeit oder Reklamation zu minimieren und eine hohe Produktlebensdauer für den Kunden zu erzielen. Dazu kann er/sie das erforderliche Prüfmittel unter Berücksichtigung der Prüfanweisungen, Prüfpläne und Angaben der Prüfmittelstammkarte auswählen und anwenden. [↑, **K, S**]<br><br>Er/Sie kann die Vorgaben zur Sicherstellung des Arbeits- und Umweltschutzes am eigenen Arbeitsplatz sicherstellen. Dazu berücksichtigt er/sie insbesondere die dazugehörigen Arbeits- und Betriebsanweisungen an den Arbeitsplätzen. [↔, **K**, ↑] | Er/Sie kann Messwerte mit unterschiedlichen Verfahren aufnehmen, diese in Datenmanagementsysteme einpflegen, die Verläufe der Messwerte in Form von Regelkarten analysieren und frühzeitig korrektive Maßnahmen einleiten, um bevorstehenden Ausschuss, Nacharbeit oder Störungen zu vermeiden. Dazu bedient er/sie sich automatisierte Messsysteme und SPC-Software für die statistische Prozessregelung im Rahmen der rechnerunterstützten Qualitätssicherung (z. B. Qualitätsregelkarten, Histogramme aus der SPC) am Arbeitsplatz. [**E, K, S**]<br><br>Er/Sie kann an den Arbeitsplätzen die Sicherstellung des Arbeits- und Umweltschutzes mithilfe variabler und attributiver Prüfverfahren feststellen, Messwerte mit vorgegebenen Grenzwerten (Emissionen und Immission) abgleichen und Messgeräte in festen Zeitintervallen auf Maßhaltigkeit kontrollieren. [↕, **K**, ↕] | Er/Sie kann Kennzahlen zur Verfügbarkeit, zum Leistungsgrad und zur Qualitätsrate einer Anlage analysieren, mit vorgegebenen Zielwerten zur Gesamtanlageneffektivität abgleichen, Defizite der Produktionsanlage schlussfolgern (Fehler, Ausfälle, Stillstände, Nacharbeit, Ausschuss etc.) und konkrete Maßnahmen zur Steigerung der GAE einleiten (z. B. Anpassung der Fertigungsparameter wie Vorschub oder Drehzahl). [**E, K, S**]<br><br>Er/Sie kann nachhaltigkeitsrelevante Leistungskennzahlen (KPI) von Produktionsanlagen und -prozessen erfassen, für das Nachhaltigkeitsmanagement aufbereiten und bidirektional kommunizieren (z. B. Material-, Strom-, Wasserverbrauch). Dazu nutzt er/sie auch vernetzte Benutzerschnittstellen der Anlagen. [**E, K, ↔**]<br><br>Er/Sie kann für unterschiedliche sicherheitstechnische Einrichtungen (z. B. Brandschutzsysteme) Funktionstests durchführen und zugehörige Sicherheitskonzepte auf dem Shopfloor verstetigen, um den Arbeitsschutz zu gewährleisten. [↕, **K**, ↕] | Er/Sie kann für die Überwachung nachhaltigkeitsrelevanter KPI sowohl technische als auch organisatorische Messmodalitäten festlegen, die Kennzahlen anhand der Vorgaben beurteilen, Prognosen zur Erreichung oder Verfehlung der KPI stellen (z. B. zu den Vorgaben der Sustainability Balanced Scorecard, kurz: SBSC) und der mittleren Ebene eine detaillierte Übersicht über die KPI aus dem eigenen Verantwortungsbereich liefern. [**E**, ↔, ↕]<br><br>Er/Sie kann Betriebs- und Zustandsparameter unterschiedlicher technischer Systeme überwachen und interpretieren, um Defekte, Störungen, Stillstände, Ausschuss und Effizienzverluste vorausschauend zu vermeiden. Er/Sie analysiert dazu historische Daten und Echtzeitdaten aus der Zustandsüberwachung (z. B. über Dashboards der Condition-Monitoring-Systeme), stellt Prognosen und plant prospektive Instandhaltungsmaßnahmen. [**E**, ↔, ↕] | Er/Sie kann die Auswirkungen der Arbeitsprozesse und der Arbeitsumgebung auf die menschliche Physiologie und Psychologie in der Produktionsumgebung reflektieren, Maßnahmen zur Verhältnis- und Verhaltensprävention im Unternehmen einfordern und mitentwickeln (z. B. im Gesundheitszirkel des betrieblichen Gesundheitsmanagements) und informiert die Belegschaft über betriebliche Angebote zur Gesundheitsförderung (Multiplikatorfunktion). [↑, **K**, ↑]<br><br>Er/Sie kann für die Etablierung oder Verbesserung der Qualitätssicherung produktionsbezogene Qualitätskontrollansätze mit Verantwortlichen des Qualitätsmanagements mitentwickeln und die technische sowie arbeitsorganisatorische Umsetzung mitgestalten, um Ausschuss, Nacharbeit oder Reklamation zu minimieren und ressourceneffiziente Ziele wie bspw. die „Null-Fehler-Strategie" zu verfolgen. [**E, K, S**] |

*(Fortsetzung Tabelle 35)*



| Handlungsfeld: Produktionsmanagement | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Arbeitsaufgabe** | **Nachhaltigkeitsorientierte berufliche Kompetenzen** | | | | |
| **Optimieren von Arbeits- und Produktionsprozessen sowie der Umgebung**<br><br>Anknüpfung RLP:<br>- *LF 14, 15*<br><br>Anknüpfung ARP (§11 Abs. 1):<br>- *Nr. 3, 4, 6, 7, 14, 15, 18*<br><br>Nachhaltigkeitspotenzial:<br>- *Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz* ↑<br>- *Ausschuss* ↓<br>- *Betriebssicherheit* ↑<br>- *Fehlerquote* ↓<br>- *Flussoptimierung* ↑<br>- *Lagerhaltung* ↓<br>- *Mitarbeitereinbindung* ↑<br>- *Mitarbeitergesundheit* ↑<br>- *Mitarbeiterzufriedenheit* ↑<br>- *Nachtarbeit* ↓<br>- *Prozessstillstände* ↓<br>- *Prozessübererfüllung* ↓<br>- *Qualitätsrate* ↑<br>- *Störungen* ↓<br>- *Überbearbeitung* ↓<br>- *Umweltschutz* ↑<br>- *Unnötige Bewegungen* ↓<br>- *Unnötiger Transport* ↓<br>- *Verschwendung* ↓ | Er/Sie kann in Abhängigkeit der Umgebungsanforderungen (z. B. Umgebungstemperatur, Luftwechsel), die technische Gebäudeausrüstung (z. B. Heizungs- oder Lüftungstechnik) in der Arbeitsumgebung bedarfsgerecht steuern, um Energieaufwendungen zu minimieren.<br>[E, K, S]<br><br>Er/Sie kann einfache Prinzipien adäquater Facharbeit, wie Aussortieren (z. B. Doppelungen oder verschlissene Werkzeuge), Aufräumen (z. B. Werkzeuge und Material ergonomisch und priorisiert anordnen) und Sauberhalten der Arbeitsumgebung, fest in seine Arbeitsprozesse integrieren und angemessen verstetigen (z. B. unter Einsatz der 5S-Methode), um Ablauffehler und Störungen zu minimieren, die geforderte Qualität sicherzustellen und ineffiziente Bewegungsabläufe und Unfälle zu vermeiden.<br>[E, K, S] | Er/Sie kann seine unmittelbare Arbeitsumgebung systematisch nach technischen und arbeitsorganisatorischen Optimierungspotenzialen (z. B. Verbesserung der Beleuchtung des Arbeitsplatzes, Nutzung von Vorrichtungen oder Handhabungssystemen, Anordnung von Werkzeugen und Maschinen, Verwaltung technischer Dokumentation) analysieren und den eigenen Arbeitsplatz so umgestalten, dass der Arbeitsprozess störungsfrei ablaufen kann, unnötige Wege oder Wartezeiten vermieden und Ausschuss, Fehler sowie Unfallquellen reduziert werden.<br>[E, K, S]<br><br>Er/Sie kann den betrieblichen Fuhrpark (Kraftfahrzeuge, Flurförderzeuge etc.) kraftstoff- und verschleißarm einsetzen. Bei externen Arbeiten achtet er/sie auf eine schonende Fahrweise und wählt streckenoptimierte Routen (z. B. Instandhalter:innen im After-Sale-Service).<br>[E, K, S] | Er/Sie kann Arbeits- und Produktionsprozesse nach ablauforientierten Verschwendungen und Verlusten (z. B. unnötige Werkstücktransporte und Bewegungen, Ausschuss, Nacharbeit, Verschnitt, Prozessübererfüllung, Überbearbeitung) analysieren und Verbesserungsansätze schlussfolgern. Dazu kann er/sie auch Vorrichtungen (z. B. Spann-, Montage-, Einpressvorrichtungen) unter Beachtung der Langlebigkeit, Handhabbarkeit und Ergonomie entwerfen, selbstständig fertigen und erproben.<br>[E, K, S]<br><br>Er/Sie kann technische Gebäudeausrüstung der Produktionsumgebung hinsichtlich Ressourceneinsparungen analysieren (z. B. Anbringung von Torluftschleiern, Isolation von Rohrleitungssystemen). Lösungsansätze selbstständig schlussfolgern, die technische und ökonomische Umsetzbarkeit bewerten und gemeinsam mit Verantwortlichen der Gebäudeinfrastruktur die Umbaumaßnahmen planen.<br>[E, K, S] | Er/Sie kann Ideen für die nachhaltige Ausrichtung des Shopfloors adressatengerecht formulieren, technische Zeichnungen anfertigen, Überschlagsrechnungen durchführen und den Vorschlag in das betriebliche Vorschlagswesen (BVW) oder den kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) einbringen.<br>[E, K, S]<br><br>Er/Sie kann Methoden des Projektmanagements in betrieblich koordinierten Problemlöseabläufen (z. B. PDCA) umsetzen und die Verbesserungsprozesse mit Instrumenten des visuellen Managements in der Gruppe koordinieren (z. B. Shopfloor-Management-Board), um Nachhaltigkeitspotenziale systematisch zu heben.<br>[E, K, S]<br><br>Er/Sie kann Arbeitsunterweisungen zur Sicherstellung verschwendungsarmer und sicherer Arbeitsabläufe planen und durchführen. Dazu kann er/sie die Vorkenntnisse der Lernenden ermitteln, einen Unterweisungsablauf erstellen, den Arbeitsprozess vorführen, erklären und begründen sowie Anforderungen aus dem Arbeits- und Umweltschutz hervorheben.<br>[E, K, S] | Er/Sie kann den kontinuierlichen Verbesserungsprozess mit verantwortlichen Personen aus der mittleren Ebene anleiten. Dazu kann er/sie Problemfelder lokalisieren (z. B. Arbeitsbereich, Prozessschritt), Fachkräfte für Workshops vorschlagen, das Aufdecken von Nachhaltigkeitspotenzialen mitmoderieren, die Vorschläge nach technischer Machbarkeit, arbeitsorganisatorischer Erwünschtheit und ökologischer Verträglichkeit analysieren und priorisieren sowie konkrete Umsetzungsmaßnahmen für die produktive Ebene ableiten.<br>[E, K, S]<br><br>Er/Sie kann die mittlere Ebene aus arbeitsorganisatorischer Perspektive zur Verbesserung des eingesetzten Fertigungsprinzips (z. B. Zugänglichkeit, Ablaufpläne, Montagearbeitsgänge bei der Werkstatt-, Gruppen- oder Linienfertigung, Verschwendungsquellen, Jobrotation, Jobenrichment) beraten, um Verschwendungen unter Steigerung der Arbeitszufriedenheit und -gesundheit zu minimieren.<br>[E, K, S] |

*(Fortsetzung Tabelle 35)*



| Handlungsfeld: Nachhaltigkeitsmanagement | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Arbeitsaufgabe** | **Nachhaltigkeitsorientierte berufliche Kompetenzen** | | | | |
| **Mitgestalten und Partizipieren im betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagement**<br><br>Anknüpfung RLP:<br>- *LF übergreifend*<br><br>Anknüpfung ARP (§11 Abs. 1):<br>- *Nr. 2, 3, 4, 5, 6, 18*<br><br>Nachhaltigkeitspotenzial:<br>- *Anlageneffizienz* ↑<br>- *Anlagenlebenszyklus* ↑<br>- *Anlagenverfügbarkeit* ↑<br>- *Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz* ↑<br>- *Ausfallrate* ↓<br>- *Ausschuss* ↓<br>- *Betriebssicherheit* ↑<br>- *Bürgerschaftliches Engagement* ↑<br>- *Energieeinsatz* ↓<br>- *Fehlerquote* ↓<br>- *Flussoptimierung* ↑<br>- *GAE* ↑<br>- *Gemeinnützigkeit* ↑<br>- *Gerechtigkeit* ↑<br>- *Materialeinsatz* ↓<br>- *Mitarbeiterbindung* ↑<br>- *Mitarbeitergesundheit* ↑<br>- *Mitarbeiterzufriedenheit* ↑<br>- *Nacharbeit* ↓<br>- *Qualitätsrate* ↑<br>- *Regelkonformität* ↑<br>- *Solidarität* ↑<br>- *Transparenz* ↑<br>- *Umweltschutz* ↑ | Er/Sie kann sich im Sinne der Richtlinien des Verhaltenskodex (engl. Code of Conduct) konform verhalten, um kollegial, das heißt diversitätsgerecht und solidarisch mit Menschen anderen Geschlechts und Alters sowie anderer Religion und Herkunft zusammenzuarbeiten und Verantwortung gegenüber der Natur zu tragen. Dazu vermeidet er/sie Fehlverhalten oder Verstöße in den Bereichen soziales Miteinander, Umweltschutz, Ressourcenverbrauch sowie im Umgang mit Dritten, Geschenken und Informationen.<br>[F, K, S] | Er/Sie kann im Rahmen betrieblicher Projekte des Nachhaltigkeitsmanagements Ansätze zur Nachhaltigkeitssteigerung auf dem Shopfloor erproben (z. B. Substitution umweltgefährdender Reinigungsmittel gegen verträglichere Reinigungsmittel), Vor- und Nachteile kriterienge leitet feststellen, dokumentieren und ein adressatengerechtes Feedback zur technischen Eignung und arbeitsorganisatorischen Umsetzbarkeit geben.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann unternehmensbezogene Informationen (z. B. Nachhaltigkeitsziele, Ressourcenverbrauch, geplante Optimierungsmaßnahmen) den unterschiedlichen Kommunikationskanälen entnehmen (z. B. Mitarbeiterzeitschrift, schwarzes Brett, betriebliches Informationssystem), kennt seine/ihre eigenen Handlungsspielräume zur Mitgestaltung einer nachhaltigkeitsorientierten Produktion und kann sein/ihr eigenes berufliches Handeln in der Nachhaltigkeitsstrategie des Unternehmens verorten.<br>**[E, K, S]** | Er/Sie kann betriebliche Abläufe nach sozialer und ökologischer Verträglichkeit bewerten, um mit moralischem Urteilsvermögen an der Sicherstellung der Regelkonformität mitzuwirken. Dazu kennt er/sie die betrieblichen Verpflichtungen aus dem betrieblichen Compliance-Management-System und bringt sich partizipativ und kritisch-konstruktiv in institutionalisierte Arbeitnehmervertretungen ein, wendet sich eigenständig zur bilateralen Absprache an Beauftragte (z. B. des Gesundheitsmanagements oder Umweltmanagements) und nutzt bei Bedarf anonyme Kommunikationskanäle (z. B. Hinweisgebersysteme).<br>[F, K, S] | Er/Sie kann als Experte bzw. Expertin des Shopfloors in internen Audits mitwirken, indem er/sie den zu auditierenden Produktionsbereich aus berufsfachlicher und arbeitsorganisatorischer Perspektive bewertet, um sich an der Sicherstellung und Verbesserung der Wirksamkeit nachhaltigkeitsorientierter Managementsysteme (z. B. Energiemanagement) zu beteiligen. Dabei berücksichtigt er/sie mögliche Rebound-Effekte und verbreitet festgelegte Verbesserungsmaßnahmen in der Belegschaft.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/sie kann fachgerecht, lösungsorientiert sowie kritikfähig in moderierten und interdisziplinären Arbeitsgruppen (Qualitäts-, Energie-, Umwelt-, Gesundheitszirkel) an betrieblichen Maßnahmen mitwirken und Methoden des Projektmanagements umsetzen, um Ziele aus dem betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagement (z. B. aus der SBSC) auf Arbeits- und Geschäftsprozessebene systematisch und koordiniert zu verfolgen.<br>**[E, K, S]** | Er/Sie kann als Multiplikator:in einer berufsfachlich adäquaten, verträglichen und verantwortungsvollen Arbeitsweise in der Belegschaft agieren, indem er/sie den beruflichen Sozialisationsprozess der Auszubildenden prägt (Berufsethos). Dazu unterstützt er/sie die Lernenden aktiv im Lernprozess und lebt eine vorbildliche und verträgliche Arbeitsweise vor, die im Einklang mit den Werten und Zielen einer CSR steht.<br>**[E, K, S]**<br><br>Er/Sie kann Konzepte einer Unternehmensbürgerschaft (engl. Corporate Citizenship) durch berufliche Expertise im Unternehmen mitentwickeln (z. B. betriebliche Freiwilligenprogramme, soziales Praktikum, Aktionstage, Mentoring von förderbedürftigen Auszubildenden, Ausbildungskooperationen) und dazugehörige Projekte unter Sicherstellung berufsfachlicher und arbeitsorganisatorischer Anforderungen betreuen, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte in der Region zu erzielen.<br>[F, K, S] |

Das Kompetenzmodell fordert ausdrücklich keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich der Kompetenzen ein, die für die umfängliche Ausübung des Berufs als erforderlich erachtet werden. Da die zugrunde gelegten Arbeitsaufgaben selbst dynamischen Eigenheiten in den Branchen des Sektors unterliegen, ist auch die vorliegende Modellierung als eine explorative Annäherung an die „vorzufindende Realität" bzw. das „Original" nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit zu verstehen. Dieser Umstand lässt sich anhand der drei Merkmale der allgemeinen Modelltheorie darlegen, die bereits in Abschnitt 2.1.3.2 eingeführt wurden:

- **Abbildung:** Die Modellierung bezieht sich in der Abbildung auf ein Original, das sich in diesem Fall in Form von Kompetenzen ausdrückt. Es repräsentiert damit konkrete Kompetenzanforderungen für das nachhaltigkeitsorientierte Berufshandeln in der Arbeitswelt und nicht die normativen Bezugspunkte des Leitprinzips einer nachhaltigen Entwicklung oder BBNE, was nicht bedeutet, dass diese keine immanenten Bestandteile der Kompetenzbeschreibungen sein können.
- **Verkürzung:** Das Modell kann nicht die Komplexität der Realität bzw. des Originals abbilden, sondern zeichnet sich durch die Auswahl bestimmter Attribute des Originals aus, die dem Zweck des Modells dienen. Es werden diejenigen Nachhaltigkeitskompetenzen dargestellt, in denen sich ein klarer Bezug zur Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte abbildet. Sie wurden anhand der Arbeitsprozesse und Arbeitsaufgaben rekonstruiert, die im Rahmen der Feldforschung explorativ untersucht werden konnten.
- **Pragmatismus:** Mit der Modellentwicklung stellt sich die Frage, worauf das Modell abzielt und für wen das Modell geeignet erscheint. Das Modell stellt empirisch rekonstruierte Kompetenzen für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit von Industriemechanikern und Industriemechanikerinnen dar. Es trägt zur arbeitsprozessbezogenen Beschreibung domänenspezifischer Kompetenzen bei. Darüber hinaus kann das Kompetenzmodell zur kompetenzorientierten Gestaltung von Berufsbildungsprozessen herangezogen werden. Akteuren und Akteurinnen aus der beruflichen Bildung werden damit Inhalte zur nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit von Industriemechanikern und Industriemechanikerinnen geliefert, die für die weitere Implementierung einer BBNE – angefangen von der Mikro- (Unterrichtsentwicklung) bis zur Makroebene (Ordnungsmittelentwicklung) – aufgegriffen werden können.

## 8.2 Domänenbezogene Kernkompetenzen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

Die in dem domänenspezifischen Kompetenzmodell sich manifestierenden und teils überschneidenden Anforderungen führen zu der Erkenntnis, dass sich übergeordnete Kompetenzanforderungen ausfindig machen lassen, die in unterschiedlichen Arbeitszusammenhängen und -aufgaben zum Tragen kommen und in ihrer Beschaffenheit einen transversalen Charakter aufweisen. Sie liegen zum einen „quer" zu den Kompe-

tenzbeschreibungen des Kompetenzmodells und zum anderen auf einem höheren Abstraktionsniveau.

Sie machen auf übergeordneter Ebene den „Kern" der untersuchten Kompetenzanforderungen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit aus und wurden hermeneutisch aus dem domänenspezifischen Kompetenzmodell rekonstruiert. Die Kernkompetenzen weisen vielfältige Bezüge zu den *Kristallisationspunkten einer Könnerschaft nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit* auf (vgl. Abschn. 7.2.1.2), die aus Experteninterviews erschlossen wurden und somit methoden- und datentriangulatorisch die Validität der vorliegenden Kernkompetenzen erhöhen. Die handlungsprägenden Repräsentationen der Domäne und der Kontext sind für die Beschreibung der Kernkompetenzen weiterhin konstituierend, wodurch diese nicht mit Schlüsselkompetenzen gleichzusetzen sind. Entsprechend weisen die Kernkompetenzen trotz des übergeordneten Charakters einen einschlägigen, wenn auch erweiterten Bezug zur Domäne auf und werden durch den Autor als *domänenbezogene Kernkompetenzen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit* bezeichnet. Charakteristisch für die Kernkompetenzen ist, dass diese

- transversal, also „quer" zu den Niveaustufen und beruflichen Arbeitsaufgaben des Kompetenzmodells liegen,
- einen Beitrag zur Erklärung der interdependenten Beziehung zwischen Personenmerkmalen, Performanz und nachhaltigkeitsorientierten Gebrauchswerten liefern,
- auf einem höheren Abstraktionsniveau das individuell Gekonnte mit dem betrieblich und gesellschaftlich Geforderten zusammenführen und
- einen einschlägigen Bezug zur Domäne aufweisen und aus der empirischen Untersuchung der Facharbeit rekonstruiert wurden.

Die formulierten Kernkompetenzen folgen ebenfalls keiner kognitionspsychologisch geprägten Logik, sondern rekurrieren auf das konkrete Berufshandeln in den untersuchten Arbeits- und Geschäftsprozessen und sind in Tabelle 36 zusammengefasst:

**Tabelle 36:** Domänenbezogene Kernkompetenzen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

| **Domänenbezogene Kernkompetenzen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit** |
|---|
| *Er/Sie kann ...*<br>• *Arbeitsprozesse berufsfachlich und arbeitsorganisatorisch adäquat gestalten und verstetigen*<br>• *Energie- und Materialkreisläufe erfassen, verlangsamen und schließen*<br>• *Anlagen- und Produktlebenszyklen verlängern und erneuern*<br>• *Systemische Wechselwirkungen und Kausalitäten in Anlagen und*<br>• *Produktionsabläufen erfassen und verstehen*<br>• *Berufliche Problemstellungen unter mehrdimensionaler Perspektive analysieren und Entscheidungen ambiguitätstolerant treffen*<br>• *Produktionsprozesse bedarfsgerecht, verträglich sowie verlust- und verschwendungsarm umsetzen und mitgestalten*<br>• *Aktivitäten des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements partizipativ, kooperativ und engagiert mitgestalten*<br>• *Arbeits- und Geschäftsprozesse in betriebliche und gesamtgesellschaftliche Anforderungen einordnen und Mitarbeiterverantwortung übernehmen* |

*Arbeitsprozesse berufsfachlich und arbeitsorganisatorisch adäquat gestalten und verstetigen*
Eine berufsfachlich und arbeitsorganisatorisch adäquate Arbeitsweise ist eine wesentliche Voraussetzung, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte in der Domäne zu erzielen. Adäquat ausgeführte Facharbeit durch fach-, methoden- und anforderungsgerechtes Handeln gilt als Voraussetzung einer Könnerschaft und folgt fundierten beruflichen Kenntnissen, Verfahren, Methoden und Ansätzen aus formalen sowie informellen Lernprozessen. Sie ermöglichen es der Fachkraft, bekannte und neue Arbeitsprozesse möglichst durchdacht, gewissenhaft, gründlich und vollständig zu planen, umzusetzen und zu reflektieren. Aus dieser eigenen Qualität der Facharbeit heraus werden ressourcenintensive Verluste und Verschwendungen durch Ausschuss, Fehler, Defekte, Überbearbeitung etc. im Voraus minimiert, der geforderte Umweltschutz wird sichergestellt und Unfall- und Gefahrenpotenziale werden nach Möglichkeit reduziert.

*Energie- und Materialkreisläufe erfassen, verlangsamen und schließen*
Fachkräfte tragen zur Etablierung kreislaufwirtschaftlicher Strukturen im Unternehmen bei, indem sie erkennen, welche Energie- und Stoffströme in der Arbeitsumgebung und in den vorherrschenden Prozessen bestehen, sowie darüber hinaus antizipieren, wie die linearen Ströme technisch und organisatorisch in Kreisläufe gebracht und möglichst lange gehalten werden können, um den Ressourceneinsatz, Abfälle und Emissionen zu vermindern. Die Verlangsamung oder Schließung der Kreisläufe erfolgt dabei u. a. durch die Umsetzung einer nachhaltigen Produktgestaltung, die Realisierung von Wiederverwendungs- bzw. Recyclingansätzen (z. B. Einsatz von Pendelverpackungen, interne Aufarbeitungskreisläufe von Bauteilen und -gruppen) und die Um- und Nachrüstung technischer Systeme. Ein empirisches Fallbeispiel ist die Realisierung von Wärmerückgewinnung an einem Druckluftsystem durch die gezielte Umleitung der Kompressorabwärme für die Raum- oder Prozessbeheizung und die zusätzliche Nachrüstung eines Wärmetauschers (Rekuperator) zur Erwärmung von Brauch- oder Prozesswasser.

*Anlagen- und Produktlebenszyklen verlängern und erneuern*
Eng verbunden mit der Erzeugung und Aufrechterhaltung von Energie- und Materialkreisläufen sind die Verlängerung und Erneuerung der Produkt- bzw. Anlagenlebensdauer. Vorrangig durch die Beherrschung technischer und administrativer Instandhaltungsmaßnahmen, aber auch durch die schonende und fachgerechte Bedienung und Handhabung der Arbeitsgegenstände (Werkzeuge, Produktionsanlagen, Vorrichtungen etc.) sind die Fachkräfte in der Lage, die Nutzungsphase des Produkt- und Anlagenlebenszyklus zu verlängern, um somit die Arbeitsgegenstände möglichst lange und verträglich im technischen Kreislauf zu halten und kosten- sowie ressourcenintensive Neuanschaffungen zu vermeiden. Durch die Beherrschung unterschiedlicher Aufarbeitungsformen und dazugehöriger Fähigkeiten zur Fertigung, Reparatur und Diagnose werden aufgearbeitete Altteile auf ein definiertes Qualitätsniveau aufgearbeitet und einer erneuten Nutzungsphase zugeführt. Für einen langen Anlagenbetrieb sind Fachkräfte zudem für die Organisation des betrieblichen Ersatzteil- bzw. Obsoleszenzmanagements mitverantwortlich.

*Systemische Wechselwirkungen und Kausalitäten in Anlagen und Produktionsprozessen erfassen und verstehen*
Fachkräfte müssen die Beziehung zwischen Ursache und Wirkung von Ereignissen und Zuständen in technisch geprägten Systemen unter Beachtung vor- und nachgelagerter Prozesse antizipieren können. Technische Anlagen sind häufig in einem Produktionsprozess miteinander verkettet und stehen somit in einer wechselwirkenden Beziehung zueinander. Dadurch sind auch komplexe Zusammenhänge in verketteten technischen Systemen in kurzer Zeit zu erfassen, zu analysieren und zu verstehen, um ressourcenintensive und ggf. gefährdende Defekte, Störungen und Ausfälle sowie andere Verschwendungen und Verluste zu vermeiden. Die Optimierung von Anlagen und der dazugehörigen Prozessabläufe kann somit aufeinander abgestimmt werden und die Gefahr eines direkten sowie indirekten Rebound-Effektes lässt sich vorausschauend verringern.

*Berufliche Problemstellungen unter mehrdimensionaler Perspektive analysieren und Entscheidungen ambiguitätstolerant treffen*
Insbesondere bei nicht routinierten Arbeitsaufgaben (z. B. umfassende Modernisierung von Produktionsanlagen) liegen aufgrund der Komplexität häufig unvollständige oder intransparente Informationen vor. Für die erfolgreiche Umsetzung nachhaltigkeitsorientierter Handlungen und Projekte ist es deshalb bedeutsam, die entstehende Unsicherheit und Ungewissheit in der beruflichen Handlungssituation zu ertragen und diese durch Informationsgewinnung, Kommunikation sowie Aufgabenteilung in einem angemessenen Zeitraum abzubauen. Viele Entscheidungen, die dabei in der Domäne gefällt werden, sind unter mehrdimensionaler Perspektive nicht widerspruchsfrei lösbar. In diesen Dilemmatasituationen, die häufig auf Disparitäten von sozialen und ökologischen Absichten einerseits und ökonomischen Zielen andererseits beruhen, müssen Fachkräfte sachliche Entscheidungen im Rahmen ihres eigenen Handlungsspielraums treffen, die auf den größtmöglichen Nutzen für die Umwelt, den Betrieb und die Belegschaft abzielen. Fachkräfte sind dabei gefordert, die ökonomischen, ökologischen und sozialen Folgen ihrer Entscheidung auch auf längere Sicht abschätzen zu können.

*Produktionsprozesse bedarfsgerecht, verträglich sowie verlust- und verschwendungsarm umsetzen und mitgestalten*
Fachkräfte transformieren unter Einsatz von Sachkapital (Anlagen, Maschinen etc.) das Naturkapital in Hauptprodukte mit zumeist unerwünschten Nebenprodukten um. Entscheidend ist dabei, dass Fachkräfte in der Lage sind, den Transformationsprozess so zu gestalten, dass dieser möglichst wirtschaftlich, bedarfsgerecht und verträglich umgesetzt wird und damit potenzielle Verschwendungen und Verluste sowie Gefahrenpotenziale für Mensch und Umwelt minimiert werden. Fachkräfte können dazu bestenfalls mit dem kleinstmöglichen Ressourcenaufwand den größtmöglichen Nutzen für den Kunden und den Betrieb erzielen. Dabei sind Fähigkeiten zur Umsetzung qualitätssichernder Maßnahmen von hoher Relevanz. Zudem sind Fachkräfte gefor-

dert, Änderungen an Anlagen und eigenen Handlungsroutinen vorzunehmen, um einen gleichwertigen Nutzwert mit einem geringeren Aufwand zu erzielen (z. B. Tausch alter Elektromotoren durch Elektromotoren mit höherer Energieeffizienzklasse, Reinigung mit Bürsten anstatt mit Druckluft), oder den Einsatz der eigenen Arbeitsleistung oder der technischen Leistung an den tatsächlich erforderlichen Bedarf anzupassen (z. B. Vermeidung unnötiger Handhabungen, bedarfsgerechte Anpassung von Druck, Temperatur, Kraft). Darüber hinaus müssen Fachkräfte die Funktionsfähigkeit additiver Umweltschutztechnologien (Luftfilter, Schalldämpfer etc.) sicherstellen, anfallende Abfälle sowie umweltgefährdende Stoffe sachgerecht der Wieder- oder Weiterverwertung zuführen und für eine sichere Arbeitsumgebung sorgen. Dazu gehört auch die gewissenhafte Einhaltung der Vorschriften des Arbeits- und Umweltschutzes.

*Aktivitäten des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements partizipativ, kooperativ und engagiert mitgestalten*

Die Etablierung nachhaltiger Strukturen im Unternehmen erfordert die aktive und partizipative Einbringung von Fachkräften in betriebliche Entscheidungsfindungsprozesse und damit auch die Verwirklichung einer mitarbeiter- und beteiligungsorientierten Unternehmenskultur. Innovationszirkel des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP), das betriebliche Vorschlagswesen (BVW), institutionalisierte Arbeitnehmervertretungen und eine ganze Reihe von weiteren betrieblichen Beteiligungsmöglichkeiten (Gesundheitszirkel, Energiezirkel etc.) können von Fachkräften beansprucht werden, um als „Gatekeeper" bzw. „Change Agent" des Shopfloors ökologisch und sozial verträgliche sowie ökonomisch leistungsfähige Verbesserungen zu initiieren und das betriebliche Nachhaltigkeitsmanagement mitzugestalten. Durch Team- und Kommunikationsfähigkeit, berufsfachliche und arbeitsorganisatorische Expertise, Systemdenken, Frustrationstoleranz und die Bereitschaft, die eigenen Kapazitäten für betriebliche Nachhaltigkeitsziele freiwillig einzusetzen, können Fachkräfte die eigenen Gedanken und Ideen in einen tragfähigen Vorschlag überführen und in betrieblichen Projekten verwirklichen. Dazu kommen auch Methoden aus dem Projektmanagement zum Tragen. Durch kooperatives und unterstützendes Verhalten nehmen Fachkräfte zudem eine Vorbildfunktion ein und tragen dazu bei, die mittlere Ebene des Unternehmens bei der Umsetzung von Nachhaltigkeitszielen aus berufspraktischer Perspektive zu beraten. In diesem Kontext werden auch Projekte der Unternehmensbürgerschaft (engl. Corporate Citizenship) unter Sicherstellung berufsfachlicher und arbeitsorganisatorischer Anforderungen von Fachkräften mitbetreut, womit nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte zusätzlich im äußeren Verantwortungsbereich des Unternehmens erzielt werden (z. B. betriebliche Freiwilligenprogramme, soziales Praktikum, Mentoring von förderbedürftigen Auszubildenden).

*Arbeits- und Geschäftsprozesse in betriebliche und gesamtgesellschaftliche Anforderungen einordnen und Mitarbeiterverantwortung übernehmen*

Berufliches und betriebliches Handeln ist unweigerlich in das gesellschaftliche Geschehen eingebettet. Fachkräfte müssen unvoreingenommen und mit einer angemes-

senen Distanz die betrieblichen Abläufe sowie Verhaltensweisen der Mitarbeiter:innen erfassen, die Vereinbarkeit mit normativen Leitzielen (gesellschaftlich und betrieblich) bewerten und die jetzigen als auch zukünftigen Folgen etwaiger Verfehlungen für die Belegschaft, das Unternehmen und die Gesellschaft abschätzen. Dazu gehört auch, selbstbewusst die eigene Meinung zu vertreten und Abweichungen sozialer und ökologischer Art gegenüber Vertrauenspersonen oder Verantwortlichen aus dem Compliance Management argumentativ und kritisch-konstruktiv darzulegen. Dies bedingt die gewissenhafte, überzeugte und empathische Übernahme von Mitarbeiterverantwortung, die nicht nur auf die Einhaltung ressourcenschonender und umweltverträglicher Produktions- und Unterstützungsprozesse abzielt, sondern auch diversitätsgerechte und sozialverträgliche Arbeitsbedingungen in der Domäne sicherstellt.

Im verarbeitenden Gewerbe sind gewerblich-technische Berufe unmittelbar (z. B. in Fertigungsprozessen) oder mittelbar (z. B. Instandhaltung) in tendenziell gleichartige industrielle Produktionsumgebungen eingebunden. Sie finden dabei zwar nicht dieselben, aber zum Teil vergleichbare Problemstellungen, Partizipationsmöglichkeiten, Arbeitsgegenstände und Handlungsfelder vor, was sich u. a. ordnungspolitisch in gemeinsamen Kernqualifikationen niederschlägt. Aus diesem Grund wird auch für die nachhaltigkeitsorientierten Kernkompetenzen die probabilistische Annahme getroffen, dass diese nicht nur für Industriemechaniker:innen, sondern ebenfalls für die weiteren industriellen Metallberufe eine hohe Bedeutsamkeit aufweisen.

## 8.3 Einordnung in den wissenschaftlichen Diskurs zur BBNE

Wie in Abschnitt 3.2.3 aufgezeigt, wird intensiv die Frage diskutiert, welche Kompetenzen erforderlich sind, um sowohl das eigene Leben als auch das gesellschaftliche (und betriebliche) Umfeld für eine dauerhaft tragfähige Entwicklung mitgestalten zu können. Als Folge bestehen in der wissenschaftlichen Diskurslandschaft unterschiedliche Kompetenzmodelle und -beschreibungen, die für ein nachhaltiges Denken und Handeln als erforderlich erachtet werden (vgl. Wiek et al. 2011; vgl. Rieckmann 2011, vgl. de Haan 2008, S. 32). Prominente und etablierte Modelle aus der BBNE nehmen dabei überwiegend die Form von allgemeinberuflichen Kompetenzbeschreibungen ein (vgl. Hahne & Kutt 2003, S. 4; vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 143). Kuhlmeier und Vollmer (vgl. 2018, S. 138) kommen zu der Feststellung, dass die „*Kompetenz zur nachhaltigkeitsorientierten Mitgestaltung sich nicht allein deduktiv aus der Leitidee der nachhaltigen Entwicklung ableiten lässt,* [da] *sie domänenabhängig an konkrete berufliche Handlungen und Tätigkeitsfelder geknüpft ist* […]".

Der didaktische Ansatz der BBNE stellt berufsbezogenes Wissen und Können, verknüpft mit einem fundierten Nachhaltigkeitsbewusstsein, in den Mittelpunkt der Berufsbildung, um eine nachhaltigkeitsorientierte Handlungskompetenz angemessen zu fördern (vgl. Vollmer & Kuhlmeier 2014, S. 214 ff.). Entsprechend ist das konkretpraktische Berufshandeln mit der allgemeinen Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung zusammenzuführen (vgl. ebd., S. 144). Die *Dimensionen zur Reflexion nachhaltigen*

*Berufshandelns* greifen diesen Anspruch auf und sind ebenfalls zentraler Bestandteil der *didaktischen Leitlinien der BBNE*. Sie fungieren dabei zugleich als *didaktische Analysekriterien einer BBNE*, mit denen Nachhaltigkeitsaspekte im Zuge der didaktischen Analyse identifiziert werden können (vgl. Abschn. 2.3.3.2; vgl. Kastrup & Kuhlmeier 2013, S. 60; vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 145; vgl. Vollmer 2020, S. 206 ff.). Sie stellen zugleich nach Kuhlmeier (vgl. 2004, S. 3) den „Kern" einer Nachhaltigkeitsorientierung in der Berufsbildung dar.

Um zu überprüfen, ob das domänenspezifische Kompetenzmodell und die daraus hervorgegangenen domänenbezogenen Kernkompetenzen an die didaktischen Leitlinien der BBNE anschlussfähig sind und damit auch aus didaktisch-theoretischer Perspektive zur domänenbezogenen Förderung einer nachhaltigkeitsorientierten Handlungskompetenz geeignet sind, wurden die Inhalte und Zielperspektiven der identifizierten nachhaltigkeitsorientierten Kernkompetenzen mit den *Dimensionen zur Reflexion nachhaltigen Berufshandelns* abgeglichen. Der Abgleich soll zusammenfassend Aufschluss darüber geben, ob die aus den Forschungsergebnissen rekonstruierten Kompetenzbeschreibungen den

- „Kern" einer Nachhaltigkeitsorientierung domänenbezogen widerspiegeln können und
- eine didaktische Verwertbarkeit für die Ausgestaltung nachhaltigkeitsorientierter Bildungsprozesse unter Berücksichtigung der Anschlussfähigkeit an die *didaktischen Leitlinien einer BBNE* aufweisen.

Für den Abgleich wurden die Inhalte und Zielperspektiven der rekonstruierten Kernkompetenzen aus dem vorherigen Abschnitt mit den *Dimensionen zur Reflexion nachhaltigen Berufshandelns* sukzessiv abgeglichen (Tab. 37). Der Schritt des qualitativ-inhaltlichen Abgleichs erfolgte analytisch-hermeneutisch durch eine deskriptive Gegenüberstellung. Das Ergebnis des jeweiligen Abgleichs wurde mittels Codierung festgelegt und gibt Auskunft darüber, ob

- eine *hohe Anschlussfähigkeit* („↑") durch explizite inhaltliche oder zielperspektivische Relationen in den Beschreibungen besteht,
- eine *mittlere Anschlussfähigkeit* („→") durch implizierte inhaltliche oder zielperspektivische Relationen in den Beschreibungen besteht oder
- eine *geringe Anschlussfähigkeit* („↓") durch das Fehlen von expliziten und impliziten Relationen inhaltlicher oder zielperspektivischer Art in den Beschreibungen besteht.

**Tabelle 37:** Gegenüberstellung der domänenbezogenen Kernkompetenzen und der Dimensionen zur Reflexion nachhaltigen Berufshandelns (BBNE)

| | Arbeitsprozesse berufsfachlich und arbeitsorganisatorisch adäquat gestalten und verstetigen | Energie- und Materialkreisläufe erfassen, verlangsamen und schließen | Anlagen- und Produktlebenszyklen verlängern und erneuern | Systemische Wechselwirkungen und Kausalitäten in Anlagen und Produktionsprozessen erfassen und verstehen | Berufliche Problemstellungen unter mehrdimensionaler Perspektive analysieren und Entscheidungen ambiguitätstolerant treffen | Produktionsprozesse bedarfsgerecht, verträglich sowie verlust- und verschwendungsarm umsetzen und mitgestalten | Aktivitäten des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements partizipativ, kooperativ und engagiert mitgestalten | Arbeits- und Geschäftsprozesse in betriebliche und gesamtgesellschaftliche Anforderungen einordnen und Mitarbeiterverantwortung übernehmen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Soziale, ökologische und ökonomische Aspekte der Berufsarbeit mit ihren Wechselbezügen, Widersprüchen und Dilemmata prüfen und beurteilen (*systemisch-normative Dimension*) | → | → | → | → | ↑ | ↑ | → | → |
| Lokale, regionale und globale Auswirkungen der hergestellten Produkte und erbrachten Dienstleistungen erkennen und bei der Arbeit verantwortungsvoll berücksichtigen (*Raumdimension*) | ↓ | ↓ | ↓ | → | → | → | → | ↑ |
| Die kurz-, mittel- und langfristigen Folgen der Produkterstellung und der Dienstleistungserbringung im Sinne einer nachhaltigen Zukunftsgestaltung einbeziehen (*Zeitdimension*) | → | → | → | → | ↑ | → | → | ↑ |
| Materialien und Energien in der Berufsarbeit unter den Gesichtspunkten Suffizienz (Notwendigkeit), Effizienz (Wirkungsgrad) und Konsistenz (Naturverträglichkeit) nutzen (*strategische Dimension*) | → | ↑ | ↑ | → | → | ↑ | → | → |
| Liefer- und Prozessketten sowie Produktlebenszyklen bei der Herstellung von Produkten und der Erbringung von Dienstleistungen mit einbeziehen (*Produkt- und Prozessdimension*) | ↓ | → | ↑ | ↓ | ↓ | → | ↓ | ↓ |

Ausgehend von den Dimensionen zur Reflexion eines nachhaltigen Berufshandelns (vertikal) wird deutlich, dass jede Dimension mindestens eine inhaltliche oder zielperspektivische Relation mit hoher Anschlussfähigkeit zu einer domänenbezogenen Kernkompetenz aufweist. Drei Dimensionen weisen zu mehr als einer Kernkompetenz eine explizite Relation auf. Die „Raumdimension" und „Produkt- und Prozessdimension" weisen insgesamt die geringsten Relationen zu den Kernkompetenzen auf. Die Reflexionsdimensionen mit den meisten Relationen zu den Kernkompetenzen sind die „strategische Dimension", „systemisch-normative Dimension" und „Zeitdimension".

Von den domänenbezogenen Kernkompetenzen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit (horizontal) weisen fünf Kompetenzbeschreibungen mindestens eine inhaltliche oder zielperspektivische Relation mit hoher Anschlussfähigkeit auf. Für jede der acht Kernkompetenzen ist mindestens eine inhaltliche oder zielperspektivische Relation mit mittlerer Anschlussfähigkeit gegeben. Die Kompetenzbeschreibung „Arbeitsprozesse berufsfachlich und arbeitsorganisatorisch adäquat gestalten und verstetigen" weist insgesamt die geringsten Relationen auf. Im Gegensatz zeichnen sich in der Kernkompetenz „Produktionsprozesse bedarfsgerecht, verträglich sowie verlust- und verschwendungsarm umsetzen und mitgestalten" die stärksten Relationen zu den fünf Dimensionen ab. Die drei Kernkompetenzen „Arbeitsprozesse berufsfachlich und arbeitsorganisatorisch adäquat gestalten und verstetigen", „Systemische Wechselwirkungen und Kausalitäten in komplexen Anlagen und Produktionsabläufen erfassen und verstehen" und „Aktivitäten des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements partizipativ und engagiert mitgestalten" sind hingegen ausschließlich in impliziter Form in den besagten Dimensionen wiederzufinden.

Zusammenfassend wird deutlich, dass die Reflexionsdimensionen nachhaltigen Berufshandelns mindestens einmal explizit und mehrfach implizit wiederzufinden sind. Bei drei domänenbezogenen Kernkompetenzen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit sind die Gegenstandsbereiche ausschließlich implizit in den fünf Reflexionsdimensionen vertreten. Dennoch sind diese drei Gegenstandsbereiche speziell für Industriemechaniker:innen und voraussichtlich auch für weitere industrielle Metallberufe von hoher Relevanz, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte zu erzielen, und dementsprechend ebenso für die domänenbezogene Gestaltung nachhaltigkeitsorientierter Berufsbildungsprozesse von Bedeutung. Diese drei reflexiven Gegenstandsbereiche erweitern in diesem Fall domänen- und kontextbezogen die fünf Reflexionsdimensionen um eine Berufsdimension, systemisch-technische Dimension und betrieblich-institutionelle Dimension.

*Berufsdimension*

Die Untersuchung des nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns gibt darüber Aufschluss, dass eine adäquate berufliche Arbeitsweise eine wesentliche Voraussetzung ist, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte sowohl durch fachliche als auch arbeitsorganisatorische Ansätze in der Bewältigung routinierter, aber auch neuer und unbekannter Arbeitsprozesse zu erzielen. Adäquat ausgeführte Facharbeit, durch eine

fach-, methoden- und anforderungsgerechte Interaktion mit den Arbeitsgegenständen sowie spezialisierten Fähigkeiten und Kenntnissen in Verbindung mit den in der Berufsbiografie verankerten Erfahrungen, zeichnet die Könnerschaft in der Domäne aus. Die in der Fach- bzw. Berufsarbeit sich abzeichnenden institutionalisierten Muster und im Berufsethos internalisierten Vorstellungen über „Werte und Pflichten" im Beruf weisen damit eine eigene Qualität auf. Sie ermöglichen es der Fachkraft, die nachhaltige Entwicklung im Unternehmen mitzugestalten, ressourcenintensive Verluste und Verschwendungen durch Ausschuss, Fehler oder etwa Überbearbeitung zu minimieren, den geforderten Umweltschutz sicherzustellen und domänentypische Unfall- und Gefahrenpotenziale zu vermeiden. Für eine wirksame nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit ist es entsprechend entscheidend, dass nicht nur eine nachhaltigkeitsorientierte Arbeitsleistung beabsichtigt wird, sondern dass diese auch beruflich korrekt umgesetzt wird.

*Systemisch-technische Dimension*

Damit Nachhaltigkeitspotenziale in der Domäne optimal gehoben werden können, müssen komplexe Zusammenhänge in technisch geprägten Systemen unter Beachtung vor- und nachgelagerter Prozesse von den Fachkräften antizipiert und verstanden werden. Die damit verbundene Durchdringung technologischer, organisatorischer und informatorischer Beziehungsstrukturen der miteinander wechselwirkenden Systemelemente und die Abstraktion möglicher zukünftiger Systemzustände sind eine wesentliche Voraussetzung, um verzögerte Effekte, Rückkopplungen oder unbeabsichtigte Verstärkungen zu antizipieren und damit ungeplante ressourcenintensive Verluste zu vermeiden. Systemisch-technisches Denken berücksichtigt die möglichen Auswirkungen, Folgen, aber auch Potenziale, die durch die Wechselwirkungen in einem technisch geprägten System bestehen. Es ermöglicht den Fachkräften, nach dem Vorsorgeprinzip zu handeln, um frühzeitig direkte oder indirekte Rebound-Effekte in einem technisch geprägten System zu vermeiden und damit vorausschauend und aufeinander abgestimmt negative Umweltauswirkungen, Gefährdungspotenziale und Ressourcenverschwendung zu minimieren.

*Betrieblich-institutionelle Dimension*

Insbesondere in industriellen Großunternehmen zeigt sich, dass nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln überwiegend durch ein organisiertes und institutionalisiertes Nachhaltigkeits- bzw. CSR-Management kontextualisiert wird, welches in wechselwirkender Beziehung mit einem komplexen Geflecht an betrieblichen Managementstrukturen und -systemen (u. a. strategisches und normatives Management, Ideenmanagement, Energie-, Umwelt- Arbeitsschutz-, Qualitätsmanagement) steht. Nichtsdestotrotz oder gerade deshalb ergeben sich hierdurch für die Fachkräfte Handlungsspielräume, um produktionsbezogene Nachhaltigkeitspotenziale betrieblich legitimiert im Rahmen einer mitarbeiter- und beteiligungsorientierten Unternehmenskultur zu heben. Fachkräfte können durch berufliche Expertise und eigenes Engagement in koordinierten betrieblichen Partizipationsstrukturen und Optimierungssystemen

(z. B. KVP oder BVW) die Rolle als betriebliche „Gatekeeper" bzw. „Change Agents" des Shopfloors einnehmen, um ökologisch und sozial verträgliche sowie ökonomisch leistungsfähige Verbesserungen im Betrieb zu initiieren und mitzugestalten. Die betrieblich-institutionelle Dimension (betriebliche Nachhaltigkeitsstrategie, Nachhaltigkeitsmanagement, Partizipationsstrukturen, Handlungsspielräume etc.) stellt somit wesentliche Sinnzusammenhänge her, gibt Hinweise über die gestaltbaren Handlungsspielräume in den Unternehmen und schafft einen betrieblichen Kontextbezug für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit.

Weiterhin lässt sich durch den vorgenommenen Abgleich die Feststellung treffen, dass sich der „Kern" einer Nachhaltigkeitsorientierung domänen- und kontextbezogen in den Kernkompetenzen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit manifestiert und dieser „Kern" damit weiterführend auch dem domänenspezifischen Kompetenzmodell zugrunde liegt. Im Umkehrschluss deuten die Befunde ebenso darauf hin, dass die didaktischen Leitlinien einer BBNE ebenfalls aus berufspraktischer Perspektive für die Ausbildung von Industriemechanikern und Industriemechanikerinnen von hoher Relevanz sind, da sich diese inhaltlich und/oder zielperspektivisch in den dargelegten Kernkompetenzen widerspiegeln. Die Berücksichtigung der didaktischen Leitlinien einer BBNE bei der Gestaltung beruflicher Bildungsprozesse für die Ausbildung von Industriemechanikern und Industriemechanikerinnen begründet sich damit nicht nur durch ein normativ begründetes Bildungsziel, sondern ebenso durch die bestehenden Anforderungen in den Produktionsunternehmen.

Die domänenbezogenen Kernkompetenzen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit und das dazugehörige domänenspezifische Kompetenzmodell sind in hohem Maße an die didaktischen Leitlinien einer BBNE (vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 145) anschlussfähig. Sie können demzufolge zur Gestaltung kompetenzorientierter beruflicher Bildungsprozesse und damit zur Förderung einer nachhaltigkeitsorientierten Handlungskompetenz beitragen. Für die Ausgestaltung nachhaltigkeitsorientierter beruflicher Bildungsprozesse birgt die Berücksichtigung der *Berufsdimension*, der *systemisch-technischen Dimension* und der *institutionellen* das Potenzial, eine adäquate Fach- bzw. Berufsarbeit, die Vermeidung von Rebound-Effekten durch verkettete Systembetrachtungen und die betrieblichen Nachhaltigkeitsstrukturen selbst zu integrativen Unterrichtsgegenständen einer BBNE zu machen.

Die empirisch identifizierten Anknüpfungspunkte und Nachhaltigkeitspotenziale in den beruflichen Handlungsfeldern und Arbeitsaufgaben kennzeichnen ebenso das transformative Potenzial der untersuchten Facharbeit wie das entwickelte Kompetenzmodell und die daraus hervorgehenden domänenbezogenen Kernkompetenzen. Die skizzierten Modellierungsansätze ermöglichen es, die Kompetenzanforderungen an eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit erstmalig

- *horizontal* über verschiedene berufliche Arbeitsaufgaben und Handlungsfelder,
- *vertikal* auf verschiedenen Anforderungs- bzw. Anspruchsniveaus und
- *transversal* und damit „quer" zu den Arbeitsaufgaben und Anspruchsniveaus zu durchdringen und domänenbezogen abzubilden.

Die Kombination des domänenspezifischen Kompetenzenzmodells mit den domänenbezogenen Kernkompetenzen und den didaktischen Leitlinien einer BBNE lässt die eingeforderte Verknüpfung konkret-praktischen Berufshandelns mit der allgemeinen Leitidee nachhaltiger Entwicklung für die domänenspezifische Ausgestaltung einer BBNE zu und hat konkrete berufliche Handlungsfelder und Handlungssituationen zum Ausgangspunkt (vgl. Leitlinie I der didaktischen Leitlinien einer BBNE; vgl. Abschn. 2.3.3.2). Mit Blick auf das vorgestellte Kompetenzmodell ist explizit nicht der Bildungsanspruch verbunden, dass Auszubildende alle Kompetenzniveaustufen des Kompetenzmodells im Rahmen der Berufsausbildung „meistern". Insbesondere die letzten drei Stufen erfordern langjährige Berufserfahrung. Dennoch können die Gegenstandsbereiche aller fünf Stufen und die dazugehörigen Kompetenzbeschreibungen unter angemessener didaktischer Reduktion bzw. Rekonstruktion zum Ausgangspunkt für die Gestaltung nachhaltigkeitsorientierte Berufsbildungsprozesse gemacht werden.

# 9 Charakterisierung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit und Schlussfolgerungen für eine domänenbezogene BBNE

„Es ist nicht genug zu wissen – man muss auch anwenden.
Es ist nicht genug zu wollen – man muss auch tun."

Johann Wolfgang von Goethe

Die empirischen Ergebnisse und Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit werden zur weiteren Theoriebildung in ein Modell zur Charakterisierung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit überführt (vgl. Abschn. 9.1). Daran anknüpfend folgen Impulse zur Ausgestaltung und strukturellen Verankerung einer domänenbezogenen BBNE. Mit der Absicht, den lateralen Transfer der Forschungsergebnisse in den Bereich der Berufsbildungspraxis zu erleichtern, werden didaktisch-konzeptionelle Ansätze zur Ausgestaltung einer domänenbezogenen BBNE vorgelegt (Abschn. 9.2). Als Beitragsleistung für zukünftige Neuordnungsarbeiten schließt das Kapitel mit Empfehlungen zur transformativen Modernisierung der Ordnungsmittel ab (Abschn. 9.3).

## 9.1 Modell zur Beschreibung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit

Auf der Grundlage der vorliegenden Forschungsergebnisse und -erkenntnisse wird eine Modellierung zur Charakterisierung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit in der Industrie vorgestellt. Das Ziel besteht in der Überführung des untersuchten Gegenstandsbereichs in eine handhabbare und somit konkret-symbolische Form. Dafür werden die erfassten Komponenten, Einflüsse und Wechselwirkungen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit entlang des entwickelten Modells beschrieben. Mit der Modellierung wird die leitende Forschungsfrage (vgl. Abschn. 1.3) aufgegriffen und ein Erklärungsansatz geliefert, wie sich nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln in der Domäne industrieller Metallberufe äußert und welche Nachhaltigkeitsbezüge auf der personenbezogenen und betrieblich-institutionellen Ebene bestehen.

Mit dem Modellierungsansatz werden die kontextschaffenden Merkmale der betrieblich-institutionellen und gesamtgesellschaftlichen Dimension (betrieblich offerierte Handlungsspielräume, Partizipationsmöglichkeiten, CSR-Management, gesellschaftliche Nachhaltigkeitsanforderungen, ökologische Herausforderungen etc.) mit dem Gegenstandsbereich des performativen Handelns im Arbeitsprozess und den darin inkorporierten Personenmerkmalen der Fachkraft sowie den Leitstrategien nachhaltiger Entwicklung in Beziehung gesetzt. Die übergeordnete Struktur des Modells

umfasst demzufolge drei vergegenständlichte Ebenen, die nicht losgelöst voneinander existieren, sondern über unterschiedliche Wirkmechanismen in reziproker Wechselwirkung stehen (Abb. 37).

Dadurch, dass mit dem Modell ein pragmatischer Beitrag zur Erklärung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit beabsichtigt ist, steht nicht die Klärung handlungstheoretischer Grundlagenfragen im Vordergrund, sondern die Beschreibung der miteinander in Beziehung stehenden Modellkomponenten bzw. Merkmale, die im beruflichen Handeln und durch das berufliche Handeln zum Ausdruck kommen. Das NaFa-Modell (Modell nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit) schließt an die aufgearbeitete Theorie aus Kapitel 3 an und trägt durch die Zusammenführung mit den vorgestellten Forschungsergebnissen und -erkenntnissen zur weiteren Theoriebildung zum Gegenstand nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit bei.

### Ebene des Kontextes und Sinnzusammenhangs

Nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln ist ohne die Ebene des Kontextes und Sinnzusammenhangs bloße Vollrichtung. Dieser übergeordnete Kontext lässt sich durch zwei Modellkomponenten bzw. Dimensionen beschreiben, die gemeinsam auf einer Ebene miteinander wechselwirken und zugleich über unterschiedliche Wirkmechanismen maßgeblich die Facharbeit prägen und andersherum.

#### *Gesellschaftlich-normative Dimension*

Die gesellschaftlich-normative Dimension ist das eigentliche zivilisatorische Moment, das Facharbeit in seiner Nützlichkeit konstituiert. Jegliche Form berufsförmig-organisierter Arbeit dient im Kern der Generierung von Gebrauchswerten in Form von stofflichen Gegenständen, abstrakt-materialisierten Gegenständen oder aber auch Dienstleistungen zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse. Wo ein Bedarf ist, da wird zumeist auch Arbeit gebraucht. Die durch Arbeitsleistung generierten Gebrauchswerte stellen somit die Grundlage des sozioökonomischen Tauschhandels der Gesellschaft dar und werden zum Träger des dazugehörigen Tauschwertes (Preise, monetäre Vergütungen etc.). Nachhaltige Entwicklung als gesamtgesellschaftliches Paradigma und Leitidee zielt nun auf die global ausgerichtete Befriedigung menschlicher Bedürfnisse in der Gegenwart ab, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können (vgl. Hauff 1987, S. 46). Es gilt somit die Maxime, sowohl bei der Generierung als auch bei der Inanspruchnahme von Gebrauchswerten, die Erhaltung bzw. die Schonung natürlicher Lebensgrundlagen, die Sicherstellung intra- und intergenerationeller Gerechtigkeitsprinzipien und die Aufrechterhaltung einer wirtschaftlichen Leistung bereits jetzt als auch zukünftig zu gewährleisten. Die damit einhergehenden Herausforderungen beeinflussen sämtliche Lebensbereiche wie Politik, Recht, Wirtschaft, Bildung oder Kultur und wirken somit auch in und auf die Facharbeit als inhärenter Teil dieses gesamtgesellschaftlichen Gefüges. Andersherum sind die konkreten Wirkungen der durch Facharbeit erzielten nachhaltigkeitsverträglichen Gebrauchswerte erforderlich, um dieser Maxime gerecht zu werden.

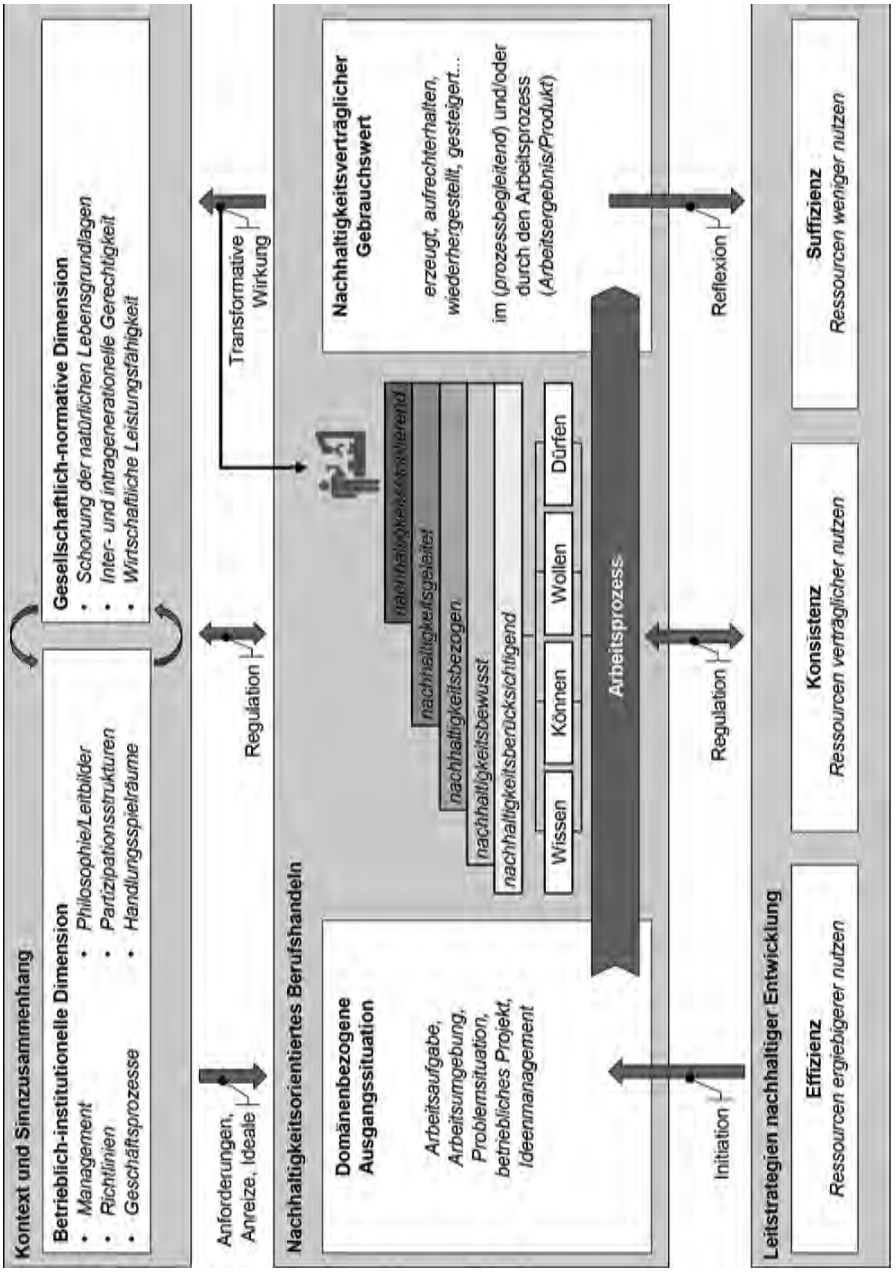



**Abbildung 37:** NaFa-Modell (Modell nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit)

*Betrieblich-institutionelle Dimension*

Unternehmen und Betrieben als organisierten Wirtschaftseinheiten kommt nun die gesellschaftlich zugewiesene Aufgabe zu, Güter oder Dienstleistungen, die zur Bedürfnisbefriedigung dienen, institutionalisiert her- oder bereitzustellen. Alleine aus dieser Aufgabenzuweisung erwächst eine besondere Verantwortung, da mit der Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung bestimmte Anforderungen sowohl an die Art der Her- oder Bereitstellung von Gütern oder Dienstleistungen als auch an diese selbst gestellt werden. Gleichzeitig sind die Unternehmen dazu angehalten, die eigenen wirtschaftlichen Absichten dauerhaft verfolgen zu können und sich langfristig nicht die eigenen ökologischen und sozialen Produktions- und Absatzgrundlagen zu entziehen. Sofern Fachkräfte in einem Unternehmen ihre Arbeitsleistung erbringen, um ihrerseits bestehende Bedürfnisse zu befriedigen, sind sie damit zugleich in eine *betrieblich-institutionelle Dimension* eingebettet, die ebenso durch die gesellschaftlichen Erwartungen und Forderungen geprägt wird. Sowohl die nachhaltigkeitsbezogenen Erwartungen und Forderungen als auch die damit verbundenen wirtschaftlichen Entwicklungschancen gehen mit einer spezifischen Ausformung des Wirtschaftens einher, die auch unter dem Begriff der gesellschaftlichen Unternehmensverantwortung (engl. kurz: CSR) geführt wird und als wesentliche Voraussetzung einer Green Economy gilt. In konsequenter Umsetzung zieht sich dieses Konzept durch sämtliche Unternehmensebenen und findet sich im normativen Management (Leitbilder, Verhaltenskodex etc.), in der Unternehmensstrategie (Nachhaltigkeitsziele und -kennzahlen, Produktpalette etc.), der Lieferkette und in den eigentlichen Kern- und Unterstützungsprozessen (Produktion, Instandhaltung) wieder, die als operative Geschäftsprozesse ohne gewerblich-technische Facharbeit kaum denkbar sind. Welche konkreten Wechselwirkungen zwischen der Ebene des Kontextes und Sinnzusammenhangs und der performativen Facharbeit bestehen, wird nachfolgend entlang der Modellebene des nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns aufgegriffen und konkretisiert.

### Ebene des nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns

Das Zentrum des Modells bildet die Ebene des nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns durch die wirkende Fachkraft. Auf dieser Ebene werden die subjektbezogene Komponente von Handeln und die dafür zu mobilisierende Kompetenz nicht als losgelöst von spezifischen objektiven und normativen Bedingungen und Sachverhalten verstanden, sondern als sich gegenseitig bedingend. Ohne praktisches Handeln bleibt nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit bloßer Wille oder eine vage Absicht, ohne positive Wirkung für Mensch und Natur. Das Können der Fachkraft ist in diesem Sinne nicht nur eine „erlernte" Voraussetzung zur nachhaltigkeitsorientierten Bewältigung des Arbeitsprozesses und zum Erreichen eines verträglichen Arbeitsergebnisses, sondern nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln wirkt selbst auf die fortwährende Kompetenz- und Persönlichkeitsentwicklung der Person ein.

Mit Blick auf die zu verrichtende Facharbeit bemisst sich nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln im Kern daran, im Rahmen der vorzufindenden domänenbezogenen Ausgangssituation durch die kompetent erbrachte Arbeitsleistung nachhaltig-

keitsverträgliche Gebrauchswerte im und durch den Arbeitsprozess zu erzielen, die mit betrieblichen und gesellschaftlichen, aber auch mit individuellen Wirkungen für die Fachkraft selbst einhergehen.

*Nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte*

Nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln, welches keine nachhaltigkeitsverträglichen Gebrauchswerte erzielt, kann kaum Wirkungen hervorbringen, die zur großen Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft beitragen. Die bewusste Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte im Unternehmen wird durch die antizipierte Vorwegnahme der damit einhergehenden transformativen Wirkungen entweder selbst zur primären Zielsetzung der Handlung oder aber stellt ein zusätzliches Moment in den Zielsetzungen dar, die an das zu erreichende Arbeitsergebnis geknüpft sind.

Die Forschungsergebnisse verdeutlichen, dass nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte *im und durch den Arbeitsprozess* von Fachkräften erzielt werden können. Damit tun sich zugleich zwei Pfade zur Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte auf, die bestenfalls komplementär beschritten werden, um die größtmöglichen transformativen Wirkungen für Unternehmen und Gesellschaft zu erzielen. Einerseits können nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte im Arbeitsprozess selbst erzielt werden, indem bspw. eine Fachkraft nach der Entnahme eines Bauteils aus einer CNC-Fräszelle den Austrag von KSS durch die Nassbearbeitung mit der korrekten Handhabung und dem Einsatz von rückführenden Abtropfvorrichtungen minimiert. Damit wird nicht nur der Stoffeinsatz in Form von KSS verringert, sondern zusätzlich werden Gefährdungen für Mensch und Natur minimiert. Der nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswert entsteht hierbei mit der spezifischen Handhabung und dem Umgang mit der Abtropfvorrichtung. Andererseits kann eine Fachkraft ebenso nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte durch den Arbeitsprozess erzielen, indem diese bspw. in der Montage von WEA beschäftigt ist und damit nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte vorrangig durch das zu erzielende Arbeitsergebnis (WEA) erzielt, das mit hohen transformativen Wirkungen für die Dekarbonisierung der Stromversorgung einhergeht. Nachhaltigkeitsorientierte Gebrauchswerte charakterisieren und konkretisieren damit in gewisser Form die nachhaltigkeitsorientierten Wirkungen von Facharbeit.

Nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte lassen sich somit selbst dann erzielen, wenn der Arbeitsgegenstand bzw. das hergestellte Produkt nur wenigen Nachhaltigkeitsansprüchen genügt. Im Umkehrschluss ist es ebenso möglich, dass Fachkräfte über das hergestellte Produkt (z. B. WEA) nachhaltige Wirkungen erzielen, der Arbeitsprozess selbst muss deshalb aber nicht nachhaltig umgesetzt worden sein (Störungen und Fehler erzeugt, Schmierstoffe nicht bedarfsgerecht eingesetzt, umweltgefährdende Stoffe nicht sachgerecht entsorgt etc.). Mit der Untersuchung wurde zudem deutlich, dass nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte und deren Wirkungen nicht nur durch die aufgebrachte Arbeitsleistung *erzeugt* (z. B. durch Herstellung von Umwelttechnologien), sondern ebenso *aufrechterhalten* (z. B. durch Wartung zur

Sicherstellung eines hohen Anlagenwirkungsgrades), *wiederhergestellt* (z. B. durch Instandsetzung oder Aufarbeitung von gebrauchten Altteilen) oder *gesteigert* werden können (z. B. durch eine Um- und Nachrüstung von Anlagen zur Steigerung der Energieeffizienz).

*Domänenbezogene Ausgangssituation*

Nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln ist auf betrieblicher Ebene an eine domänenbezogene Ausgangssituation geknüpft. Damit gehen Zielstellungen, Ansprüche, Freiheitsgrade und Anreize einher, die die Fachkraft im Betrieb vorfindet, subjektbezogen im Rahmen der eigenen Arbeitswelt reinterpretiert und letztendlich in eine Handlung überführt. Entscheidend für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit ist, dass mit der Ausgangssituation Anknüpfungspunkte und Potenziale einhergehen, die durch die Fachkraft im Rahmen ihrer Handlungsspielräume beansprucht oder gehoben werden können, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte im und durch den Arbeitsprozess zu erzielen.

Eine typische Ausgangssituation ist die *berufliche Arbeitsaufgabe*, die in einem beruflichen Handlungsfeld verankert und für den Beruf typisch ist. Wie auch bei den meisten anderen betrieblichen Ausgangssituationen liegt der Zweck zur Erfüllung der beruflichen Arbeitsaufgabe zunächst darin, die Geschäftsprozesse im Sinne der Unternehmensziele umzusetzen. Auch wenn viele der beruflichen Arbeitsaufgaben und Handlungsfelder die genannten Anknüpfungspunkte und Potenziale aufweisen, tragen bestimmte Arbeitsaufgaben durch ihren Zweck in besonderem Maße dazu bei, die Nachhaltigkeitsziele eines Unternehmens zu erreichen (z. B. Umsetzung eines Leckageaudits im Rahmen des betrieblichen Energiemanagements, um den Energieverbrauch in der Produktion zu senken). Auch die *Arbeitsumgebung*, in der die Arbeitsaufgaben bewältigt werden, weist tendenziell Nachhaltigkeitspotenziale auf, die durch die Fachkraft gezielt gehoben oder während der Bewältigung der Arbeitsprozesse beeinflusst werden können, um sowohl die Arbeitsbelastungen und Gefahren für sich und andere zu minimieren als auch den Ressourcenverbrauch zu senken.

Daneben können Fachkräfte Ausgangssituationen in Form von unvorhergesehenen und unstrukturierten *Problemsituationen* vorfinden, in denen nachhaltigkeitsorientierte Handlungen eigenständig umgesetzt werden können. Bspw. indem bei der Instandsetzung des technischen Systems A (Arbeitsaufgabe) festgestellt wird, dass das danebenstehende technische System B eine Ölleckage aufweist (unvorhergesehene Problemsituation), und diese eigenverantwortlich beseitigt wird, ohne dass diese Handlung selbst „extern" initiiert wurde oder Teil des ursprünglichen Arbeitsauftrags war. Problemsituationen sind dabei nicht zwangsläufig an einen technischen Defekt gekoppelt, sondern können sich gleichwohl auch in der Arbeitsorganisation oder bestimmten Abläufen manifestieren.

Ebenso können Fachkräfte in *betrieblichen Projekten* zur Verbesserung der betrieblichen Nachhaltigkeitsbilanz mitwirken. Häufig laufen diese Projekte parallel zu den routinierten Arbeitsaufgaben und erweitern die Umfänge der Facharbeit und die Verantwortlichkeiten der Fachkräfte. Exemplarisch hat die Untersuchung gezeigt, dass

Fachkräfte in Substitutionsprojekte des Umweltmanagements eingebunden sind, bei denen u. a. verträglichere Betriebs- und Hilfsstoffe (Schmier-, Reinigungs- und Konservierungsmittel etc.) in der Produktion erprobt und im Anschluss gemeinsam mit Vorgesetzten aus dem Umweltmanagement beurteilt werden.

Insbesondere in Großunternehmen stellt zudem das *Ideenmanagement* als Teil der betrieblich-institutionalisierten Partizipationsstrukturen eine überaus bedeutsame Ausgangssituation dar, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte abseits routinierter Arbeitsaufgaben zu erzielen. Fachkräfte agieren aufgrund ihrer beruflichen Expertise in moderierten und interdisziplinären Arbeitsgruppen (Gesundheits-, Qualitäts-, Energiezirkel etc.), wirken in wöchentlichen Shopfloor-Meetings an kontinuierlichen Verbesserungsprozessen (KVP) mit, liefern Verbesserungsvorschläge im Rahmen des betrieblichen Vorschlagswesens (BVW) hinsichtlich Abläufen, Materialfluss, Informationsfluss, prozessbezogener Verschwendungen, Ergonomie und Umweltschutz oder geben etwa Beschwerden über Hinweisgebersysteme auf, um den Arbeits- und Gesundheitsschutz sowie das solidarische Miteinander zu verbessern.

Damit sind an die Ausgangssituation und das dazugehörige berufliche Handeln nicht nur externe Zuständigkeiten und Anforderungen in Form sogenannter *Push-Faktoren* gebunden, sondern es bestehen ebenso *Pull-Faktoren* (offerierte Handlungsspielräume, -angebote und -anreize), die das freiwillige nachhaltigkeitsorientierte Berufshandeln tendenziell begünstigen können.

*Dimensionen nachhaltigkeitsorientierter Arbeitsprozesse*

Damit nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte erzielt werden können, ist die sich in räumlicher und zeitlicher Dimension vollziehende Interaktion der Fachkraft mit der Arbeitsumgebung und den dazugehörigen Repräsentationen in der Domäne erforderlich. Diese ist stets prozesshaft. Der Arbeitsprozess stellt somit das zentrale Bindeglied zur Überführung der Ausgangssituation in das angestrebte Ziel dar. In ihm manifestiert sich somit das konkrete performative und nachhaltigkeitsorientierte Berufshandeln. Die aus dem Arbeitsprozess hervorgehenden Arbeitsprozessdimensionen weisen dabei eigenständige Erklärungsqualitäten zur Charakterisierung nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns auf.

So prägen die externen *Anforderungen* nicht nur die Zielstellung oder die Ausgangssituation, sondern ebenso den Arbeitsprozess selbst. Damit ist gemeint, dass die Fachkraft das berufliche Handeln im Arbeitsprozess entlang der externen, aber auch der eigenen Anforderungen reguliert. In diesem Zusammenhang wurde u. a. in Abschn. 7.2.1 dargestellt, wie eine Fachkraft die betrieblichen Anforderungen in Form von Vorgaben aus der Arbeitsvorbereitung (AV) bewusst auf der Grundlage des eigenen Erfahrungswissens neu definiert, um das angestrebte Ziel in einem bestmöglichen Verhältnis zwischen hoher Stückzahl und Langlebigkeit der Robotereinheit zu erreichen. Durch die Reflexion der betrieblichen Anforderungen unter nachhaltigen Gesichtspunkten wurden somit die Vorgaben innerhalb des gestaltbaren Handlungsspielraumes und die Ausführung des Prozesses angepasst. Mit dem angeführten Beispiel zeigt sich zugleich der von Fischer (vgl. 2002, S. 75 f.) beschriebene Korridor

zwischen vorgegebener betrieblicher Arbeitsorganisation und der tatsächlichen betrieblichen Interaktionspraxis, bei dem die Erfahrungen der Fachkraft zwischen Theorie und Praxis vermitteln. Ebendieser Korridor weist gestaltende und kreative Momente für das nachhaltigkeitsorientierte Berufshandeln auf.

Ebenso nehmen die in der Facharbeit zum Tragen kommenden *Werkzeuge, Methoden, Verfahren* und *Arbeitsorganisationsformen* einen Einfluss auf die Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte. Fachkräfte können bspw. durch die Einstellung der Fertigungsparameter an einer CNC-WZM die Standzeit der Werkzeuge beeinflussen und somit den Werkzeugverbrauch reduzieren, greifen auf spezifische Methoden zurück, um technische Systeme zu optimieren (z. B. Optimierung vom Verbraucher zum Erzeuger bei Druckluftanlagen), setzen Verfahren wie die Minimalmengenschmierung zur Reduktion von KSS oder die Ultraschallleckageortung zur Identifikation energieintensiver Druckluftleckagen um und organisieren die Arbeitsabläufe zur Effizienzsteigerung nach bestimmten Prinzipien betrieblich eingesetzter Produktionssysteme (z. B. SMED bei Rüstvorgängen).

*Arbeitsgegenstände* können in unterschiedlichster Form vorliegen, die nicht zwangsläufig stofflicher Natur sein müssen. Bleibt man zunächst bei den stofflichen Arbeitsgegenständen, nehmen technische Systeme, egal ob Fertigungsmaschinen, Produktionsanlagen oder Versorgungs- und Fördertechnik, in der industriellen Arbeitswelt eine bedeutsame Stellung ein. Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit im Umgang mit technischen Systemen bezieht sich sowohl auf den effizienten und ressourcenschonenden Betrieb der Anlagen, die Gewährleistung der Betriebssicherheit und der ökologischen Verträglichkeit als auch auf die Verlängerung des Anlagenlebenszyklus. Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit ist in diesem Kontext durch nachhaltigkeitsrelevante und nachhaltigkeitsorientierte technische Systeme geprägt. *Nachhaltigkeitsrelevante technische Systeme* lassen sich durch hohe Betriebszeiten, einen hohen Energie- oder Materialverbrauch und die damit einhergehende Umweltbelastung kennzeichnen. Sie umfassen sowohl branchenspezifische Anlagen als auch sogenannte Querschnittstechnologien (z. B. Druckluftsysteme, Dampfkesselanlagen, Wärme- und Kälteanlagen, raumlufttechnische Anlagen etc.). Nachhaltigkeitsbezogene Arbeitsprozesse mit diesen Technologien beziehen sich u. a. auf das ressourcenschonende Fahren der Anlagen, die Um- und Nachrüstung (Retrofit) oder das regelmäßige Warten zur Sicherstellung eines möglichst hohen Anlagenwirkungsgrades. *Nachhaltigkeitsorientierte technische Systeme* lassen sich dadurch charakterisieren, dass bereits mit dem Einsatz bzw. Betrieb nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte erzielt werden. Bspw. integrieren Fachkräfte in Druckluftsystemen (nachhaltigkeitsrelevantes technisches System) u. a. Wärmerückgewinnungsmodule, Druckhaltesysteme oder Öl-Wasser-Trennsysteme (nachhaltigkeitsorientierte technische Systeme). Der Einsatz dieser technischen Systeme ermöglicht die Kreislaufführung, Ressourcenschonung, Verbesserung des Umweltschutzes und weiterführend die Reduktion von Emissionen durch einen verringerten Energieeinsatz.

*Entitäten nachhaltigkeitsorientierter beruflicher Handlungskompetenz*

Damit die Fachkräfte in und durch berufliche Arbeitsprozesse eine nachhaltige Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer, ökonomischer und ökologischer Verantwortung mitgestalten können, ist die Mobilisierung einer nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handlungskompetenz erforderlich. Entitäten wie Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten, Einstellungen, Werte, Interessen und Motive sind die dafür typischen Personenmerkmale der inneren Dimension von Kompetenz. Die äußere Dimension wird durch das explizite *Wissen, Können, Wollen* und *Dürfen* gebildet, die sich gemeinsam in der performativen Handlung manifestieren (vgl. Becker 2010, S. 55 f.). Besonders interessant und aufschlussreich wird die Betrachtung der einzelnen Entitäten und deren Wirken, wenn die Fachkraft Freiheitsgrade im Betrieb vorfindet, die eine freiwillige Beitragsleistung zur Etablierung nachhaltiger Produktionsstrukturen und -prozesse zulassen oder gar explizit offerieren.

Die Untersuchung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit gibt Aufschluss über vier *Wissenstypen*, die in unterschiedlicher Art auf das berufliche Handeln einwirken. Dazu zählen

- *Arbeitsprozesswissen,*
- *institutionelles Wissen,*
- *normatives Wissen* und
- *gesamtsystemisches Wissen*.

Damit nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte durch berufliches Handeln in der Domäne erzielt werden können, ist berufliches *Arbeitsprozesswissen* zur Bewältigung der beruflichen Aufgaben und Problemstellungen unerlässlich. Es stellt den konkret-praktischen Gegenstandsbereich des Wissens für die beabsichtigte Handlung dar (z. B. das benötigte Wissen zur Identifikation, Bewertung und Beseitigung von Leckagen). Fachkräfte haben allerdings nicht nur die Möglichkeit, im unmittelbaren Arbeitsprozess nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte zu erzielen, sondern können in einigen Unternehmen abseits der berufstypischen Arbeitsprozesse freiwillig in betrieblichen Partizipationsstrukturen und Optimierungssystemen mitwirken. Dafür ist die Zusammenführung der arbeitsprozessbezogenen Wissensbestände mit dem *institutionellen Wissen* erforderlich. Institutionelles Wissen umfasst Kenntnisse über die betrieblichen Organisationsstrukturen und -abläufe. Es befähigt dazu, betriebliche Handlungsspielräume auszumachen, organisatorische Abläufe und Strukturen in den Optimierungssystemen zu verstehen und sich darin einzubringen, um letztendlich betriebliche Verbesserungspotenziale institutionell organisiert und koordiniert zu heben. Dieser Wissenstypus umfasst ebenso Kenntnisse über die betrieblichen Nachhaltigkeitsbestrebungen und ist für die Einordnung des eigenen Handelns in die betrieblichen Projekte und Nachhaltigkeitsziele erforderlich. Er ermöglicht den Fachkräften somit die Beteiligung am Management des Shopfloors. Dieses Wissen trägt wesentlich dazu bei, dass Fachkräfte die Rolle als „berufspraktische Manager:innen des Shopfloors“ einnehmen können. *Normatives Wissen* ist zwar nicht für die funktionale Bewältigung von Arbeitsaufträgen erforderlich, kann aber sehr wohl die Motiva-

tion bzw. Bereitschaft für ein nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln beeinflussen. Normatives Wissen ermöglicht es der Fachkraft, erlernte und intersubjektiv anerkannte ethisch-moralische Konstrukte auf die eigene Domäne zu übertragen, um betriebliche Abläufe und das eigene Handeln zu bewerten. Dabei können sogenannte kognitive Dissonanzen (Wahrnehmung, dass bestimmte Berufshandlungen nicht zu ökologischen oder sozialen Wertvorstellungen passen) den Wunsch nach Veränderung hervorrufen, um diesen als unangenehm empfundenen Zustand aufzulösen. Ähnlich wie das normative Wissen ist *gesamtsystemisches Wissen* nicht unmittelbar für die funktionale Umsetzung des beruflichen Arbeitsprozesses notwendig, aber überaus bedeutsam, um für sich selbst begründen zu können, warum nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit relevant oder eine spezifische Verhaltensänderung erforderlich ist. Dieses Wissen kann somit die Willensbildung zur freiwilligen Umsetzung nachhaltigkeitsorientierter Berufshandlungen beeinflussen. Es ermöglicht die Erfassung ökologischer und sozialer Probleme und das Erkennen von Zusammenhängen zwischen betrieblich verorteter Facharbeit und dem Öko- sowie Gesellschaftssystem. Es wird zudem konstatiert, dass alle Wissenstypen bis zu einem gewissen Maße das Nachhaltigkeitsbewusstsein der Fachkräfte beeinflussen. Die unterschiedlich gelagerten Wissenstypen können gemeinsam ein Bewusstsein dafür schaffen,

- *dass ökologische und soziale Herausforderungen bestehen,*
- *dass das eigene Berufshandeln einen Einfluss darauf nehmen kann,*
- *dass dazu betriebliche Handlungsspielräume gestaltet werden können* und
- *dass über das nötige Wissen und Können verfügt wird, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte zu erzielen.*

Insbesondere für die freiwillige Beitragsleistung ist die nötige Handlungsbereitschaft erforderlich. Fachkräfte müssen also nicht nur auf Kenntnisse zugreifen können, sondern auch tatsächlich handeln *wollen*. Handlungsanreize stärken dabei die Handlungsbereitschaft und lassen sich in einem Kontinuum zwischen Fachkraft (subjektiv) und Betrieb (objektiv) verorten. Als Handlungsanreize gelten

- *Berufsethos,*
- *Arbeitsprozess,*
- *Informationsweitergabe/Feedbackkultur,*
- *Unternehmensausrichtung* und
- *betriebliche Anreize.*

Im *Berufsethos* spiegeln sich insbesondere Werte, Einstellungen, aber auch das Verantwortungsbewusstsein wider. Während einerseits Wertvorstellungen und Einstellungen durch die gesellschaftliche Sozialisation und individuelle Erziehung geprägt sind, bestehen andererseits betriebliche Ansätze zur Stärkung der Selbstverpflichtung (engl. Commitment), etwa indem Fachkräfte sich dazu bereit erklären, einen betrieblichen Verhaltenskodex zu befolgen (engl. Code of Conduct), oder Wertvorstellungen gezielt im Rahmen sogenannter Social Events gestärkt werden. Ebenso sind an das Berufsbild selbst Ideale geknüpft. Der *Arbeitsprozess* stellt ebenfalls einen Handlungsanreiz dar,

sofern die Fachkraft mit der Bewältigung des Arbeitsprozesses ihre eigene Selbstwirksamkeit zur Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte erfahren kann und das Beherrschen und Gestalten des Arbeitsprozesses Freude bereitet (z. B. die Freude, ein defektes Bauteil wieder durch eigenes Können repariert zu haben). Demzufolge erzielen Fachkräfte nicht nur transformative Wirkungen für die „externe" betrieblich-institutionelle und gesellschaftlich-normative Dimension, sondern es gehen mit dem nachhaltigkeitsorientierten Berufshandeln zugleich transformative Wirkungen für die Persönlichkeits- und Kompetenzentwicklung der Fachkräfte einher. Das Handeln selbst fördert seinerseits nicht nur die beruflichen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, sondern macht das positive Erleben und Erfahren der Wirkungen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit erst möglich und kann die eigene Handlungsbereitschaft stärken, sich fortwährend in betriebliche Nachhaltigkeitsaktivitäten einzubringen. Eine gelebte *Feedbackkultur* oder auch die *betriebliche Informationsweitergabe* (z. B. die jährlich erzielten Energie- und Emissionseinsparungen) werden zudem als ebenso motivierend empfunden wie *betriebliche Anreizsysteme* (ergebnisorientierte Vergütung, Sachprämien etc.) oder die *nachhaltige Unternehmensausrichtung*. Es zeigt sich dabei, dass die nachhaltige Ausrichtung des Unternehmens ein positiv empfundenes und identitätsstiftendes Moment für die Fachkräfte darstellen kann.

Auch wenn das erforderliche Wissen zum nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Handeln vorhanden ist und der Wille zum Handeln besteht, muss die Fachkraft dies *dürfen*. Damit eine Fachkraft innerhalb einer beruflichen Handlung eigenverantwortlich nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte erzielen kann, sind demzufolge Handlungsspielräume bzw. Freiheitgrade zur variablen Gestaltung sowie Strukturierung von Arbeitsprozessen erforderlich, die ein eigenständiges Treffen von Entscheidungen innerhalb personenbezogener und struktureller Rahmenbedingungen zulassen. Die Untersuchungsergebnisse legen nahe, dass vorrangig Fachkräfte, die nicht in hocharbeitsteilige und stark standardisierte industrielle Produktionsprozesse eingebunden sind, vergleichsweise weitreichende Handlungsspielräume angeben (z. B. Fachkräfte aus der Instandhaltung). Nichtsdestotrotz können auch Fachkräfte, die tendenziell eher in starre Arbeitsabläufe und -organisationsformen eingebunden sind, betrieblich-institutionalisierte Partizipationsmöglichkeiten im Betrieb vorfinden und diese auch beanspruchen. Dazu zählen sowohl Möglichkeiten zur Mitwirkung an betrieblichen Projekten und KVP als auch die Entwicklung und Einreichung von Ideen in das BVW oder das Nutzen von Hinweisgebersystemen. Damit es zu einer tatsächlichen freiwilligen Mitarbeit in betrieblichen Partizipationssystemen oder einer eigenständigen Änderung des Handelns kommt, erfolgt eine Abwägung zwischen Handlungsaufwand und zu erwartendem Nutzen. Dieser Nutzen muss nicht zwangsläufig monetärer Art sein, sondern kann sich auch in einem positiven Gefühlszustand durch Freude an der Arbeit, wahrgenommene Selbstwirksamkeit oder ein Zugehörigkeitsgefühl äußern. Ist der Handlungsaufwand allerdings zu hoch, können für die Fachkraft die antizipierten Nachteile überwiegen und letztendlich das nachhaltigkeitsorientierte Handeln konterkarieren. Dies ist bspw. der Fall, wenn die Fachkraft zwar Kenntnisse über Einsparungspotenziale von Ressourcen im Produktionsprozess hat, Nachhaltig-

keit den eigenen Wertvorstellungen entspricht und zudem ein BVW im Unternehmen besteht, dieses aber nicht niederschwellig genug ist (hoher bürokratischer Aufwand) und ggf. negative Erfahrungen durch das wiederholte Ablehnen von Vorschlägen gemacht wurden, die innere Handlungswiderstände bei der Fachkraft erzeugen.

Selbst wenn das Wissen, Wollen und Dürfen gegeben sind, verbleibt dennoch die Frage, ob die Fachkraft kompetent genug ist, um tatsächlich nachhaltigkeitsorientiert handeln zu *können*. Im Können liegt eine eigenständige Qualität, denn Könnerschaft setzt Praxis voraus und prägt diese zugleich. Durch Können wird die transformative Wirkung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit, die zuvor nur als eine potenzielle Möglichkeit oder Absicht vorlag, zur Wirklichkeit. Können, Wissen, Wollen und Dürfen äußern sich in der tatsächlichen Mobilisierung von Kompetenz im Medium der beruflichen Handlung. Dabei zeigt sich, dass das „gekonnte" nachhaltigkeitsorientierte Berufshandeln auf unterschiedlichen Kompetenzniveaustufen erfolgen kann und damit eine heterogene Könnerschaft besteht. Die Kompetenzniveaustufen sind an differierende Ansprüche und Anforderungen geknüpft, die nicht nur berufliches Können und Wissen zur Bewältigung domänenspezifischer Handlungssituationen voraussetzen, sondern auch Engagement zur betrieblichen Mitgestaltung einer CSR. Mit steigendem Anspruchs- bzw. Anforderungsniveau nehmen zumeist ebenso die Befugnisse in der Arbeitswelt zu und erweitern die betrieblichen Handlungsspielräume. Die insgesamt fünf identifizierten Niveaustufen reichen von der *nachhaltigkeitsberücksichtigenden* bis zur *nachhaltigkeitsetablierenden Facharbeit* und sind ausführlich in Abschnitt 8.1.2 beschrieben. Hervorzuheben ist, dass die Kompetenzniveaustufen keine festen Aussagen über die tatsächlichen transformativen Wirkungen der Berufshandlungen oder Arbeitsergebnisse zulassen, die für die Kompetenzniveaustufe charakteristisch sind. Bspw. kann eine Fachkraft, die an der arbeitsteiligen Montage von WEA beteiligt ist und dabei im Sinne der ersten Kompetenzniveaustufe gewissenhaft die nachhaltigkeitsrelevanten Hinweise der Arbeitsanweisungen berücksichtigt, über die Zeit bedeutsame nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte erzielen.

#### Ebene der Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung

Die Untersuchung der domänenbezogenen Umsetzung der drei *Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung* (Effizienz, Konsistenz und Suffizienz) gibt Aufschluss über die Anwendungsfälle und den Einfluss der Strategien auf das berufliche Handeln. Die Strategien nehmen einen herausragenden Stellenwert im NaFa-Modell ein, da sie das gesamte Handlungsgeschehen, angefangen von der Ausgangssituation und der damit verbundenen Zielstellung über den Handlungsvollzug bis hin zum Arbeitsergebnis, prägen können. Sie sind zwar ebenfalls – wenn auch nicht ausschließlich – als ein inkorporierter Bestandteil beruflicher Handlungen und Kompetenz zu begreifen, werden aber aufgrund der zentralen Bedeutung für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit in der Modellierung gesondert dargestellt.

Das *effiziente* Handeln der Fachkräfte sorgt für ein optimiertes Verhältnis zwischen Nutzen und Aufwand und damit für die Verbesserung des Input-Output-Verhältnisses durch die relative Senkung des Ressourceneinsatzes (hoher Wirkungsgrad

bzw. hohes Maß an Wirtschaftlichkeit). Die Strategie weist in den Unternehmen die mit Abstand höchste Akzeptanz auf und zielt vorrangig auf ökonomisch-ökologische Synergieeffekte ab, die aber nicht zwangsläufig mit dem höchsten Umweltentlastungspotenzial einhergehen. Nichtsdestotrotz bietet die Strategie vielfältige konkrete Handlungsansätze in der Domäne der Fachkräfte, angefangen von der Gewährleistung eines hohen Anlagenwirkungsgrades durch Inspektion und Wartung bis hin zur Sicherstellung eines optimalen Input-Output-Verhältnisses durch das frühzeitige Erkennen und Beseitigen von Qualitätsproblemen durch qualitätssichernde Maßnahmen (vgl. Abschn. 7.2.2.1).

Mit der Umsetzung der *Konsistenzstrategie* sorgen Fachkräfte dafür, die im Unternehmen erzeugten anthropogenen Stoff- und Energieströme entweder störsicher geschlossen oder vereinbar mit dem natürlichen Kreislaufsystem zu gestalten. Nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln im Sinne der Konsistenz zielt auf die Etablierung und Sicherstellung ökologisch verträglicher und humanverträglicher Arbeitsprozesse, Arbeitsumgebungen und Produktionsprozesse ab. Anzustrebendes Ziel ist die Vereinbarkeit von Natur, Arbeit und Technik. Die Verlangsamung, Schließung und Aufrechterhaltung von Energie- und Materialkreisläufen verringert Ressourcenaufwendungen, Abfälle und Emissionen und steigert somit ebenfalls für die Menschen die Verträglichkeit von Stoff- und Energieströmen. Domänenbezogene Beispiele sind die Aufarbeitung von Altteilen auf ein definiertes Qualitätsniveau zur Erzielung eines weiteren Produktlebenszyklus oder die Integration von Anlagen, Komponenten und Infrastruktur zur Wiedernutzbarmachung thermischer Energie durch Wärmerückgewinnung oder zur Kreislaufführung von Stoffströmen (vgl. Abschn. 7.2.2.2).

*Suffizientes* berufliches Handeln folgt der grundsätzlichen Frage nach der Notwendigkeit bzw. Erforderlichkeit von Aufwendungen und den damit verbundenen Nutzenaspekten. Dies geht zugleich mit der Frage nach dem „rechten Maß" bei der Beanspruchung von Ressourcen einher, um den absoluten Ressourceneinsatz in den Unternehmen zu senken und das Umweltentlastungspotenzial damit zu steigern. Mit dem Ansatz zur Verlängerung der Nutzungsphase tragen Fachkräfte u. a. durch die sach- und fachgerechte Handhabung von Werkzeugen und Vorrichtungen, das schonende Fahren von Produktionsanlagen und das Um- und Nachrüsten von Bestandsanlagen dazu bei, die Langlebigkeit der Betriebsmittel zu erhöhen. Von besonderer Relevanz sind sämtliche Instandhaltungsarbeiten, die auf die Sicherstellung einer hohen Anlagenlebensdauer abzielen. Zudem sorgen Fachkräfte für eine bedarfsgerechte Abstimmung von Handlungsabläufen und Anlagen nach dem Prinzip „So viel wie nötig, so wenig wie möglich". Der Ansatz zielt also auf die Abstimmung einer technischen Leistung oder Arbeitsleistung an den tatsächlich erforderlichen Bedarf ab (z. B. Vermeidung von Überbearbeitung und Überproduktion, die Wahl kurzer Transportwege, der Abbau redundanter und vermeidbarer Arbeitsabläufe). Suffiziente berufliche Handlungen erfolgen darüber hinaus durch den Austausch von veralteten Betriebsmitteln gegen moderne Substitute, die den absoluten Ressourcenaufwand reduzieren.

Die Strategien können sowohl explizit als auch implizit das berufliche Handeln durch ihre unterschiedlichen Funktionen bzw. Wirkmechanismen prägen. In einer

*handlungsinitiierenden Funktion* offenbaren sich die Strategien in den intendierten Zielen und antizipierten Ergebnissen im Rahmen der domänenbezogenen Ausgangssituation. Bspw. wird mit der Absicht zur Erzielung einer hohen Anlagenlebensdauer (Suffizienz) eine Anlagenwartung in Auftrag gegeben oder es erfolgt zur Steigerung eines höheren Anlagenwirkungsgrades (Effizienz) der kundenbezogene Auftrag zur Um- und Nachrüstung (Retrofit) einer Bestandsanlage. Auch in situativen und unvorhersehbaren Problemsituationen werden berufliche Handlungen initiiert, da bspw. ein Effizienzverlust festgestellt wird (z. B. durch einen plötzlichen Wirkungsgradverlust einer Produktionsanlage). In ihrer *handlungsbegleitenden Funktion* werden die Leitstrategien zu einem immanenten Bestandteil in der Verrichtung des Arbeitsprozesses. Die Leitstrategien äußern sich in diesem Fall durch regelbehaftete Verfahren, Methoden und Handlungsansätze, die dem Handeln im Arbeitsprozess inhärent sind und zusammen mit dem Wissen über die Arbeitsgegenstände, Werkzeuge, Arbeitsorganisation und objektiven Anforderungen (z. B. Qualitätsstandards) die performative Ausführung beruflicher Handlungen ebenfalls regulieren. Ihre *handlungsreflektierende Wirkung* zeigt sich in der Funktion als Reflexionsgrundlage zur Bewertung der erzielten Handlungsergebnisse und der transformativen Wirkungen der nachhaltigkeitsverträglichen Gebrauchswerte. Dies ermöglicht zugleich, alternative Lösungsmöglichkeiten abzuwägen, zu entwickeln und ggf. das Handeln neu danach auszurichten. Zudem kann die Reflexion der Handlungen und Handlungsziele anhand der drei Strategien dazu beitragen, aufkommende Rebound-Effekte vorausschauend zu vermeiden.

Die im NaFa-Modell zusammengeführten Erkenntnisse lassen die Schlussfolgerung zu, dass nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln

- *in berufstypischen Arbeitsprozessen und betrieblichen Partizipationsstrukturen unter Einsatz nachhaltiger Handlungsstrategien (Effizienz, Konsistenz, Suffizienz) innerhalb gestaltbarer Handlungsspielräume erfolgt;*
- *sich durch die berufsfachlich und arbeitsorganisatorisch adäquate, sozial und ökologisch verantwortungsvolle sowie verträgliche Interaktion mit den Repräsentationen der Domäne äußert;*
- *auf die Erzeugung, Aufrechterhaltung, Wiederherstellung oder Steigerung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte im und durch den Arbeitsprozess abzielt;*
- *normative und gesamtsystemische Reflexionsbezüge über die Grenzen der eigenen Domäne aufweist und*
- *zur Etablierung und Verstetigung betrieblicher Nachhaltigkeitsstrukturen und zur Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft beiträgt.*

## 9.2 Didaktisch-konzeptionelle Ansätze zur domänenbezogenen Ausgestaltung einer BBNE

Die didaktisch-konzeptionellen Ansätze für die domänen- bzw. berufsbezogene Ausgestaltung einer BBNE erfolgen auf der Grundlage der gewonnenen Forschungsergebnisse und schließen an das dargelegte Modell zur Charakterisierung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit aus dem vorherigen Abschnitt an. Die vorgeschlagenen Ansätze zielen nicht auf die Ablösung, sondern vielmehr auf die Weiterentwicklung bestehender Konzeptionen unter Beachtung domänenabhängiger Bezugspunkte ab. Somit stellen die allgemeinen berufspädagogisch-didaktischen Prinzipien (vgl. Kap. 2.3.3.1), der Ansatz einer arbeitsprozessorientierten Didaktik (vgl. Becker 2020, S. 367 ff.) und die didaktischen Leitlinien sowie Reflexionsdimensionen einer BBNE (vgl. Kastrup et al. 2012, S. 120; vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 131 ff.; vgl. Vollmer 2020, S. 206) die didaktischen Bezugs- und Ausgangpunkte der nachfolgenden Ausführungen dar.

Wie bereits geschildert, lässt sich eine BBNE nicht deduktiv aus dem Paradigma der nachhaltigen Entwicklung und den dazugehörigen Prinzipien ableiten, sondern ist domänenabhängig an konkrete berufliche Handlungsfelder und -situationen geknüpft (vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 138). Ziel einer modernen Berufsbildung ist die Förderung einer berufsbezogenen und berufsübergreifenden Handlungskompetenz sowie eine damit einhergehende Persönlichkeitsentwicklung, welche die Lernenden zur *„Erfüllung der Aufgaben im Beruf sowie zur nachhaltigen Mitgestaltung der Arbeitswelt und der Gesellschaft in sozialer, ökonomischer, ökologischer und individueller Verantwortung“* (KMK 2021, S. 10) befähigt. Um diesem Bildungsauftrag gerecht zu werden, ist für die intendierte Kompetenzentwicklung die Klärung der bildungsrelevanten Inhalte erforderlich. Es ist aus didaktischer Perspektive der Frage nachzugehen, welche *nachhaltigkeitsverträglichen Gebrauchswerte* wie und durch welche *Arbeitsprozesse* in den *Arbeitsaufgaben* und *Handlungsfeldern* der Domäne einerseits erzielt werden und welche *ökonomischen, sozialen und ökologischen Zusammenhänge und Auswirkungen* mit dem zugehörigen Berufshandeln andererseits verbunden sind (vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 139 f.).

Ausgangspunkt der vorgeschlagenen Ansätze zur domänenbezogenen Ausgestaltung einer BBNE ist zunächst die empirische Erschließung berufsbezogener Inhalte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit in der Arbeitswelt. Es wird also davon ausgegangen, dass das nachhaltigkeitsorientierte Berufshandeln in Verbindung mit den betrieblich-institutionellen Gegebenheiten selbst zum Untersuchungsgegenstand für die Ausgestaltung einer BBNE gemacht wird.

Klammert man zunächst an dieser Stelle die didaktische Jahresplanung aus, so sind die relevanten Berufsbildungsinhalte mithilfe didaktischer Analysen aus den zuvor empirisch ermittelten Inhalten zu bestimmen und unter Berücksichtigung der einzulösenden Zielsetzungen der Lernfeldbeschreibungen didaktisch aufzubereiten. Dazu gilt es, die in den Arbeitsaufgaben eingebetteten und in den Arbeitsprozessen umgesetzten beruflichen Handlungen in ihrer Mehrdimensionalität aus didaktischer

Perspektive zu erschließen, um die Lernenden für ebendieses Handeln in der Arbeitswelt zu befähigen (vgl. Becker 2020, S. 371).

Mit einer BBNE ist zudem der Anspruch verbunden, die Lernenden darin zu befähigen, die (Aus-)Wirkungen ihres eigenen Handelns zu reflektieren und in gesamtgesellschaftliche Zusammenhänge einzuordnen. Zielperspektive wird somit das Verstehen von Wechselwirkungen zwischen der Arbeitswelt und der Gesellschaft und den damit verbundenen Folgen für das Ökosystem. Entsprechend sind die Entwicklung eines fundierten Nachhaltigkeitsbewusstseins und die damit einhergehende Reflexionsfähigkeit als Bestandteil der beruflichen Handlungskompetenz durch eine BBNE zu ermöglichen (vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 142). Damit beides angemessen gefördert werden kann, sind die reflexiven Bezugspunkte in den berufsbildungsrelevanten Inhalten auszumachen und für die konkrete Gestaltung und Umsetzung nachhaltigkeitsorientierter Lernsituationen aufzugreifen. Sie stellen ein wesentliches didaktisches Moment dar, um die transformativen Wirkungen von Facharbeit zu einem diskursiven und motivationalen Unterrichtsgegenstand machen zu können.

Für die nachfolgenden konzeptionellen Überlegungen bestehen somit drei zentrale Bezugspunkte, die miteinander verschränkt als Rahmung zur domänenbezogenen Ausgestaltung einer BBNE vorgeschlagen werden (Abb. 38). Im Verlauf der konkreten Unterrichtsarbeit schließen sich daran weiterführende Überlegungen zur methodischen Umsetzung nachhaltigkeitsorientierter Lernsituationen und geeigneter Unterrichtsverfahren (vgl. Pahl & Pahl 2021) unter Berücksichtigung der anthropologisch-psychologischen und soziokulturellen Voraussetzungen und Folgen an (Bedingungsanalyse), die an dieser Stelle vorerst nicht weiter verfolgt werden.

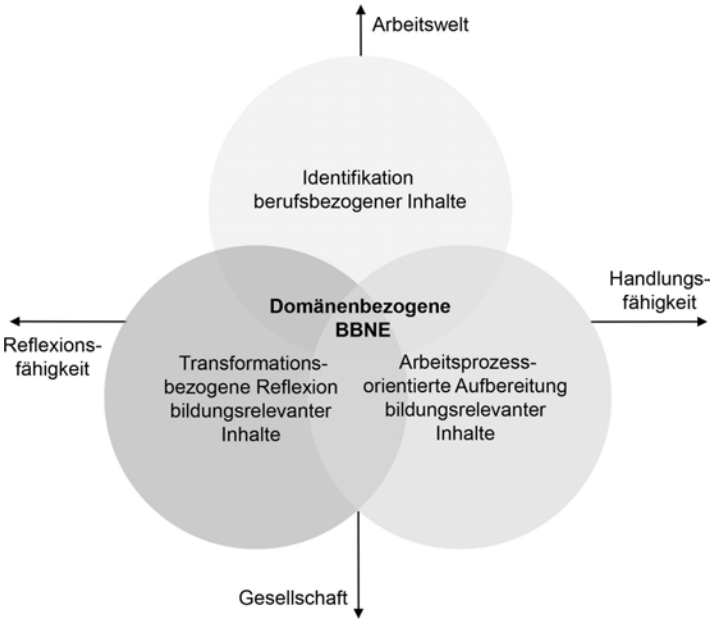



**Abbildung 38:** Gestaltungsrahmen einer domänenbezogenen BBNE

### Identifikation berufsbezogener Inhalte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit

Wird mit einer BBNE der bildende und zugleich transformative Charakter beruflicher Arbeitsprozesse hervorgehoben, so lässt sich die unmittelbar erfahrbare Arbeitswelt zu einem zentralen Ausgangpunkt nachhaltigkeitsorientierter Berufsbildungsprozesse erklären. Damit wird die empirische Erschließung der Arbeitswelt mitsamt den beruflichen Handlungsfeldern, Arbeitsaufgaben, Arbeitsprozessen, Kompetenzanforderungen und des betrieblichen Kontextes zugleich zu einer grundlegenden Aufgabenstellung für die Bestimmung der relevanten Berufsbildungsinhalte. Berufswissenschaftliche Instrumente und Methoden (vgl. Abschn. 4.1.1) können somit zur empirischen Identifikation realbetrieblicher und domänenbezogener Inhalte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit dienen. Zentrale empirische Bezugspunkte zur Bestimmung dieser Berufstheorie sind

- *profilgebende Inhalte nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit,*
- *berufliche Handlungsansätze zur Konkretisierung nachhaltiger Handlungsstrategien,*
- *nachhaltigkeitsorientierte berufliche Kompetenzen* und der
- *betriebliche Kontextbezug nachhaltigkeitsorientierter Berufshandlungen*.

#### *Profilgebende Inhalte nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit*

Es wird davon ausgegangen, dass jedem Beruf bestimmte profilgebende Inhalte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit mehr oder weniger zu eigen sind. Diese können in Abhängigkeit der Berufsprofile und Arbeitsaufgaben unterschiedlich ausgeprägt sein. Zur Identifikation der profilgebenden Inhalte können nachhaltigkeitsorientierte Analysekategorien nicht erst in der Konzeptionierung von Lehr-/Lernarrangements, sondern bereits im Rahmen der berufswissenschaftlichen Forschung eingesetzt werden. Die allgemeinberuflichen Reflexionsdimensionen nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns (vgl. Abschn. 2.3.3.2; vgl. Vollmer 2020, S. 206) können dafür als Analysekategorien dienen. Darüber hinaus liefern die identifizierten und beschriebenen Gegenstandsbereiche der domänenbezogenen Kernkompetenzen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit bedeutsame Bezugspunkte zur Analyse profilgebender Inhalte für die nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit in industriellen Metallberufen (vgl. Abschn. 8.2). Damit gilt es, neben den *berufstypischen Charakteristika* der Handlungsfelder und Arbeitsaufgaben ebenso die spezifischen *Anknüpfungspunkte* einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit auszumachen, die in Arbeitsprozessen und durch diese zur Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte beansprucht und gestaltet werden können.

Mit der vorliegenden Arbeit wurden zentrale profilgebende Inhalte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit in der Domäne der Industriemechaniker:innen entschlüsselt, die berufsbildungsbezogen aufgrund der gemeinsamen Kernqualifikationen aller Wahrscheinlichkeit nach für die weiteren industriellen Metallberufe von hoher Bedeutung sind. Insbesondere die identifizierten und beschriebenen Arbeitsaufgaben (vgl. Abschn. 7.2.3) liefern Inhalte zu den Arbeitsgegenständen, Methoden, Verfahren, Werkzeugen, Arbeitsorganisationsformen und Anforderungen sowie den

damit verbundenen Anknüpfungspunkten und Potenzialen einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit. Sie geben u. a. darüber Aufschluss, wie effiziente und humanverträgliche Arbeitsorganisationformen, ökologisch verträgliche Kreislaufführung, energie- und materialschonende Fertigungsverfahren und -abläufe, Substitutionsmaßnahmen, Ansätze zur Vermeidung ressourcenintensiver Verluste und Verschwendungen sowie zur Verlängerung der Anlagenlebenszyklen zum Tragen kommen oder etwa welche nachhaltigkeitsorientierten Technologien relevante Arbeitsgegenstände der Fachkräfte darstellen. Damit Berufsbildungsprozesse nicht künstlich mit Nachhaltigkeitsthemen überfrachtet oder abstrakte Nachhaltigkeitsinhalte deduziert werden, bietet die Vielzahl an identifizierten Anknüpfungspunkten und Potenzialen die Möglichkeit, didaktisch begründbare Schwerpunkte für die domänenbezogene Ausgestaltung einer BBNE zu setzen.

*Berufliche Handlungsansätze zur Konkretisierung nachhaltiger Handlungsstrategien*

Eine BBNE geht davon aus, dass die Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung (Effizienz, Konsistenz, Suffizienz) ebenfalls als zentrale Handlungsstrategien in den Arbeitsaufgaben und Arbeitsprozessen der Fachkräfte zum Tragen kommen (vgl. Abschn. 2.3.3.2). Entsprechend der Vielfalt beruflicher Arbeitsaufgaben kann die konkrete Umsetzung dieser Strategien eine hohe Variationsbreite aufweisen. So ist zwar die allgemeine Zielstellung eines effizienten Berufshandelns weitestgehend gleich (Erzielung eines optimalen Verhältnisses zwischen Ressourcenaufwand und Nutzen/Arbeitsergebnis), die konkreten Handlungsansätze zur Umsetzung der Strategien können aber höchst unterschiedlich ausgeprägt sein. Um eine Konkretisierung zu erzielen, gilt es entsprechend, entlang der Arbeitsaufgaben und Arbeitsprozesse festzustellen, wie sich effizientes, konsistentes und suffizientes Berufshandeln in Form beruflicher Handlungsansätze äußert.

Die identifizierten beruflichen Handlungsansätze in Abschnitt 7.2.2 zeigen auf, wie die Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung in der performativen Facharbeit ihre Anwendung finden. Sie können in Berufsbildungsprozessen zum integrativen Gegenstand von Aufgabenstellungen gemacht werden, um das intendierte Handlungsergebnis unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsstrategien zu erreichen. Zudem ist jede Kompetenzbeschreibung des domänenspezifischen Kompetenzmodells nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit mit einem Verweis auf die korrespondierende Leit- bzw. Handlungsstrategie versehen (vgl. Abschn. 8.1.4). Damit steht zusätzlich eine Vielzahl von Kompetenzbeschreibungen zur Verfügung, die Hinweise zur Anwendung und Wirkung der drei Leitstrategien geben und bedeutsame berufsbezogene Inhalte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit darstellen.

*Nachhaltigkeitsorientierte berufliche Kompetenzen*

Ansätze einer arbeitsprozessorientierten Didaktik stellen einen Zusammenhang zwischen den empirisch zu ermittelnden Gegenständen und Herausforderungen im Arbeitsprozess und den in der praktischen Arbeit identifizierbaren beruflichen Kompetenzen her, die für die Kompetenzentwicklung der Lernenden im Medium des Berufs

bedeutsam sind (vgl. Becker 2008, S. 2). Die Erzeugung, Aufrechterhaltung, Wiederherstellung oder Steigerung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte ist ohne Berufshandeln nicht möglich und erfordert von den Fachkräften die Mobilisierung vielfältiger beruflicher Kompetenzen. Im Rahmen berufswissenschaftlicher Forschung können insbesondere Arbeitsprozessanalysen zur Identifikation von beruflichen Kompetenzen eingesetzt werden, die zur Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte erforderlich sind. Zudem lassen sich die relevanten arbeitsprozessbezogenen Zusammenhänge für die Kompetenzentwicklung erschließen (vgl. Abschn. 4.2.5).

Mit der abgeschlossenen Untersuchung konnten berufliche Kompetenzen für ein nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln anhand der untersuchten Facharbeit empirisch rekonstruiert und beschrieben werden. Diese Kompetenzbeschreibungen wurden in Abhängigkeit der identifizierten beruflichen Arbeitsaufgaben und Kompetenzniveaustufen in ein domänenspezifisches Kompetenzmodell überführt und liefern vielfältige Anknüpfungspunkte für die intendierte Kompetenzentwicklung in Berufsbildungsprozessen (vgl. Abschn. 8.1.4). Aus dem Kompetenzmodell wurden zudem domänenbezogene Kernkompetenzen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit abgeleitet (vgl. Abschn. 8.2). Dazu zählen:

- *Arbeitsprozesse berufsfachlich und arbeitsorganisatorisch adäquat gestalten und verstetigen*
- *Energie- und Materialkreisläufe erfassen, verlangsamen und schließen*
- *Anlagen- und Produktlebenszyklen verlängern und erneuern*
- *Systemische Wechselwirkungen und Kausalitäten in Anlagen und*
- *Produktionsabläufen erfassen und verstehen*
- *Berufliche Problemstellungen unter mehrdimensionaler Perspektive analysieren und Entscheidungen ambiguitätstolerant treffen*
- *Produktionsprozesse bedarfsgerecht, verträglich sowie verlust- und verschwendungsarm umsetzen und mitgestalten*
- *Aktivitäten des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements partizipativ, kooperativ und engagiert mitgestalten*
- *Arbeits- und Geschäftsprozesse in betriebliche und gesamtgesellschaftliche Anforderungen einordnen und Mitarbeiterverantwortung übernehmen*

Die Kompetenzbeschreibungen liefern auf unterschiedlicher Abstraktionsebene Zielperspektiven und zugleich inhaltliche Anknüpfungspunkte für die kompetenzorientierte Umsetzung einer BBNE entlang realer Arbeits- und Geschäftsprozesse.

*Betrieblicher Kontextbezug nachhaltigkeitsorientierter beruflicher Handlungen*

Berufsbildung muss über eine reine Praxisorientierung hinausausgehen und das Arbeitsprozesswissen mit übergeordneten berufsbezogenen Strukturen zusammenführen (vgl. Becker 2020, S. 371; vgl. Fischer 2000, S. 146 ff.). Die betrieblich-institutionelle Dimension (vgl. Abschn. 9.1) stellt innerhalb der betrieblich orientierten Arbeitswelt relevante Kontextbezüge und übergeordnete betriebliche Sinnzusammenhänge und Strukturen (Nachhaltigkeitsstrategie, Nachhaltigkeitsziele, Verhaltenskodex, Umwelt-

und Energieprojekte, Managementsysteme etc.) der Facharbeit her. Daran geknüpft sind betriebliche Handlungsspielräume und Partizipationsstrukturen, die beansprucht und ausgestaltet werden können, um nachhaltigkeitsorientierte Gebrauchswerte auch abseits der berufstypischen Arbeitsprozesse auf dem Shopfloor zu erzielen. Fallstudien eigenen sich dabei als ein berufswissenschaftliches Instrument, um neben der Facharbeit ebenfalls die betriebliche Organisation sowie die betrieblichen Strukturen und Prozesse zu untersuchen, in denen die Facharbeit institutionell eingebettet ist (vgl. Abschn. 6.2). Zugehörige Erkenntnisse liefern Hinweise über die *betriebliche Interaktionspraxis* (vgl. Fischer 2002b, S. 76), die von Fachkräften aus den gesetzten betrieblichen Abläufen und Vorgaben zu entschlüsseln und in der Facharbeit selbst zu reinterpretieren ist.

Insgesamt wurden während der empirischen Erhebung zehn Fallstudien durchgeführt (vgl. Kap. 6). Die Fallstudienbeschreibungen liefern wichtige Anhaltspunkte für die domänenbezogene Konzeption von Berufsbildungsprozessen, die nicht nur die unmittelbaren beruflichen Sachzusammenhänge (Gegenstände, Werkzeuge, Methoden etc.), sondern auch die betrieblichen Sinnzusammenhänge herstellen (Nachhaltigkeitsziele, CSR-Felder, Partizipationsstrukturen, Managementsysteme etc.). Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse geben darüber Aufschluss, welche betrieblichen Nachhaltigkeitsziele und CSR-Felder in den untersuchten Produktionsunternehmen bestehen, welche betrieblichen Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele umgesetzt werden und in welche betrieblichen Partizipationsstrukturen und Optimierungssysteme (betriebliches Vorschlagswesen, kontinuierlicher Verbesserungsprozess, Energiezirkel etc.) oder Projekte des Nachhaltigkeitsmanagements die Fachkräfte eingebunden sind, um nachhaltigkeitsorientierte Produktionsstrukturen und -prozesse in den Unternehmen zu etablieren. Zudem wurden Methoden und Ansätze aus unterschiedlichen Produktionssystemen identifiziert, die insbesondere arbeitsorganisatorisch in den Arbeitsprozessen zur Anwendung kommen, um material- und energieintensive Verschwendungen zu vermeiden oder bspw. für eine hohe Gesamtanlageneffektivität zu sorgen (z. B. 5S/5A-Methode, Betreuung und Beratung autonomer Instandhalter:innen im Rahmen von TPM).

### Arbeitsprozessorientierte Aufbereitung bildungsrelevanter Inhalte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit

Mit dem zuvor beschriebenen Ansatz lassen sich berufsbezogene Inhalte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit erschließen, die für die domänenbezogene Ausgestaltung einer BBNE erforderlich sind. Die gewonnenen Inhalte sind demzufolge Forschungsergebnisse, die aus der Untersuchung der beruflichen Wirklichkeit der Fachkräfte resultieren. Um diese für den Unterricht und die damit zu erzielende Kompetenzentwicklung aufzubereiten und in lernförderliche Lernsituationen bzw. Lernaufgaben zu überführen, ist eine didaktische Analyse und Bewertung der gewonnenen Inhalte erforderlich.

Die identifizierten berufsbezogenen Inhalte (Arbeitsaufgaben und Arbeitsprozesse, nachhaltige Anknüpfungspunkte und Potenziale, Handlungsansätze, Hand-

lungskontext) einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit und die damit verbundenen Kompetenzanforderungen lassen sich einer *berufsdidaktischen Analyse* unterziehen. Damit wird beabsichtigt, die bildungsrelevanten Arbeitsaufgaben im Zusammenhang mit den beruflichen Handlungsabläufen und immanenten Arbeitsprozessdimensionen unter didaktischen Fragestellungen aufzuarbeiten, die dann mit den Zielsetzungen der Rahmenlehrpläne (Lernfelder) abzustimmen sind (vgl. Becker 2020, S. 371 f.). Dies ist deshalb bedeutsam, weil die Rahmenlehrpläne bzw. Lernfelder zwar eine Auskunft über Kompetenzziele und exemplarische Mindestinhalte liefern, aber als solche keine umfassenden Unterrichtsinhalte bereitstellen. Anspruch der berufsdidaktischen Analyse ist damit die didaktische Klärung der Inhalts- und Grundlagenfrage, ohne die Komplexität der beruflichen Wirklichkeit zu vernachlässigen (vgl. ebd., S. 374). Mit dem NaFa-Modell wurde herausgestellt, dass die Arbeitsprozessdimensionen eine eigenständige Erklärungsqualität zur Charakterisierung nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns aufweisen. Im Fall einer BBNE gilt es deshalb, bei den nachfolgenden didaktischen Fragestellungen insbesondere mitzudenken, welche Bedeutung die jeweilige Arbeitsprozessdimension für die Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte aufweist. Dazu kann ein Teil der arbeitsprozessbezogenen Kernfragen der berufsdidaktischen Analyse (vgl. ebd., S. 373) für die Ausgestaltung einer BBNE um nachhaltigkeitsbezogene Perspektiven erweitert werden. Diese Erweiterungen werden durch den Autor nachfolgend kursiv hervorgehoben:

- Welche Aufgaben- bzw. Problemstellungen sind für den Beruf unter Berücksichtigung des Entwicklungsstands der Schüler:innen prägend?
- Welche Arbeitsgegenstände werden im beruflichen Arbeitsprozess bearbeitet?
- Welche Werkzeuge kommen zum Einsatz und welche Funktion haben diese im Arbeitsprozess?
- Welche Methoden, Verfahren und *Strategien (Effizienz, Konsistenz, Suffizienz)* kommen zur Bearbeitung der Aufgabe im Arbeitsprozess zum Einsatz?
- Welche Arbeitsorganisation ist für den Arbeitsprozess notwendig und wünschenswert?
- Welche *ökologischen, sozialen und ökonomischen* Anforderungen stellen die Auftraggebenden, die Gesellschaft, der Gesetzgeber, der Betrieb, die Kollegschaft an die Facharbeit im Arbeitsprozess?
- Was ist das Ergebnis des beruflichen Arbeitsprozesses und wie ist dieses *hinsichtlich der transformativen Wirkungen* zu bewerten?

Die in Abschnitt 6.4 exemplarisch aufgeführten Arbeitsprozessanalysen liefern bereits Hinweise, wie berufsbezogene Inhalte entlang der Arbeitsprozessdimensionen aufbereitet werden können. Dadurch, dass die identifizierten beruflichen Kompetenzen einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit arbeitsprozessbezogen beschrieben wurden, lassen sich die angeführten Kernfragen bis zu einem gewissen Grad auf die Inhalte des Kompetenzmodells anwenden, um berufsbildungsrelevante Inhalte im Zusammenhang mit der Arbeitsaufgabe, den beruflichen Kompetenzen und der dafür erforderlichen Kompetenzentwicklung zu klären (vgl. Abschn. 8.1.4).

Didaktische Ansätze einer BBNE erfordern gestaltungsorientierte Ansätze, um für die nachhaltige Mitgestaltung von Arbeitswelt und Gesellschaft zu befähigen (vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 135). Damit eine Entfaltung der dafür erforderlichen Gestaltungskompetenz bei den Lernenden begünstigt wird, werden Kriterien für die Auswahl von konkreten Aufgaben(-stellungen) vorgeschlagen (vgl. Becker 2020, S. 374; vgl. Howe & Gessler 2018, S. 487 ff.). Nachfolgend soll aufgezeigt werden, wie die Forschungsergebnisse der vorliegenden Arbeit dazu beitragen können, diese Kriterien unter Berücksichtigung nachhaltigkeitsorientierter Bezugspunkte einzulösen. Das bestehende Kriterium der Nachhaltigkeit wird in diesem Zusammenhang gegen das Kriterium der Transformierbarkeit durch den Autor ersetzt und neu ausgerichtet, da Nachhaltigkeit als Leitprinzip sämtliche Kriterien konnotiert:

- *Entwicklungsförderlichkeit*
- *Ergebnisoffenheit*
- *Gestaltbarkeit*
- *Transformierbarkeit*

*Entwicklungsförderlichkeit*

Die Entwicklungsförderlichkeit soll einen Kompetenzzuwachs bei den Lernenden sicherstellen, indem eine graduell komplexer und anspruchsvoller werdende Bearbeitung der Aufgaben- und Problemstellungen ermöglicht wird. Die empirisch-rekonstruktive Kompetenzmodellierung der vorliegenden Arbeit (vgl. Abschn. 8.1.4) arrangiert die beruflichen Kompetenzen anhand der Arbeitsaufgaben (vertikal) und der identifizierten Kompetenzniveaustufen einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit (horizontal). Hiermit wird die Grundlage geschaffen, um berufliche Kompetenzen in Berufsbildungsprozessen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Anspruchsniveaus zu fördern. Die herausgearbeiteten Kompetenzniveaustufen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit (vgl. Abschn. 8.1.2) bieten dabei Anhaltspunkte für die Ausrichtung einer nachhaltigkeitsbezogenen Kompetenzentwicklung.

Lernsituationen mit höherem Anspruchsniveau sollten zudem Arbeitsgegenstände als Lerngegenstände aufweisen, bei denen die Lernenden für die erfolgreiche Problembearbeitung die Beziehungen und Abhängigkeiten aller Systemelemente berücksichtigen müssen. Facharbeit mit komplexen technischen Systemen erfordert somit ein Lernen in systemisch-technischen durch systemisch-technische Zusammenhänge. Damit Nachhaltigkeitspotenziale in der Domäne optimal gehoben werden können, müssen komplexe Zusammenhänge in technisch geprägten Systemen unter Berücksichtigung vor- und nachgelagerter Abläufe von den Fachkräften antizipiert und verstanden werden. Die damit verbundene Durchdringung technologischer, organisatorischer und informatorischer Beziehungsstrukturen der miteinander in Wechselwirkung stehenden Systemelemente ist eine wesentliche Voraussetzung, um verzö-

gerte Effekte, Rückkopplungen oder unbeabsichtigte Verstärkungen zu vermeiden.[60] Für die Gestaltung anspruchsvoller nachhaltigkeitsorientierter Lernsituationen ist deshalb insbesondere die *systemisch-technische Dimension* des Berufshandelns zu berücksichtigen (vgl. Abschn. 8.3).

*Ergebnisoffenheit*

Mit einer Ergebnisoffenheit sollten die gewählten Aufgaben Freiräume aufweisen, die eine unterschiedliche Aufgabenbearbeitung sowie verschiedene Lösungsansätze ermöglichen. Mit der vorliegenden Arbeit wurden unterschiedlichste Anknüpfungspunkte und Potenziale einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit entlang der Arbeitsaufgaben empirisch identifiziert (vgl. Abschn. 7.2.3). Sie liefern zugleich verschiedene Wege und Lösungsansätze, um nachhaltigkeitsorientierte Wirkungen in der Domäne zu erzielen, und lassen sich gezielt in Lernaufgaben aufgreifen.

*Gestaltbarkeit*

Mit dem Anspruch auf Gestaltbarkeit sollte die Aufgabe den Lernenden begreiflich machen, dass die Dimensionen der Facharbeit gesellschaftlich und technisch gestaltet und gestaltungsbedürftig sind. Sämtliche Arbeitsaufgaben (vgl. Abschn. 7.2.3) liefern dafür vielfältige Ansätze, wie eine derartige Gestaltung erfolgen kann (nachhaltige Produktgestaltung, Um- und Nachrüstung von Anlagen, Optimierung von Handlungs- und Produktionsabläufen, Mitwirkung in betrieblichen Partizipationssystemen, Mitwirkung an Freiwilligenprogrammen etc.). Die Lernenden können durch zugehörige Lernaufgaben erfahren, dass durch Engagement und berufliche Expertise eine partizipative Mitgestaltung nachhaltiger Produktionsstrukturen und -prozesse sowohl möglich ist als auch, dass dafür betriebliche Handlungsspielräume offeriert werden, die beansprucht und ausgestaltet werden können.

*Transformierbarkeit*

Mit der Transformierbarkeit werden zwei Ansprüche verbunden. Einerseits sollte die Aufgabe dazu beitragen, die Entwicklung neuer Bedeutungsperspektiven in der Arbeitswelt zu ermöglichen. Eigene Bedeutungsperspektiven und habitualisierte Rahmungen (z. B. Annahmen zur fehlenden Umsetzbarkeit nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit) können während der Bearbeitung der Lernaufgabe von den Lernenden erkannt, kritisch hinterfragt und ggf. verändert werden, um neue Blickwinkel auf eine nachhaltigkeitsverträgliche Arbeits- und Lebenswelt zu eröffnen und kritisch-emanzipierte Haltungen zu ermöglichen. Andererseits muss die Aufgabe Anknüpfungspunkte zur konkreten Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte aufweisen, die

60 Bspw. kann dazu das Druckluftsystem als Arbeits- und Lerngegenstand dienen, da dieses System aus unterschiedlichen Systemelementen besteht und als Querschnittstechnologie branchenübergreifend zum Einsatz kommt (Drucklufterzeugung, -speicher, -aufbereitung, -verteilung und -verbraucher etc.). Um eine möglichst umfassende Optimierung zu erzielen, sind systemisch-technische Prinzipien, wie bspw. die Optimierung vom Verbraucher zum Erzeuger, zu beherrschen. Die Auswirkungen der Änderungen auf Druckniveau, Menge und Qualität sind für eine bestmögliche Optimierung in Relation zu sämtlichen Systemelementen zu betrachten (bspw. kann ein erhöhter Druckluftverbrauch durch Änderungen am Druckluftverbraucher zum Überfahren des Kältetrockners führen, mit Systemschäden und Qualitätseinbußen als Folge).

in ihrer Nützlichkeit eine vergleichsweise hohe Vereinbarkeit mit den Nachhaltigkeitsdimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales aufweisen. In den nachhaltigkeitsverträglichen Gebrauchswerten selbst manifestiert sich dabei die transformative Wirkung von Facharbeit und wird somit für die Lernenden erfahrbar. Um dieses Kriterium angemessen zu berücksichtigen, können folgende Fragen gestellt werden:

- *Ermöglicht die gewählte Aufgabe es den Lernenden, verfestigte Bedeutungsperspektiven zu erkennen und ggf. zu überwinden?*
- *Welche konkreten nachhaltigkeitsverträglichen Gebrauchswerte lassen sich mit der Aufgabe erzielen und welche transformativen Wirkungen gehen damit einher?*

Häufig besteht die Annahme, dass Fachkräfte nur geringe Handlungsspielräume vorfinden, um nachhaltigkeitsorientierte Veränderungen im Unternehmen herbeizuführen, wie u. a. eine Befragung von Berufsschullehrkräften zeigt (vgl. Schütt-Sayed 2020, S. 465). Verstetigt sich diese Bedeutungsperspektive ebenfalls bei den Lehrenden und Lernenden, kann dies zu einer verringerten Akzeptanz gegenüber einer BBNE führen. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit geben hingegen darüber Aufschluss, wie nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte durch berufliches Handeln in der Domäne erzielt werden können, und zwar nicht nur in neuartigen, sondern ebenso in den bestehenden berufstypischen Aufgaben. Diese positiven Beispiele können explizit in den Lernaufgaben aufgegriffen werden, um konkrete Alternativen zu einem nicht nachhaltigen Handeln aufzuzeigen und verfestige Bedeutungsperspektiven und Habitualisierungen zu überwinden.

Mit der aufgezeigten Anwendung und Ausrichtung dieser vier Kriterien geht das Potenzial einher, Lernsituationen nicht nur nachträglich um Aspekte oder Perspektiven einer nachhaltigen Entwicklung zu ergänzen, sondern Berufsbildungsprozesse auf der Grundlage der empirisch identifizierten Merkmale einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit inhaltlich zu konzeptionieren und damit das nachhaltigkeitsorientierte Berufshandeln selbst zum inhaltlichen Ausgangspunkt der Lehr-/Lerngestaltung zu erklären.

#### Transformationsbezogene Reflexion bildungsrelevanter Inhalte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit

Eine domänenbezogene BBNE zielt darauf ab, die Lernenden darin zu befähigen, durch berufsbezogenes Wissen und Können konkrete nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte zu erzielen und zugleich mit einem fundierten Nachhaltigkeitsbewusstsein das eigene Handeln in gesamtgesellschaftliche Zusammenhänge und Problemfelder einzuordnen. Lernende sind dafür in die Lage zu versetzen, reflektiert und emanzipiert an der nachhaltigen Gestaltung von Arbeitswelt und Gesellschaft mitwirken zu können. Damit die Lehrenden und die Lernenden derartige Zusammenhänge herstellen können, müssen Bezüge zwischen dem konkreten beruflichen Handeln und dem normativen Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung in den Berufsbildungsprozessen hergestellt werden. Hierfür bieten sich insbesondere die *Reflexionsdimensionen nachhaltigen Berufshandelns* als weitere didaktische Analyseebene an (vgl. Abschn. 2.3.3.2). Anhand der Reflexionsdimensionen lassen sich bedeutsame Nachhaltigkeits-

bezüge herausarbeiten (vgl. Vollmer 2020, S. 205), die den beruflichen Arbeitsaufgaben, Arbeitsprozessen, Arbeitsergebnissen und letztendlich den Lernaufgaben zu eigen sind. Sie ermöglichen die reflexive Auseinandersetzung mit den (Aus-)Wirkungen, Folgen, Konflikten, aber auch den Chancen zwischen den Berufshandlungen und dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung während der Gestaltung und Umsetzung von Lernsituationen (vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018, S. 146):

- *Produkt- und Prozessdimension: Liefer- und Prozessketten sowie Lebenszyklen*
- *Strategische Dimension: Handlungsstrategien*
- *Zeitdimension: Auswirkungen auf die Zukunft*
- *Raumdimension: Auswirkungen auf andere*
- *Systemisch-normative Dimension: Soziales, Ökologie, Ökonomie*

Auf der Grundlage der gewonnenen Forschungsergebnisse lassen sich für die domänenbezogene Ausgestaltung einer BBNE ebenfalls spezifische Anforderungen für den Einsatz der Reflexionsdimensionen ableiten.

*Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung als durchgängiges Gestaltungs- und Leitprinzip handlungsorientierter Lernsituationen*

Leitstrategien in Form von Handlungsstrategien nehmen einen herausragenden und zentralen Stellenwert in der tatsächlichen Ausübung einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit ein. Sie stellen die strategische Dimension einer BBNE her (Abschn. 2.3.3). Die empirische Untersuchung zum Einsatz der Leitstrategien (Effizienz, Konsistenz, Suffizienz) gibt darüber Aufschluss, dass diese eine *handlungsinitiierende, handlungsbegleitende* und *handlungsreflektierende* Funktion für die nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit aufweisen. Sie bilden sich somit sowohl in der beruflichen Ausgangssituation (initiierend) als auch im Arbeitsprozess (begleitend/regulierend) ab und kommen darüber hinaus zur Bewertung der Arbeitsergebnisse (reflektierend) zur Anwendung (vgl. Abschn. 7.2.2.4).

Übertragen auf das Prinzip der Handlungsorientierung und der vollständigen Handlung kommen die Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung nicht nur als Handlungsstrategien im Planen, Entscheiden und Ausführen zum Tragen, sondern können zugleich eine Handlungs- bzw. Lernsituation auftragsbezogen in der Phase des Informierens begründen (z. B. Auftrag zur Effizienzsteigerung eines technischen Systems durch Wechsel der Elektromotoren) und darüber hinaus zur nachhaltigen Reflexion bei der Kontrolle und Bewertung der vollrichteten Handlung bzw. des Handlungsergebnisses dienen. Suffizienz, Effizienz und Konsistenz können in jeder Phase der vollständigen Handlung mitgedacht werden und sollten als ein zentrales didaktisches Gestaltungsprinzip einer handlungsorientierten Berufsbildung begriffen werden.

*Rebound-Effekte als integratives Reflexionsmoment der strategischen Dimension*

Nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln zielt in erster Linie auf die Erzeugung, Aufrechterhaltung, Wiederherstellung oder Steigerung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte ab. Werden mögliche *Rebound-Effekte* bei geplanten beruflichen Hand-

lungen und Arbeitsaufgaben nicht reflektiert und berücksichtigt, kann die erwünschte Ressourceneinsparung geschmälert werden (vgl. Abschn. 3.1.5.1; vgl. Abschn. 7.2.2.1). Bei der Konzeption und Umsetzung nachhaltigkeitsorientierter Lernsituationen sollten Rebound-Effekte insbesondere im Kontext der *strategischen Dimension* als bedeutsame integrale und reflexive Bestandteile berücksichtigt werden. Dazu ist der gesamte Anlagenlebenszyklus während der Betrachtung technischer Systeme und geplanter Maßnahmen zu berücksichtigen. In Lernsituationen mit höherem Anspruchsniveau können dabei nicht nur lineare Zusammenhänge (Energieeffizienzmaßnahme führt nicht zur erwünschten Energieeinsparung), sondern auch multivariable Zusammenhänge diskutiert werden (Energieeffizienzmaßnahme führt zwar zu erwünschten Energieeinsparung, aber gleichzeitig auch zu erhöhtem Verschleiß, einer verringerten Lebensdauer und damit zu erhöhtem Material- und Kapitaleinsatz durch potenzielle Neuanschaffungen). Dies eröffnet zugleich die Möglichkeit der reziproken Betrachtung von Ansätzen der Effizienz, Suffizienz und Konsistenz.

*Beruflichkeit als Nachhaltigkeitspotenzial mit eigenständiger Qualität*

Eine adäquate berufliche Arbeitsweise gilt als eine wesentliche Voraussetzung, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte in den Arbeitsprozessen zu erzielen. Entscheidend ist dabei nicht nur die Aufbringung einer Arbeitsleistung zur Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte, sondern dass ebenso eine berufsfachlich und methodisch korrekte sowie anforderungsgerechte Facharbeit durch die Mobilisierung fundierter beruflicher Kenntnisse, Verfahren, Methoden und Ansätze erbracht wird. Berufliches Können und Wissen erlaubt demzufolge nicht nur, die richtigen Dinge zu machen, sondern die Dinge richtig zu machen (vgl. Abschn. 7.2.1.2; vgl. Abschn. 8.2). Die in der Facharbeit institutionalisierten Muster und im Berufsethos verankerten Vorstellungen über „Werte und Pflichten“ im Beruf weisen damit eine eigene Qualität für die Etablierung und Verstetigung nachhaltiger Strukturen im Unternehmen auf (vgl. Abschn. 7.2.1.4).

Eine BBNE sollte entsprechend nicht nur bei den beruflichen Handlungsfeldern und Arbeitsaufgaben, sondern ebenso beim Selbstverständnis der angehenden Fachkräfte ansetzen (Persönlichkeitsentwicklung). Häufig liegt bereits sowohl in den inkorporierten Mustern eines Berufes als auch in dem damit verbundenen Berufsethos ein Nachhaltigkeitspotenzial, das bewusst in Berufsbildungsprozessen adressiert werden kann. Während in der Berufsausbildung von kaufmännischen Berufen das Ideal des „ehrbaren Kaufmanns“ aufgegriffen werden kann, lassen sich mit Pflegeberufen insbesondere soziale bzw. philanthropische Gebrauchswerte in Verbindung bringen. Ebenso liegt es angehenden Industriemechanikern und Industriemechanikerinnen tendenziell „nah“, Altteile für einen weiteren Produktlebenszyklus aufzuarbeiten, weil diese Aufgabe gemeinhin im Interessensgebiet der Lernenden liegt, ihnen wahrscheinlich Freude bereitet und zudem das Berufsethos und Selbstverständnis der Lernenden adressiert (fähig sein, etwas Defektes zu reparieren). Nachhaltigkeitsorientierte Gebrauchswerte können somit um ihrer selbst willen erzielt werden. Die verantwortungsbewusste Vermeidung ressourcenintensiver Verschwendungen und Verluste, die Sicherstellung einer hohen Anlagenlebensdauer und des geforderten Umwelt-

schutzes oder die Abwendung berufstypischer Unfall- und Gefahrenpotenziale sind damit nicht nur bedeutsame Nachhaltigkeitsansätze, sondern zugleich auch wertige und integrale Bestandteile adäquater und professioneller Beruflichkeit. Berufsbildungsprozesse sollten Lernende dabei unterstützen, ein derartiges Selbstverständnis zu entwickeln und den Wert ihrer Berufswahl für eine nachhaltige Entwicklung zu erkennen. Die *Berufsdimension* (vgl. Abschn. 8.3) stellt damit selbst bedeutsame Reflexionsbezüge her und liegt in gewisser Weise quer zur den bestehenden Reflexionsdimensionen einer BBNE.

*Betrieblich-institutionelle Dimension als Reflexionsdimension nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit*

Die Untersuchungsergebnisse weisen darauf hin, dass Fachkräfte u. a. Handlungsspielräume in Form betrieblicher Partizipationsstrukturen und Optimierungssysteme (KVP, BVW etc.) beanspruchen, durch das CSR-Management betriebliche Projekte (Substitution umweltgefährdender Stoffe) und berufliche Arbeitsaufgaben (energetische Um- und Nachrüstung von Bestandsanlagen) initiiert werden oder etwa durch das normative Management (Nachhaltigkeitsziele, Verhaltenskodex etc.) spezifische Anforderungen an das berufliche Handeln gestellt werden. Entsprechend gilt es der Frage nachzugehen, in welchen betrieblich-institutionellen Kontext die zu reflektierenden Arbeitsaufgaben und Arbeitsprozesse überhaupt eingebettet sind. Dieser kann zwischen Handwerk und Industrie, aber auch zwischen den Sektoren sehr unterschiedlich beschaffen sein. Gerade der Kontext schafft für die Lernenden übergeordnete betriebliche Sinnzusammenhänge und ermöglicht die authentische Kontextualisierung von Lernsituationen. Die *betrieblich-institutionelle Dimension* legitimiert und akzentuiert auf betrieblicher Ebene die nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit.

Deshalb wird die Berücksichtigung der *betrieblich-institutionellen Dimension* (vgl. Abschn. 8.2; vgl. Abschn. 9.1) als eigenständige Reflexionsdimension vorgeschlagen. Diese Dimension stellt nicht nur einen relevanten Kontextbezug der Facharbeit dar und setzt berufliches Handeln in übergeordnete betriebliche Sinnzusammenhänge, sondern gibt ebenso Aufschluss über die betrieblichen Partizipationsstrukturen, die beansprucht werden können, um nachhaltigkeitsorientierte Gebrauchswerte zu erzielen. Lernende sollten mit diesen Strukturen vertraut gemacht und darüber hinaus befähigt werden, in diesen Strukturen mitzuwirken. Dazu sollten Team-, Kommunikations- und Projektmanagementfähigkeiten ebenso gefördert werden wie die kreative und fachgerechte Ideenfindung und das Verstehen der Organisations- und Beteiligungsabläufe in diesen Strukturen. Die betrieblich-institutionelle Dimension liefert auf betrieblicher Ebene die Antworten auf die Fragen,

- *warum nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit im Betrieb erfolgt,*
- *welche betrieblichen Anforderungen an eine derartige Arbeit gestellt werden* und
- *welche betrieblichen Handlungsspielräume mitgestaltet werden können*.

## 9.3 Empfehlungen für eine transformative Ausrichtung der Ordnungsmittel

Damit die Berufsbildung den veränderten Qualifikationsbedarfen in der Arbeitswelt gerecht werden kann, erfolgt in Neuordnungsverfahren die Anpassung oder Neuentwicklung von Ordnungsmitteln dualer Ausbildungsberufe (vgl. KMK 2020, S. 7). Berufswissenschaftliche Forschung kann in diesem Entwicklungsprozess einen Beitrag zur Klärung der Berufsbildgestaltung und Curriculumkonstruktion liefern.

Die dargelegten Forschungsergebnisse geben darüber Aufschluss, dass CSR aufgrund der identifizierten wettbewerbsorientierten, regulativen, technologischen und beschäftigungsorientierten Treiber einen zunehmend wichtigen Stellenwert in der strategischen und operativen Ausrichtung der untersuchten Fallunternehmen einnimmt (vgl. Abschn. 7.1.1). Die konsequente Umsetzung einer CSR zielt dabei auf alle Unternehmensebenen und damit auch auf die operative Unternehmensebene ab, wodurch Facharbeit als zentraler Bedingungsfaktor für die erfolgreiche Etablierung und Verstetigung nachhaltigkeitsorientierter Produktionsstrukturen und -prozesse gewertet wird (vgl. Abschn. 7.1.2). Damit verbunden ist eine grüne Berufsakzentuierung in der untersuchten Facharbeit feststellbar (vgl. Abschn. 7.1.3). Insbesondere beruflich qualifizierten Fachkräften, die sowohl mit betrieblichen Abläufen, vorhandenen Technologien als auch der Infrastruktur vertraut sind und darüber hinaus die Bereitschaft aufweisen, sich aktiv in die betrieblichen Partizipationsstrukturen einzubringen, kommt in diesem Transformationsprozess die Rolle als „Gatekeeper“ zu (vgl. Abschn. 7.1.2). Für ein derartiges Berufshandeln ist die Mobilisierung unterschiedlichster domänenbezogener Kompetenzen erforderlich.

Damit die bestehenden Anforderungen einer nachhaltigen Transformation eine Verbindlichkeit für die Gestaltung von Berufsbildungsprozessen erhalten und der sich abzeichnende Qualifikationsbedarf Berücksichtigung findet, wird die Modernisierung der Ordnungsmittel von industriellen Metallberufen als erforderlich angesehen. Einerseits würden somit die modernisierte Standardberufsbildposition „Umweltschutz und Nachhaltigkeit“ und der nachhaltigkeitsorientierte Bildungsauftrag (vgl. KMK 2021, S. 10) als zentrale Gestaltungsansprüche zum Tragen kommen. Andererseits besteht damit die Möglichkeit, weiterführende Gestaltungsempfehlungen in zukünftigen Neuordnungsverfahren aufzugreifen. Die nachfolgenden Empfehlungen zielen auf eine kontext- und domänenbezogene Verankerung von BBNE ab, bei der Nachhaltigkeit nicht als isoliertes „Zusatzthema“, sondern als grundlegendes berufspädagogisch-didaktisches Prinzip der Berufsbildung verstanden wird.

Die nachfolgenden Gestaltungsempfehlungen beziehen sich auf die vorgegebenen Strukturierungs- und Formulierungsansätze für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule aus dem Jahr 2021 (vgl. KMK 2021). Die Ausführungen geben demzufolge gestaltungsbezogene Impulse zur transformativen Ausrichtung der Ordnungsmittel für den Berufsschulunterricht. Für die inhaltliche Verankerung von bildungsrelevanten Nachhaltigkeitsbezügen in den Rahmenlehrplänen der industriellen Metallberufe

liefern die Forschungsergebnisse der vorliegenden Arbeit vielfältige Bezugspunkte (vgl. insbesondere Kap. 7 & Kap. 8).

**I. Transformative Wirkung bestehender Lernfeldbeschreibungen explizieren**

Nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte werden durch berufliches Handeln in der Domäne erzeugt, aufrechterhalten, wiederhergestellt oder gesteigert. Ein Teil dieser Handlungen ist zwar bereits den einzulösenden Zielsetzungen (Kompetenzziele) und Handlungsbeschreibungen der Lernfelder zu eigen, die Relevanz für die Etablierung nachhaltiger Produktionsstrukturen und -prozesse ist aber aufgrund der fehlenden Nachhaltigkeitsbezüge häufig nicht unmittelbar erkennbar. Dies erschwert dem Berufsbildungspersonal die Ausgestaltung einer domänenbezogenen BBNE.

Für die Formulierung der Lernfelder sind die beruflichen Handlungen unter Berücksichtigung der damit korrespondierenden Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten sowie Problemlösestrategien entlang der Phasen der vollständigen Handlung zu beschreiben und zu gliedern. Hinzukommend sind „Denkhandlungen" zur Begründung und Reflexion der Handlungen auszuweisen (vgl. KMK 2021, S. 25 f.). Um dem Berufsbildungspersonal die Antizipation und Identifikation von Nachhaltigkeitsaspekten zu erleichtern, sollten die Beschreibungen hinsichtlich ihrer nachhaltigkeitsverträglichen Gebrauchswerte und Wirkungen geprüft werden. Darauf aufbauend kann den Beschreibungen der Lernfelder, wo es angebracht erscheint, eine Wirkungskategorie hinzugefügt werden, um die *nachhaltigkeitsorientierte Wirkung* der Handlung zu kennzeichnen.

So ließe sich exemplarisch die Beschreibung *„Die Schülerinnen und Schüler setzen technische Systeme instand"* aus Lernfeld 9 des bestehenden Rahmenlehrplans für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker:in (vgl. KMK 2018b, S. 17) in folgende Beschreibung überführen: *„Die Schülerinnen und Schüler setzen technische Systeme instand, um kostspielige Stillstandzeiten zu minimieren, den Anlagenlebenszyklus zu verlängern und ressourcenintensive Neuanschaffungen zu vermeiden. Sie reflektieren die Bedeutsamkeit der Instandsetzung anhand des 4R-Ansatzes einer Kreislaufwirtschaft (Reduce, Reuse, Repair, Recycle)."* Eine derartig modifizierte Beschreibung macht die nachhaltigkeitsorientierten Wirkungen von Instandsetzungsarbeiten kenntlich. Durch die hinzugefügte „Denkhandlung" wird der Impuls gesetzt, Zusammenhänge zwischen Facharbeit und einer nachhaltigen Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft reflexiv mit den Lernenden aufzuarbeiten (in diesem Fall die Bedeutung der Instandsetzung für die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft). Die Inhalte des domänenspezifischen Kompetenzmodells nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit (vgl. Abschn. 8.1.4) liefern dazu eine Vielzahl differenzierter Hinweise zu den Wirkungen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit entlang der bestehenden Handlungsfelder und Arbeitsaufgaben.

**II. Neuartige Anknüpfungspunkte nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit sowohl integrativ als auch additiv in bestehende Lernfeldbeschreibungen abbilden**

Die identifizierten beruflichen Handlungsfelder und Arbeitsaufgaben (vgl. Abschn. 7.2.3) weisen zum Teil höchst unterschiedliche Anknüpfungspunkte und Potenziale auf, um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte in den Unternehmen durch berufliches Handeln zu erzielen. Es wird daher empfohlen, die identifizierten Anknüpfungspunkte und Potenziale nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit aus Abschnitt 7.2.3 mit den Lernfeldbeschreibungen abzugleichen, thematische und handlungsbezogene Anbindungsmöglichkeiten zu identifizieren und diese gezielt in die Lernfeldbeschreibungen zu integrieren, ohne dabei eine künstliche Überfrachtung herbeizuführen.

Die identifizierten Anknüpfungspunkte und Potenziale können aufgegriffen werden, um Nachhaltigkeit als *integratives Moment* in den zu beschreibenden Handlungen der Lernfelder und der damit verbundenen Kompetenzentwicklung zu verankern. Mit der Untersuchung konnte u. a. aufgezeigt werden, dass für die Herstellung von Blechzuschnitten die intelligente Verschachtelung von Bauteilen zur Verschnittminimierung und zur Reduzierung der Rüstzeiten führt (Potenzial/Anknüpfungspunkt), wodurch sich der Materialeinsatz und die Fertigungskosten deutlich verringern lassen (nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte/Wirkungen). Für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker:in lässt sich dies exemplarisch wie folgt in eine nachhaltigkeitsorientierte Handlungsbeschreibung für das bestehende Lernfeld 8 (Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen; vgl. KMK 2018b, S. 16) überführen: *„Die Schülerinnen und Schüler planen für die Durchführung eines Fertigungsauftrags die materialschonende Verschachtelung von Formen, erstellen händische Skizzen und softwarebasierte Anordnungen, präsentieren ihre Ergebnisse und diskutieren unter Gesichtspunkten wie Ressourceneffizienz und Rüstzeit alternative Lösungsmöglichkeiten."*

Die identifizierten Handlungsansätze einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit (vgl. Abschn. 7.2.2) geben zudem konkrete Auskunft darüber, wie die Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung in der auszuführenden Facharbeit ihre Anwendung finden. Um Nachhaltigkeit zu einem domänenbezogenen und integrativen Moment der Lernfelder zu machen, sollten die erhobenen Handlungsansätze ebenfalls dort, wo es passend erscheint, in den Handlungsbeschreibungen der Lernfelder berücksichtigt werden. Entscheidend ist, dass alle drei Nachhaltigkeitsstrategien (Effizienz, Konsistenz und Suffizienz) mit ihren jeweils eigenständigen Qualitäten angemessen abgebildet werden.

Darüber hinaus bieten die *verbindlichen Mindestinhalte* der Lernfelder zusätzlich die Möglichkeit, technologische, organisatorische und prozessbezogene Nachhaltigkeitsaspekte nicht nur integrativ, sondern ebenfalls additiv in den Lernfeldbeschreibungen aufzugreifen. Die verbindlichen Mindestinhalte sollten deutlich stärker als bisher beansprucht werden, um bedeutsame „Mindestinhalte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit", wie bspw. Energieeffizienzklassen von Elektromotoren, Ansätze zur nachhaltigen Produktgestaltung, ressourcenintensive Verschwendungs- und Verlustarten oder etwa ressourcenschonende Verfahren in der Produktherstellung bzw. Fertigung, in den Lernfelder zu verankern.

### III. Betriebliche Organisationsstrukturen und -systeme schaffen Kontextbezüge nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit und sind umfassender, als bisher in den Lernfeldern zu berücksichtigen

In den Ordnungsmitteln bestehen vorrangig Bezüge zur Qualitätssicherung, die zumeist aber auf die konkrete Anwendung von Prüfplänen, Prüfmitteln und die Bewertung von Prüfergebnissen begrenzt sind. Die eigentliche Einordnung der Facharbeit in das betriebliche Qualitätsmanagement bleibt aus. Eingesetzte Managementsysteme und -ansätze, Partizipationsstrukturen sowie Produktionssysteme schaffen in den Unternehmen aber häufig gerade eine kontextschaffende betrieblich-institutionelle Rahmung für eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit. Sie erlauben den Lernenden die Einordnung beruflicher Handlungen in übergeordnete betriebliche Sinn- und Organisationszusammenhänge und sollten deshalb in den Lernfeldern mit den beruflichen Handlungen in Beziehung gesetzt werden. Neben der Klärung des Sinns und des Kontextes der Facharbeit bieten diese zudem vielfältige Möglichkeiten zur Ausgestaltung von Lernsituationen und Unterrichtsverfahren, die sich auf authentische Arbeitssituationen im Kontext dieser Organisationsstrukturen und -systeme beziehen (z. B. Planung und Umsetzung eines Druckluft-Leckageaudits im Kontext des betrieblichen Energiemanagements).

Insbesondere das Lernfeld 15 „Optimieren von technischen Systemen“ (vgl. KMK 2018b, S. 23) bietet weitreichende Potenziale zur Berücksichtigung der betrieblich-institutionellen Organisationsstrukturen und -systeme, die bisher nur unzureichend ausgeschöpft sind. Die bestehende Lernfeldbeschreibung greift gleich zweimal zu kurz. Erstens besteht eine Konzentration auf technische Systeme. Es zeigt sich aber vielmehr, dass Fachkräfte nicht nur an der Verbesserung technischer Systeme, sondern ebenso an der institutionell-koordinierten Optimierung der Produktions- und Arbeitsprozesse mitwirken. Zweitens ist der zentrale Gegenstand in dem genannten Lernfeld das betriebliche Vorschlagswesen (BVW). Damit wird die Vielfalt der Partizipations- und Optimierungssysteme in ihrer Komplexität nur unzureichend abgebildet. Neben dem BVW sind Fachkräfte ebenso zur Realisierung der betrieblichen Nachhaltigkeitsstrategie in unterschiedliche Projekte der Managementsysteme eingebunden (z. B. natur- und gesundheitsverträgliche Substitutionsprogramme von Betriebsstoffen im Kontext des Umweltmanagements, Leckagemanagement im Rahmen des Energiemanagements, interne Auditierungen). Fachkräfte agieren zudem in moderierten und interdisziplinären Arbeitsgruppen (Qualitätszirkel, Energiezirkel etc.) und wirken bspw. in wöchentlichen Shopfloor-Meetings am kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) mit, um kollaborativ Abläufe, Materialfluss, Informationsfluss, prozessbezogene Verschwendungen, Ergonomie sowie den bestehenden Arbeits- und Umweltschutz zu verbessern.

Fachkräfte vergleichen dafür in der Gruppe Ist- und Soll-Zustände, analysieren bestehende Defizite und Probleme unter nachhaltigen Gesichtspunkten, erarbeiten Lösungsideen, setzen diese um und kontrollieren gemeinsam mit Fachvorgesetzten den Erfolg durchgeführter Maßnahmen. Dazu müssen Fachkräfte auch mit Instrumenten des visuell unterstützten Shopfloor-Managements (Shopfloor-Management-

Boards, Kanban-Board, Mängelkartensystem etc.) vertraut sein. Fachkräfte werden damit ein Stück weit zu *berufspraktischen Manager:innen des Shopfloors*. Diese anforderungsbezogene Verschiebung hin zur systematischen Optimierung von technischen Systemen *und* Produktions- und Arbeitsprozessen ist insbesondere bei Lernfeldern mit gesteigertem Anforderungsniveau stärker als bisher aufzugreifen. Mit Blick auf das Lernfeld 15 „Optimieren von technischen Systemen" (vgl. KMK 2018b, S. 23) gilt es somit den Fokus zu erweitern und das Lernfeld auf das „Optimieren von technischen Systemen und Prozessen" entlang ökologischer, sozialer und ökonomischer Gesichtspunkte neu auszurichten.

### IV. Handlungs- und Lernfelder in der Industriemechanik neu ausrichten

Der Ausbildungsberuf Industriemechaniker:in weist die Handlungsfelder Herstellen, Montieren, Instandhalten und Automatisieren von technischen Systemen auf (vgl. KMK 2018b, S. 6). Eine Anpassung und Neuausrichtung der Handlungsfelder des Berufsbildes unter Berücksichtigung der zugehörigen Arbeitsaufgaben kann dazu beitragen, die Verortung der betrieblich vorzufindenden Aufgaben- oder Problemstellungen angemessen abzubilden. Die durchgeführte Untersuchung verdeutlicht, dass Fachkräfte kaum isolierte Arbeitsaufgaben zur Automatisierung oder Digitalisierung umsetzen, sondern diese zumeist in produktions- oder instandhaltungsbezogene Arbeitsaufträge eingebunden sind und demzufolge unter den Handlungsfeldern Produktionsmanagement und Instandhaltung subsumiert werden können (z. B. Integration und Vernetzung von Sensorik und IoT Gateways für die kontinuierliche Zustandsüberwachung der Anlagenparameter im Rahmen einer zustandsorientierten Instandhaltung). Insbesondere dem Handlungsfeld der Instandhaltung kommt zur Etablierung und Verstetigung nachhaltigkeitsorientierter Produktionsstrukturen eine herausragende Bedeutung zu. So ist das Instandhaltungspersonal nicht nur für die Verlängerung des Anlagenlebenszyklus und die Sicherstellung eines hohen Anlagenwirkungsgrades verantwortlich ist, sondern ebenfalls für das Umrüsten, Nachrüsten und Optimieren von technischen Systemen. Zudem sorgen die Fachkräfte für die Aufarbeitung von Altteilen. Aufgrund der aufgezeigten Alleinstellungsmerkmale sollte die Aufarbeitung insbesondere im Kontext der Nachhaltigkeit als eigenständiges Handlungsfeld und Arbeitsaufgabe stärkere Betrachtung erfahren. Zudem sind Fachkräfte neben ihren berufstypischen Arbeitsaufgaben in Unternehmensaktivitäten eingebunden, die zur Mitgestaltung und Verstetigung des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements und der Erreichung betrieblicher Nachhaltigkeitsziele dienen.

Entsprechend werden *„Fertigung & Montage"*, *„Instandhaltung"*, *„Produktionsmanagement"*, *„Aufarbeitung"* und *„Nachhaltigkeitsmanagement"* als berufliche Handlungsfelder einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker:in vorgeschlagen. Das Handlungsfeld *Nachhaltigkeitsmanagement* weist dabei eine hohe inhaltliche Anschlussfähigkeit an das Lernfeld 15 bei entsprechender Erweiterung (siehe vorherige Empfehlung) auf. Auch das *Um- und Nachrüsten von Bestandsanlagen* (engl. kurz: Retrofit) ist eine bedeutsame Arbeitsaufgabe im Rahmen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit und erfordert entweder ein eigenständiges

Lernfeld oder zumindest die Substitution unter das aktuell bestehende Lernfeld 15. Sowohl die geschäfts- und arbeitsprozessbezogenen Alleinstellungsmerkmale von *Aufarbeitungsprozessen* als auch die herausragende Relevanz für eine Kreislaufwirtschaft erfordern die Entwicklung eines eigenständigen Lernfeldes *„Aufarbeiten von technischen Systemen"*. Sowohl die Handlungsfeld- und Arbeitsaufgabenbeschreibungen (vgl. Abschn. 7.2.3) als auch das domänenspezifische Kompetenzmodell nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit (vgl. Abschn. 8.1.4) bieten dafür vielfältige inhaltliche Bezugspunkte.

**V. Digitalisierung und Nachhaltigkeit als verzahntes Moment von Facharbeit etablieren, wobei Nachhaltigkeit als Ziel und Digitalisierung als Weg zu begreifen ist**

Mit der letzten Teilnovellierung der Metall- und Elektroberufe im Jahr 2018 wurde eine Anpassung der Ausbildungsinhalte der industriellen Metall- und Elektroberufe sowie des Ausbildungsberufes Mechatroniker:in an die Anforderungen einer Industrie 4.0 vorgenommen.

Für eine Vielzahl der untersuchten nachhaltigkeitsorientierten Berufshandlungen sind elektrotechnische und informationstechnologische Kenntnisse und Fähigkeiten in unterschiedlichen beruflichen Arbeitsaufgaben und Handlungsfeldern nötig (z. B. Um- und Nachrüstung zur Modernisierung von Bestandsanlagen). Anlagenmodernisierungen werden u. a. zur Umsetzung digitalgestützter Instandhaltungsstrategien vorgenommen (z. B. Fernwartung, kontinuierliche Zustandsüberwachung, prädiktive Instandhaltung), um nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte durch einen effizienten Anlagenbetrieb und die ressourcenschonende Verlängerung des Anlagenlebenszyklus zu erzielen.

Bedeutsam ist an dieser Stelle, dass Digitalisierung kein Selbstzweck ist – sie dient dem Menschen und hat sich demzufolge daran zu messen, inwieweit sie zu einer sozial und ökologisch verträglichen Befriedigung menschlicher Bedürfnisse beiträgt, ohne die natürlichen und sozialen Lebensgrundlagen zu gefährden. Digitalisierungsansätze können durchaus zur Etablierung nachhaltigkeitsorientierter Produktionsstrukturen und -prozesse beitragen, wenn diese verantwortungsvoll und unter Abwendung möglicher Rebound-Effekte zum Tragen kommen (vgl. Nagel 2020, S. 37 ff.). Es wird daher empfohlen, Digitalisierung und Nachhaltigkeit als verzahntes Moment in den Ordnungsmitteln aufzugreifen. Modernisierte Lernfeldbeschreibungen sollten deshalb nicht nur die bedeutsamen digitalgestützten beruflichen Handlungen herausstellen, sondern darüber hinaus bei den Lernenden ein Bewusstsein über die Wechselwirkungen zwischen Digitalisierung und Nachhaltigkeit schaffen. Dabei sind insbesondere mögliche Rebound-Effekte der Digitalisierung zu berücksichtigen. Eine derartige Beschreibung im Lernfeld könnte exemplarisch lauten: *„Die Schülerinnen und Schüler reflektieren die geplanten Maßnahmen eines digitalen Retrofits einer Bestandsanlage unter besonderer Berücksichtigung möglicher Rebound-Effekte (Energiebedarf, Fehleranfälligkeit, Wartungsaufwand, Datensicherheit)."*

### VI. Kompetenzniveaustufen einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit für die spiralcurriculare Kompetenzentwicklung berücksichtigen

Die KMK fordert eine Lernfeldkonzeption, die eine Zunahme des Anspruchsniveaus und der Komplexität in den Lernfeldern und zugehörigen Lernfeldformulierungen abbildet, damit während des Ausbildungsverlaufs die Kompetenzentwicklung spiralcurricular erfolgen kann (vgl. KMK 2021, S. 26).

Die identifizierten Kompetenzniveaustufen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit (vgl. Abschn. 8.1.2) bieten eine Orientierung für einen spiralcurricularen Ansatz, der einer nachhaltigkeitsorientierten beruflichen Entwicklungslogik unter Berücksichtigung der subjektiven, objektiven und normativ-institutionellen Bezüge von Facharbeit folgt. Damit wird nicht der Anspruch verbunden, alle Kompetenzniveaustufen im Rahmen der beruflichen Erstausbildung zu „meistern". Insbesondere die höheren Stufen erfordern umfangreiche berufliche Expertise. Dennoch können die Gegenstandsbereiche aller fünf Kompetenzniveaustufen unter angemessener didaktischer Aufbereitung vielfältige Perspektiven für eine nachhaltigkeitsorientierte Kompetenzentwicklung liefern. Es wird daher empfohlen, die identifizierten Kompetenzniveaustufen für einen spiralcurricularen Aufbau nachhaltigkeitsorientierter Rahmenlehrpläne als Gestaltungsgrundlage zu berücksichtigen.

# 10 Schlussbetrachtung

„Das Problem ist nicht, dass wir mehr Wohlstand wollen.
Das Problem ist, dass wir Wohlstand durch materiellen Besitz definieren."

Dennis Meadows

Abschnitt 10.1 dient dazu, die zentralen Inhalte, Ergebnisse und Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit zusammenzufassen. Darauf aufbauend werden Forschungsbedarfe dargelegt, die mit der durchgeführten Forschung aufgedeckt werden konnten (vgl. Abschn. 10.2). Das Kapitel endet mit einem kurzen Ausblick (vgl. Abschn. 10.3).

## 10.1 Zusammenfassung

Mit der vorliegenden Arbeit wurde die nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit in industriellen Metallberufen anhand des Berufsbildes Industriemechaniker:in untersucht. Ausgangspunkt der Untersuchung war die zentrale und leitende Forschungsfrage:

*„Wie äußert sich nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln in der Domäne industrieller Metallberufe und welche Nachhaltigkeitsbezüge sind auf der personenbezogenen und betrieblich-institutionellen Ebene von Facharbeit feststellbar?"*

Die Fragestellung umfasst einen mehrdimensionalen und komplexen Forschungsgegenstand. Der explorative Zugang wurde deshalb sowohl auf die performativen und damit beobachtbaren beruflichen Handlungen ausgerichtet als auch auf die Personenmerkmale des Kompetenzkonstrukts. Zusätzlich wurden die objektiven bzw. institutionalisierten Merkmale in den Fallunternehmen eruiert, um die nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit in kontextgebende Sinn- und Sachzusammenhänge einordnen zu können.

Um einen differenzierten Erkenntnisfortschritt zu erzielen, wurden aus der zentralen Fragestellung, unter Berücksichtigung identifizierter Forschungsdesiderata, zugehörige Teilforschungsfragen im *ersten Kapitel* abgeleitet. Mit einem explorativen Forschungsansatz wurden diese auf drei analytischen Forschungsebenen untersucht, die in der realen Arbeitswelt miteinander verschränkt sind – die Ebene der strategischen und operativen Unternehmensorganisation, die Ebene der Arbeitsprozesse in der Domäne und die Ebene des Subjekts als individuell handelnde Fachkraft.

Unter Einsatz unterschiedlicher berufswissenschaftlicher Forschungsmethoden wurde die Erhebung in zehn Fallunternehmen des verarbeitenden Gewerbes durchgeführt. Mit dem Forschungsvorhaben erfolgte die empirisch gestützte Annäherung an das Phänomen einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit und das damit verbundene Berufshandeln, um zur Erweiterung des bestehenden Theorie- und Forschungs-

stands beizutragen. Ein praxis- und verwertungsorientiertes Gestaltungsinteresse bestand zudem in der Generierung empirisch abgesicherter Impulse zur Verankerung und Ausgestaltung einer domänenbezogenen BBNE für die industriellen Metallberufe.

Facharbeit ist in ein komplexes und historisch gewachsenes Beziehungsgeflecht eingebunden. Im *zweiten Kapitel* erfolgte deshalb eine theoretische Rahmung des Forschungsgegenstandes in das Gesellschafts-, Wirtschafts- und Berufsbildungssystem. Neben der angemessenen Einordung des Forschungsgegenstands ließen sich damit forschungsleitende sowie forschungsreflektierende Anforderungen für die Untersuchung ableiten. Mit der Betrachtung der nachhaltigen Entwicklung als gesellschaftlich-normative Rahmung von Facharbeit wurde zunächst eine phänomenologische Annäherung an den Komplexbegriff „Nachhaltigkeit" vorgenommen und die Genese einer nachhaltigen Entwicklung aufgearbeitet. Zudem erfolgte eine vertiefte nachhaltigkeitstheoretische Auseinandersetzung mit den Nachhaltigkeitsdimensionen und unterschiedlichen Modellen sowie Ausprägungsformen einer nachhaltigen Entwicklung. Facharbeit erfolgt gemeinhin in einem Unternehmen, weshalb ebenso die nachhaltige Unternehmensentwicklung als betrieblich-institutionelle Rahmung von Facharbeit theoretisch aufgearbeitet wurde. Dazu wurde u. a. der Ansatz einer Green Economy und einer gesellschaftlichen Unternehmensverantwortung (CSR) dargelegt, Nachhaltigkeit aus der Perspektive der betrieblichen Wertschöpfungsprozesse beleuchtet und des Weiteren wurden Gründe für eine nachhaltige Unternehmensentwicklung herausgestellt. Die dritte und letzte theoretische Rahmung stellt die berufspädagogisch-didaktische Rahmung nachhaltiger Arbeits- und Lebenswelten dar. Facharbeit basiert im Kern auf dem Erlernen der für die Ausübung des Berufes erforderlichen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten und impliziert die Internalisierung zugehöriger Werte und Einstellungen, die für das Berufsethos als typisch gelten. Das Gleiche gilt entsprechend für nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit. Bildung gilt als Schlüsselfunktion einer nachhaltigen Entwicklung. Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE) stellt einen didaktischen Ansatz dar, um Lernende

> „zur Erfüllung der Aufgaben im Beruf sowie zur **nachhaltigen** Mitgestaltung der Arbeitswelt und der Gesellschaft in sozialer, ökonomischer, ökologischer und individueller Verantwortung, insbesondere vor dem Hintergrund sich wandelnder Anforderungen [zu befähigen]" (KMK 2021, S. 14; H. d. V.).

Neben der Genese und dem Stand der strukturellen Verankerung einer BBNE wurde die Bedeutsamkeit einer BBNE für die große Transformation und die Erreichung der 17 SDGs ebenso dargelegt wie didaktisch-konzeptionelle Ansätze einer BBNE. Die theoretischen Bezugspunkte einer BBNE wurden zudem zum Ausgangspunkt gemacht, um Impulse und Empfehlungen für die strukturelle Verankerung und didaktische Ausgestaltung einer domänenbezogenen BBNE zu entwickeln.

Nach erfolgter theoretischer Rahmung des Forschungsgegenstandes wurde im *dritten Kapitel* das Phänomen des nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns für die Untersuchung anhand der bestehenden Theorie charakterisiert und konkretisiert.

Mit dem Ziel, ein domänenspezifisches Kompetenzmodell für die nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit von Industriemechanikern und Industriemechanikerinnen zu entwickeln, erfolgte darüber hinaus die Auseinandersetzung mit dem Komplexbegriff „Kompetenz" und der interdependenten Beziehungsstruktur zwischen Kompetenz und Performanz. Dazu wurden auch etablierte Kompetenzmodelle und -konzepte für ein nachhaltiges Handeln vorgestellt und diskutiert. Unter Zuhilfenahme von Modellvorstellungen zum beruflichen Handeln und beruflicher Kompetenz sowie zum nachhaltigen Handeln wurden konstitutive Entitäten herausgearbeitet, die zur Untersuchung der Personenmerkmale der Fachkräfte und der betrieblichen Handlungsspielräume dienten. Abschließend wurde das forschungsrelevante Berufsbild Industriemechaniker:in vorgestellt, das nach erfolgter Begründung als repräsentativer Vertreter der industriellen Metallberufe für die Untersuchung ausgewählt wurde.

Im *vierten Kapitel* wurden der Forschungsansatz und das Forschungsdesign beschrieben. Zudem wurden die berücksichtigten Kriterien zur Sicherstellung der Forschungsqualität erläutert. Durch die interdisziplinäre Ausrichtung der Untersuchung fußt die vorliegende Arbeit auf einem berufswissenschaftlichen Forschungsansatz (vgl. Becker & Spöttl 2015b, S. 71), der zugleich um zentrale Paradigmen und Prinzipien der Nachhaltigkeitswissenschaft erweitert wurde. Mit Betriebserkundungen wurden die Produktionsstrukturen und -prozesse sowie die Organisationsstruktur in den Unternehmen gesichtet und erste forschungsrelevante Arbeits- und Geschäftsprozesse selektiert. Zur Untersuchung spezifischer Forschungsgegenstände (z. B. Motive, Einstellungen zur nachhaltigen Entwicklung von Arbeit, Betrieb und Gesellschaft) wurden leitfadengestützte Experteninterviews mit Vertretern und Vertreterinnen der leitenden und operativen Ebene durchgeführt. Für die Exploration der konkreten Facharbeit erfolgten zusätzlich Arbeitsprozessanalysen unter Einsatz von Arbeitsbeobachtungen und handlungsorientierten Fachinterviews. Zudem wurden zahlreiche situative Expertengespräche mit den Fachkräften auf dem Shopfloor geführt. Die Ergebnisse wurden einer „kommunikativen Validierung" von Vertreter:innen der leitenden und produktiven Ebene der Fallunternehmen unterzogen. Dazu wurden u. a. Mikro-Experten-Facharbeiter-Workshops während der Fallstudien eingesetzt.

Im Anschluss an den analytisch-deskriptiven und methodischen Teil der vorliegenden Arbeit folgten im *fünften Kapitel* die Ergebnisse der Sektoranalyse. Dazu wurden die allgemeinen Strukturen und die Entwicklung des verarbeitenden Gewerbes ebenso auf der Basis erfolgter Dokumentenanalysen analysiert wie die nachhaltigen Trends in den Unternehmen. Aus den Ergebnissen wurden Kriterien zur repräsentativen Platzierung von Fallstudien für den weiteren Forschungsprozess abgeleitet.

Die Beschreibung der Planung und Durchführung der Fallstudien ist im *sechsten Kapitel* einzusehen. Insgesamt wurden zehn Unternehmen aus acht unterschiedlichen Wirtschaftszweigen des verarbeitenden Gewerbes mithilfe von Fallstudien untersucht. Die Fallstudien wurden gleichermaßen in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) sowie Großunternehmen unter Berücksichtigung sogenannter „transformationsgeprägter Wirtschaftszweige" durchgeführt. Im Rahmen der Fallstudien wurden

zudem Arbeitsprozessanalysen durchgeführt. Eine exemplarische Auswahl der dokumentierten Arbeitsprozessanalysen findet sich am Ende des Kapitels.

Mit dem *siebten Kapitel* werden empirische Befunde aus der Feldforschung teilforschungsfragenbezogen dargelegt. Die zugehörige Reflexion der Ergebnisse erfolgte dabei im direkten Anschluss an die Ergebnisdarstellung. In allen Fallunternehmen konnten Nachhaltigkeitsaktivitäten auf der leitenden, mittleren und produktiven Ebene festgestellt werden, wenn auch in unterschiedlicher Ausformung und Intensität. Tendenziell ist in den Großunternehmen das Nachhaltigkeitsmanagement stärker institutionalisiert, personell besser aufgestellt und wird durch nachhaltigkeitsorientierte Managementsysteme (Energie-, Umwelt-, Arbeitsschutz-, Qualitätsmanagement etc.), aber auch im Rahmen betrieblicher Produktionssysteme operationalisiert und koordiniert. Für die verzahnte Umsetzung ökologischer, sozialer und ökonomischer Maßnahmen setzt ein Teil der Unternehmen integrierte Managementsysteme (IMS) ein.

Zudem zeigt sich, dass Nachhaltigkeit in den letzten Jahren einen zunehmend bedeutsamen Entwicklungspfad für die untersuchten Fallunternehmen darstellt. Sowohl die Vertreter:innen der betrieblichen Leitungsebene als auch die der produktiven Ebene bewerten die nachhaltige Entwicklung des Unternehmens als bedeutsamen Faktor für die Prosperität des Unternehmens. Als primäre Treiber der nachhaltigen Unternehmensentwicklung konnten regulative und technologische Faktoren sowie wettbewerbs- und beschäftigungsorientierte Faktoren identifiziert werden.

Facharbeit wird auf der Leitungsebene als ein notwendiger Bedingungsfaktor für die nachhaltige Unternehmensentwicklung gewertet. Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit stellt dabei sowohl eine Notwendigkeit als auch ein Potenzial für die Etablierung und Verstetigung nachhaltiger Strukturen in den Unternehmen dar. Einerseits wird Facharbeit als bedeutsam erachtet, um den Transformationsprozess auf der produktiven Ebene bzw. auf dem Shopfloor und damit in den Arbeitsprozessen selbst voranzutreiben. Andererseits wird die berufsfachliche und arbeitsorganisatorische Expertise der Fachkräfte als relevanter Potenzialhebel im Kontext partizipativer Optimierungssysteme gewertet, um die nachhaltige Umstrukturierung der gesamten Produktionsstrukturen und -abläufe mitzugestalten. In KMU erfolgt die Nutzung des Ideenpotenzials zumeist niederschwelliger und weniger institutionalisiert, wenn auch mit gleicher Absicht. Vertreter:innen der Leitungsebene heben die Relevanz gut ausgebildeter Fachkräfte ebenso für die nachhaltige Entwicklung der Unternehmen hervor wie die herausragende Rolle der „Instandhalter:innen".

Graf und Reuter stellen aufgrund der nachhaltigkeitsorientierten Entwicklungsbestrebungen in der Gesellschaft und Wirtschaft qualitative und quantitative Auswirkungen auf die Arbeitswelt fest (vgl. 2017, S. III ff.). Um zu untersuchen, ob dieser Trend auch in den Fallunternehmen zutrifft, wurde untersucht, inwieweit sich das „Greening" bzw. die grüne Berufsakzentuierung in der untersuchten Facharbeit abzeichnet. Dabei konnte eine grüne Akzentuierung in den Arbeitsaufgaben und -prozessen, Arbeitsgegenständen, Anforderungen, Verantwortungsstrukturen und im eingeforderten Verhalten festgestellt werden, die vom Autor als *Transformationsfelder*

nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit bezeichnet werden. Die grüne Akzentuierung äußert sich in der Domäne durch zwei komplementäre Ausprägungsformen. Einerseits werden nachhaltigkeitsbezogene Tätigkeiten, Arbeitsaufgaben und Arbeitsgegenstände um Umfänge auf gleichem Anforderungsniveau erweitert (*horizontal*). Andererseits werden diese auch um Umfänge auf einem erhöhten Anforderungsniveau und mit einer erhöhten Verantwortung erweitert (*vertikal*).

Darüber hinaus konnte durch die Befragung der Leitungsebene festgestellt werden, dass nachhaltigkeitsorientierte Bildungsprozesse als bedeutsam erachtet werden, um angehende Fachkräfte für ein nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln in Unternehmen zu befähigen. Die von den Vertretern und Vertreterinnen der Leitungsebene formulierten Anforderungen an die Gestaltung einer BBNE wurden aus unternehmensbezogener Perspektive zu thematischen Gegenstandsbereichen verdichtet.

Ein weiterer bedeutsamer Untersuchungsschwerpunkt bestand in der Offenlegung spezifischer Nachhaltigkeitsbezüge, die sich sowohl auf der individuellen bzw. personenbezogenen als auch auf der betrieblich-institutionellen Ebene von Facharbeit identifizieren ließen und die nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit als „Ganzes" prägen.

In diesem Kontext ließen sich vier nachhaltigkeitsrelevante Wissenstypen bei den Fachkräften identifizieren, die im Zusammenhang mit der untersuchten Facharbeit stehen. Für die konkrete Planung der Handlung und Handlungsvollzug auf Arbeitsprozess- und Geschäftsprozessebene kommen vorrangig *Arbeitsprozesswissen* sowie *institutionelles Wissen* zum Tragen. Ohne das in der praktischen Arbeitshandlung inkorporierte und für die erfolgreiche Bewältigung benötigte Arbeitsprozesswissen ist die effiziente, verträgliche, bedarfsgerechte und damit auch adäquat vollzogene Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte in der Domäne kaum denkbar. In der Mehrheit der Fallunternehmen haben die Fachkräfte zudem die Möglichkeit, im Rahmen betrieblicher Partizipationsstrukturen an der Etablierung und Verbesserung interner CSR-Strukturen und nachhaltiger Produktionsprozesse mitzuwirken (z. B. in partizipativen Optimierungssystemen wie dem KVP und BVW des betrieblichen Ideenmanagements). Um nachhaltigkeitsbezogene Verbesserungspotenziale zu erkennen und entsprechende Ansätze zur Optimierung zu entwickeln, ist die Zusammenführung der Wissensbestände aus den konkreten Arbeitsprozessen mit dem institutionellen Wissen auf betrieblicher Ebene von großer Bedeutung. Institutionelles Wissen umfasst nicht nur die Kenntnis über das Bestehen betrieblicher Partizipationsstrukturen, sondern ebenso über organisatorische Abläufe, Strukturen und Anforderungen in den Optimierungssystemen selbst. Mit diesem Wissen können zugleich relevante Sinnzusammenhänge durch die Fachkraft hergestellt werden. Darüber hinaus besteht bei den befragten Fachkräften ein, wenn auch unterschiedlich stark ausgeprägtes, *normatives* und *gesamtsystemisches Wissen*. Diese Wissenstypen sind zwar nicht unmittelbar für die Ausführung performativen Handelns erforderlich, können aber sehr wohl motivational-emotionale Auswirkungen auf die Willensbildung (prädezisionale Phase) haben und dazu beitragen, das eigene berufliche Handeln anhand nachhaltigkeitsbezogener Prinzipien zu reflektieren (postaktionale Phase).

Mit dem Erschließen der „Könnerschaft“ einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit konnten unter Einsatz von Experteninterviews *Kristallisationspunkte* identifiziert werden, die diese Praxisgemeinschaft charakterisieren. Es zeigt sich, dass im beruflichen Können bzw. Beherrschen von Arbeitsprozessen eine eigene nachhaltigkeitsorientierte Qualität liegt. Eine Könnerschaft der Domäne, mit der nötigen Bereitschaft, ihr Können zu mobilisieren, ist in der Lage, berufliche Arbeitsaufgaben gewissenhaft, adäquat und sicher zu vollziehen, unvorhergesehene Problemsituationen schnell und erfolgreich zu lösen und berufliches Handeln effizient, konsistent und suffizient umzusetzen.

Mit Blick auf die Entität des „Wollens“ weisen die untersuchten Werteinstellungen eine deutlich ökozentristische Tendenz auf. Dies deckt sich mit dem untersuchten Nachhaltigkeitsverständnis der Fachkräfte. Mit Blick auf das Diskrepanztheorem (vgl. Rebmann & Slopinski 2018, S. 73) lässt sich allerdings kaum eine verlässliche Aussage dazu treffen, wie die im Bewusstsein internalisierten Werte tatsächlich zu einer nachhaltigen Handlung führen, da Fachkräfte mit verschiedensten Handlungswiderständen in der Domäne konfrontiert werden können. Es konnten zentrale *Handlungsanreize* für ein nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln ausgemacht werden, die sich zwischen den Polen „Betrieb“ (objektiv) und „Fachkraft“ (subjektiv) verorten lassen. Dazu zählen das Berufsethos, der Arbeitsprozess selbst, die Feedbackkultur & Informationsweitergabe, die nachhaltige Unternehmensausrichtung und betriebliche Anreizsysteme. Handlungsanreize im Kontext der Motivationspsychologie werden traditionell nach intrinsischen und extrinsischen Formen differenziert. Die entwickelte Darstellung der identifizierten Handlungsanreize dient allerdings vielmehr dazu, die häufig vernachlässigte reziproke Beziehung zwischen der Fachkraft (subjektiv) und dem Betrieb (objektiv) in den Mittelpunkt der Betrachtung zu rücken.

Zudem wurden die *betrieblichen Handlungsspielräume* untersucht, die freiwillig von den Fachkräften in den Unternehmen beansprucht werden können. Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass die überwiegende Mehrheit der befragten Fachkräfte ausdrücklich weitreichende Handlungsspielräume in der eigenen Gestaltung der Arbeit und in der damit verbundenen Entscheidungsfindung wahrnimmt. Insbesondere Fachkräfte, die im Unterstützungsprozess der Instandhaltung tätig sind, treffen Aussagen zu weitreichenden Handlungsspielräumen und bewerten im Gegensatz dazu die Handlungsspielräume von Fachkräften in stark standardisierten Produktionsprozessen als deutlich begrenzter. Dies deckt sich mit den Aussagen aus der Leitungsebene. Fachkräfte finden einerseits Handlungsspielräume vor, um die eigenen Arbeitsprozesse innerhalb bestehender und aushandelbarer Freiheitsgrade auszugestalten. Andererseits stellen die teils unterschiedlich stark institutionalisierten betrieblichen Partizipationsstrukturen bedeutsame Handlungsspielräume für die Fachkräfte dar, in denen eine Mitgestaltung der Unternehmensstrukturen und -prozesse erfolgen kann. Die betrieblichen Partizipationsstrukturen werden insbesondere durch das betriebliche Ideenmanagement (BVW, KVP) und betriebliche Arbeitsgruppen gestützt. Schütt-Sayed (vgl. 2020, S. 465) konnte im Rahmen einer Befragung feststellen, dass Lehrkräfte die Freiheitsgrade von Berufstätigen zur Gestaltung nachhaltigkeitsorien-

tierter Aspekte als sehr gering einschätzen. Diese Annahme der befragten Lehrkräfte deckt sich nicht mit den vorliegenden Forschungsergebnissen, birgt aber gleichwohl die Gefahr einer verringerten Akzeptanz gegenüber einer BBNE. Inwieweit Handlungsspielräume in den Unternehmen tatsächlich beansprucht werden, hängt allerdings nicht nur von den betrieblichen Rahmenbedingungen ab, sondern auch von der Qualifikation, den beruflichen Erfahrungen und dem freiwilligen Engagement der Fachkräfte.

Die *Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung* (Suffizienz, Konsistenz, Effizienz) wurden als potenzielle nachhaltigkeitsorientierte Handlungsstrategien identifiziert und als Reflexionsdimensionen in die Didaktik einer BBNE eingebracht (Kastrup et al. 2012, S. 120; vgl. Vollmer 2020, S. 206). Mit der Untersuchung der Facharbeit konnte der Einsatz aller drei Handlungsstrategien für die Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte festgestellt werden. Die Anwendung der Strategien erfolgt durch unterschiedliche Handlungsansätze. Die empirisch identifizierten Ansätze liefern konkrete Hinweise, wie die abstrakten Leitstrategien einer nachhaltigen Entwicklung in der konkreten Facharbeit zum Tragen kommen können. Zusätzlich konnte offengelegt werden, dass die Strategien nicht nur im eigentlichen Handlungsvollzug zum Ausdruck kommen (*handlungsbegleitend*), sondern auch in den Arbeitsaufträgen und Problemstellungen (*handlungsinitiierend*) und in der postaktionalen Phase zur Reflexion der eigenen Handlungen und der Handlungsergebnisse (*handlungsreflektierend*). Die nachhaltigkeitsorientierten Leitstrategien können damit als durchgängiges Prinzip einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit verstanden werden, das den gesamten Arbeitsprozess prägt – angefangen vom initiierenden Arbeitsauftrag bis hin zur Reflexion der Handlung bzw. des Handlungsergebnisses.

Auf der Grundlage der Feldforschung konnten zudem konkrete *Anknüpfungspunkte und Potenziale* für das nachhaltigkeitsorientierte Berufshandeln entlang beruflicher Handlungsfelder und Arbeitsaufgaben identifiziert werden. Dabei wurde deutlich, dass *nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte* nicht nur von Industriemechanikern und Industriemechanikerinnen *erzeugt*, sondern ebenso *aufrechterhalten* (z. B. durch Wartung), *wiederhergestellt* (z. B. durch Instandsetzung oder Aufarbeitung) oder *gesteigert* werden (z. B. durch Um- und Nachrüstung von Anlagen). In diesem Zusammenhang konnte eine Reihe von beruflichen Handlungsfeldern und Arbeitsaufgaben untersucht und beschrieben werden, in denen die Anknüpfungspunkte und Potenziale durch Facharbeit beansprucht werden. Sie liefern Hinweise über die konkreten berufsfachlichen und arbeitsorganisatorischen Bezugspunkte einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit von Industriemechanikern und Industriemechanikerinnen und weisen inhaltliche Bezugspunkte zur Ausgestaltung einer domänenbezogenen BBNE auf.

Die motivationale und volitionale Mobilisierung von Kompetenzen ermöglicht es Fachkräften, in gestaltbaren betrieblichen Handlungsräumen nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte zu erzielen und damit einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung von Unternehmen zu liefern. Begreift man nun kompetentes berufliches Handeln nicht als Resultat rein kognitionspsychologischer Prozesse, sondern ebenfalls

auch als ein Ergebnis der erfolgreichen Konfrontation mit beruflichen Problemsituationen und Arbeitsaufgaben aus der Arbeitswelt selbst, so wird die interdependente Beziehung zwischen Fachkraft und Arbeitsprozess sowie betrieblichen Sinn- und Sachzusammenhängen zu einem bedeutsamen Bezugspunkt für die Identifikation von erforderlichen Kompetenzen für die Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte. Gerade für die domänenbezogene Ausgestaltung einer BBNE, die auf die Entfaltung von Kompetenzen entlang von realen Arbeits- und Geschäftsprozessen abzielt, ist die Notwendigkeit konkreter Bezüge zur beruflichen Wirklichkeit evident. Deshalb wurde auf der Grundlage der Forschungsergebnisse eine empirisch-rekonstruktive Kompetenzmodellierung vorgenommen, die im *achten Kapitel* einzusehen ist. Der Ansatz der Kompetenzmodellierung wurde nicht zuvor festgelegt, sondern bedingt sich vielmehr aus der zuvor analysierten Datenlage. Durch eine vergleichende Analyse wurden teils gravierende Unterschiede im inkorporierten Anspruchs- bzw. Anforderungsniveau der rekonstruierten Kompetenzen festgestellt. Das entwickelte Kompetenzmodell zielt deshalb auf die Abbildung von domänenspezifischen Kompetenzen ab, die es Fachkräften auf unterschiedlichen Kompetenzniveaustufen ermöglichen, nachhaltigkeitsverträgliche Gebrauchswerte zu erzielen. Die identifizierten Kompetenzniveaustufen reichen dabei von der „nachhaltigkeitsberücksichtigenden" bis hin zur „nachhaltigkeitsetablierenden" Facharbeit. Sie erlauben das entwicklungslogische und anforderungsbezogene Arrangement nachhaltigkeitsorientierter beruflicher Kompetenzen unter Berücksichtigung der subjektiven, objektiven und normativ-institutionellen Bezüge von Facharbeit. Aus der Gesamtheit der Kompetenzbeschreibungen wurden acht *Kernkompetenzen* abgeleitet und domänenbezogen beschrieben. Sie liegen auf einem höheren Abstraktionsniveau und sind für die Erzielung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte von zentraler Bedeutung:

- *Arbeitsprozesse berufsfachlich und arbeitsorganisatorisch adäquat gestalten und verstetigen*
- *Energie- und Materialkreisläufe erfassen, verlangsamen und schließen*
- *Anlagen- und Produktlebenszyklen verlängern und erneuern*
- *Systemische Wechselwirkungen und Kausalitäten in Anlagen und Produktionsabläufen erfassen und verstehen*
- *Berufliche Problemstellungen unter mehrdimensionaler Perspektive analysieren und Entscheidungen ambiguitätstolerant treffen*
- *Produktionsprozesse bedarfsgerecht, verträglich sowie verlust- und verschwendungsarm umsetzen und mitgestalten*
- *Aktivitäten des betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagements partizipativ, kooperativ und engagiert mitgestalten*
- *Arbeits- und Geschäftsprozesse in betriebliche und gesamtgesellschaftliche Anforderungen einordnen und Mitarbeiterverantwortung übernehmen*

Die Kompetenzbeschreibungen liefern aus verwertungsorientierter Perspektive den unterschiedlichen Akteuren und Akteurinnen der Berufsbildung vielfältige Hinweise für die kompetenzorientierte Umsetzung einer BBNE (vgl. Kuhlmeier & Vollmer 2018,

S. 145). Das domänenspezifische Kompetenzmodell und die dazugehörigen acht Kernkompetenzen ermöglichen es, die Kompetenzanforderungen an eine nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit erstmalig

- *horizontal* über verschiedene berufliche Arbeitsaufgaben und Handlungsfelder,
- *vertikal* auf verschiedenen Anforderungs- bzw. Anspruchsniveaus und
- *transversal* und damit „quer" zu den Arbeitsaufgaben und Anspruchsniveaus zu durchdringen und domänenbezogen abzubilden.

Die eingangs dargelegte Forschungsleitfrage ist eine komplexe und mehrdimensional angelegte Forschungsfrage, die sich kaum befriedigend in wenigen Sätzen beantworten lässt. Vielmehr liefert die vorliegende Arbeit in ihrer Gesamtheit und mit der Beantwortung der Teilforschungsfragen ein umfassendes Bild über die nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit in industriellen Metallberufen mitsamt der dazugehörigen personenbezogenen sowie betrieblich-institutionellen Merkmale.

Mit der Absicht, dennoch den Kern des Forschungsgegenstands möglichst zusammenfassend zu charakterisieren, lässt sich auf der Grundlage der vorliegenden Forschungsarbeit nochmals herausstellen, dass *nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln*

- *in berufstypischen Arbeitsprozessen und betrieblichen Partizipationsstrukturen unter Einsatz nachhaltiger Handlungsstrategien (Effizienz, Konsistenz, Suffizienz) innerhalb gestaltbarer Handlungsspielräume erfolgt;*
- *sich durch die berufsfachlich und arbeitsorganisatorisch adäquate, sozial und ökologisch verantwortungsvolle sowie verträgliche Interaktion mit den Repräsentationen der Domäne äußert;*
- *auf die Erzeugung, Aufrechterhaltung, Wiederherstellung oder Steigerung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte im und durch den Arbeitsprozess abzielt;*
- *normative und gesamtsystemische Reflexionsbezüge über die Grenzen der eigenen Domäne aufweist und*
- *zur Etablierung und Verstetigung betrieblicher Nachhaltigkeitsstrukturen und zur Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft beiträgt.*

Die durchgeführte Untersuchung erweitert den bestehenden Forschungsstand und stellt einen Beitrag zur empirischen Entschlüsselung des Forschungsgegenstands nachhaltigkeitsorientierterer Facharbeit und zugehöriger Berufshandlungen dar. Die damit verbundenen Erkenntnisse wurden im *neunten Kapitel* aufgegriffen, um ein Modell zur Charakterisierung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit darzulegen und Anregungen zur didaktisch-konzeptionellen Ausgestaltung und zur strukturellen Verankerung einer domänenbezogenen BBNE zu entwickeln.

## 10.2 Weiterführender Forschungsbedarf

Ausgehend von den Ergebnissen und Erkenntnissen aus der Forschungsarbeit lassen sich weiterführende Forschungsbedarfe in den Bereichen der berufswissenschaftlichen Forschung und der Didaktik identifizieren, die zur weiteren berufswissenschaftlichen Entschlüsselung nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit und zur berufsbildungsbezogenen Verankerung einer BBNE beitragen können:

**Berufswissenschaftliche Forschungsbedarfe**

- Mit der Ausweitung berufswissenschaftlicher Forschung sollte eruiert werden, inwieweit die domänenspezifischen beruflichen Kompetenzen, die domänenbezogenen Kernkompetenzen nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit sowie die herausgearbeiteten Ansätze zur Umsetzung der Handlungsstrategien für weitere industriell geprägten Berufe verwertbar sind.
- Die Kompetenzniveaustufen einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit bieten die Möglichkeit, die Berufsbildung nach einer nachhaltigkeitsorientierten Entwicklungslogik spiralcurricular zu konzipieren. Bedeutsam wäre dafür die empirische Validierung der Kompetenzniveaustufen für weitere Berufsprofile und Berufsfelder.
- Mit der Untersuchung wurden Transformationsfelder einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit herausgearbeitet. Weitere Forschungsaktivitäten sollten darauf ausgerichtet werden, zu untersuchen, ob die grüne Berufsakzentuierung auch in weiteren industriell geprägten Berufsprofilen, Berufsfeldern und Sektoren festzustellen ist. Damit hängt zudem die Fragestellung zusammen, ob die grüne Akzentuierung von Berufen insgesamt in vergleichbaren Transformationsfeldern erfolgt oder weitere Transformationsfelder identifizierbar sind.
- Die abgeschlossene Untersuchung erfolgte insbesondere durch die Untersuchung der Facharbeit erfahrener Fachkräfte, um möglichst gehaltvolle Ergebnisse zu erzielen. Weitere Untersuchungen könnten zudem feststellen, welches Nachhaltigkeitsverständnis bei Auszubildenden vorliegt, welche Rolle Nachhaltigkeit bei der Wahl des Ausbildungsberufes und des Ausbildungsunternehmens spielt, auf welche Handlungsspielräume bereits während der Ausbildung zugegriffen werden kann und mit welchen Hürden Auszubildende während ihrer Ausbildung konfrontiert sind, die ein nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln im Betrieb erschweren.
- Die empirisch identifizierten Arbeitsaufgaben sowie Anknüpfungspunkte und Potenziale einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit liefern sowohl Anhaltspunkte für die Berufsbildgestaltung und Curriculumkonstruktion als auch Inhalte für die unmittelbare Gestaltung von Berufsbildungsprozessen. Für das Berufsbild Industriemechaniker:in wurden mit der Arbeit curriculare Anknüpfungspunkte aufgedeckt (vgl. Abschn. 7.2.4). Weiterführend können berufswissenschaftliche Deckungsanalysen (vgl. Becker et al. 2017, S. 15 f.) vorgenommen werden, um curriculare Anknüpfungspunkte für weitere Berufsbilder aufzudecken.

**Didaktisch-konzeptionelle Forschungsbedarfe**

- Untersucht werden sollte, inwieweit die vorliegenden Forschungsergebnisse eine Übertragbarkeit und einen Transfer in den Berufsschulunterricht zulassen und welche Inhalte sich aus didaktisch-methodischer Perspektive für die Ausgestaltung einer domänenbezogenen BBNE besonders eignen. In diesem Zusammenhang sollte auch die Entwicklung neuer Unterrichtsverfahren im Kontext der betrieblichen Partizipationsstrukturen überprüft werden, wie bspw. „die Entwicklung nachhaltigkeitsorientierter Ideenvorschläge im Kontext des betrieblichen Vorschlagswesens".
- Im Rahmen der Unterrichtsgestaltung gilt es festzustellen, bis zu welchem Kompetenzniveau und in welcher Intensität nachhaltigkeitsorientierte Kompetenzanforderungen innerhalb der Erstausbildung realistisch abgebildet werden können, ohne die Auszubildenden zu überfordern.
- Das Kompetenzmodell nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit als vereinfachtes Abbild der Wirklichkeit ist mit dem Ziel entwickelt worden, die Kompetenzanforderungen in der Domäne der Fachkräfte umfassend darzustellen. Die daraus resultierende Komplexität des Kompetenzmodells führt zu der Forschungsfrage, inwieweit der Modellierungsansatz die Entwicklung von konkreten Berufsbildungsprozessen in beiden Lernorten begünstigt.

## 10.3 Ausblick

Nachhaltigkeit geht als normatives Leitbild mit der Zielperspektive einer dauerhaft tragfähigen Entwicklung unserer Gesellschaft und Wirtschaft einher. Dieser, auch als große Transformation bezeichnete, Wandel zielt auf die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen sowie inter- und intragenerationeller Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten ab. Die damit einhergehende Etablierung verantwortungsvoller Konsum- und Produktionsmuster (SDG 12) stellt einen zukunftsweisenden Innovationspfad für Produktionsunternehmen dar. Um derartig transformative Wege beschreiten zu können, sind sowohl passende gesetzliche Rahmenbedingungen als auch betriebliches Engagement und entsprechend qualifiziertes Personal unerlässlich. Dieser Wandel führt auch in der Arbeitswelt zu einem veränderten Qualifikationsbedarf. Die berufliche Bildung ist gefordert, die transformativen Anforderungen systematisch aufzugreifen und die Lernenden für ein nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln zu befähigen und zu motivieren.

Auch wenn mit der vorliegenden Arbeit vielfältige Ansätze und Ausformungen einer nachhaltigkeitsorientierten Facharbeit in den industriellen Metallberufen skizziert wurden, sollten die Ergebnisse nicht darüber hinwegtäuschen, dass es sich dabei erst um den Beginn eines langwierigen Entwicklungsprozesses handelt, der für das Erreichen nachhaltiger Entwicklungsziele und zur Eindämmung des Klimawandels deutlich zu intensiveren ist. Sowohl die historisch gewachsenen Herausforderungen sozioökologischer Art als auch vergleichsweise unvorhergesehene Entwicklungen, wie

die herbeigeführte Verknappung von Energieträgern in der als „Energiekrise" betitelten Wirtschaftskrise im Jahr 2022, unterstreichen die Erforderlichkeit eines derartigen Wandels. Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit ist eine transformative Facharbeit, denn sie ermöglicht nicht nur das Bewahren oder den Erhalt natürlicher Lebensgrundlagen und gesellschaftlichen Produktivpotenzials, sondern sie zielt ebenso auf die Etablierung innovativer und verträglicher Formen und Wege des Wirtschaftens ab. Damit nachhaltigkeitsorientiertes Berufshandeln zu einem Standard in der Facharbeit wird, sind die Anstrengungen deutlich zu intensivieren, denn obwohl die Berufsbildung als Schlüsselfunktion in der großen Transformation gilt (vgl. BMBF 2017, S. 8), steht eine durchgängige strukturelle Verankerung der BBNE im deutschen Berufsbildungssystem nach wie vor aus. Auch wenn vereinzelte Vorstöße erkennbar sind, ist die BBNE deutlich zügiger und flächendeckender als bisher zu verankern. Eine moderne Berufsbildung sollte sich den zentralen Herausforderungen unserer Gesellschaft stellen und zur Lösung epochaltypischer Schlüsselprobleme durch eine *hochwertige berufliche Bildung* (SDG 4) beitragen. Nachhaltigkeit stellt dabei kein additionales Themenfeld der Berufsbildung dar, sondern weist eine zentrale Orientierungsfunktion auf und ist – ebenso wie die Handlungs- oder die Gestaltungsorientierung – als ein integrativer Gestaltungsanspruch in Berufsbildungsprozessen zu berücksichtigen.

Eine authentische BBNE hat die betrieblich-berufliche Realität zum Ausgangspunkt und darf dabei zugleich nicht riskieren, einer Anpassungsorientierung anheimzufallen, da die Anpassung an das bestehende Wirtschaftssystem eine Anpassung an ein bis dato nicht nachhaltiges System impliziert und damit nicht dem Bildungsauftrag der Berufsschule gerecht wird (vgl. KMK 2021, S. 14). BBNE hat das Potenzial, sowohl Medium als auch Treiber einer nachhaltigen Entwicklung zu sein, und sollte mit einem transformativen Bildungsanspruch einhergehen, der disruptive und zugleich kritisch-konstruktive Wege entlang der beruflichen und betrieblichen Wirklichkeit aufzeigt. Lernende sind entsprechend berufsfachlich, reflexiv, partizipativ sowie emanzipatorisch dazu zu befähigen, den eigenen Wohlstand und die gesellschaftliche Wohlfahrt in einer lebenswerten Zukunft mitgestalten zu können. Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit ist eine sinnstiftende, tragfähige und in die Zukunft gerichtete Form der Arbeit, die es den Menschen ermöglicht, durch Berufshandeln an der großen Transformation der Wirtschaft und Gesellschaft mitzuwirken.

# Literaturverzeichnis


Abele, E. & Reinhart, G. (2011). *Zukunft der Produktion Herausforderungen, Forschungsfelder, Chancen*. München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.

Achtenhagen, F. & Winther, E. (2008). Wirtschaftspädagogische Forschung zur beruflichen Kompetenzentwicklung. In N. Jude, J. Hartig & E. Klieme (Hrsg.), *Kompetenzerfassung in pädagogischen Handlungsfeldern. Theorien, Konzepte und Methoden* (S. 117–140). Berlin: BMBF.

Achtziger, A. & Gollwitzer, P. M. (2006). Motivation und Volition im Handlungsverlauf. In J. Heckhausen & H. Heckhausen (Hrsg.), *Motivation und Handeln* (S. 277–302). Wiesbaden: Springer.

Adorno, T. W. (1971). *Erziehung zur Mündigkeit*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Anger, C., Kühlisch, E. & Plünnecke, A. (2021). *MINT-Herbstreport 2021*. Verfügbar unter https://www.gesamtmetall.de/sites/default/files/downloads/mint-herbstreport_2021_finale _fassung_23_11_2021.pdf (Zugriff am: 01.05.2022).

Ansari, S. M. & Wulf, S. (2014). Mitarbeiterqualifizierung. Befähigung von Mitarbeitern zu einem effizienten Umgang mit Material und Energie. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), 109*(10), 691–694.

Antes, R. (2002). Die Rolle der Mitarbeiter im zukunftsfähigen Unternehmen. In Bund & UnternehmensGrün (Hrsg.), *Zukunftsfähige Unternehmen – Wege zur nachhaltigen Wirtschaftsweise von Unternehmen* (S. 40–52). München: Oekom.

Arbter, K. (2008). *Öffentlichkeitsbeteiligung ja, aber wie?* Verfügbar unter https://www.arbter.at/pdf/oeb_standards_artikel_arbter_08.pdf (Zugriff am: 08.08.2019).

Arnold, R. (2006). Neue Methoden betrieblicher Bildungsarbeit. In R. Arnold & A. Lipsmeier (Hrsg.), *Handbuch der Berufsbildung* (S. 355–369). Wiesbaden: Springer.

Arnstein, S. R. (1969). A Ladder of Citizen Participation Journal of the American Planning Association. *Journal of the American Institute of Planners, 35*(4), 216–224.

Bachmann, G. (2017). Die deutsche Nachhaltigkeitsstrategie 2016 – Stand und Perspektiven. In G. Michelsen (Hrsg.), *Die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Wegweiser für eine Politik der Nachhaltigkeit* (S. 41–54). Wiesbaden: HLZ.

Bader, R. (1989). Berufliche Handlungskompetenz. *Die Berufsbildende Schule, 41*(2), 73–77.

Bader, R. (2003). Lernfelder konstruieren – Lernsituationen entwickeln. Eine Handreichung zur Erarbeitung didaktischer Jahresplanungen für die Berufsschule. *Die berufsbildende Schule, 55*(8), 210–217.

BAFA - Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Hrsg.). (2021). *Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft – Zuschuss*. Verfügbar unter https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Energieeffizienz_und_Prozesswaerme/energieeffizienz_und_prozesswaerme_node.html (Zugriff am: 25.02.2021).

Barbuto, J. E. & Scholl, R. W. (1998). Motivation Sources Inventory: Development and Validation of New Scales to Measure An Integrative Taxonomy of Motivation. *Psychological Reports, 82*(3), 1011–1022.

Barth, H. (2005). Produktionssysteme im Fokus. *wt Werkstattstechnik online, 95*(4), 269–274.
Bartscher, T. & Huber, A. (2007). *Praktische Personalwirtschaft. Eine praxisorientierte Einführung*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
Bauer, W. (2008). *Das Instrument der Experten-Workshops*. Stuttgart: AgenturQ.
Beck, S. (2007). *Skill-Management: Konzeption für die betriebliche Personalentwicklung*. Wiesbaden: Gabler Edition Wissenschaft.
Becker, M. (2003). *Diagnosearbeit im Kfz-Handwerk als Mensch-Maschine-Problem*. Bielefeld: wbv.
Becker, M. (2004). Zur Ermittlung von Diagnosekompetenz von Kfz-Mechatronikern. In F. Rauner (Hrsg.), *Qualifikationsforschung und Curriculum* (S. 167–184). Bielefeld: wbv.
Becker, M. (2008). *Ausrichtung des beruflichen Lernens an Geschäfts- und Arbeitsprozessen als didaktisch-methodische Herausforderung. bwp(at), Nr.14*, 1–17. Verfügbar unter http://www.bwpat.de/ausgabe14/becker_bwpat14.pdf (Zugriff am: 22.10.2020).
Becker, M. (2010). Wie lässt sich das in Domänen verborgene „Facharbeiterwissen" erschließen? In M. Becker, M. Fischer & G. Spöttl (Hrsg.), *Von der Arbeitsanalyse zur Diagnose beruflicher Kompetenzen. Methoden und methodologische Beiträge aus der Berufsbildungsforschung* (S. 54–65). Frankfurt a. M.: Peter Lang.
Becker, M. (2011). Der Elchtest für die Qualitäten von Items zur Erfassung beruflicher Kompetenz. Jenseits der Testtheorie und diesseits der Realitätsdimensionen. In M. Becker, M. Fischer & G. Spöttl (Hrsg.), *Kompetenzdiagnostik in der beruflichen Bildung – Probleme und Perspektiven* (S. 75–92). Frankfurt a. M.: Peter Lang.
Becker, M. (2013). Arbeitsprozessorientierte Didaktik. *bwp(at), Nr.24*, 1–24. Verfügbar unter http://www.bwpat.de/ausgabe24/becker_bwpat24.pdf (Zugriff am: 22.10.2018).
Becker, M. (2018a). Handlungsorientierte Fachinterviews. In F. Rauner & P. Grollmann (Hrsg.), *Handbuch Berufsbildungsforschung* (S. 730–734). Bielefeld: wbv.
Becker, M. (2018b). Beobachtungsverfahren. In F. Rauner & P. Grollmann (Hrsg.), *Handbuch Berufsbildungsforschung* (S. 758–763.) Bielefeld: wbv.
Becker, M. (2020). Didaktik und Methodik der schulischen Berufsbildung. In R. Arnold, A. Lipsmeier, M. Rohs (Hrsg.), *Handbuch Berufsbildung* (S. 367–385). Wiesbaden: Springer.
Becker, M. & Spöttl, G. (2005). Arbeitsprozessanalysen – Ein unverzichtbares Instrument für die Qualifikations- und Curriculumforschung. In R. Huisinga (Hrsg.), *Bildungswissenschaftliche Qualifikationsforschung im Vergleich*. (S. 111–138). Frankfurt a. M.: GAFB.
Becker, M. & Spöttl, G. (2006). Berufswissenschaftliche Forschung und deren empirische Relevanz für die Curriculumentwicklung. *bwp(at), Nr. 11*, 1–23. Verfügbar unter https://www.bwpat.de/ausgabe11/becker_spoettl_bwpat11.pdf (Zugriff am: 22.10.2018).
Becker, M. & Spöttl, G. (2015a). *Berufliche (Handlungs-)Kompetenzen auf der Grundlage arbeitsprozessbasierter Standards messen. bwp(at), Nr. 28*, 1–35. Verfügbar unter https://www.bwpat.de/ausgabe11/becker_spoettl_bwpat11.pdf (Zugriff am: 22.10.2018).
Becker, M. & Spöttl, G. (2015b). *Berufswissenschaftliche Forschung*. Frankfurt a. M.: Peter Lang Verlag.

Becker, M., Spöttl, G. & Windelband, L. (2017). Berufsprofile für Industrie 4.0 weiterentwickeln. Erkenntnisse aus Deckungsanalysen am Beispiel des Ausbildungsprofils Mechatroniker/-in. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 2/2017*, 14–18.

Becker, M. & Windelband, L. (2008). Berufswissenschaftliche Forschung und deren empirischen Ausrichtung. In D. Münk, K. Breuer & T. Deißinger (Hrsg.), *Berufs- und Wirtschaftspädagogik – Probleme und Perspektiven aus nationaler und internationaler Sicht. Neue Forschungserträge aus der Berufs- und Wirtschaftspädagogik* (S. 123–133). Leverkusen: Verlag Barbara Budrich.

Behrendt, S., Göll, E. & Korte, F. (2018). *Effizienz, Konsistenz, Suffizienz. Strategieanalytische Betrachtung für eine Green Economy*. Berlin: IZT.

Belk, R. W. (1975). Situational Variables and Consumer Behavior. *Journal of Consumer Research, 2*(3), 157–164.

Berben, T. (2008). Berufsschulunterricht als Bildung im Medium des Berufs. *bwp(at), Nr. 14*, 1–24. Verfügbar unter http://www.bwpat.de/ausgabe14/berben_bwpat14.pdf (Zugriff am: 22.10.2018).

Berger-Grabner, D. (2016). *Wissenschaftliches Arbeiten in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Hilfreiche Tipps und praktische Beispiele*. Wiesbaden: Springer VS.

Bertagnolli, F. (2018). *Lean Management. Einführung und Vertiefung in die japanische Management-Philosophie*. Wiesbaden: Springer VS.

Bethmann, A., Hilgenböcker, E. & Wright, M. (2019). Partizipative Qualitätsentwicklung in der Prävention und Gesundheitsförderung. In M. Tiemann & M. Mohokum (Hrsg.), *Prävention und Gesundheitsförderung* (S. 1–13). Wiesbaden: Springer VS.

BGBl – Bundesgesetzblatt (1987). *Nr. 6 / Z 5702 A*. Bonn: Bundesanzeiger Verlag.

BGBl – Bundesgesetzblatt (2004). *Nr. 34 / G 5702*. Bonn: Bundesanzeiger Verlag.

BGBl – Bundesgesetzblatt (2017). *Gesetz zur Stärkung der nichtfinanziellen Berichterstattung der Unternehmen in ihren Lage- und Konzernlageberichten (CSR-Richtlinie-Umsetzungsgesetz) vom 11. April 2017*. Bonn: Bundesanzeiger Verlag.

BGBl – Bundesgesetzblatt (2018). *Bekanntmachung der Neufassung der Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen*. Bonn: Bundesanzeiger Verlag.

BGBl – Bundesgesetzblatt (2021). *Verordnung zur Neuordnung der Ausbildung in handwerklichen Elektroberufen vom 30. März 2021*. Bonn: Bundesanzeiger Verlag.

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.). (2013). *Berufliche Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Infoblatt der sechs Modellversuche im Förderschwerpunkt*. Bonn: BIBB.

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.). (2016). *Berufliche Bildung für eine nachhaltige Entwicklung 2015–2019. Begleitung, Koordination und Transfer. Modellversuche. Wissenschaftliche Begleitung*. Verfügbar unter https://www2.bibb.de/bibbtools/dokumente/pdf/a33_mv-BBnE_bibb_2016.pdf (Zugriff am: 22.02.2021).

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.). (2017). *Förderrichtlinie – zur Förderlinie III des Modellversuchsförderschwerpunkts „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung 2015–2019 (BBNE 2015–2019)"*. Bonn: BIBB.

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.). (2018). *Bekanntmachung des Verzeichnisses der anerkannten Ausbildungsberufe 2018*. Bonn: BIBB.

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.). (2019a). *Rangliste 2018 der Ausbildungsberufe nach Neuabschlüssen in Deutschland*. Verfügbar unter https://www.bibb.de/dokumente/pdf/naa309_2018_tab67_0bund.pdf (Zugriff am: 14.08.2019).

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.). (2019b). *Beschäftigte, Auszubildende und Ausbildungsquote nach Wirtschaftssektoren 2007, 2018 und 2019 in Deutschland*. Verfügbar unter https://www.bibb.de/dokumente/pdf/a2_tab_a7_1-10_Internet_2021.pdf (Zugriff am: 14.08.2020).

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.). (2020). *Aktualisierte Megatrends. Relevanz und Umsetzbarkeit in den BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen*. Bonn: BIBB.

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.). (2020a). *Documentation Search Conference II am 08.10.2020 via Adobe Connect*. Verfügbar unter https://www.bibb.de/de/100658.php (Zugriff am: 22.02.2021).

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.). (2020b). *Nachhaltigkeit in die Ausbildung integrieren. Neue Modellversuche bringen erfolgreiche Konzepte in die Praxis*. Verfügbar unter https://www.bibb.de/dokumente/pdf/pmbbnemodell.pdf (Zugriff am: 22.02.2021).

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.). (2021a). *BIBB-Hauptausschuss. Erläuterungen zu den modernisierten Standardberufsbildpositionen*. Bonn: BIBB.

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.). (2021b). *Informationen zu Aus- und Fortbildungsberufen. Neue und modernisierte Ausbildungsberufe*. Verfügbar unter https://www.bibb.de/dienst/berufesuche/de/index_berufesuche.php/new_modernised_occupations_by_year/2021 (Zugriff am: 21.03.2021).

Biebeler, H., Kupka, K., Bretschneider, M., Görmar, G. & Telieps, J. (2020). *Kompetenzanforderungen für Nachhaltigkeit in der beruflichen Bildung im Kontext der Digitalisierung Abschlussbericht des Vorhabens 7.8.178*. Bonn: BIBB.

Bliesner-Steckmann, A. (2018). *Handlungstheoretisch fundierte Didaktik nachhaltiger Berufsbildung*. Wiesbaden: Springer VS.

Blum J., Fritz, M., Taigel, J., Singer-Brodowski, M., Schmitt, M. & Wanner M. (2021). *Transformatives Lernen durch Engagement*. Dessau-Roßlau: UBA.

BMAS – Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (Hrsg.). (2019). *Nachhaltigkeit und CSR*. Verfügbar unter https://www.csr-in-deutschland.de/DE/Was-ist-CSR/Grundlagen/Nachhaltigkeit-und-CSR/nachhaltigkeit-und-csr.html (Zugriff am: 22.04.2018).

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). (2016). *Forschungsagenda Green Economy. Leitbild eines innovativen Deutschlands*. Bonn: BMBF.

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). (2017). *Nationaler Aktionsplan Bildung für nachhaltige Entwicklung*. Berlin: Nationale Plattform Bildung für nachhaltige Entwicklung c/o BMBF.

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). (2018). *Berufsbildungsbericht 2018*. Bonn: BMBF.

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). (2020). *Zwischenbilanz zum Nationalen Aktionsplan Bildung für nachhaltige Entwicklung*. Berlin: Nationale Plattform Bildung für nachhaltige Entwicklung c/o BMBF.

BMJV – Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz (Hrsg.). (2020). *Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen*. Verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/edl-g/EDL-G.pdf (Zugriff am: 03.02.2021).

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.). (2004). *Umweltbewusstsein in Deutschland 2004. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. Umweltpolitik*. Berlin: BMU.

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.). (2012). *Green Economy Green Economy. Mit CSR den Wandel gestalten*. Berlin: BMU.

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.). (2018a). *GreenTech made in Germany 2018 Umwelttechnik-Atlas für Deutschland*. Berlin: BMU.

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.). (2018b). *Umweltbewusstsein in Deutschland 2018. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage*. Berlin: BMU.

BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.). (2016). *Umweltbewusstsein in Deutschland 2016. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage*. Berlin: BMU.

Bolay, S., Becker, M., Flechtner, J., Imgart, G., Bullmann, T. & Andree, P. (2014). *Faktenpapier Energieeffizienz 2014. Stand, Trends, Forderungen*. Berlin: DIHK – Deutscher Industrie- und Handelskammertag.

Bolder, A. (2002). Arbeit, Qualifikation und Kompetenzen. In R. Tippelt (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung* (S. 651–674). Opladen: Leske und Budrich.

Bourdieu, P. (1987). *Die feinen Unterschiede. Kritik der gesellschaftlichen Urteilskraft*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Brand, W., Hofmeister, W. & Tramm, T. (2012). Auf dem Weg zu einem Kompetenzstufenmodell für die berufliche Bildung – Erfahrungen aus dem Projekt Ulme. *bwp(at), Nr. 8*, 1–21. Verfügbar unter https://www.bwpat.de/ausgabe8/brand_etal_bwpat8.pdf (Zugriff am: 22.10.2018).

Bretschneider, M., Casper, M. & Melzig, C. (2020). Nachhaltigkeit in Ausbildungsordnungen verankern. Das Beispiel Hauswirtschafter/-in. *BWP – Qualifizierung in der Pflege, 2*(49), 54–55.

Brookfield, S. D. (2000). Transformative learning as ideology critique. In J. Mezirow (Hrsg.), *Learning as transformation: Critical perspectives on a theory in progress* (S. 125–148). San Francisco: Jossey-Bass.

Brugger, F. (2010). *Nachhaltigkeit in der Unternehmenskommunikation. Bedeutung, Charakteristika und Herausforderungen*. Wiesbaden: Gabler Verlag.

Brunner, A., Kägi, E. & Renner, E. (2010). *Das Kapitalstockmodell als Basiskonzept für eine nachhaltige Entwicklung*. Winterthur: ZHAW.

Brüsemeister, T. (2008). *Qualitative Forschung – Ein Überblick*. Wiesbaden: Springer VS.

Bundesagentur für Arbeit (Hrsg.). (2019). *Industriemechaniker/in*. Verfügbar unter https://web.arbeitsagentur.de/berufenet/beruf/steckbrief/29055 (Zugriff am: 14.08.2019).

Bundesregierung (Hrsg.). (2017). *Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Neuauflage 2016*. Verfügbar unter https://www.bundesregierung.de/Content/Infomaterial/BPA/Bestellservice/Deutsche_Nachhaltigkeitsstrategie_Neuauflage_2016.html?view=trackDownload (Zugriff am: 07.03.2018).

Bundesregierung (Hrsg.). (2021). *Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Weiterentwicklung 2021*. Verfügbar unter https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/ (Zugriff am: 22.02.2021).

Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (1998). *Bildung für eine nachhaltige Entwicklung – Orientierungsrahmen*. Verfügbar unter http://www.blk-bonn.de/papers/heft69.pdf (Zugriff am: 22.02.2021).

Büringer, H. (2005). Integrierte und additive Umweltschutzmaßnahmen im Verarbeitenden Gewerbe. *Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg,* 6/2005, 41–44.

Burschel, C. (2003). Nachhaltiges Designmanagement. In G. L. Thomas & M. Schwarz (Hrsg.), *Handbuch Nachhaltige Entwicklung. Wie ist nachhaltiges Wirtschaften machbar?* (S. 287–298). Wiesbaden: Springer VS.

Calliess, C. (2021). Vorsorgeprinzip. In Grundwald A. & Hillerbrand, R. (Hrsg.), *Handbuch Technikethik* (S. 437–441). Wiesbaden: Springer VS.

Campe, J. H. (1809). *Wörterbuch der deutschen Sprache. Veranstaltet und herausgegeben von Joachim Heinrich Campe*. Braunschweig: Schulbuchhandlung.

Carigiet, E., Mäder, U. & Bonvin, J.-M. (2003). *Wörterbuch der Sozialpolitik*. Zürich: Rotpunktverlag.

Carnau, R. (2011). *Nachhaltigkeitsethik. Normativer Gestaltungsansatz für eine global zukunftsfähige Entwicklung in Theorie und Praxis*. München: Rainer Hampp Verlag.

Carroll, A. B. (2016). Carroll's pyramid of CSR: taking another look. *International Journal of Corporate Social Responsibility, 1*(3), 1–8.

Carson, R. (1962). *Silent spring*. Greenwich: Fawcett Publ.

Chasek, P. S. (2006). *Handbuch Globale Umweltpolitik*. Berlin: Partgas Verlag.

Chomsky, N. (1971). *Aspekte der Syntax-Theorie*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Chomsky, N. (1981). *Regeln und Repräsentationen*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Chomsky, N. (1988). *Sprache und Geist*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Club of Rome (1979). *Das menschliche Dilemma. Zukunft und Lernen*. Wien: Molden.

Crutzen, P. J. & Stoermer, E. F. (2000). The Anthropocene. *IGBP Global Change Newsletter, No. 41*, 17–18.

Czycholl, R. (2009). Handlungsorientierung und Kompetenzentwicklung in der beruflichen Bildung – Umsetzung, Begründung, Evaluation. In B. Bonz (Hrsg.), *Didaktik und Methodik der Berufsbildung. Berufsbildung konkret* (S. 172–194). Baltmannsweiler: Schneider.

Daly, H. E. (1990). Toward some operational principles of sustainable development. *Ecological economics*, Vol. 2, 1–6.

De Haan, G. & Bormann, I. (2008). *Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde*. Wiesbaden: Springer.

De Haan, G., Holst, J. & Singer-Brodowski, M. (2021). Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE). Genese, Entwicklungsstand und mögliche Transformationspfade. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP), 3*, 10–14.

De Haan, G., Kamp, G., Lerch, A., Martignon, L., Müller-Christ, G., Nutzinger, H. G. & Wütscher, F. (2008). *Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit. Grundlagen und schulpraktische Konsequenzen*. Berlin/Heidelberg: Springer.

Dena – Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.). (2017). *Energieeffiziente Querschnittstechnologien. Energieeffizienz in kleinen und mittleren Unternehmen. Energiekosten senken. Wettbewerbsvorteile sichern*. Berlin: dena.

Denzin, N. K. (1970). *The Research Act in Sociology: A Theoretical Introduction to Sociological Methods*. London: Aldine Publishing Company.

Deutscher Bundestag (Hrsg.). (1998). *Abschlußbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung". Konzept Nachhaltigkeit – Vom Leitbild zur Umsetzung*. Bonn: Bundesanzeiger Verlag.

Deutscher Bundestag (Hrsg.). (2013). *BT-Drucksache. 17/13300 vom 3.5.2013:436*. Bonn: Bundesanzeiger Verlag.

Deutsches Nationalkomitee für die UN-Dekade zur BnE (Hrsg.). (2013). *Positionspapier Zukunftsstrategie BnE 2015+*. Berlin: Deutsche UNESCO-Kommission.

Diettrich, A., Hahne, K. & Winzier, D. (2007). Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung: Hintergründe, Aktivitäten, erste Ergebnisse. *Berufsbildung in Praxis und Ausbildung, 36*(5), 7–12.

DIHK – Deutscher Industrie- und Handelskammertag (Hrsg.). (2021). *Statistik Ausbildung 2020*. Verfügbar unter https://www.dihk.de/resource/blob/47836/ddb56f26823aab09dbb3981afe04d6d3/statistik-ausbildung-2020-data.pdf (Zugriff am: 14.08.2022).

Dimbath, O. (2016). *Soziologische Zeitdiagnostik. Generation, Gesellschaft, Prozess*. Paderborn: Wilhelm Fink UTB Soziologie.

DIN 31051 (2019). *Grundlagen der Instandhaltung*. Berlin: Beuth.

DIN 40150 (1979). *Begriffe zur Ordnung von Funktions- und Baueinheiten*. Berlin: Beuth.

DIN EN ISO 50001 (2018). *Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung*. Berlin: Beuth.

DIN EN ISO 6385 (2016). *Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen*. Berlin: Beuth.

DIN ISO 26000 (2010). *Leitfaden zur gesellschaftlichen Verantwortung von Organisationen*. Berlin: Beuth.

DNK – Der Deutsche Nachhaltigkeitskodex (Hrsg.). (2017). *Der Deutsche Nachhaltigkeitskodex. Maßstab für nachhaltiges Wirtschaften*. Verfügbar unter https://www.deutscher-nachhaltigkeitskodex.de/fileadmin/user_upload/dnk/dok/kodex/DNK_Broschuere_2017.pdf (Zugriff am: 31.08.2018).

Dolan, S. L. & Heath, G. A. (2012). Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Utility-Scale Wind Power. *Journal of Industrial Ecology, Vol. 16*, 36–154.

Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Berlin/Heidelberg: Springer.

Dörner, D. (2001). *Bauplan für eine Seele*. Hamburg: Rowohlt.

Dostal, W., Stooß, F. & Troll, L. (1998). Beruf – Auflösungstendenzen und erneute Konsolidierung. *Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 31*(3), 1–15.

Dresing, T. & Pehl, T. (2015). *Lösungen für digitale Aufnahme & Transkription. Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende*. Verfügbar unter www.audiotranskription.de/praxisbuch (Zugriff am: 10.03.2021).

Dreyfus, S. E. & Dreyfus H. L. (1980). *A Five-Stage Model of the Mental Activities Involved in Directed Skill Acquisition*. Berkeley: University of California. Verfügbar unter https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA084551 (Zugriff am: 10.03.2022).

Dubielzig, F. & Schaltegger, S. (2005). Corporate Citizenship. In M. Althaus, M. Geffken & S. Rawe (Hrsg.), *Handlexikon public affairs* (S. 235–238). Münster: LIT Verlag.

Dudda, C., Radgen, R. & Schmid, J. (2004). *Contracting-Finanzierung-Betreibermodelle. Leitfaden für die Anwendung bei Druckluftanlagen*. Karlsruhe: Frauenhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung Bibliothek.

DUK – Deutsche UNESCO-Kommission e. V. (Hrsg.) (2014). *VOM PROJEKT ZUR STRUKTUR – Strategiepapier der Arbeitsgruppe „Berufliche Aus- und Weiterbildung" in der UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung"*. Bonn: DUK.

Dyckhoff, H. (1996). Kuppelproduktion und Umwelt: Zur Bedeutung eines in der Ökonomik vernachlässigten Phänomens für die Kreislaufwirtschaft. *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung, Nr. 9*, 173–187.

Dyllick, T. (2003). Konzeptionelle Grundlagen unternehmerischer Nachhaltigkeit. In G. Linne & M. Schwarz (Hrsg.), *Handbuch Nachhaltige Entwicklung. Wie ist nachhaltiges Wirtschaften machbar?* (S. 235–244). Wiesbaden: Springer.

Edenhofer, O. (2010). *Global aber gerecht: Klimawandel bekämpfen, Entwicklung ermöglichen*. München: C. H. Beck oHG.

EEP – Institut für Energieeffizienz in der Produktion (Hrsg.). (2017). *Der Energieeffizienz-Index der deutschen Industrie – Ausgewählte Ergebnisse der Wintererhebung 2017, 2. Halbjahr*. Verfügbar unter https://www.eep.uni-stuttgart.de/institut/aktuelles/news/Ergebnisse-des-Energieeffizienz-Index-Winter-2017-18-Energieeffizienz-Index-bricht-ein/ (Zugriff am: 25.02.2021).

Eichholz, V. (2007). *Gesellschaftliches Engagement in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Deutschland – aktueller Stand und zukünftige Entwicklung. Eine Studie im Auftrag der EU-Kommission*. Detmold: Gewerbe- und Innovations-Zentrum Lippe-Detmold GILDE GmbH.

Englisch, P., Sahr, K., Tokarski, O., Volkmann, C. & Blank, C. (2012). *Agenda Mittelstand. Nachhaltige Unternehmensführung – Lage und aktuelle Entwicklungen im Mittelstand*. Essen: Ernst & Young GmbH.

Erhardt, R. & Pastewski, N. (2010). *Relevanz der Ressourceneffizienz für Unternehmen des produzierenden Gewerbes*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.

EU – Europäische Union (Hrsg.). (2001). *Europäische Rahmenbedingungen für die soziale Verantwortung der Unternehmen. Grünbuch. Generaldirektion für Beschäftigung und Soziales*. Luxemburg: Europäische Kommission.

EU – Europäische Union (Hrsg.). (2003). *EMPFEHLUNG DER KOMMISSION vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen*. Brüssel. Verfügbar unter https://eur-lex.europa.eu (Zugriff am: 01.08.2020).

EU – Europäische Union (Hrsg.) (2006). *VERORDNUNG (EG) Nr. 1893/2006 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 20. Dezember 2006 zur Aufstellung der statistischen Systematik der Wirtschaftszweige NACE Revision 2 und zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 3037/90 des Rates sowie einiger Verordnungen der EG über bestimmte Bereiche der Statistik*. Brüssel. Verfügbar unter https://eur-lex.europa.eu/ (Zugriff am: 01.08.2020).

EU – Europäische Kommission (Hrsg.). (2008). *NACE Rev. 2. Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft*. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften.

EU – Europäische Union (Hrsg.). (2011). *Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Eine neue EU-Strategie (2011–14) für die soziale Verantwortung der Unternehmen (CSR)*. Brüssel: Europäische Kommission.

EU – Europäische Union (Hrsg.). (2012). *Richtlinie zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG*. Brüssel: Europäische Kommission.

EU – Europäische Union (Hrsg.). (2015). *Europa 2020: Europas Wachstumsstrategie. Wachstum für eine Zukunft mit zahlreichen Arbeitsplätzen*. Luxemburg: Amt für Veröff. der Europäischen Union.

EU – Europäische Kommission (Hrsg.). (2020). *NACE Rev. 2. Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft*. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften.

EU – Europäische Kommission (Hrsg.). (2021). *Vorschlag für eine Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinien 2013/34/EU, 2004/109/EG und 2006/43/EG und der Verordnung (EU) Nr. 537/2014 hinsichtlich der Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen*. Verfügbar unter https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0189 (Zugriff am: 08.08.2021).

EU – Europäische Union (Hrsg.). (2022). *RICHTLINIE (EU) 2022/2464 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 14. Dezember 2022 zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 537/2014 und der Richtlinien 2004/109/EG, 2006/43/EG und 2013/34/EU hinsichtlich der Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen*. Verfügbar unter https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2022/2464/oj (Zugriff am: 02.01.2023).

Euler, D. (2020). Kompetenzorientierung in der beruflichen Bildung. In Arnold, R. Lipsmeier, A. & Rohs, M. (Hrsg.), *Handbuch Berufsbildung* (S. 205–218). Wiesbaden: Springer.

Fatheuer, T. (2011). *Schriften zur Ökologie. Band 17. Buen Vivir – Eine kurze Einführung in Lateinamerikas neue Konzepte zum guten Leben und zu den Rechten der Natur*. Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung.

Fietkau, H.-J. & Kessel, H. (1981). *Umweltlernen Veränderungsmöglichkeiten des Umweltbewusstseins: Modelle, Erfahrungen*. Meisenheim: Anton Hain Verlag.

Fink, H., Fischer, S., Lerchenmüller, U., Möller, V., Noodt, A., Richter, N., Roos, C., Schaefer, P., Simon-Heckroth, E. & Swart, C. (2017). *Zukunft der Berichterstattung – Nachhaltigkeit*. Düsseldorf: Institut der Wirtschaftsprüfer in Deutschland e. V.

Fischer, A. (2013). Übergänge zwischen ökonomischer und nachhaltiger Rationalität. In A. Fischer & D. Frommberger (Hrsg.), *Vielfalt an Übergängen in der beruflichen Bildung – Zwölf Ansichten* (S. 203–226). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Fischer, A. & Hantke, H. (2017). Konzeptionelle Zugänge zur Konstruktion nachhaltig ausgerichteter situationsorientierter Lernaufgaben für betriebliche Arbeits- und Lernsituationen. In T. Oeftering, J. Oppermann & A. Fischer (Hrsg.), *Der „fachdidaktische Code" der Lebenswelt- und / oder (?) Situationsorientierung* (S. 165–192). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Fischer, M. (2000). *Von der Arbeitserfahrung zum Arbeitsprozeßwissen. Rechnergestützte Facharbeit im Kontext beruflichen Lernens*. Opladen: Leske + Budrich.

Fischer, M. (2002a). Was kompetente Facharbeiterinnen und Facharbeiter wissen sollten. In U. Celement & R. Arnold (Hrsg.), *Kompetenzentwicklung in der beruflichen Bildung* (S. 55–80). Wiesbaden: Springer.

Fischer, M. (2002b). Die Entwicklung von Arbeitsprozesswissen durch Lernen im Arbeitsprozess – theoretische Annahmen und empirische Befunde. In M. Fischer & F. Rauner (Hrsg.), *Lernfeld: Arbeitsprozess* (S. 53–86). Baden-Baden: Nomos.

Fischer, M. (2003). Grundprobleme didaktischen Handelns und die arbeitsorientierte Wende in der Berufsbildung. *bwp(at), Nr. 4*, 1–17. Verfügbar unter http://www.bwpat.de/ausgabe4/fischer_bwpat4.shtml (Zugriff am: 22.10.2018).

Fischer, M. & Blings, J. (2010). Empirische Erschließung von nachhaltigen Qualifikationsanforderungen auf betrieblicher Ebene. In M. Becker, M. Fischer & G. Spöttl (Hrsg.), *Von der Arbeitsanalyse zur Diagnose beruflicher Kompetenzen. Methoden und methodologische Beiträge aus der Berufsbildungsforschung* (S. 111–125). Frankfurt a. M.: Peter Lang.

Fletcher, S. & Friese, O. (2008). Nachhaltiges Gestalten von Produktionsprozessen. Didaktische Prinzipien für kompetenzfördernde Lernumgebungen. *lernen & lehren, 23*(90), 54–59.

Flick, U. (2011). *Triangulation. Eine Einführung*. Wiesbaden: Springer.

Friedrichs, J. (1990). *Methoden empirischer Sozialforschung*. Opladen: Westdeutscher Verlag.

Gambow, M. (2018). *Nachhaltige Wasserbewirtschaftung. Konzept und Umsetzung eines vernünftigen Umgangs mit dem Gemeingut Wasser*. Wiesbaden: Springer.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M.-P. & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production, 143*, 757–768.

Gesamtmetall (Hrsg.). (2020). *Die Metall- und Elektro-Industrie in der Bundesrepublik Deutschland in Zahlen*. Verfügbar unter https://www.gesamtmetall.de/sites/default/files/downloads/zahlenheft_gesamtmetall_2020_0.pdf (Zugriff am: 10.02.2021).

Gesamtmetall (Hrsg.). (2021). *Zeitarbeit*. Verfügbar unter https://www.gesamtmetall.de/themen/beschaeftigung/zeitarbeit (Zugriff am: 10.02.2021).

GfK – Gesellschaft für Konsumforschung (Hrsg.). (2016). *Studie „Nachhaltigkeits-Bekanntheit" – Omnibusumfragen September 2016*. Verfügbar unter http://www.gfk-verein.org/compact/fokusthemen/nachhaltigkeit-mehr-als-eine-worthuelse (Zugriff am: 22.02.2018).

Gläser, J. & Laudel, G. (2010). *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen*. Wiesbaden: Springer.

Global Footprint Network (Hrsg.). (2022). *Der Earth Overshoot Day 2021*. Verfügbar unter https://www.overshootday.org/newsroom/press-release-june-2021-german/ (Zugriff am: 01.05.2022).

Gnahs, D. (2010). *Kompetenzen-Erwerb, Erfassung, Instrumente*. Bielefeld. wbv.

Gollwitzer, P. M. (1990). Action phases and mind-sets. In Higgins, E. T. & Sorrentino R. M. (Hrsg.), *Handbook of motivation and cognition: Foundations of sodal behavior* (S. 53–92). New York: Guilford.

Görlitz, A. (1983). *Politikwissenschaftliche Propädeutik*. Wiesbaden: Springer.

Gottschalk-Mazouz, N. (2007). Was ist Wissen? Überlegungen zu einem Komplexbegriff an der Schnittstelle von Philosophie und Sozialwissenschaften. In S. Ammon, C. Heineke & K. Selbmann (Hrsg.), *Wissen in Bewegung. Dominanz, Synergien und Emanzipation in den Praxen der Wissensgesellschaft* (S. 21–40). Weilerswist: Velbrück.

Graf, S. & Reuter, K. (2017). *Greening der Berufe und nachhaltige Arbeitswelt: Auf dem Weg zu einer kohlenstoffarmen und ressourceneffizienten Wirtschaft*. Berlin: UnternehmensGrün e. V.

Grambow, M. (2013). *Nachhaltige Wasserbewirtschaftung*. Wiesbaden: Springer.

Grantz, T., Molzow-Voit, F. & Spöttl, G. (2014). Offshore-Windenergieerzeugung – Ansätze zur Gestaltung von Aus- und Weiterbildung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit. In W. Kuhlmeier, A. Mohoric & T. Vollmer (Hrsg.), *Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Modellversuche 2010–2013: Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Ausblicke* (S. 17–33). Bielefeld: wbv.

Grantz, T., Molzow-Voit, F., Spöttl, G. & Windelband, L. (2013). *Offshore-Kompetenz. Windenergie und Facharbeit – Sektorentwicklung und Aus- und Weiterbildung*. Berlin: Peter Lang GmbH.

Gretschmann, K. (1981). *Steuerungsprobleme der Staatswirtschaft*. Berlin: Duncker & Humblot.

Greve, W. (1994). *Handlungsklärung. Die psychologische Erklärung menschlicher Handlungen*. Bern: Huber.

Grober, U. (2010). *Die Entdeckung der Nachhaltigkeit. Kulturgeschichte eines Begriffs*. München: Kunstmann.

Gruber, H., Mandl, H. & Renkl, A. (2000). Was lernen wir in der Schule und Hochschule: Träges Wissen? In H. Mandl & J. Gerstenmaier (Hrsg.), *Die Kluft zwischen Wissen und Handeln: Empirische und theoretische Lösungsansätze* (S. 139–156). Göttingen: Hogrefe.

Grund, J. & Singer-Brodowski, M. (2020). Transformatives Lernen und Emotionen. Ihre Bedeutung für die außerschulische Bildung für nachhaltige Entwicklung. *Außerschulische Bildung, Nr.* 3, 28–36.

Grunwald, A. & Kopfmüller, J. (2006). *Nachhaltigkeit*. Frankfurt a. M.: Campus.

Grunwald, A. & Kopfmüller, J. (2012). *Nachhaltigkeit. Eine Einführung*. Frankfurt a. M./New York: Campus Verlag.

Grunwald, A. (2016). *Nachhaltigkeit verstehen. Arbeiten an der Bedeutung nachhaltiger Entwicklung*. München: oekom.

Grunwald, A. & Kopfmüller, J. (2021). *Nachhaltigkeit*. Frankfurt a. M./New York: Campus Verlag.

Gudjons, H. (1994). *Handlungsorientiert lehren und lernen*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Guido, F. (2005). *Facetten der Kompetenzentwicklung*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.

Gutenberg, E. (1951). *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Band 1: Die Produktion*. Berlin/Heidelberg: Springer.

Haan, P., Peters, A., Semmling, E., Marth, H. & Kahlenborn, W. (2014). *Rebound-Effekte: Ihre Bedeutung für die Umweltpolitik*. Verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/texte_31_2015_rebound-effekte_ihre_bedeutung_fuer_die_umweltpolitik.pdf (Zugriff am: 22.04.2019).

Hacker W. (1973). *Allgemeine Arbeits- und Ingenieurspsychologie*. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.

Hacker, W. (1978). *Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie: Psychologische Struktur und Regulation von Arbeitstätigkeiten*. Bern: Huber.

Hacker, W. (1992). *Expertenkönnen. Erkennen und Vermitteln*. Göttingen und Stuttgart: Verlag für angewandte Psychologie.

Hacker, W. (2009). *Arbeitsgegenstand Mensch: Psychologie dialogisch-interaktiver Erwerbsarbeit*. Lengerich: Pabst Science Publishers.

Hacker, W. & Skell, W. (1993). *Lernen in der Arbeit*. Berlin/Bonn: BIBB.

Hahne, K. (2006). Wo stehen wir? Good Practice, Kompetenzentwicklung und Vernetzung. In A. Fischer & K. Hahne (Hrsg.), *Strategien und Umsetzungspotenzale einer Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 29–40). Bielefeld: wbv.

Hahne, K. (2007). Benötigt Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung ein erweitertes Verständnis von Kompetenzentwicklung? *BWP, 5*, 13–17.

Hahne, K. (2009). Entwicklung von System- und Gestaltungskompetenz für nachhaltige Entwicklung. In M. Becker, C. Fenzl, F. Howe & G. Spöttl (Hrsg.), *Berufsarbeit von morgen in gewerblich-technischen Domänen. Forschungsansätze und Ausbildungskonzepte für die berufliche Bildung* (S. 197–202). Bielefeld: wbv.

Hahne, K. & Kutt, K. (2004). Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung – Ein Orientierungsrahmen. *Berufsbildung, 58*, 34–37.

Hamann, K., Baumann, A. & Löschinger, D. (2012). *Psychologie im Umweltschutz. Handbuch zur Förderung nachhaltigen Handelns*. München: oekom.

Hanft, A. & Müskens, W. (2002). *Kompetenzbezogene Erfolgskontrollen internetgestützten Lernens*. Verfügbar unter https://uol.de/f/1/inst/paedagogik/ab/web/download/service/Endversion_Gutachten(2).pdf (Zugriff am: 10.05.2018).

Hannig, U. & Tachkov, P. (2011). *Nachhaltige Unternehmensführung lohnt sich -Messung der Nachhaltigkeit*. Verfügbar unter https://imis.de/portal/inu/de/dt.jsp?seite=Institut_fuer_Nachhaltige_Unternehmensfuehrung (Zugriff am: 25.02.2021).

Hardtke, A. & Prehn, M. (2001). *Perspektiven der Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Erfolgsstrategie*. Wiesbaden: Gambler.

Hauff, M. v. (2011). *Nachhaltigkeit – ein Erfolgsfaktor für mittelständische Unternehmen. Anforderungen an Politik, Gewerkschaften und Unternehmen*. Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.

Hauff, M. v. (2014). *Nachhaltige Entwicklung: Grundlagen und Umsetzung*. München: De Gruyter Oldenbourg

Hauff, M. v. & Jörg, A. (2017). *Nachhaltiges Wachstum*. Berlin: De Gruyter Oldenbourg.

Hauff, M. v. & Kleine, A. (2009). *Nachhaltige Entwicklung, Grundlagen und Umsetzung*. Berlin: De Gruyter Oldenbourg.

Hauff, V. (1987). *Unsere gemeinsame Zukunft*. Greven: Eggenkamp Verlag.

Heckhausen, H. & Gollwitzer, P. M. (1987). Thought contents and cognitive functioning in motivational versus volitional states of mind. *Motivation and Emotion, Vol. 11*, 101–120.

Heidbrink, L. & Seele, P. (2007). *Greenwash, Bluewash und die Frage nach der weißen Weste Begriffsklärung zum Verhältnis von CSR, PR und inneren Werten*. Essen: CRR (Center for Responsibility Research) & Kulturwissenschaftliches Institut.

Heinen, S. P. (2016). *Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Gebäudeenergieberatung – Leitideen, Qualifikationsforschung und didaktische Konzepte*. Düren: Shaker Verlag GmbH.

Heinen, T., Rimpau, C. & Wörn, A. (2008). Wandlungsfähigkeit als Ziel der Produktionssystemgestaltung. In P. Nyhuis, G. Reinhart & E. Abele (Hrsg.), *Wandlungsfähige Produktionssysteme. Heute die Industrie von morgen gestalten* (S. 19–32). Hannover: Technische Informationsbibliothek u. Universitätsbibliothek PZH.

Heinrichs, J. (2019). *Gelebte Reflexion. Schriften zur Reflexions-Systemtheorie*. San Francisco, Kalifornien: Academia.

Helfferich, C. (2011). *Die Qualität qualitativer Daten. Manuel für die Durchführung qualitativer Interviews*. Wiesbaden: Springer.

Hellbrück, J. & Kals, E. (2012). *Umweltpsychologie Lehrbuch*. Wiesbaden: Springer.

Helmrich, R., Schandock, M., Mohaupt, F., Röttger, C., Zika, G., Thobe, I. & Wolter, I. (2015). *Arbeit und Qualifikation in der Green Economy*. Dessau-Roßlau: UBA.

Hemkes, B. (2014). Vom Projekt zur Struktur – Das Strategiepapier der AG „Berufliche Aus- und Weiterbildung". In T. Vollmer & W. Kuhlmeier (Hrsg.), *Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Modellversuche 2010–2013: Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Ausblicke* (S. 225–235). Bielefeld: wbv.

Hemkes, B. (2016). Bildungsinnovationen durch Modellversuche. In Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.), *Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung 2015–2019. Modellversuche zur Entwicklung von berufsspezifischen Nachhaltigkeitskompetenzen in Lebensmittelhandwerk und Lebensmittelindustrie* (S. 1–3). Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB).

Hemkes, B., Kuhlmeier, W. & Vollmer, T. (2013). Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung im Zusammenhang gesellschaftlicher Innovationsstrategien. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP), Nr. 6*, 28–31.

Henze, C. (2016). Nachhaltige Entwicklung, Transformation und Resilienz – Zur Relevanz von Partizipation und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. In A. Bittner & V. Bischoff (Hrsg.), *Nachhaltigkeit erfahren. Engagement als Schlüssel einer Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 21–40). München: oekom verlag.

Herkner, V. & Pahl, J.-P. (2020). Handlungsorientierung in der Berufsbildung In R. Arnold, A. Lipsmeier & M. Rohs (Hrsg.), *Handbuch Berufsbildung* (S. 189–204). Wiesbaden: Springer.

Hesebeck, B. (2016). Alle seine Frage der Motivation? Wie Werte unser Verhalten beeinflussen. In A. Bittner & V. Bischoff (Hrsg.), *Nachhaltigkeit erfahren. Engagement als Schlüssel einer Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 139–152). München: Oekom Verlag.

Heyen, D. A., Fischer C., Barth, R., Brunn, C., Grießhammer, R., Keimeyer K. & Wolff, F. (2013). *Working Paper. Mehr als nur weniger Suffizienz: Notwendigkeit und Optionen politischer Gestaltung*. Berlin: Öko-Institut e. V.

Hiß, S. (2005). *Warum übernehmen Unternehmen gesellschaftliche Verantwortung? Ein soziologischer Erklärungsversuch*. Frankfurt a. M./New York: Campus Verlag.

Hollihn, F. (1978). *Partizipation und Demokratie. Bürgerbeteiligung am kommunalen Planungsprozeß?* Baden-Baden: Nomos.

Hollmann, D. (2015). *Gesellschaftliche Verantwortung der Unternehmen. Ergebnisse der Umfrage – August 2015*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.

Holst J., Brock, A., Singer-Brodowski, M. & Haan, G. d. (2020). Monitoring Progress of Change: Implementation of Education for Sustainable Development (ESD) within Documents of the German Education System. *Sustainability, Vol. 12*, 1–19.

Holst, J. & Singer-Brodowski, M. (2020). *Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) in der Beruflichen Bildung. Strukturelle Verankerung zwischen Ordnungsmitteln und Nachhaltigkeitsprogrammatik. Kurzbericht zu Beginn des UNESCO BNE-Programms „ESD for 2030"*. Berlin: Freie Universität Berlin/Institut Futur.

Homann, K. (1996). Sustainability: Politikvorgabe oder regulative Idee? In L. Gerken (Hrsg.), *Ordnungspolitische Grundfragen einer Politik der Nachhaltigkeit* (S. 33–47). Baden-Baden: Nomos.

Horkheimer, M. & Adorno, T. W. (1988). *Dialektik der Aufklärung. Philosophische Fragmente*. Frankfurt a. M.: Fischer.

Howe, F. & Gessler, M. (2018). Lern- und Arbeitsaufgaben. In F. Rauner & P. Grollmann (Hrsg.), *Handbuch Berufsbildungsforschung* (S. 486–494). Stuttgart: UTB.

Huber, J. (2000). Industrielle Ökologie. Konsistenz, Effizienz und Suffizienz in zyklusanalytischer Betrachtung. In U. E. Simonis (Hrsg.), *Global Change* (S. 1–16). Baden-Baden: Nomos.

Huber, S. (1995). *Nachhaltige Entwicklung. Strategie für eine ökologische und soziale Erdpolitik*. Berlin: Ed. Sigma.

IHK – Industrie- und Handelskammer (Hrsg.). (2015). *Verantwortung lohnt sich. Eine Studie zum Ehrbaren Kaufmann 2014*. München: IHK München und Oberbayern.

IHK – Industrie- und Handelskammer (Hrsg.). (2023). *CSR-Berichtspflicht: geplante Änderungen ab 2024*. Verfügbar unter https://www.ihk.de/koeln/hauptnavigation/umwelt-und-energie/nachhaltigkeit (Zugriff am: 02.03.2023).

Ihlau, S. & Duscha, H. (2019). *Besonderheiten bei der Bewertung von KMU. Planungsplausibilisierung, Steuern, Kapitalisierung*. Wiesbaden: Springer.

ILO – International Labour Office (Hrsg.). (2012). *Working towards sustainable development. Opportunities for decent work and social inclusion in a green economy*. Genf: International Labour Office.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.). (2013). *CLIMATE CHANGE 2013 – The Physical Science Basis. Fifth Assessment Report (AR5)*. Genf: IPCC.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.). (2018). *Global warming of 1.5°C An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Genf: IPCC.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2021). Summary for Policymakers. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu & B. Zhou (Hrsg.), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (S. 1–24). Genf: Intergovernmental Panel on Climate Change.

Jackson, T. (2009). *Prosperity without growth. Economics for a finite Planet*. London: Earthscan.

Jakobeit, C. & Methmann, C. (2007). *Klimaflüchtlinge. Die verleugnete Katastrophe. Eine Studie im Auftrag von Greenpeace*. Hamburg: Greenpeace.

Jarolimek, S. (2014). CSR-Kommunikation: Zielsetzungen und Erscheinungsformen. In A. Zerfaß & M. Piwinger (Hrsg.), *Handbuch Unternehmenskommunikation. Strategie – Management – Wertschöpfung* (S. 1269–1284). Wiesbaden: Springer.

Jonas, H. (1979). *Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Joób, M. (2008). *Globale Gerechtigkeit im Spiegel zeitgenössischer Theorien der Politischen Philosophie*. Ödenburg: Christian Academic Press.

Jörissen, J., Brandl, V., Kopfmüller, J. & Paetau, M. (2000). Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung: Der theoretisch konzeptionelle Ansatz des HGF-Verbundprojektes. *TA-Datenbank-Nachrichten, 9*(2), 35–42.

Jörissen, J., Kopfmüller, J. & Brandl, V. (1999). *Ein integratives Konzept nachhaltiger Entwicklung*. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH.

Kaiser, O. & Seitz, H. (2016). *Kurzanalyse Nr. 9: Ressourceneffizienz von Windenergieanlagen*. Berlin: VDI ZRE.

Kaiser, R. (2021). Qualitative Experteninterviews Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung. Wiesbaden: Springer.

Känel, S. (2018). *Betriebswirtschaftslehre. Eine Einführung*. Wiesbaden: Springer Gabler.

Kastrup, J. & Kuhlmeier, W. (2013). Leitlinien für die didaktische Gestaltung der Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung an Beispielen aus Ernährung und Hauswirtschaft Haushalt. *Bildung & Forschung, Nr. 2*, 55–65.

Kastrup, J., Kuhlmeier, W. & Reichwein, W. (2014). Der Transfer der Ergebnisse des Förderschwerpunkts „Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung" (BBNE): Erfahrungen, Modelle und Empfehlungen. In W. Kuhlmeier, A. Mohorič & T. Vollmer (Hrsg.), *Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung Modellversuche 2010–2013: Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Ausblicke* (S. 171–182). Bielefeld: wbv.

Kastrup, J., Kuhlmeier, W., Reichwein, W. & Vollmer, T. (2012). Mitwirkung an der Energiewende lernen – Leitlinien für die didaktische Gestaltung der Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung. *lernen & lehren, 3*(107), 117–124.

Kaufhold, M. (2006). *Kompetenz und Kompetenzerfassung. Analyse und Beurteilung von Verfahren der Kompetenzerfassung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Kempf, H. D. (2010). Verhältnisprävention und Verhaltensprävention. In H. D. Kempf (Hrsg.), *Die Neue Rückenschule* (S. 203–221). Wiesbaden: Springer.

Kemfert, C. (2018). Klimaziel 2020 verfehlt: Zeit für eine Neuausrichtung der Klimapolitik? *ifo Schnelldienst, Nr. 1*, 3–25.

Kettschau, I. (2011). Berufliche Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Konzepte und Entwicklungslinien. *bwp(at), Nr. 11*, 1–12. Verfügbar unter http://www.bwpat.de/ht2011/ft11/kettschau_ft11-ht2011.pdf (Zugriff am: 22.10.2018).

Kettschau, I. & Mattausch, N. (2013). *Nachhaltigkeit im Berufsfeld Ernährung und Hauswirtschaft am Beispiel der Gemeinschaftsverpflegung: Arbeitsprozesse, Qualifikationsanforderungen und Anregungen zur Umsetzung in Unterricht und Ausbildung*. Hamburg: Verlag Handwerk und Technik.

Kienle, A. & Kunau, G. V. (2014). *Informatik und Gesellschaft. Eine sozio-technische Perspektive*. Berlin/München: De Gruyter Oldenbourg.

Kirschten, U. (2017). *Nachhaltiges Personalmanagement: Aktuelle Konzepte, Innovationen und Unternehmensentwicklung*. Konstanz, München: UVK Verlagsgesellschaft.

Klaffke, H. (2008). Geschäftsprozesse als Gegenstand beruflichen Lernens – IT-gestützte Produktion in der Druckvorstufe. *bwp(at), Nr. 4*, 1–16. Verfügbar unter https://www.bwpat.de/ht2008/ft03/klaffke_ft03-ht2008_spezial4.pdf (Zugriff am: 05.07.2019).

Klafki, W. (1995). *Schlüsselprobleme im Unterricht*. Weinheim: Juventa.

Klafki, W. (1996). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik*. Weinheim: Beltz.

Klanten, V. A. (2014). Vorwort. In W. Kuhlmeier, A. Mohorič & T. Vollmer (Hrsg.), *Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Modellversuche 2010–2013: Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Ausblicke* (S. 5–6). Bonn: BIBB.

Klein, S. (2013). *Die Bedeutung nachhaltigen Verhaltens von Unternehmen – ein interdisziplinärer Ansatz*. Zürich: Compendio Bildungsmedien.

Kleiner, M. (2005). *Berufswissenschaftliche Qualifikationsforschung im Kontext der Curriculumentwicklung. Beschreibung der Facharbeit des Industriemechanikers anhand von Beruflichen Arbeitsaufgaben zur Entwicklung von Lernfeldern*. Hamburg: Verlag Dr. Kovač GmbH.

Kleinfeld, A. & Kettler A. (2011). Verantwortung Compliance – Integrität als Bestandteil gesellschaftlicher Verantwortung. In B. Sandberg & K. Lederer (Hrsg.), *Corporate social responsibility in kommunalen Unternehmen. Wirtschaftliche Betätigung zwischen öffentlichem Auftrag und gesellschaftlicher Verantwortung* (S. 273–294). Wiesbaden: Springer.

Klemisch, H. & Potter, P. (2006). Instrumente nachhaltigen Wirtschaftens. In H. Klemisch & P. Potter (Hrsg.), *Instrumente nachhaltigen Wirtschaftens in der Unternehmenspraxis* (S. 11–22). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.

Kletti, J. & Schumacher, J. (2014). *Die perfekte Produktion. Manufacturing Excellence durch Short Interval Technology (SIT)*. Berlin: Springer.

Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbricht, P., Gruber, H., Prenzel, M., Reiss, K., Riquarts, K., Rost, J., Tenorth, H.-E. & Vollmer, H. J. (2007). *Expertise. Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards*. Berlin: BMBF.

Klieme, E. & Hartig, J. (2007). Kompetenzkonzepte in den Sozialwissenschaften und im erziehungswissenschaftlichen Diskurs. In M. Prenzel, I. Gogolin & H. H. Krüger (Hrsg.), *Kompetenzdiagnostik* (S. 11–32). Wiesbaden: Springer.

Klieme, E. & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. *Zeitschrift für Pädagogik, 52*(6), 876–903.

Kluckhohn, C. (1951). Values and value-orientation in the theory of action: An exploration in definition and classification. In T. Parsons & E. Shils (Hrsg.), *Toward a General Theory of Action* (S. 388–433). Cambridge, MA: Harvard University Press.

KMK – Kultusministerkonferenz (Hrsg.). (1991). *Rahmenvereinbarung über die Berufsschule. Beschluß der Kultusministerkonferenz vom 14./15.03.1991*. Bonn: KMK.

KMK – Kultusministerkonferenz (Hrsg.). (1999). *Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz (KMK) für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe*. Bonn: KMK.

KMK – Kultusministerkonferenz (Hrsg.). (2017). *Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe*. Berlin: Sekretariat der Kultusministerkonferenz.

KMK – Kultusministerkonferenz (Hrsg.). (2018a). *Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe*. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2007/2007_09_01-Handreich-Rlpl-Berufsschule.pdf (Zugriff am: 25.08.2019).

KMK – Kultusministerkonferenz (Hrsg.). (2018b). *Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker/Industriemechanikerin*. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Industriemechaniker-IH04-03-25-idf-18-02-23.pdf (Zugriff am: 14.08.2019).

KMK – Kultusministerkonferenz (Hrsg.). (2020). *Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Elektroniker für Gebäudesystemintegration und Elektronikerin für Gebäudesystemintegration*. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Elektroniker_Gebaeudesystemintegration-20-12-18-mEL.pdf (Zugriff am: 14.08.2019).

KMK – Kultusministerkonferenz (Hrsg.). (2021). *Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe*. Berlin: Sekretariat der Kultusministerkonferenz. Verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_06_17-GEP-Handreichung.pdf (Zugriff am: 14.08.2019).

Kopfmüller, J. (2007). Auf dem Weg zu einem integrativen Nachhaltigkeitskonzept. *Ökologisches Wirtschaften*, *12*(57), 16–18.

Kopfmüller, J. (2010). Von der kulturellen Dimension nachhaltiger Entwicklung zur Kultur nachhaltiger Entwicklung. In O. Parodi, G. Banse & A. Schaffer (Hrsg.), *Wechselspiele: Kultur und Nachhaltigkeit: Annäherungen an ein Spannungsfeld* (S. 43–58). Berlin: Ed. Sigma.

Kopfmüller, J., Brandl, V., Jörissen J., Paetau, M., Banse, G., Coenen, R. & Grundwald, A. (2001). *Nachhaltige Entwicklung integrativ betrachtet. Konstitutive Elemente, Regeln und Indikatoren*. Berlin: Ed. Sigma.

Kraemer, G., Weingarten, J. & Wohlert, J. (2017). *Branchenanalyse Abfallwirtschaft. Entwicklungstendenzen und strukturelle Herausforderungen unter besonderer Berücksichtigung der kommunalen Dienstleistungen*. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.

Kreikebaum, H. (1992). *Umweltgerechte Produktion: integrierter Umweltschutz als Aufgabe der Unternehmensführung im Industriebetrieb*. Wiesbaden: C. F. Müller Verlag.

Kreipl, C. (2020). *Verantwortungsvolle Unternehmensführung. Corporate Governance, Compliance Management und Corporate Social Responsibility*. Wiesbaden: Springer Gabler.

Kremer, M. (2007). Der lange Weg der Nachhaltigkeit. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP)*, *Nr. 5*, 3–5.

Kromrey, H., Roose, J. & Strübing, J. (2016). *Empirische Sozialforschung. Modelle und Methoden der standardisierten Datenerhebung und Datenauswertung mit Annotationen aus qualitativ-interpretativer Perspektive*. Konstanz, München: UVK Verlagsgesellschaft.

Kuckartz, U. (1998). *Umweltbewusstsein und Umweltverhalten*. Berlin: Springer.

Kuckartz, U. (2014). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Weinheim: Beltz Juventa.

Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden Praxis Computerunterstützung*. 5. Auflage. Weinheim: Beltz Juventa.

Kuckartz, U., Dresing, T., Rädiker, S. & Stefer, C. (2008). *Qualitative Evaluation. Der Einstieg in die Praxis*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Kuhlmeier, W. (2004). *Kompetenzbeschreibungen zur nachhaltigen Entwicklung*. Verfügbar unter https://www.bibb.de/dokumente/pdf/6_Kompetenzbeschreibungen_zur_nachhaltigen_Entwicklung.pdf (Zugriff am: 10.03.2022).

Kuhlmeier, W. & Vollmer, T. (2013). Didaktik gewerblich-technischer Berufsbildung im Kontext der UN-Dekade „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung". *bwp(at), Nr. 24*, 1–20. Verfügbar unter http://www.bwpat.de/ausgabe24/kuhlmeier_vollmer_bwpat24.pdf (Zugriff am: 22.08.2018).

Kuhlmeier, W. & Vollmer, T. (2014). Strukturelle und curriculare Verankerung der Beruflichen Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. In W. Kuhlmeier, A. Mohorič & T. Vollmer (Hrsg.), *Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Modellversuche 2010–2013: Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Ausblicke* (S. 197–224). Bielefeld: wbv.

Kuhlmeier, W. & Vollmer, T. (2018). Ansatz einer Didaktik der Beruflichen Bildung für nachhaltige Entwicklung. In T. Tramm, M. Casper & T. Schlömer (Hrsg.), *Didaktik der beruflichen Bildung – Selbstverständnis, Zukunftsperspektiven und Innovationsschwerpunkte* (S. 131–151). Bielefeld: wbv.

Kummer, S., Grün, O. & Jammernegg, W. (2013). *Grundzüge der Beschaffung, Produktion und Logistik*. München: Pearson.

Kutt, H. (2001). Von der beruflichen Umweltbildung zur „Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung". Begründungen und denkbare Maßnahmen. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP), Nr. 30*, 50–53.

Kutt, K. (2006). Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung: Zur Rekonstruktion eines Werdegangs – Zwischen Meilenstein und Kleinmosaik. In E. Tiemeyer & K. Wilbers (Hrsg.), *Berufliche Bildung für nachhaltiges Wirtschaften* (S. 33–53). Bielefeld: wbv.

Landwehr, B. (2017). *Partizipation, Wissen und Motivation im Politikunterricht. Empirische Forschung in den gesellschaftswissenschaftlichen Fachdidaktiken*. Wiesbaden: Springer.

Lang, D. J., Rode, H. & Wehrden H. v. (2014). Methoden und Methodologie in den Nachhaltigkeitswissenschaften. In H. Heinrichs & G. Michelsen (Hrsg.), *Nachhaltigkeitswissenschaften* (S. 115–144). Berlin/Heidelberg: Springer.

Lange, U. (2017). *Ressourceneffizienz durch Remanufacturing; Industrielle Aufarbeitung von Altteilen. VDI ZRE Publikationen – Kurzanalyse Nr. 18. VDI Zentrum Ressourceneffizienz, erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit*. Verfügbar unter https://www.ressource-deutschland.de/service/publikationen/detailseite/ka-18-remanufacturing (Zugriff am: 10.10.2021).

Langfeldt, H.-P. & Pfab, W. (2015). *Psychologie. Grundlagen und Perspektiven für die soziale Arbeit*. München: UTB GmbH.

Lempert, W. (2006). *Berufliche Sozialisation*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag.

Lenton, T. M. & Schellnhuber, H. J. (2007). „Tipping the scales." *Nature Climate Change, Vol. 1*, 97–98.

Leontjew, A. N. (1977). *Probleme der Entwicklung des Psychischen*. Kronberg: Athenäum.

Lipsmeier, A. (1996). Lernen und Arbeiten. In B. Bonz (Hrsg.), *Didaktik der Berufsbildung* (S. 205–219). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH.

Loebe, H. & Severing, E. (2014). *Ressourceneffizienz im Unternehmen: Einsparpotenziale sichtbar machen – Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen motivieren (Leitfaden für die Bildungspraxis)*. Bielefeld: wbv.

Loew, T. & Clausen, J. (2010). *Wettbewerbsvorteile durch CSR. Eine Metastudie zu den Wettbewerbsvorteilen von CSR und Empfehlungen zur Kommunikation an Unternehmen*. Berlin: Institute for Sustainability.

Loew, T. & Rohde, F. (2013). *CSR und Nachhaltigkeitsmanagement. Definitionen, Ansätze und organisatorische Umsetzung im Unternehmen*. Berlin: Institute for Sustainability.

Lotz-Sisitka, H., Wals, A. E., Kronlid, D. & McGarry, D. (2015). Transformative, transgressive social learning: ethinking higher education pedagogy in times of systemic global dysfunction. *Current Opinion in Environmental Sustainability, Nr. 16*, 73–80.

Luhmann, N. (1997). *Die Gesellschaft der Gesellschaft*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Lüthringhaus, M. (2000). *Stadtentwicklung und Partizipation*. Bonn: Stiftung Mitarbeit.

Man, R., Haralabopoulou, D. & Henseling, K. O. (1998). Ziele, Anlässe und Formen des Stoffstrommanagements. In H. Friege, C. Engelhardt & K. O. Henseling (Hrsg.), *Das Management von Stoffströmen. Geteilte Verantwortung – Nutzen für alle* (S. 20–27). Berlin/Heidelberg: Springer.

Martens, J. & Obenland, W. (2017). *Die Agenda 2030 Globale Zukunftsziele für nachhaltige Entwicklung*. Bonn: Global Policy Forum.

Martens, P., Roorda, N. & Cörvers, R. (2010). The Need for New Paradigms. *Sustainability. The Journal of Record, Vol. 5*, 294–303.

Martin, H. (1994). *Grundlagen der menschengerechten Arbeitsgestaltung*. Köln: Bund Verlag.

Martin, W. & Pangalos, J. (1993). Gewerblich-Technische Wissenschaften. In A. Bannwitz & F. Rauner (Hrsg.), *Wissenschaft und Beruf. Berufliche Fachrichtungen im Studium von Berufspädagogen des gewerblich-technischen Bereich* (S. 75–85). Bremen: Donat.

Mattes, K., Lerch, C. & Jäger, A. (2015). *Ressourceneffiziente Produktion jenseits technischer Lösungen*. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Matthies, E. (2005). Wie können PsychologInnen ihr Wissen besser an die PraktikerIn bringen? Vorschlag eines neuen integrativen Einflussschemas umweltbewussten Alltagshandelns. *Umweltpsychologie, 9*(1), 62–81.

Mayer, Katja (2017). *Nachhaltigkeit: 111 Fragen und Antworten. Nachschlagewerk zur Umsetzung von CSR im Unternehmen*. Wiesbaden: Springer/Gabler.

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim: Beltz Juventa.

Mayring, P. (2016). *Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken*. Weinheim: Beltz Juventa.

Mayring, P. & Brunner, E. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. In H. Boller, B. Friebertshäuser, A. Langer, A. Prengel & S. Richter (Hrsg.), *Handbuch qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft* (S. 323–334). Weinheim: Beltz Juventa.

McClelland, D. C. (1973). Testing for competence rather than for intelligence. *American Psychologist, Vol. 28*, 1–14.

McClelland, D. C. (2009). *Human Motivation*. Cambridge: Cambridge University Press.

McDonough, W. & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. Basingstoke: Macmillan.

Meadows, D. L., Meadows, D. H., Zahn, E., Milling, P. & Heck, H.-D. (1972). *Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit*. Stuttgart: Dt. Verl.-Anst.

Mersch, F. F. (2013). Arbeitsprozess- und arbeitsbezogene Verfahren für berufliches Lernen im Bereich Bau, Holz und Farbe. In W. Kuhlmeier, S. Baabe-Meijer & J. Meyser (Hrsg.), *Perspektiven der beruflichen Bildung und der Facharbeit: Ergebnisse der Fachtagung Bau, Holz, Farbe und Raumgestaltung 2013* (S. 69–96). Norderstedt: Books on Demand GmbH.

Mertineit, K.-D. (2009). *Energie- und Ressourceneffizient in Berufsbildung und Arbeit*. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).

Mertineit, K.-D. (2013). *Berufsbildung für die grüne Wirtschaft*. Bonn: BMZ.

Mertineit, K.-D., Nickolaus, R. & Schnurpel, U. (2000). *Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung. Machbarkeitsstudie im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung*. Bonn: BMBF.

Meuser, M. & Nagel, U. (1991). ExpertInneninterviews – vielfach erprobt, wenig bedacht: ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion. In D. Garz & K. Kraimer (Hrsg.), *Qualitativ-empirische Sozialforschung: Konzepte, Methoden, Analysen* (S. 441–471). Opladen: Westdt. Verlag.

Meuser, M. & Nagel, U. (2009). Das Experteninterview – konzeptionelle Grundlagen und methodische Zugänge. In S. Pickel, G. Pickel, H.-J. Lauth & D. Jahn (Hrsg.), *Methoden der vergleichenden Politik- und Sozialwissenschaft. Neue Entwicklungen und Anwendungen* (S. 465–480). Wiesbaden: Springer.

Meyer, H. (1987). Handlungsorientierter, handelnder und schülerorientierter Unterricht. In: H. Meyer (Hrsg.), *Unterrichtsmethoden. Band 1: Theorieband*. Frankfurt a. M.: Cornelsen Scriptor.

Meyer, H., Vollmer, T., Stomporowski, S., Gerb, U. & Meyer, H. (2009). *Globalität und Interkulturalität als integrale Bestandteile beruflicher Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (GInE). Abschlussbericht*. Norderstedt: Books on Demand.

Mezirow, J. (1978). *Education for perspective transformation: Women's re-entry programs in community colleges*. New York: Teacher's College, Columbia.

Mezirow, J. (1991). *Transformative dimensions of adult learning*. San Francisco: Jossey-Bass.

Michaelis, C. (2017). *Kompetenzentwicklung zum nachhaltigen Wirtschaften. Eine Längsschnittstudie in der kaufmännischen Ausbildung*. Frankfurt a. M.: Peter Lang GmbH.

Michelsen, G. (2005). Nachhaltigkeitskommunikation: Verständnis – Entwicklung – Perspektiven. In G. Michelsen & J. Godemann (Hrsg.), *Handbuch Nachhaltigkeitskommunikation. Grundlagen und Praxis* (S. 25–41). München: Oekom.

Michelsen, G. (2017). Verortung der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie. In G. Michelsen (Hrsg.), *Die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Wegweiser für eine Politik der Nachhaltigkeit* (S. 5–22). Wiesbaden: HLZ.

Michelsen, G. & Adomßent, M. (2014). Nachhaltige Entwicklung: Hintergründe und Zusammenhänge. In H. Heinrichs & G. Michelsen (Hrsg.), *Nachhaltigkeitswissenschaften* (S. 3–59). Berlin/Heidelberg: Springer.

Michelsen, G. & Fischer, D. (2015). *Bildung für nachhaltige Entwicklung*. Wiesbaden: Hessische Landeszentrale für politische Bildung.

Michelsen, G., Grunenberg, H., Mader, C. & Barth, M. (2016). *Nachhaltigkeit bewegt die jüngere Generation Greenpeace: Nachhaltigkeitsbarometer 2015*. Hohenwarsleben: Westarp Sozialwissenschaften.

Michelsen, G. & Rieckmann, M. (2014). Kommunikation, Partizipation und digitale Medien: Nachhaltigkeitskommunikation. In H. Heinrichs & G. Michelsen (Hrsg.), *Nachhaltigkeitswissenschaften* (S. 369–380). Berlin/Heidelberg: Springer.

Miller, G. A., Galanter, E. & Pribram, K. H. (1973). *Strategien des Handelns. Pläne und Strukturen des Verhaltens*. Stuttgart: Klett.

Mohorič A. (2014). Der Modellversuchsförderschwerpunkt „Berufliche Bildung für eine nachhaltige Entwicklung" (BBNE) am Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB). In W. Kuhlmeier, A. Mohorič & T. Vollmer (Hrsg.), *Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Modellversuche 2010–2013: Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Ausblicke* (S. 7–12). Bonn: BIBB.

Mosbrugger, V. & Hofer, H. (2009). *Biodiversitätsforschung in der Leibniz-Gemeinschaft: Eine nationale Aufgabe*. Bonn: Leibniz-Gemeinschaft.

Mugler, J. (2008). *Grundlagen der BWL der Klein- und Mittelbetriebe*. Wien: Facultas Universitätsverlag.

Müller, J. (2012). Anforderungen an Kompetenzmodellierungen für nachhaltiges Wirtschaften im betriebswirtschaftlich-kaufmännischem Handlungsfeld: Ein Werkstattbericht. In E. Freund (Hrsg.), *Band 8, Handel im Wandel – Ansätze aus der Praxis zu nachhaltigem Konsum und nachhaltigem Wirtschaften* (S. 53–71). Lüneburg: Leuphana-Seminar-Schriften zur Berufs- und Wirtschaftspädagogik.

Müller, J. & Fischer, A. (2013). Entwicklung eines Domänenmodells für ein nachhaltiges Wirtschaften kaufmännischer Auszubildender: Erste Einblicke. *bwp(at), Nr. 10*, 1–15. Verfügbar unter http://www.bwpat.de/ht2013/ws10/mueller_fischer_ws10-ht2013.pdf (Zugriff am: 22.10.2018).

Müller, K. (2008). *Schlüsselkompetenzen und beruflicher Verbleib*. Bielefeld: wbv.

Müller, M. & Niebert, K. (2017). Verantwortung im Anthropozän – Wird die Neuauflage der Nachhaltigkeitsstrategie unserer Verantwortung für ein Leben innerhalb der planetaren Grenzen gerecht? In G. Michelsen (Hrsg.), *Die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Wegweiser für eine Politik der Nachhaltigkeit* (S. 55–70). Wiesbaden: HLZ.

Nagel, S. (2020). Nachhaltigkeitsorientiertes Fachkräftehandeln im Kontext einer Green Economy und zunehmender Digitalisierung. In T. Vollmer, T. Karges, T. Richter, B. Schlömer & S. Schütt-Sayed (Hrsg.), *Digitalisierung mit Arbeit und Berufsbildung nachhaltig gestalten* (S. 37–58). Bielefeld: wbv.

Nantke, H.-J. (Hrsg.) (2002). *Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Die Zukunft dauerhaft umweltgerecht gestalten. Deutschland*. Berlin: Schmidt Verlag.

Nationale Plattform Bildung für nachhaltige Entwicklung (2017). *Nationaler Aktionsplan Bildung für nachhaltige Entwicklung. Der deutsche Beitrag zum UNESCO-Weltaktionsprogramm*. Bielefeld: wbv.

Nationales CSR-Forum (2010). *Empfehlungsbericht des Nationalen CSR-Forums an die Bundesregierung. Beschlossen in Berlin am 22. Juni 2010.* Bonn: BMAS.

Neckel, S., Besedovsky, N., Boddenberg, M., Hasenfratz, M., Pritz, S. M. & Wiegand, T. (2018). *Die Gesellschaft der Nachhaltigkeit. Umrisse eines Forschungsprogramms.* Bielefeld: transcript.

Neuweg, G. H. (2011). Skeptische Anmerkungen zum Ideal einer „Theorie-Praxis-Interaktion" in der Lehrerbildung. *Erziehungswissenschaft, 22*(34), 33–45.

Neuweg, G. H. (2015). *Das Schweigen der Könner. Gesammelte Schriften zum impliziten Wissen.* Münster: Waxmann.

Newell, A. & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving.* Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Niekisch, M. (2016). Internationale Abkommen zum Natur- und Artenschutz. In K. Ott, J. Dierks & L. Voget-Kleschin (Hrsg.), *Handbuch Umweltethik* (S. 353–362). Berlin/Stuttgart: J. B. Metzler Verlag.

Nölting, B., Voß, J. P. & Hayn, D. (2004). Nachhaltigkeitsforschung – jenseits von Disziplinierung und anything goes. *GAJA – Ökologische Perspektiven in Natur-, Geistes- und Wirtschaftswissenschaften Ecological Perspectives in Science, Humanities, and Economics, Vol. 4,* 254–261.

OECD – Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (Hrsg.). (2005). *Definition und Auswahl von Schlüsselkompetenzen.* Verfügbar unter https://www.oecd.org/pisa/35693281.pdf (Zugriff am: 23.05.2022).

Oekom research (Hrsg.). (2012). *Oekom Impact Studie 2017 – Einfluss des nachhaltigen Investments auf Unternehmen – eine empirische Analyse.* München: oekom research AG.

Oerkermann, G. (2015). Nachhaltige Produktgestaltung. In T. Weber (Hrsg.), *CSR und Produktmanagement. Langfristige Wettbewerbsvorteile durch nachhaltige Produkte* (S. 149–159). Berlin: Springer Gabler.

Oesterreich, R. & Volpert, W. (1987). Handlungstheoretisch orientierte Arbeitsanalyse. In U. Kleinbeck & J. Rutenfranz (Hrsg.), *Arbeitspsychologie. Enzyklopädie der Psychologie, Bd. D/III/1* (S. 43–73). Göttingen: Hogrefe.

Okun, K. & Schulz, C.-N. (2000). Didaktik und Methodik in der beruflichen Umweltbildung. In M. Härtel, R. Stockmann & H. Gaus (Hrsg.), *Berufliche Umweltbildung und Umweltberatung* (S. 36–49). Bielefeld: wbv.

Osterloh, M. & Fort, J. (2006). *Prozessmanagement als Kernkompetenz: Wie Sie Business Reengineering strategisch nutzen können.* Wiesbaden: Springer.

Ott, K. (2002). Nachhaltigkeit des Wissens – was könnte das sein? In Heinrich-Böll-Stiftung (Hrsg.), *Gut zu wissen – Links zur Wissensgesellschaft* (S. 208–235). Münster: Westfälisches Dampfboot.

Ott, K. (2016a). Geschichte der Nachhaltigkeitsidee. In K. Ott, J. Dierks & L. Voget-Kleschin (Hrsg.), *Handbuch Umweltethik* (S. 62–66). Berlin, Stuttgart: J. B. Metzler Verlag.

Ott, K. (2016b). Starke Nachhaltigkeit. In K. Ott, J. Dierks & L. Voget-Kleschin (Hrsg.), *Handbuch Umweltethik* (S. 190–194). Berlin, Stuttgart: J. B. Metzler Verlag.

Ott, K. & Döring, R. (2007). Soziale Nachhaltigkeit: „Suffizienz“ zwischen Lebensstilen und politischer Ökonomie. In F. Beckenbach, U. Hampicke, C. Leipert, G. Meran, J. Minsch, H. G. Nutzinger, R. Pfriem, J. Weimann, F. Wirl & U. Witt (Hrsg.), *Jahrbuch für ökologische Ökonomie. Band 5. Soziale Nachhaltigkeit* (S. 33–71). Marburg: Metropolis.

Ott, K. & Döring, R. (2008). *Theorie und Praxis starker Nachhaltigkeit*. Marburg: Metropolis.

Otte, I. & Singer-Brodowski, M. (2017). *Executive Summary: Verankerung von Bildung für nachhaltige Entwicklung in der dualen beruflichen Ausbildung*. Berlin: Freie Universität Berlin/Institut Futur.

Pahl, J.-P. (2001). Berufsfeld und Berufe der Metalltechnik – Ausgangsbasis für Konzepte beruflichen Lernens. In B. Bang & H. Schanz (Hrsg.), *Fachdidaktik Metalltechnik. Berufsbildung konkret* (S. 58–85). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Pahl, J.-P. (2013). Berufsforschung und Berufswissenschaft – Eine Einführung zu Ausformungen, Aufgaben und Perspektiven. In V. Herkner & J.-P. Pahl (Hrsg.), *Handbuch Berufsforschung* (S. 17–37). Bielefeld: wbv.

Pahl, J.-P. (2021). *Berufliche Didaktiken. Wege und Werkzeuge zur Gestaltung der Berufsausbildung*. Bielefeld: wbv.

Pahl, J.-P. & Pahl, M. (2021). *Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren. Ein Kompendium für Lehrkräfte in Schule und Betrieb*. Bielefeld: wbv.

Pahl, J.-P. & Vermehr, B. (2001). Arbeitsprozessorientierung und Lernfeldkonzept. *lernen & lehren*, 17(64), 148–155.

Pangalos, J. & Knutzen, S. (2000). Möglichkeiten und Grenzen der Orientierung am Arbeitsprozess für die berufliche Bildung. In J.-P. Pahl, R. Rauner & G. Spöttl (Hrsg.), *Berufliches Arbeitsprozesswissen. Ein Forschungsgegenstand der Berufsfeldwissenshaften* (S. 105–116). Baden-Baden: Nomos.

Parodi, O. (2009). Drei Schritte in Richtung einer Kultur der Nachhaltigkeit. In G. Banse, O. Parodi & A. Schaffer (Hrsg.), *Interdependenzen zwischen kulturellem Wandel und nachhaltiger Entwicklung* (S. 55–69). Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH.

Pearce, D. & Turner, R. (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*. London: Johns Hopkins University Press.

Pelz, W. (2017). Umsetzungskompetenz als Schlüsselkompetenz für Führungspersönlichkeiten: Eine theoretische und empirische Analyse. In C. v. Au (Hrsg.), *Band 5: Führung im Zeitalter von Veränderung und Diversity* (S. 104–120). Wiesbaden: Springer.

Pelz, W. (2019). *Motivation: Sich selbst und andere wirksam motivieren*. Verfügbar unter https://www.managementkompetenzen.de/motivation.html. (Zugriff am: 14.08.2019).

Persson, L., Carney Almroth, B. M., Collins, C. D., Cornell, S., de Wit, C. A., Diamond, M. L., Fantke, P., Hassellöv, M., MacLeod, M., Ryberg, M. W., Jørgensen, P. S., Villarrubia-Gómez, P., Wang, Z. & Hauschild, M. Z. (2022). Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities. *Environmental Science & Technology, Vol. 56*, 1510–1521.

Petersen, W. & Rauner, F. (1995). *Evaluation und Weiterentwicklung der Rahmenlehrpläne des Landes Hessen Berufsfelder Metall- und Elektrotechnik. Gutachten im Auftrag des Hessischen Kultusministeriums*. Bremen: ITB.

Pfeiffer, S. (2004). Arbeitsvermögen und Domänen der Informatisierung – Konsequenzen für die Gestaltung von Arbeitssystemen. In P. Röben & F. Rauner (Hrsg.), *Domänenspezifische Kompetenzentwicklung zur Beherrschung und Gestaltung informatisierter Arbeitssysteme* (S. 19–30). Bielefeld: wbv.

Polanyi, M. (1985). *Implizites Wissen*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Popper, K. R. (1973). *Objektive Erkenntnis. Ein evolutionärer Entwurf*. Hamburg: Hoffmann und Campe Verlag.

Porter, M. E. & Kramer, M. R. (2011). Creating shared value. *Harvard Business Review, Vol. 89,* 62–77.

Prakash, S., Dehoust, G., Gsell, M., Schleicher T. & Stamminger, R. (2016). *Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz". Im Auftrag des Umweltbundesamtes*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

Praum, K. (2015). CR, CSR und Nachhaltigkeit – Nicht dasselbe, aber das Gleiche? In A. Hülsbömer, J. Kiehl & S. Povel (Hrsg.), *Corporate Responsibility. Jubiläumsausgabe – Bestandsaufnahme und Zukunftsperspektiven für Corporate Responsibility* (S. 40–32). Frankfurt a. M.: F. A. Z.-Fachverlag, ACC Verlag & Services GmbH.

Probst, G., Raub, S. & Romhardt, K. (2003). *Wissen managen – Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen*. Frankfurt a. M.: Gabler Verlag.

Pufé, I. (2012). *Nachhaltigkeitsmanagement*. München: Hanser Verlag.

Pufé, I. (2014a). Was ist Nachhaltigkeit? Dimensionen und Chancen. *Aus Politik und Zeitgeschichte, Nr. 64*, 15–20.

Pufé, I. (2014b). *Nachhaltigkeit*. München/Konstanz: UVK-Verl.-Ges; UVK/Lucius.

Pufé, I. (2017). *Nachhaltigkeit*. Stuttgart: utb.

Raab, G., Unger, A. & Unger, A. (2010). *Marktpsychologie Grundlagen und Anwendung*. Wiesbaden: Gabler Verlag.

Raithel, J., Dollinger, B. & Hörmann, G. (2009). *Einführung Pädagogik*. Wiesbaden: Springer.

Rasmussen, J. (1986*). Information processing and human-machine interaction. An approach to cognitive engineering*. New York: Elsevier.

Rauner, F. (1988). Die Befähigung zur (Mit)Gestaltung von Arbeit und Technik als Leitidee beruflicher Bildung. In G. Heidegger, P. Gerds & K. Weisenbach (Hrsg.), *Gestalten von Arbeit und Technik – Ein Ziel beruflicher Bildung* (S. 32–50). Frankfurt a. M.: Campus.

Rauner, F. (1998). Zur methodischen Einordnung berufswissenschaftlicher Arbeitsstudien. In J.-P. Pahl & F. Rauner (Hrsg.), *Betrifft Berufswissenschaften. Berufsfeldwissenschaften. Beiträge zur Forschung und Lehre in den gewerblich-technischen Fachrichtungen* (S. 13–30). Bremen: Donat.

Rauner, F. (1999). Der berufswissenschaftliche Beitrag zur Qualifikationsforschung und zur Curriculumsentwicklung. In J.-P. Pahl, F. Rauner & G. Spöttl (Hrsg.), *Berufliches Arbeitsprozesswissen – Ein Forschungsgegenstand der Berufsfeldwissenschaften* (S. 339–363). Baden-Baden. Nomos.

Rauner, F. (2002). Berufliche Kompetenzentwicklung – Vom Novizen zum Experten. In P. Dehnboster (Hrsg.), *Kompetenzentwicklung in vernetzten Lernstrukturen* (S. 1–18). Berlin: Ed. Sigma.

Rauner, F. (2004). *Praktisches Wissen und berufliche Handlungskompetenz. ITB – Forschungsberichte 14 / 2004*. Bremen: ITB.

Rauner, F. (2006). *Arbeitsprozessbezogene Ausbildung und Ausbildungsentlohnung*. Bremen: ITB.

Rauner, F. (2011). Barrieren zwischen akademischer und beruflicher Bildung – und wie sie überwunden werden können. *bwp(at), Nr. 5*, 1–20. Verfügbar unter http://www.bwpat.de/ht2011/ws28/rauner_ws28-ht2011.pdf (Zugriff am: 22.10.2018).

Rauner, F. (2012). *Kompetenzentwicklung und -messung in beruflichen Bildungsgängen und Handlungsfeldern*. Bremen: IBB.

Rauner, F. (2013). *Multiple Kompetenz. Die Fähigkeit der holistischen Lösung beruflicher Aufgaben*. Bremen, Heidelberg, Karlsruhe, Weingarten: A+B Forschungsnetzwerk.

Rauner, F. (2017). *Grundlagen beruflicher Bildung: Mitgestalten der Arbeitswelt*. Bielefeld: wbv.

Rauner, F. (2021). *Die Leitidee der modernen Berufsbildung*. Wiesbaden: Springer.

Rauner, F., Heinemann, L., Maurer, A., Ji, L. & Zhao, Z. (2011). *Messen beruflicher Kompetenzen: Band III. Drei Jahre KOMET-Testerfahrung*. Münster: LIT.

Rauner, F., Heinemann, L., Piening, D., Haasler, B., Maurer, A., Erdwien, B., Martens, T., Katzenmeyer, R., Baltes, D., Becker, U., Gille, M., Hubacek, G., Kullmann, B. & Landmesser, W. (2009). *Messen beruflicher* Kompetenzen. Band II. Ergebnisse Komet 2008. Berlin/Münster: LIT.

Raworth, K. (2021). *Die Donut-Ökonomie*. München: Carl Hanser Verlag.

Rebmann, K. (2006). Berufliche Umweltbildung. In M. Härtel, R. Stockmann & H. Gaus (Hrsg.), *Handbuch der Berufsbildung* (S. 299–312). Wiesbaden: Springer.

Rebmann, K. & Schlömer, T. (2020). Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung. In R. Arnold, A. Lipsmeier & M. Rohs (Hrsg.), *Handbuch Berufsbildung* (S. 325–339). Wiesbaden: Springer.

Rebmann, K. & Slopinski, A. (2018). Zum Diskrepanztheorem der (Berufs-) Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. In J. Schlicht & U. Moschner (Hrsg.), *Berufliche Bildung an der Grenze zwischen Wirtschaft und Pädagogik* (S. 73–90). Berlin/Heidelberg: Springer.

Reetz, L. & Seyd, W. (2006). Curriculare Strukturen beruflicher Bildung. In R. Arnold & A. Lipsmeier (Hrsg.), *Handbuch der Berufsbildung* (S. 227–259). Wiesbaden: Springer.

Reichwein, W. (2015). *Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung in Unternehmen: Eine explorative Studie am Beispiel der industriellen Elektroberufe*. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.

Reidel, J. (2010). *Erfolgreich oder ruinös? Transnationale Unternehmen und nachhaltige Entwicklung – kritische Reflexion aus menschenrechtlicher Perspektive*. München: oekom.

Reidners, H. (2016). *Qualitative Interviews mit Jugendlichen führen: Ein Leitfaden*. München: De Gruyter Oldenbourg.

Reinhold, M. & Lang, C. (2011). Instandhaltung von Windenergieanlagen: Neue Herausforderungen, neue Berufe? *bwp(at), Nr. 5*, 1–24. Verfügbar unter http://www.bwpat.de/ht2011/ft08/reinhold_lang_ft08-ht2011.pdf (Zugriff am: 26.09.2019).

Renn, O., Deuschle, J. & Jäger, A. (2007). *Leitbild Nachhaltigkeit. Eine normativ-funktionale Konzeption und ihre Umsetzung*. Wiesbaden: Springer.

Rheinberg, F. & Engeser, S. (2018). Intrinsische Motivation und Flow-Erleben. In J. Heckhausen & H. Hinz Heckhausen (Hrsg.), *Motivation und Handeln* (S. 423–450). Wiesbaden: Springer.

Rheinberg, F. & Vollmeyer, R. (2012). *Motivation*. Stuttgart: Kohlhammer.

Rieckmann, M. (2011a). *Die globale Perspektive der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung: Eine europäisch-lateinamerikanische Studie zu Schlüsselkompetenzen für Denken und Handeln in der Weltgesellschaft*. Berlin: Berliner Wissenschafts-Verlag.

Rieckmann, M. (2011b). Schlüsselkompetenzen für eine nachhaltige Entwicklung der Weltgesellschaft. Ergebnisse einer europäisch-lateinamerikanischen Delphi-Studie. *Gaia – Ecological Perspectives for Science and Society, Vol. 1*, 48–56.

Rieckmann, M. (2016). Die Bedeutung von Bildung für nachhaltige Entwicklung für das Erreichen der Sustainable Development Goals (SDGs). *Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*, *41*(2), 4–10.

Rieckmann, M. (2017). Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Großen Transformation – Neue Perspektiven aus den Buen Vivir- und Postwachstumsdiskursen. In O. Emde, U. Jakubczyk, B. Kappes & B. Overwien (Hrsg.), *Mit Bildung die Welt verändern? Globales Lernen für eine nachhaltige Entwicklung* (S. 147–159). Opladen, Berlin: Verlag Barbara Budrich.

Rieckmann, M. & Schank, C. (2016). Sozioökonomisch fundierte Bildung für nachhaltige Entwicklung. Kompetenzentwicklung und Werteorientierungen zwischen individueller Verantwortung und struktureller Transformation. *SOCIENCE – Journal of Science-Society Interfaces, Vol. 1*, 65–79.

Riess, W. (2013). Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) und Förderung des systemischen Denkens. ANLIEGEN NATUR. *Zeitschrift für Naturschutz und angewandte Landschaftsökologie*, *35*(1), 55–64.

RNE – Rat für Nachhaltige Entwicklung (Hrsg.). (2002). *Kultur und Nachhaltigkeit*. Berlin: Rat für Nachhaltige Entwicklung.

RNE – Rat für Nachhaltige Entwicklung (Hrsg.). (2017). *Zur Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie vom 11.1.2017*. Verfügbar unter https://www.nachhaltigkeitsrat.de/wp-content/uploads/migration/documents/20170327_RNE_Stellungnahme_DE_Nachhaltigkeitsstrategie.pdf (Zugriff am: 22.02.2018).

Rockström, J., Steffen, W. & Noone, K. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature, Vol. 461*, 472–475.

Rogall, H. (2012). *Nachhaltige Ökonomie: Ökonomische Theorie und Praxis einer Nachhaltigen Entwicklung*. Marburg: Metropolis.

Ropohl, G. (2009). *Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik*. Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe.

Rosenkranz, F. (2002). *Geschäftsprozesse. Modell- und computergestützte Planung*. Berlin/Heidelberg: Springer.

Rost, J. (2002a). Umweltbildung – Bildung für nachhaltige Entwicklung. Was macht den Unterschied? *ZEP – Zeitschrift Für Internationale Bildungsforschung Und Entwicklungspädagogik, 25*(1), 7–12.

Rost, J. (2002b). Zeitgeist und Moden Empirischer Analysemethoden. In J. W. v. Deth (Hrsg.) *Von Generation zu Generation* (S. 21–31). Mannheim: ZUMA.

Roth, H. (1971). *Pädagogische Anthropologie*. Hannover: Schroedel Verlag.

Rubinstein, S. L. (1984). *Grundlagen der Allgemeinen Psychologie*. Berlin: Volk und Wissen.

Sandberg B. (2011). Einführung – Corporate Social Responsibility (CSR) als Gegenstand der Öffentlichen Betriebswirtschaftslehre. In B. Sandberg & K. Lederer (Hrsg.), *Corporate social responsibility in kommunalen Unternehmen. Wirtschaftliche Betätigung zwischen öffentlichem Auftrag und gesellschaftlicher Verantwortung* (S. 11–32). Wiesbaden: Springer.

SBZ – Sanitär Heizung Klima (Hrsg.). (2010). *Nachhaltigkeit als Schlüssel zum Erfolg*. Verfügbar unter https://www.sbz-online.de/gentner.dll/0703-mt-1_Mjc1MzU3.PDF (Zugriff am: 26.06.2018).

Schaltegger, S. (2011). Von CSR zu Corporate Sustainability. In B. Sandberg & K. Lederer (Hrsg.), *Corporate social responsibility in kommunalen Unternehmen. Wirtschaftliche Betätigung zwischen öffentlichem Auftrag und gesellschaftlicher Verantwortung* (S. 11–32). Wiesbaden: Springer.

Schaltegger, S., Bennett, M., Burritt, R.-L. & Jasch, C. (2008). Environmental Management Accounting (EMA) as a Support for Cleaner Production. In S. Schaltegger, M. Bennett, R. L. Burritt & C. Jasch (Hrsg.), *Environmental Management Accounting for Cleaner Production* (S. 3–28). Berlin: Springer.

Schaltegger, S. & Hasenmüller, P. (2005). *Nachhaltiges Wirtschaften aus Sicht des „Business Case of Sustainability". Ergebnispapier zum Fachdialog des Bundesumweltministeriums (BMU) am 17. November 2005*. Lüneburg: CSM.

Schaltegger, S., Hörisch, J., Wind, S.-E. & Harms, D. (2012). *Corporate Sustainability Barometer 2012. Praxisstand und Fortschritt des Nachhaltigkeitsmanagements in den größten Unternehmen Deutschlands*. Lüneburg: CSM.

Schaltegger, S. & Lüdeke-Freund, F. (2012). *The 'Business Case for Sustainability' Concept. A Short Introduction*. Lüneburg: CSM.

Schaltegger, S., Windolph, S.-E. & Harms, D. (2010). *Corporate Sustainability Barometer. Wie nachhaltig agieren Unternehmen in Deutschland?* Lüneburg: CSM.

Schebek, L., Abele, E., Campitelli, A., Becker, B. & Joshi, M. (2016). *Praxisleitfaden: Ressourceneffizienz in der Produktion – Zerspanungsprozesse*. Wiesbaden: HMWEVW.

Scherr A. (2013). Werte und Normen. In A. Scherr (Hrsg.), *Soziologische Basics* (S. 271–278). Wiesbaden: Springer.

Schinke, B., Harmeling, S., Schwarz, R., Kreft, S., Treber, M. & Bals, C. (2011). *Globaler Klimawandel: Ursachen, Folgen, Handlungsmöglichkeiten*. Bonn: Germanwatch.

Schlömer, T. (2009). *Berufliches Handeln und Kompetenzen für nachhaltiges Wirtschaften. Ein Referenzmodell auf der Grundlage theoretischer und empirischer Explorationen*. München: Rainer Hampp Verlag.

Schlömer, T. (2010). *Berufliche Weiterbildung und Geschäftsmodelle des nachhaltigen Wirtschaftens. bwp(at), Nr. 19*, 1–20. Verfügbar unter http://www.bwpat.de/ausgabe19/schloemer_bwpat19.pdf (Zugriff am: 05.07.2019).

Schlömer, T., Becker, C., Jahnecke, H., Kiepe, K., Wicke, C. & Rebmann, K. (2017). *Geschäftsmodell- und Kompetenzentwicklung für nachhaltiges Wirtschaften: Ein partizipativer Modellansatz des betrieblichen Ausbildens. bwp(at), Nr. 32*, 1–22. Verfügbar unter http://www.bwpat.de/ausgabe32/schloemer_etal_bwpat32.pdf (Zugriff am: 10.03.2021).

Schmitt, C., Leuser, L., Brischke, L.-A., Duscha, M. & Jacobsen, S. (2015). *Suffizienz-Maßnahmen und -Politiken in kommunalen Klimaschutzkonzepten und Masterplänen – ein Überblick*. Heidelberg: ifeu.

Schmidt, M. (2008). Die Bedeutung der Effizienz für Nachhaltigkeit – Chancen und Grenzen. In S. Hartard, A. Schaffer & J. Giegrich (Hrsg.), *Ressourceneffizienz im Kontext der Nachhaltigkeitsdebatte* (S. 31–46). Baden-Baden: Nomos.

Schmidt, M., Spieth, H., Haubach, C., Preiß, M. & Bauer, J. (2019). *100 Betriebe für Ressourceneffizienz*. Berlin/Heidelberg: Springer.

Schneider, A. (2011). Reifegradmodell CSR – eine Begriffsklärung und -abgrenzung. In A. Schneider & R. Schmidpeter (Hrsg.), *Corporate Social Responsibility* (S. 17–38). Berlin/Heidelberg: Springer.

Schneidewind, U. (2013). Wandel verstehen: auf dem Weg zu einer „Transformative Literacy". In H. Welzer & K. Wiegandt (Hrsg.), *Wege aus der Wachstumsgesellschaft* (S. 115–140). Frankfurt a. M.: Fischer.

Schnurr, S. (2001). Partizipation. In H. Otto & H. Thiersch (Hrsg.), *Handbuch Sozialarbeit – Sozialpädagogik* (S. 1330–1345). München: Luchterhand.

Scholz, I. (2017). Herausforderung Sustainable Development Goals. In G. Michelsen (Hrsg.), *Die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Wegweiser für eine Politik der Nachhaltigkeit* (S. 23–40). Wiesbaden: HLZ.

Schons, L.-E., Kunzlmann, J., Reppmann, M. & Putzhammer, F. (2023). *Sustainability Transformation Monitor 2023*. Verfügbar unter https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/sustainability-transformation-monitor-2023 (Zugriff: 01.03.2023).

Schophaus, M., Dienel, H.-L. & v. Braun, C. F. (2003). *Von Brücken und Einbahnstraßen. Aufgaben für das Kooperationsmanagement interdisziplinärer Forschung*. Verfügbar unter http://www.avbstiftung.de/fileadmin/public/Von_Bruecken_und_Einbahnstrassen.pdf (Zugriff am: 14.02.2021).

Schreier, C. (2011). Lernerzentrierung als handlungsleitendes Konzept in der Berufsbildung. Implikationen für die Qualifikationsbedarfe von Lehrkräften an beruflichen Schulen. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 40*(6), 12–15.

Schröter, M., Lerch, C. & Jäger, A. (2011). *Materialeffizienz in der Produktion: Einsparpotenziale und Verbreitung von Konzepten zur Materialeinsparung im Verarbeitenden Gewerbe*. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Schröter, M., Weißfloch, U. & Buschak, D. (2009). *Energieeffizienz in der Produktion – Wunsch oder Wirklichkeit? Energieeinsparpotenziale und Verbreitungsgrad energieeffizienter Techniken*. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Schulze, K. & Schretzmann, R. (2006). *Wald mit Zukunft. Nachhaltige Forstwirtschaft in Deutschland*. Bonn: BLE.

Schumacher, J. (2001). Das Überschreiten des Rubikon: Willensprozesse und deren Bedeutung für Therapie und Rehabilitation. In H. Schröder & W. Hackhausen (Hrsg.), *Persönlichkeit und Individualität in der Rehabilitation* (S. 66–86). Frankfurt a. M.: Verlag für Akademische Schriften.

Schütt-Sayed, S. (2017). Befähigung von Lehrkräften zur Umsetzung einer Beruflichen Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. In T. Vollmer, S. Jaschke & U. Schwenger (Hrsg.), *Digitale Vernetzung der Facharbeit. Gewerblich-technische Berufsbildung in einer Arbeitswelt des Internets der Dinge* (S. 205–224). Bielefeld: wbv.

Schütt-Sayed, S. (2020). *Nachhaltigkeit im Unterricht berufsbildender Schulen: Analyse, Modellierung und Evaluation eines Fort- und Weiterbildungskonzepts für Lehrkräfte*. Bielefeld: wbv.

Schütt-Sayed, S., Casper, M. & Vollmer, T. (2021). Mitgestaltung lernbar machen – Didaktik der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. In C. Melzig, W. Kuhlmeier & S. Kretschmer (Hrsg.), *Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Die Modellversuche 2015–2019 auf dem Weg vom Projekt zur Struktur* (S. 200–230). Bonn: BIBB.

Schütt-Sayed, S. & Vollmer, T. (2017). Verankerung der Leitidee einer nachhaltigen Entwicklung in der gewerblich-technischen Berufsbildung. In M. Becker, C. Dittmann, J. Gillen, S. Hiestand & R. Meyer (Hrsg.), *Einheit und Differenz in den gewerblich-technischen Wissenschaften: Berufspädagogik, Fachdidaktiken und Fachwissenschaften* (S. 85–105). Berlin/Münster: LIT Verlag.

Schütt-Sayed, S., Vollmer, T. & Casper, M. (2021). *Förderung nachhaltigkeitsbezogener Kompetenzentwicklung. Praxisleitfaden für die Ausbildung kaufmännischer Berufe*. Bonn: BIBB.

Schutz, A. & Luckmann, T (2017). *Strukturen der Lebenswelt*. Konstanz, München: UTB.

Schwalbach, J. & Klink, D. (2012). Der Ehrbare Kaufmann als individuelle Verantwortungskategorie der CSR-Forschung. In A. Schneider & R. Schmidpeter (Hrsg.), *Corporate Social Responsibility – Verantwortungsvolle Unternehmensführung in Theorie und Praxis* (S. 219–243). Berlin/Heidelberg: Springer.

Schwartz, S. H. & Howard, J. A. (1981). A normative decision-making model of altruism. In J. P. Rushton & R. M. Sorrentino (Hrsg.), *Altruism and Helping Behaviour* (S. 189–211). Hillsdale: Erlbaum.

Schwarz, H. & Bretschneider, M. (2014). Alles „Krumme Hunde"? Zur Strukturierung von Ausbildungsberufen im dualen System. *bwp(at), Nr. 25*, 1–18. Verfügbar unter https://www.bwpat.de/ausgabe/25/schwarz-bretschneider (Zugriff am: 14.08.2019).

Seidl, H. (2017). Energieeffiziente Querschnittstechnologien. In F. J. Matzen & R. Tesch (Hrsg.), *Industrielle Energiestrategie. Praxishandbuch für Entscheider des produzierenden Gewerbes* (S. 275–300). Wiesbaden: Springer.

Sellin, H. (1994). Die Orientierung an Technischen Schlüsselproblemen. *arbeiten und lernen, Nr. 13*, 45–48.

Semmling, E., Peters, A., Marth, H., Kahlenborn, W., de Haan, P. & Basler, E. (2016). *Rebound-Effekte: Wie können sie effektiv begrenzt werden?* Dessau-Roßlau: UBA.

Severing, E. (2014). Weiterentwicklung von Berufen – Herausforderungen für die Berufsbildungsforschung. In E. Severing & R. Weiß (Hrsg.), *Weiterentwicklung von Berufen – Herausforderungen für die Berufsbildungsforschung* (S. 5–10). Bielefeld: wbv.

Siebenhüner, B. (2001). *Homo Sustinens – Auf dem Weg zu einem Menschenbild der Nachhaltigkeit*. Marburg: Metropolis.

Singer-Brodowski, M. (2016). Transformative Bildung durch transformatives Lernen. *Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik, 39*(1), 13–17.

Singer-Brodowski, M. & Getzin, S. (2016). Transformatives Lernen in einer Degrowth-Gesellschaft. *SOCIENCE, Vol. 1*, 33–46.

Singer-Brodowski, M. & Grapentin-Rimek, T. (2019). Bildung für nachhaltige Entwicklung in der beruflichen Bildung. In M. Singer-Brodowski, N. Etzkorn, & T. Grapentin-Rimek (Hrsg.), *Pfade der Transformation. Die Verbreitung von Bildung für nachhaltige Entwicklung im deutschen Bildungssystem* (S. 143–192). Opladen/Leverkusen: Verlag Barbara Budrich.

Skinner, B. F. (1957). *Verbal Behavior*. Harvard: Harvard University Press.

Skupnik, W. (1972). Konferenz der Vereinten Nationen über die menschliche Umwelt. *Zeitschrift für die vereinten Nationen und ihre Sonderorganisationen, Nr. 4*, 111–113.

Sloane, P. F. E. (2005). ... Standards von Bildung – Bildung von Standards ... *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Nr. 101*, 484–496.

Sloane, P. F. E. & Dilger, B. (2005). The competence clash – Dilemmata bei der Übertragung des Konzepts der nationalen Bildungsstandards auf die berufliche Bildung. *bwp(at), Nr. 8*, 1–32. Verfügbar unter https://www.bwpat.de/ausgabe8/sloane_dilger_bwpat8.pdf (Zugriff am: 05.07.2019).

Smith, A. (2013). *Der Wohlstand der Nationen*. Köln: Anaconda Verlag.

Spöttl, G. (2001). Berufswissenschaftlich ausgerichtete Qualifikationsforschung – ihr Beitrag zur Curriculumentwicklung. In M. Fischer, G. Heidegger, W. Petersen & G. Spöttl (Hrsg.), *Gestalten anstatt Anpassen in Arbeit, Technik und Beruf* (S. 258–278). Bielefeld: wbv.

Spöttl, G. (2004). Berufsausbildung für eine moderne Beruflichkeit im europäischen Kontext – Ein Beitrag zur Stabilisierung des Berufsbildungssystems. In M. Becker, U. Schwenger, G. Spöttl & T. Vollmer (Hrsg.), *Metallberufe zwischen Tradition und Zukunft* (S. 10–27). Bremen: Donat.

Spöttl, G. (2010). Berufsstrukturen und berufliche Kompetenz. In M. Becker, M. Fischer & G. Spöttl (Hrsg.), *Von der Arbeitsanalyse zur Diagnose beruflicher Kompetenzen. Methoden und methodologische Beiträge aus der Berufsbildungsforschung* (S. 159–176). Frankfurt a. M.: Peter Lang.

Spöttl, G. (2011). Kompetenzmodelle als Grundlage für eine valide Kompetenzdiagnostik. In M. Fischer, M. Becker & G. Spöttl (Hrsg.), *Kompetenzdiagnostik in der beruflichen Bildung – Probleme und Perspektiven* (S. 13–39). Frankfurt a. M.: Peter Lang.

Spöttl, G. (2014). Reichweite einer arbeits(prozess)bezogenen Forschung und deren Implikationen für die Qualifikationsforschung. In M. Becker & M. Fischer (Hrsg.), *Arbeitsforschung und berufliches Lernen* (S. 13–38). Frankfurt a. M.: Peter Lang.

Spöttl, G. & Gerds, P. (1999). *Der Kfz-Mechatroniker ein europäisches Berufsbild. Handbuch für Lehrer und Ausbilder*. Bonn/Bremen/Flensburg: Leonardo-Bericht.

Spöttl, G., Gorldt, C., Windelband, L., Grantz, T. & Richter, T. (2016). Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. Verfügbar unter https://www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbm_Studie_Industrie-4-0.pdf (Zugriff am: 05.04.2017).

SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (Hrsg.). (1994). *Umweltgutachten 1994. Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung*. Stuttgart: Verlag Metzler-Poeschel.

SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (Hrsg.). (2002). *Umweltgutachten 2002 des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen. Für eine neue Vorreiterrolle*. Berlin: Geschäftsstelle des Sachverständigenrates für Umweltfragen.

SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (Hrsg.). (2012). *Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt Juni 2012*. Berlin: Geschäftsstelle des Sachverständigenrates für Umweltfragen.

SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (Hrsg.). (2017). *Zur Neuauflage der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie. Stellungnahme Nr. 21*. Verfügbar unter http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2016_2020/2016_11_AS_21_Nachhaltigkeitsstrategie.pdf?blob=publicationFile (Zugriff am: 07.03.2018).

Stachowiak, H. (1973). *Allgemeine Modelltheorie*. Berlin: Springer.

Stahmer, C. (2010). Kulturelle Nachhaltigkeit – vom magischen Dreieck zum magischen Viereck? In O. Parodi, G. Banse & A. Schaffer (Hrsg.), *Wechselspiele: Kultur und Nachhaltigkeit: Annäherungen an ein Spannungsfeld* (S. 59–77). Berlin: Ed. Sigma.

Staniškis, J. K. & Arbačiauskas, V. (2013). Cleaner Production in Industry: Capacity Building and Implementation. In J. Coca-Prados & G. Gutiérrez-Cervelló (Hrsg.), *Economic Sustainability and Environmental Protection in Mediterranean Countries through Clean Manufacturing Methods* (S. 1–18). Dordrecht: Springer Netherlands.

Stappen, R. K. (2000). Wissenschaft und Agenda 21. Thesen zu einer Wissenschaft im Dienst nachhaltiger Entwicklung. In Güstrow (Hrsg.), *Stadt-Umland-Perspektiven – Zukunftsfähige Regionen in Europa* (S. 257–258). Güstrow: Stadtentwicklungsamt.

Stark, W. (2008). Gesellschaftlich verantwortliche Unternehmen: zwischen Legitimation und Innovation. In L. Heidbrink & A. Hirsch (Hrsg.), *Verantwortung als marktwirtschaftliches Prinzip. Zum Verhältnis von Moral und Ökonomie* (S. 339–350). Frankfurt a. M.: Campus.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.). (2011). *Klassifikation der Berufe 2010 – Band 1: Systematischer und alphabetischer Teil mit Erläuterungen*. Nürnberg: Bundesagentur für Arbeit.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.). (2017). *Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2016*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.). (2018). *Statistisches Jahrbuch Deutschland und Internationales 2018*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Jahrbuch/statistisches-jahrbuch-2018-dl.pdf?__blob=publicationFile (Zugriff am: 10.02.2021).

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2019a). *Produzierendes Gewerbe. Beschäftigung und Umsatz der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden nach Bundesländern 2018*. Verfügbar unter https://www.destatis. de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/Publikationen/Downloads-Struktur/beschaeftigung-umsatz-bundeslaender-2040414187004.pdf?__blob=publicationFile (Zugriff am: 10.02.2021).

Statistisches Bundesamt (Hrsg.). (2019b). *Statistisches Jahrbuch Deutschland und Internationales 2019*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Jahrbuch/statistisches-jahrbuch-2019-dl.pdf?__blob=publicationFile (Zugriff am: 10.02.2021).

Statistisches Bundesamt (Hrsg.). (2020). *Destatis – Industrie, Verarbeitendes Gewerbe*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe (Zugriff am: 10.10.2021).

Statistisches Bundesamt (Hrsg.). (2021a). *Glossar – Wirtschaftszweig*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Glossar/wirtschaftszweig.html (Zugriff am: 10.02.2021).

Statistisches Bundesamt (Hrsg.). (2021b). *Investitionen für den Umweltschutz in Unternehmen des Produzierenden Gewerbes (ohne Baugewerbe) nach ausgewählten Wirtschaftszweigen*. Verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Umweltoekonomie/Tabellen/investitionen-umweltschutz-ab-2008.html (Zugriff am: 10.02.2021).

Staud, J. (2001). *Geschäftsprozessanalyse*. Berlin: Springer.

Steffen, W., Crutzen, P. J. & McNeill, J. R. (2007). The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? *Ambio, Vol. 36*, 614–621.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., Vries, W. de, Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B. & Sörlin, S. (2015). Sustainability. Planetary boundaries. Guiding human development on a changing planet. *Science, 347*(6223), 736–747.

Stehr, N. & Adolf, M. (2015). *Ist Wissen Macht? Erkenntnisse über Wissen*. Weilerswist: Velbrück.

Steinke, I. (2000). Gütekriterien qualitativer Forschung. In U. Flick, E. v. Kardorff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (S. 319–331). Hamburg: Rowohlt Taschenbuch.

Sterling, S. (2010). Learning for resilience, or the resilient learner? Towards a necessary reconciliation in a paradigm of sustainable education. *Environmental Education Research, 16*(6), 511–528.

Steurer, R. (2010). Die Wachstumskontroverse als Endlosschleife: Themen und Paradigmen im Rückblick. *Wirtschaftspolitische Blätter, Nr. 57*, 423–435.

Stockholm Resilience Centre (2017). *Contributions to Agenda 2030. Stockholm Resilience Centre*. Verfügbar unter https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2017-02-28-contributions-to-agenda-2030.html (Zugriff am: 01.05.2022).

Straka, G. A. (2013). Zur Bedeutung lern-lehr-theoretischer Konzepte für aktuelle didaktische Prinzipien der beruflichen Bildung-Kritisch-konstruktive Analyse von „Kompetenz", „Handlungsorientierung" und des Stellenwerts von Wissen. *bwp(at), Nr. 24*, 1–17. Verfügbar unter http://www.bwpat.de/ausgabe24/straka_bwpat24.pdf (Zugriff am: 22.10.2018).

Straka, G. A. & Macke, G. (2002). *Lern-Lehr-Theoretische-Didaktik*. Münster: Waxmann.

Straka, G. A. & Macke, G. (2009a). Berufliche Kompetenz: Handeln können, wollen und dürfen. Zur Klärung eines diffusen Begriffs. *BWP Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis. Berufe – Entwicklungen und Perspektiven, Nr. 3*, 14–17.

Straka, G. A. & Macke, G. (2009b). *Neue Einsichten in Lehren, Lernen und Kompetenz*. Bremen: ITB.

Straßburger, G. & Rieger, J. (2014). Partizipation kompakt – Komplexe Zusammenhänge auf den Punkt gebracht. In G. Straßburger & J. Rieger (Hrsg.), *Partizipation kompakt – Für Studium, Lehre und Praxis sozialer Berufe* (S. 230–239). Weinheim: Beltz Juventa.

Tappeser, V. & Weiss, D. (2017). *Die Managementregeln der Nachhaltigkeitsstrategie. Zwischenbericht. Im Auftrag des Umweltbundesamtes*. Dessau-Roßlau: UBA.

Ternes, D. (2008). *Kommunikation – eine Schlüsselqualifikation. Einführung zu wesentlichen Bereichen zwischenmenschlicher Kommunikation*. Paderborn: Junfermann.

Theunissen, G. (2009). Soziale Teilhabe aus pädagogischer Sicht. In Verband für Blinden- und Sehbehindertenpädagogik e. V. (Hrsg.), *Teilhabe gestalten. Kongressbericht XXXIV* (S. 93–100). Würzburg: Edition Bentheim.

Thierry, M., Salomon, M., Van Nunen, J. A. E. E. & Wassenhove, L. V. (1995). Strategic Issues in Product Recovery Management. *California Management Review, 37*(2), 114–135.

Thomas, I., Barth, M. & Day, T. (2013). Education for Sustainability, Graduate Capabilities, Professional Employment: How They All Connect. *Australian Journal of Environmental Education, Vol. 1*, 33–51.

Tiemeyer, E. (2009). *Europäische Kompetenzentwicklung zum nachhaltigen Wirtschaften in der Ernährungsbranche. Herausforderungen, Projektergebnisse und Transferkonzept. Nationale Agentur Bildung für Europa*. Bonn: BIBB.

Toepfer, G. (2011). *Historisches Wörterbuch der Biologie. Band 1: Analogie – Ganzheit*. Stuttgart/Weimar: J. B. Metzler.

Ulich, E. (2011). *Arbeitspsychologie*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Umweltbundesamt (Hrsg.). (2015). *Arbeit und Qualifikation in der Green Economy*. Dessau-Roßlau: UBA.

Umweltbundesamt (Hrsg.). (2018). *Vorsorgeprinzip*. Verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/umweltrecht/umweltverfassungsrecht/vorsorgeprinzip (Zugriff am: 16.03.2018).

Umweltbundesamt (Hrsg.). (2021). *Branchen und Berufe für den Übergang in eine Green Economy. Eine aktualisierte Bestandsaufnahme*. Verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-03-18_uib_03-2021_branchen_berufe_green_economy.pdf (Zugriff am: 16.03.2018).

UN – United Nations (Hrsg.). (2015). *Word Population Prospects. Key findings & advance tables*. New York: United Nations.

UNCED – United Nations Conference on Environment and Development (Hrsg.). (1992). *Agenda 21*. Verfügbar unter http://www.un.org/depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf (Zugriff am: 07.03.2018).

UNCHE – United Nations Conference on the Human Environment (Hrsg.). (1972). *Action Plan for the Human Environment. A. Framework for environmental action*. Verfügbar unter http://www.un-documents.net/aphe-a.htm (Zugriff am: 07.03.2018)

UNESCO – Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur (Hrsg.). (2021). *Berliner Erklärung zur Bildung für nachhaltige Entwicklung*. Verfügbar unter https://www.unesco.de/bildung/bildung-fuer-nachhaltige-entwicklung/weltkonferenz-berliner-erklaerung (Zugriff am: 22.02.2021).

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Hrsg.). (2017). *Education for Sustainable Development Goals. Learning Objectives*. Verfügbar unter http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002474/247444e.pdf (Zugriff am: 01.05.2022).

UNESCO/DUK – Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft und Kultur/ Deutsche UNESCO-Kommission e. V. (Hrsg.). (2021). *Bildung für nachhaltige Entwicklung. Eine Roadmap*. Verfügbar unter https://www.unesco.de (Zugriff am: 22.02.2021).

UNRIC – Regionales Informationszentrum der Vereinten Nationen (Hrsg.) (2021). *Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDGs)* Verfügbar unter https://unric.org/de/17ziele/ (Zugriff am: 22.02.2021).

UN-Water (Hrsg.). (2006). *Coping with water scarcity. A strategic issue and priority for system-wide action*. Verfügbar unter http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/2006_unwater_coping_with_water_scarcity_eng.pdf (Zugriff am: 22.05.2017).

Vieweg, W. (2017). *Nachhaltige Marktwirtschaft: Eine Erweiterung der Sozialen Marktwirtschaft*. Wiesbaden: Springer Gambler.

VN – Vereinte Nationen (Hrsg.). (1992). *Deutsche Übersetzung der Agenda 21*. Bonn: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

VN – Vereinte Nationen (Hrsg.). (2000). *Resolution der Generalversammlung. 55/2. Millenniums-Erklärung der Vereinten Nationen*. Verfügbar unter https://www.un.org/depts/german/millennium/ar55002-mill-erkl.pdf (Zugriff am: 03.09.2018).

VN – Vereinte Nationen (Hrsg.). (2002). *Bericht des Weltgipfels für nachhaltige Entwicklung*. Verfügbar unter www.un.org/depts/german/conf/jhnnsbrg/a.conf.199-20.pdf (Zugriff am: 07.03.2018).

VN – Vereinte Nationen (Hrsg.). (2015a). *70/1. Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung, A/RES/70/1**. Verfügbar unter http://www.un.org/depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf (Zugriff am: 06.03.2018).

VN – Vereinte Nationen (Hrsg.). (2015b). *Millenniums-Entwicklungsziele. Bericht 2015*. New York: Vereinte Nationen.

Vogt, M. (2009). *Prinzip Nachhaltigkeit. Ein Entwurf aus theologisch-ethischer Perspektive*. München: oekom Verlag.

Vollmer, T. (2008). Heute nicht auf Kosten von morgen und hier nicht zu Lasten von anderswo arbeiten und leben. Zukunftsorientierte Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung. *lernen & lehren, 23*(90), 54–59.

Vollmer, T. (2016). Nachhaltigkeit in der Berufsbildung – Bezugsrahmen, Chancen und Herausforderungen. In K. Jenewein, R. Dreher, U. Neustock & U. Schwenger (Hrsg.), *Wandel der technischen Berufsbildung. Ansätze und Zukunftsperspektiven* (S. 253–300). Bielefeld: wbv.

Vollmer, T. (2020). „Fridays For Future – Chance und Zukunftsaufgabe für die Berufsbildung". In F. Bünning, M. Dick, R. W. Jahn & A. Seltrecht (Hrsg.), *Zwischen Ingenieurpädagogik, Lehrkräftebildung und betrieblicher Praxis* (S. 197–214). Bielefeld: wbv.

Vollmer, T. & Kuhlmeier, W (2009). Ansatz einer Didaktik der Beruflichen Bildung für nachhaltige Entwicklung. In T. Tramm, M. Casper & T. Schlömer (Hrsg.), *Didaktik der beruflichen Bildung – Selbstverständnis, Zukunftsperspektiven und Innovationsschwerpunkte* (S. 131–151). Bielefeld: wbv.

Vollmer, T. & Kuhlmeier, W. (2014). Strukturelle und curriculare Verankerung der Beruflichen Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. In T. Vollmer & W. Kuhlmeier (Hrsg.), *Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Modellversuche 2010–2013: Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Ausblicke* (S. 197–224). Bielefeld: wbv.

Volpert, W. (1971). *Sensumotorisches Lernen*. Frankfurt a. M.: Fachbuchhandlung für Psychologie.

Wagenblass, D. (2016). *Energieeffizienz: So lassen sich in der Industrie Einsparpotenziale realisieren*. Verfügbar unter https://www.eep.uni-stuttgart.de/institut/aktuelles/news/Ergebnisse-des-Energieeffizienz-Index-Winter-2017-18-Energieeffizienz-Index-bricht-ein/ (Zugriff am: 25.02.2021).

Walther, G. (2010). *Nachhaltige Wertschöpfungsnetzwerke. Überbetriebliche Planung und Steuerung von Stoffströmen entlang des Produktlebenszyklus*. Wiesbaden: Springer Gabler.

Wang-Erlandsson, L., Tobian, A., van der Ent, R. J., Fetzer, I., te Wierik, S., Porkka, M., Staal, A., Jaramillo, F., Dahlmann, H., Singh, C., Greve, P., Gerten, D., Keys, P. W., Gleeson, T., Cornell, S. E., Steffen, W., Bai, X. & Rockström, J. (2022). Towards a green water planetary boundary. Nature Reviews Earth & Environment. *Nature Reviews Earth & Environment, Vol. 3*, 380–392.

Watson, J. B. (1913). Psychology as the Behaviorist Views It. *Psychological Review, Vol. 20,* 158–177.

WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen Welt im Wandel (Hrsg.). (2011a). *Factsheet Nr.4/2011 Transformation zur Nachhaltigkeit*. Berlin: WBGU.

WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen Welt im Wandel (Hrsg.). (2011b). *Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*. Berlin: WBGU.

WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen Welt im Wandel (Hrsg.). (2014). *Zivilisatorischer Fortschritt innerhalb planetarischer Leitplanken. Ein Beitrag zur SDG-Debatte*. Berlin: WBGU.

WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen Welt im Wandel (Hrsg.). (2016). *Sondergutachten: Entwicklung und Gerechtigkeit durch Transformation: Die vier großen I. Ein Beitrag zur SDG-Debatte*. Berlin: WBGU.

WCED – World Commission on Environment and Development (Hrsg.) (1987). *Our Common Future. Report of the World Commission on Environment and Development. Brundtland-Report*. New York: Vereinte Nationen.

Weber, J., Georg, J., Janke, R. & Mack, S. (2011). *Nachhaltigkeit und Controlling*. Weinheim: Wiley-VCH.

Weber, M. (1919/2013). *Politik als Beruf*. Bremen: Europäischer Literaturverlag.

Weber, M. (2002). *Wirtschaft und Gesellschaft: Grundriss der verstehenden Soziologie*. Tübingen: Mohr Siebeck.

Weber, W., Kabst, R. & Baum, M. (2014). *Einführung in die Betriebswirtschaftslehre*. Wiesbaden: Springer.

Wehrspaun, M. & Schoembs, H. (2002). Die ‚Kluft' zwischen Umweltbewusstsein und Umweltverhalten als Herausforderung für die Umweltkommunikation. In A. Beyer (Hrsg.), *Fit für Nachhaltigkeit? Biologisch-anthropologische Grundlagen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 141–162). Opladen: Leske + Budrich.

Weinert, F. E. (1999). *Concepts of competence. Contribution within the OECD-project definition and section of competencies: Theoretical and conceptual foundations*. Neuchatel: DeSeCo.

Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17–31). Weinheim und Basel: Beltz.

Welzer, H. & Sommer, B. (2014). *Transformationsdesign: Wege in eine zukunftsfähige Moderne*. München: oekom.

Wiek, A., Withycombe, L. & Redman, C. L. (2011). Key Competencies in Sustainability: A Reference Framework for Academic Program Development. *Sustainability Science, 6*(2), 203218.

Wieland, J. (2016). *Verfassungsrang für Nachhaltigkeit. Rechtsgutachten erstellt im Auftrag der Geschäftsstelle des Rates für Nachhaltige Entwicklung*. Verfügbar unter https://www.nachhaltigkeitsrat.de/wp-content/uploads/migration/documents/20160603_Rechtsgutachten_Verfassungsrang_fuer_Nachhaltigkeit.pdf (Zugriff am: 22.02.2018).

Wilbers, K. (2013). Kompetenzmessung: Motor der Theorie- und Praxisentwicklung. In S. Seufert & C. Metzger (Hrsg.), *Kompetenzentwicklung in unterschiedlichen Lernkulturen* (S. 298–321). Paderborn: Eusl-Verlag.

Wildemann, H. (2012). *Wachstum durch Ressourceneffizienz. Kunden – Mitarbeiter – Lieferanten*. München: TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG.

Wilt, C. A. & Davis, G. A. (1997). *Extended Producer Responsibility: A New Principle for a New Generation of Pollution Prevention*. Washington, D. C.: Center for Clean Products and Clean Technologies.

Windelband, L. (2010). Berufswissenschaftliche Methoden zur Identifizierung grundlegender Arbeitsprozesse für die Lernfeldgestaltung. In M. Becker, M. Fischer & G. Spöttl (Hrsg.), *Von der Arbeitsanalyse zur Diagnose beruflicher Kompetenzen* (S. 126–138). Frankfurt a. M.: Peter Lang.

Wolf, G. (2005). *Konstruktivistische Umweltbildung*. Bielefeld: wbv.

Wolf, S. (2011). Die Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung im Berufsfeld Metall – Konzepte, Möglichkeiten, Rahmenpläne. *bwp(at), Nr. 20*, 1–23. Verfügbar unter https://www.bwpat.de/ausgabe20/wolf_bwpat20.pdf (Zugriff am: 22.10.2018).

Wolff, S. (2000). Dokumenten- und Aktenanalyse. In U. Flick, E. Kardorff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung. Ein Handbuch* (S. 502–513). Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.

Wright M., Block M. & Unger H. (2010). Partizipation der Zielgruppe in der Gesundheitsförderung und Prävention. In Wright M (Hrsg.), *Partizipative Qualitätsentwicklung in der Prävention und Gesundheitsförderung* (S. 35–52). Bern: Huber.

Wulf, S., Ansari, S. & Nyhuis, P. (2013). Material- und Energieeffizienz in der Produktion. Kontinuierliche Verbesserung der Ressourceneffizienz durch gezielte Mitarbeiterqualifizierung. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), 108*(10), 778–782.

Wunderling, N., Donges, J. F., Kurths, J., & Winkelmann, R. (2021). „Interacting tipping elements increase risk of climate domino effects under global warming". *Earth System Dynamics*, *12*(2), 601–619.

Yougov (Hrsg.) (2018). *Frauen leben nachhaltiger als Männer*. Verfügbar unter goo.gl/XgH89R (Zugriff am: 28.06.2018).

Zapf, D. (1998). *Psychische Belastungen in der Arbeitswelt – ein Überblick*. Verfügbar unter https://docplayer.org/25661659-Psychische-belastungen-in-der-arbeitswelt-ein-ueberblick-beitrag-zum-symposium-psychische-belastungen-in-der-arbeitswelt-11.html (Zugriff am: 05.08.2019).

Zerfaß, A. (2014). Unternehmenskommunikation und Kommunikationsmanagement: Strategie, Management und Controlling. In A. Zerfaß & M. Piwinger (Hrsg.), *Handbuch Unternehmenskommunikation. Strategie – Management – Wertschöpfung* (S. 21–80). Wiesbaden: Springer.

Zimmerli, W. C. (2000). Vom Unterschied, der einen Unterschied macht. Information, Netzwerkdenken und Mensch-Maschine-Tandem. In C. Hubig (Hrsg.), *Unterwegs zur Wissensgesellschaft: Grundlagen – Trends – Probleme* (S. 83–97). Berlin: Ed. Sigma.

Zimmermann, F. M. (2016). Was ist Nachhaltigkeit – Eine Perspektivfrage? In F. M. Zimmermann (Hrsg.), *Nachhaltigkeit wofür?* (S. 1–24). Wiesbaden: Springer.

# Autor

**Stefan Nagel** ist seit dem Jahr 2017 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik der Leibniz Universität Hannover. Seine Schwerpunkte in Forschung und Lehre umfassen: Nachhaltige Transformationsmuster in Wirtschaft, Gesellschaft und Facharbeit; Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung; Digitalisierung in der beruflichen Bildung und Hochschuldidaktik.

# Anhang

## A.1 Leitfaden Experteninterview Fachkräfte

| Interviewfragen | Vertiefungsfragen |
|---|---|
| 1. Bitte beschreiben Sie Ihre hauptsächlichen Aufgaben im Unternehmen? | • Welche Anlagen/Werkzeuge?<br>• Welche Produkte werden produziert?<br>• Wie erhalten Sie Aufträge? |
| 2. Werden im Betrieb Informationen zum Thema Nachhaltigkeit kommuniziert? | • Welche Kanäle?<br>• Unternehmensleitbild?<br>• Schwerpunkte?<br>• Inwieweit für den Arbeitsprozess relevant? |
| 3. Wurden Themen zur Energie- und Materialeinsparung oder Umweltschutz bereits direkt an Sie herangetragen? | • Von wem?<br>• Welche Themenbereiche?<br>• Wie vermittelt?<br>• Gründe? |
| 4. Stellen Sie sich vor, ein:e neue:r Mitarbeiter:in kommt in Ihren Betrieb und Sie sollen diesen für Ihren Aufgabenbereich anlernen. Worauf sollte er/sie achten, um in der Arbeit Material- und Energieverschwendung zu vermeiden? | • Bestehen bestimmte Prozesse, die sehr energieintensiv sind?<br>• Umgang mit Maschinen?<br>• Umgang mit Hilfsmitteln?<br>• Wiederverwendung? |
| 5. Welche Ihrer Aufgaben oder Tätigkeiten sorgen dafür, dass ein effizienter Energie- oder Materialverbrauch im Betrieb erfolgt? | • Arbeitsweise allgemein?<br>• Wichtige Anlagen und Maschinen?<br>• Wurden neue, effizientere Maschinen angeschafft? |
| 6. Welche Rolle spielen der Arbeitsschutz und Umweltschutz bei der Bewältigung Ihrer Arbeitsaufgaben? | • Haben die Anforderungen in den letzten Jahren zugenommen? |
| 7. Gab es schon mal eine Situation, in der Sie ungenutzte Möglichkeiten zur Einsparung von Energie und Material oder anderen Optimierungen im Betrieb festgestellt haben? | • Wurde das Wissen gesichert oder kommuniziert?<br>• Selbstständige Umsetzung? Vorschlagswesen? |
| 8. Wie schätzen Sie den Handlungsspielraum Ihrer Arbeit ein? | • Arbeitsgestaltung?<br>• Aufgabenplanung?<br>• Entscheidungsfindung? |
| 9. Wie gelangen Sie an Informationen über neue Technologien und Entwicklungen, die relevant für Ihren Tätigkeitsbereich sind? | • Welche Quellen?<br>• Sind nachhaltigkeitsrelevante Technologien dabei?<br>• Anschaffungen initiiert? |
| 10. Nehmen Sie eine Zunahme an Aufgaben wahr, die zur Steigerung des Umweltschutzes, Arbeitsschutzes und/oder zur Energie- und Materialeinsparung führen? | • Technikinnovationen?<br>• Prozessbezogen Ansätze?<br>• Recycling und Entsorgung? |

| Interviewfragen | Vertiefungsfragen |
|---|---|
| 11. Haben Fachkräfte Ihrer Meinung nach eine Mitverantwortung in den Unternehmen, um nachhaltige Strukturen zu etablieren? | • Wenn ja – warum?<br>• Grenzen der Verantwortung? |
| 12. Was würde Ihrer Meinung nach andere Fachkräfte motivieren, um besonders auf nachhaltiges Handeln im Betrieb zu achten? | • Bestimmte Anreize?<br>• Was motiviert sie? |
| 13. Was verstehen Sie persönlich unter Nachhaltigkeit? | • Gesellschaftliche, betriebliche und arbeitsbezogene Relevanz? |
| 14. Wie nehmen Sie die Entwicklung der Umwelt wahr und was denken Sie über die Zukunft? | • Themenbeispiele?<br>• Wie bewerten Sie die Veränderungen? |

## A.2 Leitfaden Experteninterview Führungskräfte

| Interviewfragen | Vertiefungsfragen |
|---|---|
| 1. Nimmt das Thema Nachhaltigkeit in den letzten Jahren eine zunehmende Präsenz in Ihrem Unternehmen ein? | • Normatives Management?<br>• Anforderungen?<br>• Strategische Ziele? |
| 2. Spielt Nachhaltigkeit im Kerngeschäft Ihres Unternehmens eine Rolle? | • Produkte?<br>• Geschäftsprozesse?<br>• Rolle der Fachkräfte? |
| 3. Welche Chancen oder Risiken sehen Sie in einer nachhaltigen Unternehmensausrichtung? | • Wie ist es in diesem Unternehmen? |
| 4. Welche sozialen Bemühungen bestehen hinsichtlich der Belegschaft und der Gesellschaft? | • Mitarbeiterzufriedenheit?<br>• Verbesserung von Gesundheit & Sicherheit?<br>• Engagiert sich das Unternehmen öffentlich? |
| 5. Werden Ansätze zur Steigerung der Material- und Energieeffizienz bzw. zu Verringerung des Ressourceneinsatzes in der Produktion verfolgt? | • Organisatorische Maßnahmen?<br>• Technische Maßnahmen?<br>• Prozessbezogene Maßnahmen?<br>• Rolle der Fachkräfte? |
| 6. Werden Fachkräfte zur Steigerung der Material- und Energieeffizienz bzw. zur Verringerung des Ressourceneinsatzes systematisch einbezogen? | • Wie erreichen Sie Fachkräfte?<br>• Wie motivieren Sie Fachkräfte? |
| 7. Welche Bedeutung haben Fachkräfte bei der Umsetzung von Nachhaltigkeitszielen im Unternehmen? | • Welche Aufgabenbereiche relevant?<br>• Welche Potenziale bestehen? |
| 8. Welche Rolle nehmen Wertvorstellungen für eine verantwortungsvolle Facharbeit im Kontext von Ressourcen, Umwelt und Menschen Ihrer Meinung nach ein? | • Umgang mit anderen Mitarbeiter:innen? |
| 9. Wie sollte die Berufsbildung angehende Fachkräfte auf ein nachhaltiges berufliches Handeln vorbereiten? | • Themenfelder?<br>• Kompetenzen? |

## A.3 Auswertungsleitfaden Fachkräfte

| Oberkategorie | Unterkategorie | Beschreibung |
|---|---|---|
| **Nachhaltige Entwicklung von Gesellschaft, Wirtschaft und Facharbeit** | Relevanz nachhaltige Unternehmensentwicklung | In dieser Kategorie wird die wiedergegebene Relevanz einer nachhaltigen Gesellschafts- und Unternehmensentwicklung angeführt.<br>**Beispiel:** Es geht ja allein schon mit den ganzen Zertifizierungen los. Viele größere Unternehmen sind ja schon so weit, dass sie bei ihren Zulieferern und Dienstleistern gewisse Zertifizierungen voraussetzen. Bei anderen kann man schon eine Tendenz erkennen, dass eine Zertifizierung wohlwollend gesehen wird. |
| | Grüne Berufsakzentuierung | In dieser Kategorie werden die unterschiedlichen Transformationsfelder einer grünen Berufsakzentuierung zusammengeführt.<br>**Beispiel:** Wir machen einmal im Jahr Schulungen vom IMS [Integriertes Managementsystem] aus. Da sind genau Themen wie Energie- und Materialverbrauch und Recycling drin. Das wird immer mehr und immer mehr. Öl ist ganz heikel. Wenn etwas ausläuft, müssen wir das sofort melden und beseitigen. |
| **Personenbezogene Merkmale** | Fachkräftewissen | In dieser Kategorie werden nachhaltigkeitsbezogene Wissensbestände zusammengetragen, die im Zusammenhang mit einer Facharbeit wiedergegeben wurden.<br>**Beispiel:** Würden wir die Filter nicht tauschen, müsste der Lüfter stärker laufen. Dazu müssen wir z. B. auch wissen, wann genau bestimmte Pollen fliegen. Ansonsten fallen die Maschinen aus und du hast Maschinenschäden. Bedeutet Produktionsstörungen und im schlechtesten Fall Neuanschaffungen. |
| | Könnerschaft der Domäne | In dieser Kategorie werden sämtliche Aussagen gesammelt, die Hinweise auf die Merkmale einer Könnerschaft nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit liefern.<br>**Beispiel:** Gerade durch die Gruppenarbeit und durch das Ideenmanagement. Wir sehen Sachen, die könnte unser Chef nicht sehen, wir sind ja direkt vor Ort und sehen es am ehesten. Wir sind diejenigen, die hauptsächlich zur Verbesserung beitragen können. |

| Oberkategorie | Unterkategorie | Beschreibung |
|---|---|---|
| **Personenbezogene Merkmale** | Fachkräftemotivation | In dieser Kategorie werden sämtliche Handlungsanreize angeführt, die als motivierend empfunden werden, um nachhaltigkeitsorientiert zu handeln.<br>**Beispiel:** Da gibt es unser Ideenmanagement. Dann schreibst du Ideen auf, machst noch eine Zeichnung dazu, reichst das ein und dann wird das vom Komitee durchgesehen, ob man da noch was verbessern kann. Da geht es auch um Einsparungen. Dann gibt es auch Prämien, wenn das gut ist. Das spornt an. |
| **Freiheitsgrade** | Handlungsspielräume & Partizipation | In dieser Kategorie werden die wahrgenommenen Handlungsspielräume und betrieblichen Partizipationsstrukturen aufgeführt.<br>**Beispiel:** Vieles organisieren wir also selbst. Ist wirklich eigenständiges Arbeiten hier. Wir müssen dann selbst Prioritäten setzen, was gerade besonders wichtig ist, natürlich immer mit dem Ziel, dass die Produktion flüssig läuft. |
| **Nachhaltige Handlungsstrategien** | Effizienz | In dieser Kategorie werden die Aussagen zu unterschiedlichen Effizienzansätzen gesammelt, die in der Domäne zum Tragen kommen.<br>**Beispiel:** Vieles organisieren wir also selbst. Ist wirklich eigenständiges Arbeiten hier. Wir müssen dann selbst Prioritäten setzen, was gerade besonders wichtig ist, natürlich immer mit dem Ziel, dass die Produktion flüssig läuft. |
| | Konsistenz | In dieser Kategorie werden die Aussagen zu unterschiedlichen Konsistenzansätzen gesammelt, die in der Domäne zum Tragen kommen.<br>**Beispiel:** Vieles organisieren wir also selbst. Ist wirklich eigenständiges Arbeiten hier. Wir müssen dann selbst Prioritäten setzen, was gerade besonders wichtig ist, natürlich immer mit dem Ziel, dass die Produktion flüssig läuft. |
| | Suffizienz | In dieser Kategorie werden die Aussagen zu unterschiedlichen Suffizienzansätzen gesammelt, die in der Domäne zum Tragen kommen.<br>**Beispiel:** Vieles organisieren wir also selbst. Ist wirklich eigenständiges Arbeiten hier. Wir müssen dann selbst Prioritäten setzen, was gerade besonders wichtig ist, natürlich immer mit dem Ziel, dass die Produktion flüssig läuft. |

## A.4 Auswertungsleitfaden Führungskräfte

| Oberkategorie | Unterkategorie | Beschreibung |
|---|---|---|
| **Gesellschaftliche Unternehmensverantwortung** | Bedeutung CSR | In dieser Kategorie wird die Bedeutung einer nachhaltigen Unternehmensentwicklung angeführt.<br>**Beispiel:** Nachhaltigkeit ist ein wichtiges Thema bei uns. Auch, weil wir uns sehr viel mit Energieverbräuchen auseinandersetzen. In der Unternehmensgruppe wird zunehmend auch auf regenerative Energien gesetzt wie z. B. bei der Produktion der Wellpappe. Da kommt auch Solarenergie zum Einsatz. |
| | Chancen & Risiken | In dieser Kategorie werden die genannten Chancen und Risiken, die mit einer nachhaltigen Unternehmensentwicklung verbunden werden, festgehalten.<br>**Beispiel:** Ich sehe eher Chancen. Wenn wir ehrlich sind, hat Nachhaltigkeit auch etwas mit Wirtschaftlichkeit zu tun. In der Regel ist es so, dass man meist auch gleichzeitig Energie spart. Das ist auch nachhaltig für den Geldbeutel. |
| **Nachhaltigkeitsorientierte Facharbeit** | Bedeutung von Facharbeit für die nachhaltige Unternehmensentwicklung | In dieser Kategorie wird die eingeschätzte Bedeutung der Fachkräfte für eine nachhaltige Unternehmensentwicklung angeführt.<br>**Beispiel:** Ohne geht es nicht. Insofern muss man sagen, dass wir keine Schraubenschlüssel in die Hand nehmen. Dies ist aber auch erforderlich, um unsere Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. |
| | Anforderungen an eine BBNE | In dieser Kategorie werden die unterschiedlichen Anforderungen aufgeführt, die betriebliche Führungskräfte an eine BBNE stellen.<br>**Beispiel:** Ich finde es sehr wichtig, dass mehr gesamte Prozessketten betrachtet werden. Es werden immer nur Teilbereiche behandelt, aber nie das Zusammenspiel der ganzen Prozesse. Aber gerade dieses Zusammenspiel in der ganzen Kette ist sehr wichtig, um nachhaltig denken zu können. Es reicht mir nicht, nur den Maschinenpark anzusehen. |

## A.5 Extraktionstabellen Fachkräfte

### Kategorie: Relevanz nachhaltige Unternehmensentwicklung

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F1 (Pos. 313–314) | Ich habe selber eine Familie und einen einjährigen Sohn. Dem muss ich was hinterlassen, nicht nur Besen und Kehrblech, dass er das aufkehrt, was wir ihm hinterlassen haben. | Generationen-gerechtigkeit |
| F1 (Pos. 328–329) | Ich hoffe, dass ich mit meinen Kleinigkeiten dazu beitrage. Das Früchte aus dem, was wir säen, wachsen. Es wäre schade, wenn es nicht so wäre. | |
| F2 (Pos. 32) | Für mich ist es ganz wichtig, dass Veränderung für mehr Nachhaltigkeit so früh anfängt, wie es überhaupt nur geht. | |
| F3 (Pos. 89–90) | Es wird so viel verschwendet, das muss nicht sein. Das Thema ist schon wichtig. Da redet man ja auch immer mehr drüber. | Verschwendung |
| F4 (Pos. 46–48) | Ich hatte ja schon gesagt, da muss sich jeder an seine eigene Nase packen und sich selber ein bisschen am Riemen reißen, um das besser zu machen. Auf jeden Fall. | |
| F5 (Pos. 42–45) | Ja, das ist ein sehr großes Thema. Nachhaltigkeit ist für uns auch Energie sparen, Ressourcen sparen oder bspw. die Anlagen und Maschinen so zu reparieren, dass sie auch wieder lange laufen. | |
| F5 (Pos. 385–388) | Wenn sich Firmen modernisieren, dann setzen sie sich ja von den anderen Firmen ab und werden meist auch effizienter. Also können sie ihre Produkte auch besser anbieten. Ich würde sagen, wenn wir uns als Firma nicht nachhaltig aufstellen würden, dann würden wir ganz schnell den Weg nach unten nehmen bei der aktuellen Situation. Und so ist das genauso in der Gesellschaft. Wenn man sich nicht anpasst an die Zukunft oder an das, was kommt, wird man ganz schnell den Weg verlassen und das wird nicht positiv sein. | Dauerhaftes Wirtschaften<br>Absatzmärkte |
| F5 (Pos. 336–340) | Alles, was einen energieeffizienten Betrieb auszeichnet, kann man auch an den Kunden weitergeben. Dafür gibt es ja überall Zertifizierungen. Damit der Kunde sieht, dass das Unternehmen besonders nachhaltig ist und sich um den Umweltschutz kümmert. Das ist natürlich wichtig für die Kunden, um zu sehen, wie wir arbeiten. Das wird immer mehr werden. | Kunden<br>Kosteneinsparungen |
| F6 (Pos. 8–11) | Jeder sollte sehen, dass er Energie spart und mit Ressourcen vernünftig umgeht. Auf der Arbeit und privat sollte man das machen. | |
| F7 (Pos. 133–134) | Wir mussten die Qualität komplett steigern [für die Zertifizierung des Betriebs], für den kompletten Betrieb. | Zertifizierung |
| F8 (Pos. 71–73) | Wir gucken aber auch, dass die Unternehmen tatsächlich zertifiziert sind auf Nachhaltigkeit. | Zertifizierung |
| F8 (Pos. 13) | Eigentlich ist der ganze Betrieb angespornt, sich darüber Gedanken zu machen [Nachhaltigkeit] und Verbesserungsvorschläge einzureichen. | Verbesserungen |
| F9 (Pos. 208–210) | Man muss die Mitarbeiter halt davon überzeugen, dass es auch schlechter für sie selbst ist, wenn man gewisse Sachen [betriebliche Nachhaltigkeitsziele] halt nicht erreicht. | Beschäftigung |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F10 (Pos. 226–228) | Es geht ja allein schon mit den ganzen Zertifizierungen los. Viele größere Unternehmen sind ja schon so weit, dass sie bei ihren Zulieferern und Dienstleistern gewisse Zertifizierungen voraussetzen. Bei anderen kann man schon eine Tendenz erkennen, dass eine Zertifizierung wohlwollend gesehen wird. | |
| F11 (Pos. 155–161) | Wenn ich überlege, ich bin jetzt zehn Jahre hier, es wird immer mehr drauf geachtet, auch auf Druckluftaufbereitung, Kondensataufbereitung, Umweltaspekte. Früher hat es eigentlich keinen interessiert. Aber mittlerweile ist es wirklich das A und O. Früher hat man gesagt, da hinten steht ein Kompressor, der interessiert mich nicht weiter. Aber mittlerweile sind die Kunden sensibilisiert auf das Thema. Auch was Gefahrstoffe angeht und wie man Energiekosten sparen kann. Das kommt immer mehr. | Kundenanforderungen |
| F12 (Pos. 51) | Auf jeden Fall. Immer mehr, immer mehr. Durch die Rohstoffe, die immer knapper werden, nimmt das Thema immer mehr eine bedeutsame Rolle ein. | Wettbewerbsfähigkeit |
| F12 (Pos. 37) | Auf jeden Fall. Gerade bei uns. Es ist ja unser Geschäft quasi. Das ist in den letzten Jahren immer bedeutsamer geworden. | Absatzmärkte |

## Kategorie: Grüne Berufsakzentuierung

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F1 (Pos. 97) | Wir haben viele Unterweisungen, die an uns herangetragen werden. Dass wir Müll sortieren, Licht ausmachen usw. | Verhalten |
| F1 (Pos. 82–87) | Wenn wir z. B. Reinigungsmittel bekommen, dass wir dann selber auf das Etikett gucken, und wenn es schädlich bzw. gefährdend ist, eben mit [Name] sprechen, dass er dann ein verträglicheres Produkt sucht. Dass man dann nach Reinigern sucht, die bestimmte Anforderungen erfüllen, aber auch für uns und für die Umwelt verträglicher sind. Da sind wir zunehmend stark vertreten. | Anforderungen |
| F1 (Pos. 98–99) | Auch für den Umweltschutz. Das sind Richtlinien, die wir einhalten müssen. Da unterschreiben wir auch für, dass man genau guckt, in welchem Gebiet man noch mehr rausholen kann. Das ist definitiv mehr geworden. | Anforderungen |
| F2 (Pos. 4–5) | Einige von unseren Schraubern werden mit Druckluft betrieben. Da achten wir immer drauf, dass damit nicht rumgespielt wird und keine Leckagen im Netz sind. | Arbeitsgegenstände<br>Verhalten |
| F3 (Pos. 26–28) | Leckagen ist auch jedes Mal ein Thema. Es geht immer um sparen, sparen, sparen. Aber auch Licht ausmachen, wie verhalte ich mich insgesamt energiesparsam. Das sind auch viele Kleinigkeiten, die einen im Alltag im Betrieb begleiten. | Arbeitsgegenstände<br>Verhalten |
| F3 (Pos. 11–13) | Dass wir Leckagen im Druckluftsystem suchen und beheben müssen, ist auf jeden Fall ein wichtiger Punkt! Haben wir auch in unserem Wartungsplan mit drin. Einmal im Monat müssen wir uns ausschließlich mit Luftleckagen beschäftigen. Ist schon ein ziemlich großes Thema bei uns geworden. Luft ist ein sehr wichtiges Thema, da geht man fast noch zu wenig drauf ein. | Verhalten<br>Arbeitsaufgaben<br>Arbeitsgegenstände |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F3 (Pos. 45–46) | Dann haben wir auch viele Lehrgänge. Richtig tragen, richtig bewegen, Ergonomie und schonendes Arbeiten ist da sehr wichtig. | Verhalten |
| F3 (Pos. 64–65) | Ansonsten bekommen wir für Maschinen und Anlagen auch immer mal wieder Einweisungen. Bspw. für die neue, energieeffiziente Druckluftanlage. | Arbeitsgegenstände |
| F3 (Pos. 22–24) | Ja, wir machen einmal im Jahr Schulungen vom IMS [Integriertes Managementsystem] aus. Da sind genau Themen wie Energie-, Materialverbrauch und Recycling drin. Das brauchen die auch für die Zertifizierungen. Teil ist, dass auch die Mitarbeiter aktiv mit eingebunden werden. | Anforderungen<br>Verhalten |
| F3 (Pos. 37–38) | Das wird immer mehr und immer mehr. Öl ist ganz heikel. Wenn etwas ausläuft, müssen wir das sofort melden und beseitigen. | Anforderungen |
| F3 (Pos. 8–9) | Ansonsten gibt es einen Verhaltenskodex, mit dem wir auch angehalten werden, dass wir uns ressourcenschonend verhalten. Dazu gehören aber auch Firmengeheimnisse und Ähnliches. | Verhalten |
| F3 (Pos. 8–9) | Aufgaben bekommen wir immer mehr. Ich bin nun noch zusätzlich für den Brandschutz zuständig und er ist nun noch Gefahrstoffbeauftragter. | Arbeitsaufgaben<br>Verantwortung |
| F5 (Pos. 349–351) | Das wird uns immer beigebracht in Energiemanagement-Sitzungen, und in unseren Schulungen sowieso. Darauf werden wir immer hingearbeitet. Also mit Tendenz auch immer weiter nach oben. | Verhalten |
| F5 (Pos. 336) | Die Tendenz Umweltschutz und Nachhaltigkeit und die Kompetenzen dafür, die sind gestiegen. | |
| F5 (Pos. 6–10) | Wie du auch schon gesehen hast, bin ich jetzt hauptsächlich für die Energieeffizienz zuständig. Mache Dampfversorgung, Druckluftversorgung, RLT-Anlagen, die ganzen Kühlanlagen für Eiswasser und die Kühlhäuser. Das ist eigentlich hauptsächlich mein Arbeitsbereich. Zu dem kommt ja sowieso noch die Instandsetzung der ganzen Pumpen, Ventile und Plattenapparate. | Arbeitsaufgaben<br>Arbeitsgegenstände |
| F5 (Pos. 80–82) | Also es gibt hier viele Sachen, nach denen wir auch zertifiziert werden. Unser Kessel z. B. ist wichtig im Kontext der DIN 50001 [Energiemanagement]. Weil er ein energiesparender Kessel ist und wir den so optimiert und in Betrieb haben, dass er energieeffizient ist. | Arbeitsgegenstände<br>Energiemanagement |
| F5 (Pos. 57–62) | Alte Motoren auf neue Motoren umrüsten, die permanent laufen. Das haben wir ganz oft, [...] wir haben jetzt einen alten Motor, der 20 Jahre alt ist, der schon einige Male überholt worden ist. Und dann muss man sich langsam überlegen, ob es sich das Aufarbeiten noch lohnt, oder man gegen einen energieeffizienten Motor austauscht. Der läuft 365 Tage im Jahr. Wenn wir einen Motor einbauen, der über das Jahr gesehen zwei, drei Prozent weniger Strom braucht, ist das über das Jahr gesehen ein ganzer Haufen. Erst recht, wenn der 24 Stunden am Tag läuft. [...] und solche Sachen werden hier natürlich immer mehr, das wird hier ganz hochgeschrieben. | Arbeitsaufgaben<br>Arbeitsgegenstände |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F5 (Pos. 315–316) | Unsere Anlagen werden ja immer wieder neuer gebaut oder umgebaut, weil die Effizienz nicht mehr gegeben ist. | Arbeitsaufgaben |
| F5 (Pos. 247–252) | Ja, natürlich, es gibt viele Sachen, die noch verbesserungswürdig sind, aber die werden nach und nach abgestellt […] und der Umweltschutz wird hier immer mehr, wir müssen z. B. nun auch auf die Salzlake aufpassen, weil wir im Wasserschutzgebiet sind. | Anforderungen |
| F5 (Pos. 2–4) | Also sehr vielseitig, was man macht. Aber meine hauptsächliche Tätigkeit ist die Sicherstellung der Energieeffizienz. | Verantwortung |
| F5 (Pos. 354–355) | Wir haben ja eine Firmenphilosophie, da steht das auch alles drin [Nachhaltigkeitsziele]. Wenn wir Audits haben, dann wird auch immer wieder darauf hingewiesen. | |
| F5 (Pos. 345–346) | Neue Aufgaben durch ein neues Produkt [Bioprodukt] Es entstanden viele Erneuerungen und es dürfen nur bestimmte Ventile, Leitungen und Pumpen genutzt werden. | |
| F7 (Pos. 67–70) | Ja, in den letzten Jahren auf jeden Fall, aber nicht so viele Jahre zurück [bezogen auf die Wahrnehmung einer Zunahme von nachhaltigen Aufgaben]. Also ich würde sagen in den letzten drei oder vier Jahren intensiver. Die Sachen, die man so oder so schon gemacht hat, wie Materialtrennung, da wurde jetzt mehr dran gearbeitet. | Arbeitsaufgaben<br>Verhalten |
| F7 (Pos. 133–134) | Das Bewusstsein ist, denke ich, stärker geworden. Das war vor fünf bis sechs Jahren noch nicht so. Vor zehn Jahren schon gar nicht.“ und weiter „Also ein Bewusstsein ist größer, weil wir ja alles steigern mussten. Wir mussten die Qualität komplett steigern [für die Zertifizierungen], für den kompletten Betrieb und dadurch ist das Bewusstsein gestiegen. | Verhalten |
| F8 (Pos. 8–9) | Wir haben unseren Leitfaden, den kennen wir alle. Da sind auch unsere Nachhaltigkeitsziele drin. Wir gucken aber auch, dass andere Unternehmen tatsächlich zertifiziert sind auf Nachhaltigkeit. | Verhalten |
| F8 (Pos. 42) | Das ist gleichbleibend, war von Anfang an wichtig hier das Thema. | Arbeitsaufgaben |
| F9 (Pos. 46–49) | Dieses Recyclingsystem haben wir ja nun bei uns [Mehrwegputzlappen]. Und wir zerlegen jetzt Alt-Anlagen und Teile davon wieder davon aufgearbeitet, auch für das Retrofit. | Arbeitsaufgaben |
| F9 (Pos. 159–160) | Ja, was es an Mehraufgaben gibt ist ja das, was so die Arbeitssicherheit angeht mit den Betriebsanweisungen und so was. | Arbeitsaufgaben |
| F10 (Pos. 68–70) | Das [Beratungen] ist ja auch immer so ein Punkt. Das sind auch Sachen, die wir im täglichen Umgang mit Kunden brauchen, grade die BAFA-Förderung. | Verantwortung |
| F10 (Pos. 10–11) | Allerdings komme ich ja eigentlich aus dem Bereich Energiemanagement. Da bin ich auch für die Leckageaudits verantwortlich. | Verantwortung |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F10<br>(Pos. 329–332) | Allein aus dieser Historie der zunehmenden Zertifizierungen entsteht mehr Arbeit, aber auch ein breiteres Aufgabenspektrum. Das sind wesentlich mehr Punkte, die teilweise dokumentiert werden müssen, die teilweise mit berücksichtig werden müssen und das spiegelt sich natürlich auch bei dem Servicetechniker vor Ort wider. Wenn der auf einmal das Doppelte an Dokumentation machen muss, damit das alles dem Standard entspricht, den man einhalten muss [für die Zertifizierungen der Managementsysteme], ist das eine deutliche Zunahme. | Anforderungen<br>Verantwortung |
| F11<br>(Pos. 155–158) | Wenn ich überlege, ich bin jetzt XX Jahre hier, es wird immer mehr darauf geachtet [Nachhaltigkeitsaspekte], auch auf die Druckluftaufbereitung und die Kondensataufbereitung, also dementsprechend Umweltaspekte. | Arbeitsaufgaben<br>Anforderungen |
| F11<br>(Pos. 68–72) | Es kommen z. B. immer mehr drehzahlgesteuerte Drucklufsysteme. Das ist ja einfach, um Energiekosten zu sparen. Der Energieverbrauch wird angepasst. Der Druckluftverbrauch wird vorher über Messstrecken analysiert, nach zwei bis drei Wochen machen wir ein Audit, um zu gucken, wie hoch der Druckluftbedarf und der Stromverbrauch ist. Dann legen wird die Anlage dementsprechend halt mit einem kleineren Reservefaktor aus. Dass die Anlagen wirklich auch so ausgelegt sind, wie der Kunde es braucht. | Arbeitsaufgaben<br>Arbeitsgegenstände<br>Anforderungen |
| F11<br>(Pos. 198–199) | Was jetzt immer mehr kommt, sind Druckluftaudits und die Leckagebeseitigung. Da werden auch die Kunden immer sensibler. Auch wenn sie nicht so große Kompressoranlagen haben. | Arbeitsaufgaben<br>Anforderungen |
| F11<br>(Pos. 198–199) | Das kommt immer mehr, dass du zusätzlich mit Wärmetauschern arbeitest, um dann die Abwärme noch zu nutzen. Da musst du dann auch noch mit Lüftungskanälen arbeiten. Wird auch immer mehr. | Arbeitsaufgaben<br>Arbeitsgegenstände |
| F12<br>(Pos. 37–39) | Ich bin seit XX Jahren hier. Im Gegensatz zum Anfang sind die Aufgaben im Bereich Aufarbeitung immer mehr geworden. Auch ist die Aufarbeitung vielfältiger und anspruchsvoller geworden. Verschiedene Typen, Varianten die aufgearbeitet werden müssen. Ganz klar geht die Kurve deutlich nach oben. | Arbeitsaufgaben |
| F12<br>(Pos. 11–36) | Bei dem Austausch der Reiniger sind die auf uns zugekommen. Die hatten das aus dem Management angedacht. Und dann kommen die zu uns und wir erproben das dann und geben dann Feedback. Dann wird es angeschafft oder auch nicht. | Anforderungen |
| F12<br>(Pos. 5–11) | Ja, vor allem durch Schulungen. Dass ist bei uns ein großes Thema. Wir haben jetzt regelmäßige Gruppensitzungen, in denen so was besprochen wird und dann haben wir Auditierungen, wo alles regelmäßig kontrolliert wird. Gerade heute die OHSAS. Wenn wir Gruppensitzungen haben, ist auch der Meister dabei oder wir laden Vorgesetzte für das entsprechende Thema ein, die für die jeweiligen Themen zuständig sind. Und dann wird das gemeinsam besprochen und wir machen einen Maßnahmenplan. Wer, wann was macht. Leckagen ist immer mehr ein wichtiges Thema, Ölaustritt, defekte Anlagen, Energie sparen bei allen Tätigkeiten und natürlich allgemein Verschwendung entgegenwirken. | Verhalten |

## Kategorie: Fachkräftewissen

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F1 (Pos. 153–154) | Da gibt es unser Ideenmanagement. Dann schreibst du den Verbesserungsvorschlag auf und machst eine Zeichnung dazu. Das wird eingereicht und dann wird das vom Komitee durchgesehen, ob man da noch Verbesserungen erzielen kann. Da geht es auch um Einsparungen von Material oder Energie. Wenn die Ideen gut sind, gibt es eine Prämie. | Institutionelles Wissen |
| F1 (Pos. 190–192) | Wir haben unser Intranet, wo wir auch unsere Stationsmeldungen machen. Da können wir uns informieren. Dann haben wir unsere Shopfloor-Boards, wo auch die Produktionszahlen und Statistiken drin sind. Da ist auch Aktuelles aus den angesprochenen Bereichen drin [Energie-, Arbeits- und Umweltschutz]. | Institutionelles Wissen |
| F1 (Pos. 97–99) | Wir haben Unterweisungen. Auch für den Umweltschutz, wie Müll sortieren oder Licht ausmachen. Das sind Richtlinien, die wir einhalten müssen. Da unterschreiben wir auch für, dass man genau guckt, in welchem Gebiet man noch mehr rausholen kann. Es gilt auch hier das Grundlegende, was man auch von zu Hause her kennt, was die gute Kinderstube hergibt. Wenn du nicht mehr im Raum bist, machst du Licht und Fernseher ja auch aus. | Normatives Wissen |
| F2 (Pos. 22–23) | Man muss sich auch die Auswirkungen bewusst machen, die damit zusammenhängen, was man macht. Fahre ich mit dem Auto oder mit dem Rad? Auch im Betrieb muss man sich fragen, ob ich immer alles gleich wegschmeißen muss und wo das dann landet. | Gesamtsystemisches Wissen |
| F2 (Pos. 41–44) | Es ist meine Meinung, aber ich stehe hinter der Windenergie und den Anlagen, die wir produzieren. So können wir das $CO_2$ deutlich senken und das muss passieren. Nur greift meistens Schnelles manchmal auch zu kurz. Tiere haben auch eine Daseinsberechtigung. Da müssen wir weiter forschen und entwickeln, damit Windparks nicht seltene Vogelarten oder Fledermäuse bedrohen. Das darf auch nicht vergessen werden. Bei all der Produktion müssen wir auch die Tiere berücksichtigen. | Normatives Wissen<br>Gesamtsystemisches Wissen |
| F2 (Pos. 11–13) | Alles zu Verbräuchen, Gefahrenstoffen usw. besprechen wir beim Shopfloor-Management. Da haben wir immer eine wöchentliche KVP Besprechung. Was sonst noch anfällt wird auch in der Fachbereichsbesprechung und bei der Schichtübergabe weitergegeben. | Institutionelles Wissen |
| F2 (Pos. 58–61) | Das Problem ist doch, dass der Mensch zu stark eingreift. Die Natur reguliert sich selbst. Ist quasi von sich aus nachhaltig. Nur der Mensch, der ist es nicht. Will immer mehr. Der Mensch durchbricht genau diese empfindlichen Kreisläufe und bringt sie außer Gleichgewicht. Aber gerade deshalb sind auch wir verantwortlich dafür, dass diese Kreisläufe intakt bleiben oder wieder in Ordnung kommen. Zu Hause und hier auf der Arbeit. | Gesamtsystemisches Wissen |
| F2 (Pos. 58–61) | Wir müssen Nachhaltigkeit im Gesamtzusammenhang denken, sonst klappt es nicht. Nicht nur Ressourcen und Natur, sondern auch, was gerecht ist, die gesamte Gesellschaft und die Verbraucher mit abholen. | Gesamtsystemisches Wissen |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F2 (Pos. 8–10) | Wichtig bei Einsparungen ist es, vorausschauend zu kalkulieren. Wenn wir was Neues einbringen oder optimieren, dann muss das auf alle Auswirkungen durchdacht werden. Sonst macht man etwas voreilig und nachher zahlt man drauf. Aber zu lange zögern darf man auch nicht, sonst können Verluste auch zu hoch werden. Gemeinsames Besprechen ist hier wichtig. | Institutionelles Wissen |
| F2 (Pos. 18–21) | Es ist wichtig, dass wir für eine Generationengerechtigkeit sorgen. Das ist vor allem für mich Nachhaltigkeit. Das zählt auch für den Betrieb und die Arbeitsplätze. Das geht aber nur, wenn wir gut arbeiten und private Einstellungen in den Betrieb mitnehmen und dort leben. Zu Hause lässt auch keiner das Licht an oder das Wasser laufen. | Normatives Wissen |
| F2 (Pos. 58–61) | Wir reden viel vom Hier, aber es geht Menschen auf der ganzen Welt etwas an. Viele reiche Länder rauben Ärmeren die Ressourcen und die Menschen, die schon nichts haben, sehen nichts davon. | Normatives Wissen |
| F2 (Pos. 49–51) | Nachhaltigkeit ist auch für mich, dass wir alle gut zusammen leben können. Wir haben hier Kollegen aus anderen Ländern. Ist doch alles gut, solange alle respektvoll sind. Für mich bedeutet das kulturelle Bereicherung. Wir sind interkulturell, so was bereichert doch. | Gesamtsystemisches Wissen |
| F2 (Pos. 58–61) | Kraftstoff wird verheizt, der Ausbau erneuerbarer Energie stoppt, der Fleischkonsum geht so auch nicht weiter, die trockenen Sommer, kaum noch Insekten da, die Landwirtschaft muss produktiv sein für den Konsum, aber schmeißt zu viel Gülle auf den Acker und das geht ins Grundwasser. | Gesamtsystemisches Wissen |
| F2 (Pos. 58–61) | Das keine Nachhaltigkeit besteht, sieht man auch an den Wäldern. Urwälder werden immer mehr abgeholzt. Natürlich wird auch wieder aufgeforstet, aber das sind Nutzwälder. | Gesamtsystemisches Wissen |
| F3 (Pos. 30–33) | Würden wir die Filter nicht tauschen, müsste der Lüfter stärker laufen. Dazu müssen wir z. B. auch wissen, wann genau bestimmte Pollen fliegen. Ansonsten fallen die Maschinen aus und du hast Maschinenschäden. Bedeutet Produktionsstörungen und im schlechtesten Fall Neuanschaffungen. | Arbeitsprozesswissen |
| F3 (Pos. 72) | Ich glaube vieles von dem lernt man nicht hier, sondern das kommt schon vorher in der allgemeinen Erziehung. Zu Hause und in der Schule. Ich verstehe es eher so, dass ich zuerst eine gute Bildung und Erziehung genieße und diese Werte und wie ich mich verhalte, das nehme ich dann mit in das Unternehmen. Zu Hause bekommt man das schon gleich eingetrichtert – Mülltrennung, Licht ausmachen, Dinge nicht gleich wegschmeißen, nicht so lange duschen. | Normatives Wissen |
| F3 (Pos. 87) | Nachhaltigkeit fängt schon bei kleinen Dingen an, z. B. mit der Mülltrennung und hört bei großen Dingen wie erneuerbare Energien auf. Auch das recycelt wird. | |
| F3 (Pos. 39–40) | Auch das Thema Leckagen in Ölleitungen ist hier ganz wichtig. Kontrollieren wir auch regelmäßig bei unseren Rundgängen. | Arbeitsprozesswissen |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F3 (Pos. 33–35) | Wir nehmen auch Ölproben, um zu gucken, ob die Schmiereigenschaften passen und korrigieren falls nötig nach. Wir versuchen alles so gestalten, dass wir möglichst wenig Schäden und Ausfälle haben. Langlebigkeit und hoher Wirkungsgrad sind hier entscheidend. | Arbeitsprozesswissen |
| F3 (Pos. 7–9) | Ansonsten gibt es einen Verhaltenskodex, in denen auch angehalten wird, dass wir uns ressourcenschonend zu verhalten haben. | Institutionelles Wissen<br>Normatives Wissen |
| F3 (Pos. 22–24) | Bei 100 freien Unfalltagen bekommen wir jeder einen Pfund Tee. Da gibt es eine Anzeige bei uns. Dass ist für uns natürlich ein Anreiz auch die PSA immer zu nutzen. | Institutionelles Wissen |
| F3 (Pos. 37–40) | Ja, wir machen einmal im Jahr Schulungen vom IMS [Integriertes Managementsystem] aus. Da sind genau Themen wie Energie-, Materialverbrauch und Recycling drin. Das brauchen wir auch für die Zertifizierungen. Ein Teil ist, dass auch die Mitarbeiter aktiv mit eingebunden werden | Institutionelles Wissen |
| F3 (Pos. 98–101) | Jeder hat einen Einfluss, auch wir hier. Aber wenn das in anderen Ländern nicht betrieben wird, ist das ein Problem. Wenn, dann muss das global passieren. Hier werden Millionen investiert. Aber manchmal könnte man besser in andere Länder investieren, um da erst mal was aufzubauen. Das zahlt sich dann später aus. | Gesamtsystemisches Wissen |
| F4 (Pos. 204–205) | Da konnte man halt auch Änderungsvorschläge einbringen. Wenn die wirklich effizient waren und das Kosten eingespart hat, dann gab es da natürlich noch mal einen kleinen Obolus. | Institutionelles Wissen |
| F4 (Pos. 204–205) | Also es gibt eine Betriebszeitschrift, wo immer Sachen drin stehen, wie Maschinen-Neuanschaffungen oder Neuabläufe oder solche Geschichten. | Institutionelles Wissen |
| F4 (Pos. 271–273) | Was mir auch immer sauer aufstößt, ist der Umgang mit Elektroschrott. Wo der hinwandert, in irgendwelche Subländer, die dann da irgendwie die letzten Edelmetalle versuchen rauszuholen und die Böden dort so zerstört werden. | Gesamtsystemisches Wissen |
| F5 (Pos. 159–166) | Die nennen sich Tank-Begehungs-Schreiben. Da steht drin, ob der Tank gespült worden ist, ob der Tank eine Fremdbelüftung braucht oder ob der Tank noch Restgase enthält. Dann gibt es ein Restgas-Messgerät, was wir einsetzen. Beim Motor [für den Antrieb des Rührwerks] müssen die Sicherungen raus und der muss zusätzlich abgeklemmt werden. Und wenn das alles passiert ist, dann darf ich erst in diesen Tank rein. Aber auch nur, wenn ich einen Sicherungsposten habe. | Arbeitsprozesswissen |
| F5 (Pos. 76–77) | Wir haben eine Betriebszeitschrift. Da wird alles, was umgebaut oder an Maßnahmen gemacht wird, veröffentlicht. Jeder hat ja hier seinen Bereich, ob das jetzt das obere Management ist oder das Energiemanagement. | Institutionelles Wissen |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F5 (Pos. 385–388) | Wenn sich Firmen modernisieren, dann setzen sie sich ja von den anderen Firmen ab und werden meist auch effizienter. Also können sie ihre Produkte auch besser anbieten. Ich würde sagen, wenn wir als Firma uns nicht so aufstellen würden, dann würden wir ganz schnell den Weg nach unten nehmen bei der aktuellen Situation. Und so ist das genauso in der Gesellschaft. Wenn man sich nicht anpasst an die Zukunft oder an das, was kommt, wird man ganz schnell den Weg verlassen und das wird nicht positiv sein. | Gesamtsystemisches Wissen |
| F5 (Pos. 221–224) | Die Abluft von unserem Turm, die hat ich sag mal 80 Grad. Die geht noch mal durch Register, um die angesaugte Luft schon vorzuwärmen. Die Zuluft wird durch die Abluft, die sowieso 80 Grad hat, erwärmt und schon haben wir eine Wärmerückgewinnung. | Arbeitsprozesswissen |
| F5 (Pos. 332–334) | Das wird uns immer beigebracht in Energiemanagement-Sitzungen, und in unseren Schulungen sowieso. Also wir werden mit der Tendenz immer weiter nach oben. | Institutionelles Wissen |
| F5 (Pos. 377–378) | Es gibt nichts Schlimmeres, als zu sagen „Arbeite ich halt nicht nachhaltig", erst recht beim Dampfkessel. Ich muss da nachhaltig arbeiten und den Umweltschutz beachten, sonst funktioniert das einfach nicht. | Normatives Wissen |
| F6 (Pos. 33–35) | Die Verfahrwege sind wichtig, wenn man was rausholen will, bei den Schweißwegen muss man mehr auf Prozessstabilität achten. Wenn du ein wenig langsamer bist, hast du einfach am Ende länger etwas von der Anlage. Wir wollen unsere Anlagen ressourcensparend fahren. Im ersten Augenblick ist weniger Geschwindigkeit weniger Stückzahl und weniger Gewinn. Aber im Endeffekt, wenn man sich die Langlebigkeit ansieht, die ganzen teuren Ersatzteile, die du brauchst, wenn du die Anlage überstrapazierst, dann hat man nicht viel gewonnen. | Arbeitsprozesswissen |
| F6 (Pos. 8–11) | Ich glaube, viel von dem [nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln] lernt man nicht hier, sondern das kommt schon vorher in der allgemeinen Erziehung. Zu Hause und in der Schule. Ich verstehe es eher so, dass ich zuerst eine gute Bildung und Erziehung genieße, und diese Werte nehme ich dann mit in das Unternehmen. | Normatives Wissen |
| F6 (Pos. 87–88) | Jeder sollte Energie sparsam nutzen und mit Ressourcen vernünftig umgehen. Zu Hause und auf der Arbeit sollte man das machen. | Normatives Wissen |
| F6 (Pos. 95–96) | Nachhaltigkeit ist für mich, mit Ressourcen vernünftig umzugehen. Ressourcen sind endlich, irgendwann gibt es sonst keine mehr. Das wir mit unseren Sachen vernünftig, sparend und umweltschonend umgehen. | Gesamtsystemisches Wissen |
| F6 (Pos. 40–43) | Mit unserem Schutzgas gab es damals was. Der Schweißprozess war einfach nicht optimal, da haben wir die Mischung für alle Endstellen angepasst und hatten viel weniger Ausschuss. | Arbeitsprozesswissen |
| F6 (Pos. 62–64) | Ich google auch sehr viel selber im Netz zum Thema Robotik. Auch fahre ich zu anderen Unternehmen oder Messen und gucke mir das an. | Institutionelles Wissen |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F6 (Pos. 98–101) | Wenn man die letzten drei, vier Sommer anguckt, dann mache ich mir echt Sorgen. Wenn man den Prozess so sieht, dann glaube ich nicht, dass wir den umkehren können. Auch wenn man sieht, was in der Arktis los ist. Ich glaube leider, der Drops ist schon gelutscht. Damit müssen wir mit klarkommen. | Gesamtsystemisches Wissen |
| F7 (Pos. 208–210) | Nachhaltigkeit bedeutet für mich Verzicht. Wir müssen lernen, zu verzichten. Ich glaube das ist das, was am sinnvollsten ist – durch den Verzicht zu lernen. | Normatives Wissen |
| F7 (Pos. 43–44) | Ich versuche, Ressourcen zu schonen, durch geringen Wendeschneidplattenverbrauch, nicht die Maschine unnötig laufen lassen oder nur das an Drehzahl, was sein muss. | Arbeitsprozesswissen |
| F7 (Pos. 15–16) | Sollte der Auftrag schon mal gelaufen sein, was häufig der Fall ist, dann würde ich mir die Werkzeuge in dem geschriebenen Programm heraussuchen und dementsprechend die Maschine rüsten und das Teil bearbeiten, anstatt zeitintensiv neu einzurichten. | Arbeitsprozesswissen |
| F7 (Pos. 117–121) | Also ich würde dann die Idee meinem Chef vortragen, wenn er die als gut erachtet oder nicht, dann kann man sich weiter informieren. Dann guckt man: „Ist das überhaupt was für uns? Kann man damit arbeiten? Ist das für unseren Betrieb gut?“ Reicht ja nicht nur eine schöne Idee, sondern muss auch eine wirtschaftliche Idee sein. | Institutionelles Wissen |
| F8 (Pos. 69) | Ich denke, jeder Einzelne muss was machen, damit das Gesamte dann wirkt. | Normatives Wissen |
| F8 (Pos. 72–74) | Für die späteren Generationen werden die Umweltprobleme sicherlich Folgen haben. Was wir nun einsparen usw. oder verbessern, davon profitieren dann ja auch die nachfolgenden Generationen. Das Klima reagiert ja auch einfach nicht so schnell. | Gesamtsystemisches Wissen |
| F8 (Pos. 13) | Eigentlich ist der ganze Betrieb angespornt, sich darüber Gedanken zu machen und Verbesserungsvorschläge einzureichen. | Institutionelles Wissen |
| F8 (Pos. 71–73) | Wir haben unseren Leitfaden, den kennen wir alle. Da sind auch unsere Nachhaltigkeitsziele drin. | Normatives Wissen<br>Institutionelles Wissen |
| F9 (Pos. 199–200) | Meiner Meinung nach sollte jeder dafür mit Sorge tragen, dass man auch für die, die nach uns kommen, auch noch was vom Planeten übrig lässt. | Normatives Wissen |
| F9 (Pos. 292–294) | Jeder kann seinen Teil wirklich dazu beizutragen. Man muss dafür Informationen an die Leute weitergeben, wie es wird, wenn man so weitermacht, oder wie es werden kann, wenn man was verändert. | Normatives Wissen |
| F9 (Pos. 208–210) | Die andere Seite ist, man muss die Leute halt auch davon überzeugen, dass man, wenn man gewisse Sachen halt nicht einreicht, dass es dann auch schlechter für sie selbst ist. | Normatives Wissen |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F10 (Pos. 5–9) | Also im Moment mache ich auch Projektmanagement, Projektbetreuung, Begleitung und teilweise Hilfestellung. Das sind Sachen, die ich vermehrt mache. Dazu kommt Management hier in der Firma, z. B. Sicherheitsdatenblätter. Allgemein mit den Daten umzugehen, also entsprechend auch Listen aufzuarbeiten und damit umzugehen. | Institutionelles Wissen |
| F10 (Pos. 195–200) | Der Kunde hatte in beiden Hallen einen Kompressor und die Druckluftnetze später miteinander verbunden. Allerdings hat er dann das Problem gehabt, das aus einigen Druckreglern massenhaft Druckluft ausgeströmt ist. Das lag daran, dass Druckregler mit Sekundärentlüftung eingesetzt werden, die Druckschwankungen in einem Leitungssystem ausgleichen. In dem Fall war der Druckregler auf sieben Bar eingestellt, aber der Kompressor in der anderen Halle hat mit neun Bar Druckluft eingespeist. Dann hat der Druckregler natürlich die ganze Zeit versucht, Druck abzulassen. | Arbeitsprozesswissen |
| F10 (Pos. 367–372) | Unter Nachhaltigkeit würde ich persönlich verstehen, dass man so handelt, dass man auch für fortlaufende Generationen eine gewisse Existenz gesichert hat. Letztendlich kann man Nachhaltigkeit ja in sämtliche Bereiche runterbrechen. Wenn ich den Begriff Nachhaltigkeit höre, ist für mich immer erst mal das Gravierendste, dass man so handelt, dass man die Existenz der nächsten Generationen sichert auf jeder Ebene. Sei es finanziell, wohlstandstechnisch oder umwelttechnisch. Was bringt mir der größte Wohlstand, wenn ich auf einem Planeten lebe, der kaum noch bewohnbar ist und Schönes hat. | Normatives Wissen<br>Gesamtsystemisches Wissen |
| F10 (Pos. 377–380) | Die Klimaveränderung ist natürlich nicht von der Hand zu weisen. Ich bin da eher bei dem Standpunkt: Wir leben auf der Erde, wir brauchen die Erde. Die Erde braucht uns aber nicht. Das ist nicht nur eine Floskel, das verstehe ich für mich so. In dem Zuge denke ich etwas größer. Letztendlich muss man ja sagen, dass wir durch den Ausstoß von $CO_2$ oder alles Mögliche, was klimaverändert ist, viele Dinge beschleunigen. | Gesamtsystemisches Wissen |
| F10 (Pos. 35–36) | Wir versuchen immer wieder Alternativen, wie Öle, die z. B. besonders lange halten. | Arbeitsprozesswissen |
| F10 (Pos. 45–46) | Am Ende des Tages soll immer Geld verdient werden, aber unter den bestmöglichen Bedingungen, sowohl arbeits- als auch umwelttechnisch. | Gesamtsystemisches Wissen |
| F10 (Pos. 61–63) | Dazu gibt es dann alle acht Wochen eine Servicerunde, wo alle Servicetechniker zusammenkommen und wo dann eine Agenda abgearbeitet wird mit Punkten, die in der Zwischenzeit aufgetreten sind. | Institutionelles Wissen |
| F11 (Pos. 57–59) | Wenn das Öl altert, ist der Schmiereffekt nicht mehr gegeben und es entsteht mehr Verschleiß. Wenn der Kühler nicht mit entsprechenden Mitteln sorgfältig gereinigt wird, entstehen höhere Temperaturen und höhere Verschleißerscheinungen und die Anlage läuft ungünstiger, weil der Wirkungsgrad sinkt. | Arbeitsprozesswissen |
| F11 (Pos. 227–228) | Aber das muss nicht nur in Deutschland sein, sondern überall. Wenn wir die Kernkraftwerke abschalten, aber rund rum sind sie noch an, dann hat das alles hier keinen Sinn. | Gesamtsystemisches Wissen |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F12 (Pos. 23) | Ja, das wird gefördert bei uns. Da haben wir Formulare, die gehen dann ans Vorschlagswesen. Dann bekommt man ein Feedback und ggf. eine Prämie und es wird umgesetzt. | Institutionelles Wissen |
| F12 (Pos. 7) | Wir haben jetzt regelmäßige Gruppensitzungen, in denen so was besprochen wird, und dann haben wir Auditierungen, wo alles regelmäßig kontrolliert wird. Gelebt im Rahmen der Gruppensitzungen. | Institutionelles Wissen |
| F12 (Pos. 45) | Wenn man sich mit seiner Firma identifiziert und nicht nur zum Geldverdienen hingeht. Wenn man gerne in der Firma ist, hat man Interesse, dass alles gut funktioniert und läuft. Wenn man sich mit seiner Firma identifiziert, würde ich sagen. Umweltschutz, wir sollten eigentlich alle daran Interesse haben, dass es der Umwelt gut geht. Dadurch entsteht auch Eigenantrieb. | Normatives Wissen |
| F12 (Pos. 53) | Ich bin Vater, habe eine Tochter, da macht man sich schon sehr Gedanken. Die Abholzung der Regenwälder, Brandrodung, da mache ich mir echt Sorgen. Wie wird es in 50–100 Jahren aussehen? Ich mache mir Sorgen und das beschäftigt mich schon. Wichtig ist auch, dass die Schlüsselländer dabei sind. Deutschland kann eine Vorreiterrolle einnehmen, aber auch andere Länder wie China, USA oder ähnliche Länder, die müssen auch das Einsehen haben. Geld regiert leider noch die Welt. Leider ist das immer noch so. Mit dem letzten Baum der steht, damit wird noch Geld gemacht. Der Kapitalismus ist ein wesentliches Problem dabei. Jedes Jahr muss mehr Umsatz erwirtschaftet werden, dass ist der Knackpunkt. Das ist eine globale Aufgabe. | Gesamtsystemisches Wissen |

## Kategorie: Könnerschaft der Domäne

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F1 (Pos. 276) | Für viele ist Nachhaltigkeit was, worüber man gar nicht nachdenkt. Man macht es halt einfach. | Implizites Wissen |
| F1 (Pos. 153) | Da gibt es unser Ideenmanagement. Dann schreibst du den Verbesserungsvorschlag auf und machst eine Zeichnung dazu. Das wird eingereicht und dann wird das vom Komitee durchgesehen, ob man da noch Verbesserungen erzielen kann. Da geht es auch um Einsparungen von Material oder Energie. Wenn die Ideen gut sind, gibt es eine Prämie. | Mitgestaltung |
| F2 (Pos. 58–61) | Vor allem bei Neuzugängen sind die richtigen Teamzusammensetzungen wichtig. Probleme und Optimierungen müssen intern und gemeinsam gelöst werden. Auszubildende brauchen deshalb auch Freiräume, um Probleme zu lösen oder sich zu erproben. Das ist ganz wichtig. Erst durch Freiräume können sie sich an Optimierungen beteiligen und lernen, das Ganze zu verstehen, um es dann zu ändern oder zu verbessern. | Verbesserungspotenziale identifizieren |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F3<br>(Pos. 16–21) | Wichtig ist, dass, wenn er die Arbeit macht, dass er sie vor allem ordentlich macht! Dazu gehört auch die Dokumentation und Planung. Wenn man das nicht gewissenhaft macht, dann arbeitet man später zweimal und das ist bestimmt nicht nachhaltig. Wenn die Arbeit nicht gewissenhaft ist, dann können schnell Schäden entstehen und das hat einen Rattenschwanz. Schäden führen zu mehr Materialaufwand, evtl. leidet die Produktion, obwohl die Anlagen laufen, das ist sicher nicht effizient. | Adäquates Arbeiten<br>Auswirkungen |
| F3<br>(Pos. 16–21) | Wenn wir bspw. auch was im Brandschutz sehen, wo man einfach weiß, da gibt es schon etwas Neueres, Sichereres und Besseres. Dann schlagen wir das vor und dann wird das auch umgesetzt. Aber auch viele kleine Modifikationen an den Anlagen, die es den Anlagenbedienern einfacher machen. | Verbesserungspotenziale identifizieren |
| F4<br>(Pos. 131–137) | Wir – also damit meine ich die Instandhaltung – müssen natürlich sehr selbstständig arbeiten. Wir kriegen unsere Tickets. Da steht zwar jedes Mal eine Priorität hinter, aber wir müssen natürlich auch für uns priorisieren, was jetzt wichtig ist, was zuerst gemacht werden muss oder welche Anlage jetzt erst mal weiterlaufen kann. So müssen wir uns halt selbst unsere Arbeit einteilen. | Entscheidungen |
| F5<br>(Pos. 2–4) | Der läuft 365 Tage im Jahr. Wenn wir jetzt einen haben, der zwei, drei Prozent weniger Strom braucht, ist das über das Jahr gesehen ein ganzer Haufen. Erst recht, wenn der 24 Stunden am Tag läuft. | Auswirkungen |
| F6<br>(Pos. 8–11) | Wenn von oben natürlich gesagt wird 100 % [Verfahrgeschwindigkeit Roboter], dann muss ich das ja eigentlich, mach ich aber nicht, weil ich weiß, dass davon keiner was hat. Ich sitze sonst später damit, wenn wir einen Stillstand haben, Reparaturen anliegen und dann werde ich gefragt, wieso brauchen wir so viele Ersatzteile? Also am besten die Leute mit Erfahrungen auch machen lassen. | Auswirkungen<br>Verantwortung<br>Entscheidungen |
| F6<br>(Pos. 21–28) | Ja, Ausschuss. Da ist wichtig, dass er [Anlagenbediener] dafür sorgt, dass die Qualität immer stimmt. Immer darauf achten, ob die Qualitätsstandards eingehalten werden. Wenn was nicht stimmt, wird sofort Alarm geschlagen und am besten gar nicht erst weiterproduziert, den Prozess anhalten. Wir sagen auch bereits bei der Fertigung den Maschinenbedienern, worauf es ankommt, wie die Schweißnähte aussehen müssen, Poren etc. Das wissen die eigentlich alle. Wenn da was ist, können die das meistens schon selber beheben, z. B. wenn etwas verdreckt ist oder so. Wenn die Nähte wirklich nicht passen, müssen sie mir Bescheid geben, damit das geändert wird. | Adäquates Arbeiten |
| F7<br>(Pos. 41–48) | Ich persönlich sorge dafür, dass ich halt möglichst wenig Ausschuss produziere. Also keine Fehler mache, denn sonst muss ich die Fertigung noch mal vornehmen. […], wenn ich da Ausschuss produziere, ist das schlecht, weil das wiederum neues Material in Anspruch nimmt usw. Das ist ein Punkt, wie ich eingreifen kann. | Adäquates Arbeiten |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F8 (Pos. 24–25) | Ja, wir haben uns Gedanken um unsere Beuler gemacht für Warmwasser. Das läuft über einen elektrischen Beuler. Dann haben wir einfach Zeitschaltuhren nachinstalliert, dass die Beuler auch nur zur den Betriebszeiten angehen. | Verbesserungspotenziale identifizieren |
| F8 (Pos. 32–33) | Ja, wir hatten ein Gremium zur Umstellung auf LED und Neonröhren abzustellen. Parkplatzbeleuchtung auch auf LED. Das habe ich eingebracht und das wurde abgenickt durch die Geschäftsleitung und dann wurde das umgesetzt. | Beratung |
| F9 (Pos. 62–65) | Dass man gewissenhaft arbeitet und nicht quer durcheinander die Aufgaben verschiebt. Dazu muss man auch in die Aufgaben reinwachsen. Dass man mit kleineren Sachen beginnt und dann die Aufgaben immer weiter ausweitet. | Adäquates Arbeiten |
| F9 (Pos. 51–56 | Wir haben z. B. das Problem mit einer Kompressoranlage, bei der die Stirndeckel immer mit selbst schneidenden Schrauben befestigt werden. Das Problem ist, dass nach spätestens drei Wartungen die Schraube nicht mehr hält. Das heißt, der Stirndeckel kann nicht mehr mit der entsprechenden Vorspannung angebracht werden, die Dichtung wird nicht entsprechend gequetscht und dadurch haben wir regelmäßig Rückläufer, weil dann Öl austritt. Da sind wir jetzt beigegangen und haben Gewindeeinsätze eingesetzt und dann entsprechend normale Schrauben eingesetzt. Dass da eine wiederkehrende Wartung auch möglich ist, ohne nach drei Wartungen sagen zu müssen: Ja, wir kriegen den Deckel nicht mehr fest, wir brauchen ein neues Aggregat. Das sind dann ja mehrere Sachen in Richtung Nachhaltigkeit, die Maschine hält länger und man muss weniger erneuern. Dazu dann auch die Sicherheit und hinsichtlich der Umwelt tritt kein Öl aus. | Verbesserungspotenziale identifizieren<br>Entscheidungen<br>Auswirkungen |
| F10 (Pos. 174–177) | Wenn man Potenzial sieht über ein Angebot oder über die Kommunikationsaufnahme mit dem Entscheider drauf hinweisen, was da zu tun ist. | Beratung |
| F10 (Pos. 129–164) | Also das Öl haben sie meistens auf dem Schirm, aber weil das Kondensat im Grunde genommen ja erst mal Wasser ist, haben da viele nicht den Bezug. Sie wissen es nicht besser, dass das Kondensat mit Öl belastet ist, da leisten wir Aufklärungsarbeit. Wir haben unsere Kunden eigentlich alle dazu gebracht, dass sie einen Öl-Wasser-Trenner stehen haben oder das Kondensat auffangen und fachgerecht entsorgen, wenn das kleinere Mengen sind. | Verbesserungspotenziale identifizieren<br>Beratung<br>Auswirkungen |
| F11 (Pos. 233–235) | Deshalb habe ich meistens bei Außendienst-Terminen auch nach hinten Luft, sodass ich dem Kunden noch viel Input geben und beratend zur Seite stehen kann. Bspw. was den effizienten Betrieb der Anlagen angeht. | Beratung |
| F12 (Pos. 11–36) | Gerade durch die Gruppenarbeit und durch das Ideenmanagement. Wir sehen Sachen, die könnte unser Chef nicht sehen, wir sind ja direkt vor Ort und sehen es am ehesten. Wir sind diejenigen, die hauptsächlich zur Verbesserung beitragen können. | Mitgestaltung<br>Verantwortung |

## Kategorie: Fachkräftemotivation

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F1<br>(Pos. 2–8) | Man ist stolz [in einem nachhaltigen Leitmarkt zu arbeiten]. | Identifikation Unternehmen |
| F1<br>(Pos. 349–350) | Wenn man das erzwingt, dann wird das nicht mit Energie oder Leidenschaft gemacht. Das muss von einem selber kommen, sonst klappt das nicht. | Berufsethos |
| F1<br>(Pos. 256–258) | Wir sind ja die, die damit zu tun haben, und oben kann noch so viel geplant werden, was man noch alles einsparen könnte, wenn die Basis das nicht tut, dann passiert gar nichts. Da müssen wir selber ran, da hat jeder eine Pflicht und Verantwortung. So wie man das zu Hause halt auch kennt. | Verantwortungsbewusstsein<br>Erziehung |
| F1<br>(Pos. 241–243) | Hier in der Produktion wurde dann auch einiges umgestellt. Da war man auch selber mit bei. Wenn das einem nur vorgesetzt wird und man soll das umsetzen, das ist nicht so effektiv, als wenn man selber mit dran gewesen ist und sich selber dann erfreut daran, dass das funktioniert. | Arbeitsprozess |
| F1<br>(Pos. 153–155) | Da gibt es unser Ideenmanagement. Dann schreibst du den Verbesserungsvorschlag auf und machst eine Zeichnung dazu. Das wird eingereicht und dann wird das vom Komitee durchgesehen, ob man da noch Verbesserungen erzielen kann. Da geht es auch um Einsparungen von Material oder Energie. Wenn die Ideen gut sind, gibt es eine Prämie. | Anreiz |
| F2<br>(Pos. 18–21) | Es ist wichtig, dass wir für eine Generationengerechtigkeit sorgen. Das ist vor allem für mich Nachhaltigkeit. Das zählt auch für den Betrieb und die Arbeitsplätze. Das geht aber nur, wenn wir gut arbeiten und private Einstellungen auch in den Betrieb mitnehmen und da leben. Zu Hause lässt auch keiner das Licht an oder das Wasser laufen. Die kleinen Dinge machen es auch aus, wenn sich alle daran halten. | Erziehung<br>Wertvorstellungen |
| F2<br>(Pos. 32–36) | Für mich ist es ganz wichtig, dass Veränderungen für mehr Nachhaltigkeit so früh anfangen, wie es überhaupt nur geht. Natürlich steht und fällt viel mit der Erziehung im Elternhaus. Aber die Schule ist ja auch noch da. Und genau da muss das Thema auch hin, wenn die Eltern es nicht hinbekommen. In Grundschule, Realschule, Gymnasium und Berufsschule. Es ist wichtig, dass es überall ankommt. Nur wenn es wirklich in den Köpfen ist, bekommen wir die gesellschaftlichen Veränderungen, von denen immer geredet wird. | Erziehung |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F2<br>(Pos. 76–78) | Wenn man gute Vorschläge hat, dass man dafür auch Geld bekommt, dass das belohnt wird. Das Unternehmen verdient ja auch dran. Was ich auch gehört habe in anderen Unternehmen, dass man zum Thema Umweltschutz eine Challenge macht. Und am Ende der Woche bekommt einer einen Preis. | Anreiz |
| F2<br>(Pos. 76–78) | Das Problem ist doch, dass der Mensch zu stark eingreift. Die Natur reguliert sich selbst. Ist quasi von sich aus nachhaltig. Nur der Mensch, der ist es nicht. Will immer mehr. Der Mensch durchbricht genau diese empfindlichen Kreisläufe und bringt sie außer Gleichgewicht. Aber gerade deshalb sind auch wir verantwortlich dafür, dass diese Kreisläufe intakt bleiben oder wieder in Ordnung kommen. Zu Hause und hier auf der Arbeit. | Verantwortungsbewusstsein |
| F3<br>(Pos. 72–80) | Ich glaube, vieles von dem lernt man nicht hier, sondern das kommt schon vorher in der allgemeinen Erziehung. Zu Hause und in der Schule. Ich verstehe es eher so, dass ich zuerst eine gute Bildung und Erziehung genieße, und diese Werte und wie ich mich verhalte, das nehme ich dann mit in das Unternehmen. Zu Hause bekommt man das schon gleich eingetrichtert – Mülltrennung, Licht ausmachen, Dinge nicht gleich wegschmeißen, nicht so lange duschen. | Erziehung<br>Berufsethos |
| F3<br>(Pos. 81–83) | Dann macht man auch wirklich weiter. Wenn etwas einfach schön und rund läuft, dann ist das als Instandhalter auch befriedigend. Das bedeutet, dass wir unseren Job gut machen. | Arbeitsprozess |
| F3<br>(Pos. 80–81) | Wenn Optimierungen, Erfolge und die Teams erwähnt werden, ist das auf jeden Fall motivierend. Wenn man sieht, dass das wirklich was bringt, was man macht, dass das nicht alles umsonst ist. Das ist auf jeden Fall motivierend. | Feedback |
| F3<br>(Pos. 69–70) | Alle haben eine Mitverantwortung. Das gehört dazu. Wenn man mal ein kleines Stück Blech braucht, muss man keine neue Platte nehmen. Da kann man meistens auch was aus Resten machen. Da fängt das schon mit an. | Verantwortungsbewusstsein |
| F3<br>(Pos. 43–45) | Da sind hier alle sehr hinterher, dass wir keine Unfälle haben. Da ist auch Anreiz dabei. Bei 100 freien Unfalltagen bekommen wir jeder ein Pfund Tee. Dass ist für uns natürlich ein auch Anreiz, z. B. die PSA immer zu nutzen. | Anreiz |
| F4<br>(Pos. 190–193) | Wenn denen irgendwas auffällt, was grundlegend daneben läuft, sollte man schon mal seinen Vorgesetzten da drauf hinweisen, ob es da nicht andere Möglichkeiten gibt. Vielleicht hat er dann auch die Antwort: „Nein, das geht einfach nicht anders mit so viel Ausschuss oder Verschleiß. Das muss man einfach in Kauf nehmen." Aber wenn einem irgendwas auffällt, sollte man da schon aktiv werden, bin ich der Meinung. | Verantwortungsbewusstsein |
| F4<br>(Pos. 214–220) | In einem anderen Betrieb, in dem ich mal tätig war, da gab es Gruppenziele. Wenn da die Lieferperformance und dann halt die Qualität, was natürlich auch den Ausschuss angeht, wenn wir qualitätsmäßig wenig Ausschuss produziert haben, dann gab es für die Kollegen der jeweiligen Abteilung, wenn die ihre Ziele erreicht haben, jeden Monat X Euro noch mal zum Gehalt. Das hat die Leute dann natürlich schon motiviert, noch mal ordentlicher zu arbeiten und weniger Ausschuss zu produzieren. | Anreiz |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F5<br>(Pos. 71–75) | Und wir denken da wirklich energetisch, es gibt nichts Teureres, als Dampf zu produzieren, Druckluft zu produzieren oder etwas zu kühlen. Das sind die drei Ankerpunkte hier im Werk, die halt Geld kosten. Und um zu produzieren, brauchen wir natürlich Strom. Und wenn da keine Effizienz drin ist, dann haben wir unseren Job nicht richtig gemacht. | Berufsethos |
| F5<br>(Pos. 268–272) | Ja, KVP, nennt sich kontinuierlicher Verbesserungsprozess. Dann können wir die Ideen umsetzen. Damit etwas nicht mehr so auf den Rücken geht oder solche Sachen. Oder wie man Maschinen produktiver machen kann. Auch kann man einen Verbesserungsvorschlag einreichen, dann wird das geprüft, dann wird das umgesetzt. Und derjenige bekommt dann einen Obolus. | Anreiz<br>Arbeitsprozess |
| F5<br>(Pos. 363–366) | Optimieren und wenig Verbrauch, also da kann ja schon einer diese Werte ändern, um da immer mehr zu verbrauchen. Also es gibt in dem Sinne keinen Muffel. Es gibt auch keinen, der dahin motiviert werden muss, wir als Techniker sowieso, wir müssen so denken. | Werte<br>Berufsethos |
| F5<br>(Pos. 377–378) | Es gibt nichts Schlimmeres, als zu sagen: „Arbeite ich halt nicht nachhaltig“. Erst recht beim Dampfkessel. Ich muss da nachhaltig arbeiten und den Umweltschutz beachten, sonst funktioniert das einfach nicht. | Berufsethos |
| F5<br>(Pos. 379–381) | Also wir müssen alle miteinander, ob das Elektriker sind oder ob das Maschinenschlosser sind oder Industriemechaniker, so wie wir das sind, wir müssen halt so arbeiten, damit wir effizient und nachhaltig sind. | Arbeitsprozess |
| F6<br>(Pos. 87–88) | Jeder sollte sehen, dass er Energie spart und mit Ressourcen vernünftig umgeht. Zu Hause, auf der Arbeit und privat sollte man das machen. | Verantwortungsbewusstsein |
| F6<br>(Pos. 90–91) | Alles, was an Kupfer anfällt, was wir richtig und sortenrein treffen, Düsen etc., so was wird am Ende verkauft und mit dem Geld wird ein Betriebsfest gefeiert. Das ist natürlich eine tolle Sache. | Anreiz |
| F6<br>(Pos. 92–93) | Ich kann mir vorstellen, dass auch allgemeine Zahlen, wie viel der Betrieb produziert hat, was wir eingespart haben, für alle interessant ist. | Informationen |
| F7<br>(Pos. 176–179) | Der erste Gedanke war Geld. Aber das ist immer so eine Sache, desto einfacher der Mensch, desto leichter ist er damit zu beeinflussen. Bei allen anderen hoffe ich mal, dass das gerade Denken mal für sich einsetzt. Dass man irgendwann sich durch Information und durch das Medium mehr Einblick in das bekommt, was auf der Welt geschieht, dass man sich selber vor diese Frage stellt? | Werte |
| F7<br>(Pos. 190–192) | Ja, denke ich auf jeden Fall. Also du hast mir ja damals das Diagramm gegeben mit der Maschine und den Laufzeiten. Wie viel Energie, das fand ich sehr interessant. Das hat mich auch durchaus beeinflusst, dass ich die Maschinen öfters mal in den Stand-by setze. | Informationen |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F8 (Pos. 44) | Bei dem Thema müssen alle mitmachen. Da muss an einem Strang gezogen werden. | Verantwortungsbewusstsein |
| F8 (Pos. 49–51) | Ich denke, sobald es Ideen gibt, die man anbringt, dass man die dann auch im eigenen Geldbeutel merkt. Aber man kann auch weiterdenken. Wenn es der Firma gut geht, weil man Kosten spart, dann ist auch der Arbeitsplatz vielleicht sicherer und es geht einem auch selber gut. Zumindest in Kleinbetrieben. | Anreiz |
| F8 (Pos. 53–54) | Wenn man Teil des Ganzen ist, mit dazu beigetragen hat, dass das Unternehmen nachhaltiger ist, dann ist das natürlich auch befriedigend. | Identifikation Unternehmen |
| F9 (Pos. 224–229) | Zahlen und Fakten sind starke Argumente aus meiner Sicht. Das motiviert dann umso mehr, wenn man weiß, was wir wirklich geschafft haben. Wir haben so ein Beispiel mit Fußballfeldern oder wie oft man um die Erde fahren kann mit dem Strom, den wir gespart haben. Das sind so Sachen, die man grafisch aufarbeitet, mit denen man sich das wirklich vorstellen kann. Genauere Informationen zu erzielten Einsparungen sind immer motivierend. | Informationen |
| F9 (Pos. 208–210) | Die andere Seite ist, man muss die Leute halt auch davon überzeugen, dass man, wenn man gewisse Sachen halt nicht einreicht, dass es dann auch schlechter für sie selbst ist. | Werte |
| F9 (Pos. 204–207) | Meistens ist es mit Pauschalen, Gutscheinen oder Geld für das Erreichen von Zielen. Dass man eben halt sagt, wir wollen dieses Jahr so und so viel Tonnen einsparen, und wenn alle mitziehen, dann gibt es für jeden soundso viel Euro am Ende des Jahres. Das ist, glaube ich, ein großer Motivationsschub für viele. | Anreiz |
| F9 (Pos. 182–184) | Also wenn ich meine Sicherheitsunterweisung mache, dann hat ja jeder Mitarbeiter auch eine gewisse Pflicht, seine Arbeit so zu erledigen. Also man kann dann auch mit seinem Handeln dazu beitragen, entweder ins Negative hinein oder halt ins Positive, dass man dafür sorgt, dass es alles sauber läuft. | Verantwortungsbewusstsein |
| F9 (Pos. 224–229) | Zahlen und Fakten sind starke Argumente aus meiner Sicht. Das motiviert dann umso mehr, wenn man weiß, was wir wirklich geschafft haben. Wir haben so ein Beispiel mit Fußballfeldern oder wie oft man um die Erde fahren kann mit dem Strom, den wir gespart haben. Das sind so Sachen, die man grafisch aufarbeitet, mit denen man sich das wirklich vorstellen kann. Genauere Informationen zu erzielten Einsparungen sind immer motivierend. | Informationen |
| F10 (Pos. 345–349) | In erster Linie, finde ich, sollte das Feedback stimmen. Was einem dabei hilft, sind Kunden, die das wertschätzen. Selbst wenn ich jetzt ein Unternehmen berate und die den Auftrag annehmen, dann ist der Servicetechniker derjenige, der das vor Ort ausführt. Das ist im Idealfall auch derjenige, dem das Lob ausgesprochen wird. Das ist oftmals ein Punkt, wo ein eingefahrener Techniker dann auch feststellt, dass das, was da evtl. anders gemacht wurde, eine gute Sache ist und der Kunde damit zufrieden ist. | Feedback |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F10 (Pos. 335–339) | Das sind ja die Mitarbeiter, die das entsprechend leben müssen, damit das umgesetzt wird. Das Problem ist, ich kann noch so schöne Richtlinien von oben vorgeben, wenn sie von unseren Mitarbeitern beim Kunden nicht gelebt werden, dann bringt das nichts. Das heißt, das ist das A und O. Das fängt schon mit der Mülltrennung an, eine gewisse Verantwortung übernimmt und sagt: Ich geh jetzt einen Schritt weiter. Sei es der eine Schritt mehr, um den Plastik- vom Papiermüll zu trennen. | Verantwortungsbewusstsein |
| F10 (Pos. 390–393) | Ich finde es ganz schön, dass sich nachhaltig um das Thema der Ausbildung auch gekümmert wird. Ich weiß selber aus der Ausbildung noch, dass die in vielen Punkten sehr festgefahren und altbacken ist. Das ist auch sehr wichtig, dass man alte Strukturen aufbricht und da auch mal wieder mit neuen Konzepten reingeht. Da muss sich auch zeigen, ob sich das bewahrheitet oder ob das ein Nutzen hat. Aber es muss gemacht werden. Wenn nichts neu gemacht wird, kann sich nichts verändern. Das finde ich ganz gut. | Bildung |
| F10 (Pos. 334) | Sicherlich kann man auch da versuchen, andere Wege zu gehen und über Umwege wie Geld einen gewissen Anreiz zu schaffen. | Anreiz |
| F11 (Pos. 210–212) | Es ist ja jetzt nicht so, dass man da etwas verkauft hätte, sondern man hilft ja wirklich, das Potenzial rauszuholen, das eigentlich vorhanden ist. Das ist eine befriedigende Arbeit, wenn man das halt kann und macht. | Arbeitsprozess |
| F11 (Pos. 206–210) | Wenn du was bei dem Kunden machst und man erhält Lob, dann mag man gerne dem Unternehmen helfen. Das sind dann halt auch so Feedbacks, die du dann kriegst. | Feedback |
| F12 (Pos. 43) | Gerade durch die Gruppenarbeit, durch das Ideenmanagement. Wir sehen Sachen, die könnten unsere Vorgesetzten nicht sehen, wir sind ja direkt vor Ort und sehen es. Wir sind diejenigen, die hauptsächlich zur Verbesserung beitragen können. | Berufsethos/Verantwortung<br>Anreiz |
| F12 (Pos. 47) | Das ist doch eine positive Sache, nichts ist unendlich, aber es wird immer mehr gebaut und produziert, aber irgendwann wird alles knapper und weniger. Da ist es doch super bei uns, wenn durch investierte Arbeit aus einem alten Produkt wieder ein vollwertiges Produkt hergestellt wird, ohne großartig neues Material einzusetzen. Das ist optimal, meiner Meinung nach, und das sollte überall so sein. Wenn ich eine Ausbildung machen würde und müsste mich entscheiden, dann würde ich eher ein Unternehmen wählen, das Ressourcen gut nutzt anstatt verschwendet. | Identifikation Unternehmen |
| F12 (Pos. 45) | Wenn man sich mit seiner Firma identifiziert und nicht nur zum Geldverdienen hingeht. Wenn man gerne in der Firma ist, hat man Interesse, dass alles gut funktioniert und läuft. Wenn man sich mit seiner Firma identifiziert, würde ich sagen, und Umweltschutz, wir sollten eigentlich alle daran Interesse haben, dass es der Umwelt gut geht. Dadurch entsteht auch Eigenantrieb. | Identifikation Unternehmen |

## Kategorie: Handlungsspielräume & Partizipation

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F1 (Pos. 174–175) | Im Großen und Ganzen wissen wir, was wir tun, das ist unser Beruf, wir machen das täglich. Entsprechend gibt es viel Spielraum. | Begründung Expertise |
| F1 (Pos. 174–175) | Er [Vorgesetzter] sagt selber auch, dass er uns nicht vorschreiben kann, wie wir was machen. Er kann uns Hilfsmittel in die Abteilung stellen, aber wenn wir die nicht nutzen, weil die unpraktisch sind, dann hat das keinen Sinn. Dann spricht er mit uns und wir erklären, was wirklich helfen könnte. So werden Neuerungen eingebracht. | |
| F2 (Pos. 6–7) | Wir haben Handlungsspielräume. Sie sind unterschiedlich, auch nach der Erfahrung, aber sie sind da. Persönliche Einstellungen sind hier sehr wichtig, um Freiräume in der Arbeit auch zu nutzen. | Expertise<br>Einstellungen |
| F3 (Pos. 58–60) | Vieles organisieren wir also selbst. Ist wirklich eigenständiges Arbeiten hier. Wir müssen dann selbst Prioritäten setzen, was gerade besonders wichtig ist, natürlich immer mit dem Ziel, dass die Produktion flüssig läuft. | Prioritäten<br>Organisation |
| F4 (Pos. 131–137) | Wir – also damit meine ich die Instandhaltung – müssen natürlich sehr selbstständig arbeiten. Wir kriegen unsere Tickets. Da steht zwar jedes Mal eine Priorität hinter, aber wir müssen natürlich auch für uns priorisieren, was jetzt wichtig ist, was zuerst gemacht werden muss oder welche Anlage jetzt erst mal weiterlaufen kann. So müssen wir uns halt selbst unsere Arbeit einteilen. | Prioritäten<br>Rolle Instandhaltung |
| F4 (Pos. 46–48) | Es gibt auch keinen, der dahin motiviert werden muss, wir als Techniker sowieso, wir müssen so denken, weil wir auch viel mit neuen Sachen zu tun haben. Aber die in der Produktion, die können nicht anders. Die müssen so arbeiten, weil die Anlagen es vorgeben. | Rolle Instandhaltung |
| F4 (Pos. 140–145) | Wir haben auch noch einen Kollegen, der so grundlegende Sachen bestellt. Aber wenn wir jetzt ein größeres Ersatzteilangebot brauchen, dann telefonieren wir natürlich selber mit den Fremdfirmen. Oder, wenn hier Monteure von außen herkommen, die werden auch von uns mitbetreut und den gehen wir natürlich auch zur Hand. Und mit denen stehen wir auch in Kontakt. | Organisation |
| F4 (Pos. 148–154) | Also wenn es natürlich um irgendwelche Ersatzteile geht, die mehrere Tausend Euro kosten, dann muss ich natürlich mit dem jeweiligen Abteilungsleiter da drüber reden. Jetzt zu sagen: „Ich bestelle ein Teil für 5.000 €“, das fällt dann doch nicht ganz in meinen Entscheidungsbereich. Also muss ich immer bei solchen Summen mal mit meinem Vorgesetzten da drüber sprechen. Sachen, die nicht so teuer sind, werden natürlich sofort bestellt. Wenn ich mir sicher bin, dass das kaputt ist, dann darf ich das auch selber entscheiden. | |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F5<br>(Pos. 198–200) | Es gibt natürlich Sachen, da musst du die Anlage laufen lassen, um zu gucken, was kaputt ist. Aber dann bewegt man sich sicherheitstechnisch in einem ganz anderen Rahmen. Das macht dann kein Anlagenführer, dann sind wir das als Schlosser oder die Elektroniker. | Rolle Instandhaltung |
| F5<br>(Pos. 263–266) | Wenn wir das sehen, dass wir Wasser sparen können oder zur Dosierung sparen können, dann wird das gleich kommuniziert mit unserem Herrn [Name]. Wenn der sieht, okay, da habt ihr recht, dann wird das auch sofort gemacht. Also wenn wir hinsichtlich der Energie oder von anderen Sachen, die teuer sind, etwas verbessern können, dann machen wir das auch sofort. | Prozessveränderungen |
| F5<br>(Pos. 266–270) | Pumpen oder so, mir fällt da irgendwas auf, dann machen wir das sofort. Oder halt in einem Jahr. Die Pumpen sind so schon bisschen älter, die Konzentratpumpen. Jetzt ist von uns der Vorschlag gemacht worden, die Konzentratpumpen mal alle neu zu machen. Das wird jetzt auch so in Angriff genommen. Jetzt werden die Pumpen umgebaut auf andere. | Neuerungen<br>Vorschläge |
| F5<br>(Pos. 293–296) | Wenn man im Bereitschaftsdienst ist am Wochenende, dann kann man nicht einfach sagen „Ich darf das vielleicht nicht und muss auf eine Rückmeldung warten". Ich muss dann jetzt und sofort eine Entscheidung treffen. Dann wird abgestellt, dann wird das repariert, und wieder angestellt, und dann hat sich das. | Entscheidungen |
| F6<br>(Pos. 45–46) | Ich habe eigentlich freie Hand in meiner Abteilung. Wichtig ist, dass alles läuft und die Stückzahlen stimmen. Wenn das passt, redet mir auch keiner in meine Arbeit rein. | |
| F6<br>(Pos. 46–60) | Manchmal geht aber auch was an mir vorbei. Dann sehe ich ein Bauteil bei den Handschweißern, das aber für den Roboter prädestiniert gewesen wäre. Dann spreche ich das vorne an. Dann kann das Kind aber schon in den Brunnen gefallen sein. Häufig sieht aber dann auch die Leitung, dass von der Arbeitsvorbereitung die Teile einfach ineffizient verteilt wurden, dann komme ich ins Spiel und muss schnell den Roboter dafür neu programmieren. | Produktionsplanung |
| F6<br>(Pos. 8–11) | Ich bestelle meine Ersatzteile auch selber, ich brauche nicht fragen. Ich brauche auch bei vierstelligen Summen keine Rechenschaft ablegen. Die wissen, dass ich weiß, was ich tue. Wenn man sich für Roboteranlagen entscheidet, dann muss man auch wissen, dass die Instandhaltung natürlich ordentlich Geld kostet, wenn man Ersatzteile braucht. | Beschaffungen |
| F7<br>(Pos. 99–101) | Ich gestalte meine Arbeit komplett selber. Minimale Vorgaben habe ich, aber prinzipiell, wenn man ehrlich ist, entscheide ich, wie ich die Sachen zu machen habe, ich habe es ja gelernt. | Entscheidungsmacht<br>Begründung Expertise |
| F8<br>(Pos. 71–73) | Die [Handlungsspielräume] sind sehr groß eigentlich. Wenn ich bestimmte Vorstellungen habe und die nicht zu sehr ins Geld gehen, dann wird das eigentlich nach einem Gespräch mit der Leitung umgesetzt. | Mitbestimmung |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F9 (Pos. 125–126) | Also bei der Arbeitsgestaltung und meiner Aufgabenplanung, da lässt mir die Geschäftsführung eigentlich freie Hand. Ich muss es halt hinterher nur erklären können. | Freiheitsgrade |
| F9 (Pos. 125–126) | Also ich mache ja nicht alles auf eigene Faust, sondern auch in Absprache mit der Entwicklung und der Geschäftsführung. Auf jeden Fall wird mein Wort gehört. Und man findet dann gemeinsam eine Lösung für Verbesserungen. | Absprachen Leitung |
| F10 (Pos. 55–59) | Da sind wir jetzt beigegangen und haben eigenständig Gewindeeinsätze eingesetzt und nutzen nun entsprechend normale Maschinenschrauben. Dass da eine wiederkehrende Wartung auch möglich ist, ohne nach drei Wartungen sagen zu müssen: „Wir kriegen den Deckel nicht mehr fest, wir brauchen ein neues Aggregat." Das sind dann ja mehrere Sachen in Richtung Nachhaltigkeit: Die Maschine hält länger, man muss weniger erneuern, mehr Sicherheit und für die Umwelt tritt kein Öl mehr aus. | Eigenständige Modifizierungen |
| F11 (Pos. 111–115) | Größtenteils haben wir schon einen großen Spielraum, weil wir haben ja auch alle ungefähr eine gewisse Vorgabe, wie was zu machen ist. Eine Wartung kann ich nur so machen, wie es vom Hersteller vorgeschrieben wird. Da habe ich wenig Spielraum. Das ist halt alles vorgegeben, welches Verschleißteil wann getauscht wird. Und je nach Alterung oder was guckt man halt immer das große Ganze noch mal an. Aber so wenn es um Neuanlagen geht, da können wir ein bisschen Kreativität mit reinbringen. | Neuanlagen |
| F11 (Pos. 231–235) | Spielraum ist schon sehr groß. Also wenn der Kunde das wünscht, kann ich da auch den halben Tag verbringen, sofern meine nachfolgenden Termine das zulassen. Dann kann ich dem Kunden noch viel Input geben und ihm beratend zur Seite stehen, was den effizienten Betrieb der Anlagen angeht. | |
| F12 (Pos. 33–35) | Ich habe recht viele Freiheiten. Kann selbst Kostenvoranschläge schreiben, es ist bei uns alles aus einer Hand, ich habe sämtliche Freiheiten und Möglichkeiten, meine Arbeit durchzuführen. Wir haben hier ERA-Stufen, da bin ich recht hoch, weil ich so vieles eigenständig mache. | Freiheitsgrade |
| F12 (Pos. 31–33) | Bspw. bei der Arbeitserleichterung und Ergonomie. Wir mussten die Kupplungen immer aus den Regalen rausheben. Dann haben wir dafür gesorgt, dass wir einen höhenverstellbaren Tischwagen bekommen, wir verschieben und nicht heben müssen, damit die Arbeit nicht auf den Rücken geht. Das haben wir uns überlegt und wurde dann auch schnell angeschafft. | Entscheidungskompetenz<br>Anschaffungen |

### Kategorie: Effizienz

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F1 (Pos. 237–242) | Wir wurden mit Kameras begleitet, um zu schauen, was für Schritte unternommen werden, und um zu gucken, ob bestimmte Handgriffe gemacht werden, die hinterher wieder revidiert werden. Wofür ist das gut? Wo kann man Abläufe zusammenlegen? Das war ein großes Thema und wirklich interessant. Hier in der Produktion wurde dann auch einiges umgestellt. Da war man auch selber mit bei. Wenn das einem nur vorgesetzt wird und man soll das umsetzen, das ist nicht so effizient, als wenn man selber mit dran gewesen ist und sich selber dann erfreut daran, dass das funktioniert. | Effiziente Arbeitsprozesse<br>Standardisierung |
| F2 (Pos. 8–10) | Wichtig bei Einsparungen ist es, vorausschauend zu kalkulieren. Wenn wir was Neues einbringen oder optimieren, dann muss das auf alle Auswirkungen durchdacht werden. Sonst macht man etwas voreilig und nachher zahlt man drauf. Aber zu lange zögern darf man auch nicht, sonst können Verluste auch zu hoch werden. | Rebound-Effekt |
| F2 (Pos. 13) | Auch Vorrichtungen entwickeln wir mit, damit weniger Ausschuss entsteht und der Arbeitsgang schneller geht. | Vorrichtungen |
| F3 (Pos. 7–8) | Die Kompressoren z. B., die müssen einfach durch den hohen Energieaufwand effizient laufen. Dafür sorgen wir von uns aus. | Effizienter Anlagenbetrieb |
| F4 (Pos. 84–87) | Also drüben an den Handarbeitsplätzen, da arbeiten sehr viele Kollegen, die die Teile auf Dichtigkeit prüfen. Da geht es ja auch wirklich um Leckagen. Das heißt, wenn da irgendwo in den Prüfleitungen schon Probleme auftreten, dann haben wir schon einen Riesenausschuss an Teilen. | Ausschuss |
| F5 (Pos. 71–73) | Und wir denken da wirklich energetisch, es gibt nichts Teureres, als Dampf zu produzieren, Druckluft zu produzieren oder etwas zu kühlen. Das sind die drei Ankerpunkte hier im Werk, die halt Geld kosten. Und um zu produzieren, brauchen wir natürlich Strom. Und wenn da keine Effizienz drin ist, dann haben wir unseren Job nicht richtig gemacht. | Effizienter Anlagenbetrieb |
| F5 (Pos. 237–241) | Wenn Motoren gewechselt werden, dann werden auch viele energieeffiziente Motoren eingebaut. Erst mal ist das ja die Nachhaltigkeit und zweitens habe ich eben, wenn man jetzt über das Hauptthema in Deutschland redet, weniger $CO_2$-Ausschuss. Ich habe ja weniger, weil ich weniger Strom brauche. Also der $CO_2$-Ausstoß in unserer Firma, der sinkt. Also das läuft auch bei uns über das Energiemanagement. | Um- und Nachrüsten |
| F5 (Pos. 354) | Nachhaltigkeit bedeutet für mich auch ein Betrieb von Anlagen. | Effizienter Anlagenbetrieb |
| F5 (Pos. 252–254) | Unser Turm z. B. hat eine Filteranlage. Die müssen alle Nase lang gewartet werden, ansonsten müssen wir Milchpulver ablasen, weil die Filteranlage nicht richtig funktioniert. | Effizienter Anlagenbetrieb durch Instandhaltung |
| F5 (Pos. 265–267) | KVP, nennt sich kontinuierlicher Verbesserungsprozess. Der hat eine Idee, wie können wir diese Idee umsetzen? Wie man die Maschine effizienter machen kann und solche Sachen. | Effizienzsteigerung |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F6 (Pos. 66–72) | „Also du musst dafür sorgen, dass die Verfahrwege effizient sind. Mit der Schnelligkeit kann man noch was rausholen. Aber wenn es zu schnell wird, geht es auf die Achsen. Darum habe ich meine Anlagen auch nicht auf 100 % laufen, sondern auf 80 %“ und weiter „Die Verfahrwege sind wichtig, wenn man was rausholen will, bei den Schweißwegen muss man mehr auf Prozessstabilität achten. Wenn du ein wenig langsamer bist, hast du einfach am Ende länger etwas von der Anlage.“ | Effizienter Anlagenbetrieb<br>GAE<br>Rebound-Effekt |
| F6 (Pos. 21–28) | Ja, Ausschuss. Da ist wichtig, dass er [Anlagenbediener] dafür sorgt, dass die Qualität immer stimmt. Immer darauf achten, ob die Qualitätsstandards eingehalten werden. Wenn was nicht stimmt, wird sofort Alarm geschlagen und am besten gar nicht erst weiterproduziert, den Prozess anhalten. Wir sagen auch bereits bei der Fertigung den Maschinenbedienern, worauf es ankommt, wie die Schweißnähte aussehen müssen, Poren etc. Das wissen die eigentlich alle. Wenn da was ist, können die das meistens schon selber beheben, z. B. wenn etwas verdreckt ist oder so. Wenn die Nähte wirklich nicht passen, müssen sie mir Bescheid geben, damit das geändert wird. | Qualitätsmanagement |
| F7 (Pos. 40–41) | Ich persönlich sorge dafür, dass ich halt möglichst wenig Ausschuss produziere. Also keine Fehler mache, denn sonst muss ich die Fertigung noch mal vornehmen. […], wenn ich da Ausschuss produziere, ist das schlecht, weil das wiederum neues Material in Anspruch nimmt usw. Das ist ein Punkt, wie ich eingreifen kann. | Ausschuss |
| F7 (Pos. 47–49) | Möglichst keine Fehler machen, die zu Ausschuss und Störungen führen, im schlimmsten Fall geht was kaputt und die Produktion steht. Genaue Kenntnis haben über die Zerspanung. | Fehler |
| F8 (Pos. 61–62) | Das alte Energieverbraucher abgesetzt werden, um effizienter und mit weniger Energieeinsatz auszukommen. | Um- und Nachrüsten |
| F9 (Pos. 168) | Also was dann diesen Retrofit-Teil angeht, das wird durch den Kollegen getragen. | Um- und Nachrüsten |
| F10 (Pos. 2–7) | Also, wenn jetzt bei größeren Unternehmen der Energiemanager sagt, es soll alles mitaufgenommen werden, dann ist das auch unsere Aufgabe. Dann kommen entsprechend noch Strommesszangen mit in die Maschine rein, es kommt eine Volumenstrommessung dahinter, dass man wirklich auch die Energie- und Volumenströme erfassen kann. Von Anfang bis Ende komplett. | KPI/Monitoring<br>Energiemanagement |
| F11 (Pos. 27–31) | Aber ich mache nicht Arbeiten, die unnötig sind, und versuche halt dadurch, dann auch Sachen einzusparen. | Verschwendung |
| F12 (Pos. 11–36) | Versuchen, nicht verschwenderisch zu sein mit Ressourcen, sondern bedächtig zu sein. | Verschwendung |

## Kategorie: Konsistenz

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F1<br>(Pos. 2–8) | Wenn wir Reiniger brauchen, der muss bestimmte Anforderungen haben. Aber so, dass wir uns selber besser schützen können und damit das umweltverträglich ist. | Umweltschutz |
| F1<br>(Pos. 214–216) | Sonst haben wir uns mit Handschuhen geschützt und ich trage die auch immer noch die ganz normalen Gummi-Einweghandschuhe. Aber die werden auch nicht mehr so stark in Mitleidenschaft gezogen, die kann man auch ausziehen, beiseitelegen und öfter verwenden. | Wiederverwendung<br>PSA |
| F2<br>(Pos. 1–3) | Wir achten auf Verpackungen. Wenn wir können und es nicht kaputt oder zu sehr verschmutzt ist, nutzen wir Folien und Kartons wieder. Die großen Lager werden ja in Holzkisten angeliefert. Die kommen auch wieder zum Zulieferer zurück und gehen immer hin und her, deshalb gehen wir damit sorgsam um. | Wiederverwendung |
| F3<br>(Pos. 37–38) | Öl ist ganz heikel. Wenn was ausläuft, müssen wir das sofort melden und beseitigen. Die Ölfässer müssen richtig gelagert werden, das ist auch wichtig. Dass man Auffangwannen hat und nutzt. | Umweltschutz |
| F3<br>(Pos. 16–21) | Wir haben auch viele Lehrgänge. Richtig tragen, richtig bewegen, Ergonomie bzw. schonendes Arbeiten ist da sehr wichtig. Auch sehr gut ist, dass wir Fitness vergünstigen und immer frisches Obst bekommen, dass spielt natürlich auch mit in die Gesundheit rein. Das ist eine tolle Sache. | Ergonomie/<br>Gesundheit |
| F3<br>(Pos. 72) | Zu Hause bekommt man das schon gleich eingetrichtert. Mülltrennung, Licht ausmachen, Dinge nicht gleich wegschmeißen. Nicht so lange duschen. | Recycling |
| F4<br>(Pos. 46–48) | Recycling ist auf jeden Fall ein großes Thema. Also wirklich Mülltrennung, vor allem in den Metallgeschichten, Messing, Kupfer, Stahl oder Aluminium. Das wird wirklich fein säuberlich getrennt, dass man es danach auch wieder benutzen kann. Kunststoffe natürlich auch. | |
| F4<br>(Pos. 242–244) | Ja, ich hatte jetzt gerade so ein Thema, da habe ich dann noch mal mit dem Sicherheitsbeauftragten drüber gesprochen, z. B. Filter von Lasereinrichtungen. | |
| F4<br>(Pos. 99–100) | Aber in der Regel haben wir nicht so einen hohen Ausschuss an Teilen. Die werden dann auch noch mal nachgearbeitet und dann doppelt geprüft. | Nacharbeit |
| F5<br>(Pos. 167–170) | Da muss man dann die Luft messen, ob man da überhaupt reingehen darf [Tank]. Beim Motor müssen die Sicherungen raus und der muss abgeklemmt werden. Und wenn das alles passiert ist, dann darf ich erst in diesen Tank rein. Aber auch nur, wenn ich einen Sicherungsposten habe. | |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F5 (Pos. 227–245) | Wir haben viele Anlagen, die Abwärme produzieren. Wie gesagt, die Wärme wird auch genutzt. Habe ich dir ja über die Druckluftkompressoren einiges erzählt, die Abwärme nutzen wir für die Wärmerückgewinnung. Da werden Gebäudekomplexe mit geheizt. Wir haben die Abluft von unserem Turm, die geht noch mal durch Register. Diese Register nehmen diese Wärme auf. Da wird auch Wärmerückgewinnung betrieben, um die angesaugte Luft schon vorzuwärmen. | Wärmerückgewinnung |
| F5 (Pos. 189–192) | Es gibt nichts Schlimmeres, als irgendwo an der Anlage zu arbeiten und da bewegen sich Tonnen, und man kann da eine Tür aufmachen, und die läuft weiter. Das kann nicht sein. Solche Sachen, die werden hier streng überwacht und durch uns abgeschaltet. Es gibt hier keine Anlage, wo du die Tür aufmachst und die läuft weiter. | Schutzeinrichtungen |
| F5 (Pos. 244–245) | Wir müssen aufpassen mit Salz, mit der Salzlake, weil wir im Wasserschutzgebiet sind. | Wasserschutz |
| F5 (Pos. 284–285) | Wenn eine Pumpe kaputt ist, dann hole ich sofort eine andere aus dem Lager und baue die direkt in der Produktion ein. Dann wird die alte Pumpe in die Werkstatt geholt und vollständig aufgearbeitet und wieder für den nächsten Tausch eingelagert. | Kreislauf/Aufarbeitung |
| F6 (Pos. 25) | Die Roboter haben alle spezielle Absaug- und Filteranlagen, die müssen auch regelmäßig gewartet werden. | Luftreinhaltung |
| F6 (Pos. 36–37) | Alles, was an Kupfer anfällt, dass wir richtig und sortenrein trennen, Düsen etc. So was wird am Ende verkauft und mit dem Geld wird ein Betriebsfest gefeiert. Das ist natürlich eine tolle Sache. | Recycling |
| F6 (Pos. 90–91) | Grundsätzlich natürlich erst mal PSA. Brillen. Bei verzinkten Sachen Masken tragen. Staubmasken. Und das sie aufpassen, dass sie sich nicht die Augen verblitzen oder verbrennen. | Arbeitsschutz |
| F7 (Pos. 44) | Also die Späne, die anfallen, immer trennen. Das ist mir persönlich immer ganz wichtig. | Recycling |
| F7 (Pos. 20) | Ja, Arbeitsschutz auf jeden Fall. | |
| F8 (Pos. 71–73) | Und dann ist natürlich die Mülltrennung sehr wichtig. Pappe, Folie und Abfall generell so gering wie möglich zu halten und Dinge wiederzuverwenden. | Wiederverwendung |
| F8 (Pos. 27–28) | Arbeitsschutz in der Herstellung. Dass alle Regeln eingehalten werden, darauf muss ich als Arbeitsschutzbeauftragter achten. PSA. Umweltschutz ist ein großes Thema bei Gefahrenstoffen. | Arbeitsschutz<br>Umweltschutz |
| F9 (Pos. 175–177) | Wir tauschen beim Kunden kaputte Motoren gegen aufgearbeitete Motoren direkt vor Ort beim Kunden aus. Da kommt der defekte Motor raus und der aufgearbeitete Motor rein – dann bleiben die Motoren in diesem Service-Kreislauf. | Kreislauf/Aufarbeitung |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F9 (Pos. 93–96) | Wir gucken wirklich, dass unsere Anlagen dicht sind, damit da kein Öl und kein Kühlmittel austreten. Wenn wir in der Produktion hier doch mal irgendwie was haben, dass was ausläuft, dann haben wir Bindemittel, dann haben wir Nasssauger, um halt diese Sachen gleich wieder aufzunehmen, um damit nicht die Umwelt zu verschmutzen. | |
| F9 (Pos. 12–13) | Ja, das läuft jetzt auch erst so richtig an. Wir werden dann wahrscheinlich auch hier in der Produktion die Anlagen dann wiederaufbauen. | Aufarbeitung |
| F9 (Pos. 45–46) | Und haben halt auch dann aufgrund dessen dieses Recyclingsystem ja bei uns. Dass wir halt unseren Müll trennen. | Abfallentsorgung |
| F10 (Pos. 34–35) | Wir versuchen die Abfälle, die anfallen, ordnungsgemäß zu entsorgen und auch so arbeiten, dass möglichst wenig Abfall anfällt. | Abfallentsorgung |
| F10 (Pos. 128) | Das Öl ist so hauptsächlich der Umweltaspekt, womit wir arbeiten, was da so am kritischsten ist. | Umweltschutz |
| F11 (Pos. 39–40) | Dass man zusieht, dass man weniger Müll anfallen lässt. | Abfallentsorgung |
| F11 (Pos. 84–86) | Ja, schon, also man arbeitet mit sensiblen Medien. Also Öl und Reinigern. Da ist man schon immer bedacht, dass das möglichst wenig Flecken oder sonst was gibt. | Umweltschutz |
| F12 (Pos. 3) | Meine Aufgabe ist die Aufarbeitung von Kupplungen. Die Kunden schicken uns die Kupplungen zu und wir arbeiten die Kupplungen eins zu eins auf, sodass diese danach auf Neuteilequalität sind. | |
| F12 (Pos. 21) | Natürlich ist Aufarbeitung an sich schon nachhaltig, weil wir Energie und Ressourcen einsparen. | |
| F12 (Pos. 13) | Wichtig sind Schutzmaßnahmen wie PSA, Gefahrenpunkte der Betriebsanweisungen, die zu beachten sind. | |

### Kategorie: Suffizienz

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F1 (Pos. 132–134) | Einige Sachen werden für mehrere Anlagentypen vormontiert, da bleiben mal zwei Kabelschuhe usw. über, aber die schmeiße ich nicht mehr weg, sondern die sammle ich jetzt, wenn mal was kaputtgeht, dass ich das auf Reserve hab. Da wird nichts mehr weggeschmissen. | Notwendigkeit |
| F2 (Pos. 4–5) | Einige von unseren Schraubern werden mit Druckluft betrieben. Da achten wir immer drauf, dass damit nicht rumgespielt wird und auch keine Leckagen im Netz sind. | Bedarfsgerechter Einsatz |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F3 (Pos. 30–35) | Du hast das ja mit dem Filtertausch gesehen. Würden wir das nicht machen, müsste der Lüfter mit mehr Leistungsaufnahme laufen. Dazu müssen wir auch wissen, wann genau bestimmte Pollen fliegen etc. Ansonsten fallen Maschinen aus und du hast Maschinenschäden. Bedeutet Produktionsstörungen und Neuanschaffungen. Wir nehmen auch Ölproben, um zu gucken, ob die Schmiereigenschaften passen, und korrigieren falls nötig nach. Wie versuchen, alles so gestalten, dass wir möglichst wenig Schäden und Ausfälle haben. Langlebigkeit und hoher Wirkungsgrad sind entscheidend. | Nutzungsphase verlängern |
| F3 (Pos. 11–13) | Dass wir Leckagen im Druckluftsystem suchen und beheben müssen, ist auf jeden Fall ein wichtiger Punkt! Haben wir auch in unserem Wartungsplan mit drin. Einmal im Monat müssen wir uns ausschließlich mit Luftleckagen beschäftigen. Ist schon ein ziemlich großes Thema bei uns geworden. Luft ist ein sehr wichtiges Thema, da geht man fast noch zu wenig drauf ein. | Bedarfsgerechte Abstimmung |
| F4 (Pos. 89–90) | Und dann liegt es an mir, irgendwo die Leckage zu finden und dann wieder abzudichten. | |
| F5 (Pos. 54–56) | Und nachhaltig ist für mich auch, wenn ich alte Motoren warte oder sie gut wie möglich zu reparieren, um damit auch die Lebensdauer zu verlängern. | Nutzungsphase verlängern |
| F5 (Pos. 73–75) | Also es gibt ja viele Sachen, wo wir auch nach zertifiziert werden. Unser Kessel z. B. ist wichtig im Kontext der DIN 50001. Weil er ein energiesparender Kessel ist. Und wir den so optimiert haben, dass er energieeffizient ist. Solche Sachen werden natürlich auch von uns an der Eiswasseranlage optimiert oder umgebaut. | Nutzungsphase verlängern |
| F5 (Pos. 57–58) | Alte Motoren gegen neue Motoren austauschen, vor allem bei denen, die permanent laufen. Wenn wir einen alten Motor haben, der 20 Jahre alt ist, der schon viele Male überholt wurde, dann muss man sich überlegen, dass der immer öfter kaputtgeht. Haben wir ganz oft. Dann kann man lieber einen neuen, energieeffizienten Motor einbauen. Der läuft 365 Tage im Jahr. Wenn wir jetzt einen haben, der zwei, drei Prozent weniger Strom braucht, ist das über das Jahr gesehen ein ganzer Haufen. Erst recht, wenn der 24 Stunden am Tag läuft. Solche Sachen werden hier natürlich immer mehr, das wird hier ganz hochgeschrieben. | Ersetzen von Arbeitsgegenständen |
| F6 (Pos. 72–79) | Wir haben eine Anlage, die wird sehr gepflegt und die läuft seit 2008. Nur einmal hatten die Lager zu viel Spiel, aber das war schnell wieder behoben. In Großindustrien wird teilweise pauschal einfach der ganze Arm getauscht. Wir wollen unsere Anlagen ressourcensparend fahren. Im ersten Augenblick ist weniger Geschwindigkeit gleich weniger Stückzahl und weniger Gewinn. Aber im Endeffekt, wenn man sich die Langlebigkeit ansieht, die ganzen teuren Ersatzteile, die du brauchst, wenn du die Anlage überstrapazierst, dann hat man nicht viel gewonnen. Wenn von oben natürlich gesagt wird 100 %, dann muss ich das ja eigentlich, mach ich aber nicht, weil ich weiß, dass davon keiner was hat. Ich sitze sonst später damit, wenn wir einen Stillstand haben, Reparaturen anliegen und dann werde ich gefragt, wieso brauchen wir so viele Ersatzteile? | Nutzungsphase verlängern |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F6 (Pos. 40–43) | Mit unserem Schutzgas gab es damals was. War nicht so prozesssicher. Der Schweißprozess war einfach nicht optimal, da haben wir die Mischung für alle Endstellen angepasst und hatten viel weniger Ausschuss. | |
| F7 (Pos. 43–44) | Ich versuche, Ressourcen zu schonen, sprich durch geringen Wendeschneidplattenverbrauch, nicht die Maschine unnötig laufen lassen, nur das an Drehzahl, was auch wirklich nur sein muss. | Bedarfsgerechte Abstimmung |
| F7 (Pos. 52–53) | Also mit dem Kühlmittel sorgsam umzugehen, wird schon beigebracht. | Sparsamer Umgang |
| F7 (Pos. 68–70) | Die Sachen, die man so schon gemacht hat, wie Materialtrennung, sparsam mit Material umgehen, da wurde jetzt mehr dran gearbeitet. Das Bewusstsein ist, denke ich, stärker geworden. Das war vor 5–6 Jahren noch nicht so. | Sparsamer Materialeinsatz |
| F8 (Pos. 61) | Das alte Energieverbraucher abgesetzt werden, um effizienter und mit weniger Energieeinsatz auszukommen. | Ersetzen von Arbeitsgegenständen |
| F8 (Pos. 32–33) | Ja, wir hatten ein Gremium zur Umstellung auf LED und Neonröhren abzustellen. Parkplatzbeleuchtung auch auf LED. Das habe ich eingebracht und das wurde durch die Geschäftsleitung abgenickt und dann wurde das umgesetzt. | Ersetzen von Arbeitsgegenständen |
| F9 (Pos. 63–64) | Dass man wirklich einen Punkt nach dem anderen abarbeitet, um keine Fehler-Kette aufzubauen und Fehler möglichst zu vermeiden. Wenn man dann noch mal losrennen oder losfahren muss, dann sind da wieder unnötige Verbräuche und es geht Zeit weg. | Redundante und vermeidbare Tätigkeiten |
| F10 (Pos. 14–17) | Ich mache den ganzen Prozess, der da dranhängt. Sei es ein Problem mit der Druckluftleckage, dass dort auch dementsprechend das Leckageaudit gemacht und hinterher entsprechend das Angebot erstellt wird, was dann in dem Fall bei mir auch aus einer Hand passiert. Und dann hinterher entsprechend auch bis zur Problemlösung, dass dann halt die Leckagen behoben werden. | Bedarfsgerechte Abstimmung |
| F10 (Pos. 148–154) | Ich habe durch Maschinen den Mindestdruck, den ich einhalten muss, der bei den meisten automatisierten Maschinen ja sechs Bar ist, plus Puffer, da ist man meistens so bei Netzdruck von acht bis zehn Bar. Da versucht man, so weit wie möglich runterzugehen, das ist auch so ein Klassiker, dass der Netzdruck viel zu hoch ist. Dass man sagen kann: „schaltet mal zwei Bar runter, das reicht für euch auch noch als Puffer, aber ihr habt weniger Energieverbrauch." Ich habe immer pro Bar, den ich höher will, einen energetischen Mehraufwand, den ich zusätzlich reinstecken muss, damit ich da auch hinkomme. | Bedarfsgerechte Abstimmung |
| F10 (Pos. 154–157) | Klassiker im Unternehmen ist die Blaspistole, die einfach mit dem Standardnetzdruck betrieben wird. Das hat einerseits natürlich einen Energieaspekt, dass ich Energie verschwende, die ich nicht effektiv nutzen kann. So eine Blaspistole wird nicht unbedingt effizienter, nur weil ich mit zehn Bar anstatt mit sechs Bar betreibe. | Bedarfsgerechte Abstimmung |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| F11 (Pos. 198–199) | Was jetzt immer mehr kommt, sind Druckluftaudits und Leckagebeseitigung. Und da sind die Kunden auch immer sensibler. | Bedarfsgerechte Abstimmung |
| F11 (Pos. 68–72) | Es kommen z. B. immer mehr drehzahlgesteuerte Maschinen. Das ist einfach, um Energiekosten zu sparen. Der Energieverbrauch wird damit verringert. Der Druckluftverbrauch wird vorher über Messstrecken zwei bis drei Wochen im Rahmen eines Audits aufgenommen, um Luft- und Stromverbrauch festzustellen. Wir legen dann die neue Anlage mit nur einem kleinen Reservefaktor aus. Dass wirklich auch die Anlagen so ausgelegt sind, wie der Kunde es braucht. | Ersetzen von Arbeitsgegenständen |
| F12 (Pos. 25) | Bedeutsam sind bspw. unsere Reiniger. Früher haben wir Bremsenreiniger einfach genutzt. Heute ist alles biologisch abbaubar und verträglich, dass nutzen wir auch lieber. Da hat sich vieles geändert. | Ersetzen von Arbeitsgegenständen |
| F12 (Pos. 25) | Leckagen ist immer mehr ein wichtiges Thema, Ölaustritt, defekte Anlagen, Energie sparen bei allen Tätigkeiten und natürlich allgemein Verschwendung entgegenwirken. | Leckagen |

## A.6 Extraktionstabellen Führungskräfte

### Kategorie: Bedeutung CSR

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| L1 (Pos. 2–8) | Seit zwei Jahren hat das Thema richtig an Fahrt aufgenommen. Besonders durch die C2C-Zertifizierung. Das ist natürlich auch kundenwirksam. Durch die aktuellen Gesetzgebungen ist zudem auch das Thema ganz oben im Unternehmen aufgeschlagen. Wir haben nun auch einen zentralen Nachhaltigkeitssprecher und Verantwortlichen, der im Vorstand angesiedelt ist. Die Wichtigkeit nimmt deutlich zu! Nachhaltigkeit zieht sich komplett durch die Organisation. Vor ein paar Jahren noch belächelt, aber die Perspektive hat sich komplett geändert. | Durchgängigkeit und Zunahme der Relevanz |
| L1 (Pos. 58–61) | Ein Kollege von mir ist Berufsschullehrer, mit dem haben wir auch schon Projekte gemacht. Die sind auch häufig hier, um Kreislaufprozesse kennenzulernen. Wir machen auch natürlich Werbung damit im Bereich Nachhaltigkeit und wollen gleichzeitig auch die Auszubildenden für Arbeit in diesem Bereich motivieren. | Akquise von Auszubildenden und Bindung |
| L2 (Pos. 16–21) | Also im Rahmen von Fehlermanagement ist Nachhaltigkeit schon ein Thema, also fehlerfreie Auslieferung und möglichst auch Qualität im ersten Schritt und nicht „Wir bauen etwas und am Schluss prüft man noch mal und stellt dann fest, dass Schritt eins nicht funktioniert hat". An den Stellen ist Nachhaltigkeit, da ist es wichtig im Produktionsprozess. Dass wir natürlich möglichst Produkte einsetzen wollen, die auch selbst nachhaltig sind, also auch möglichst wenig Verpackung und zudem Mehrwegverpackung einsetzen. Da haben wir in den letzten Jahren gut organisiert und optimiert. | |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| L2 (Pos. 46–48) | Da setzt man ganz früh an. Wir demonstrieren in den Schulen unsere Aktivitäten. Die Schüler von heute sind die Azubis von morgen. Da muss man was machen, auch fürs Image. | Akquise von Auszubildenden und Bindung |
| L3 (Pos. 2–4) | Nachhaltigkeit ist ein wichtiges Thema bei uns. Auch, weil wir uns sehr viel mit Energieverbräuchen auseinandersetzen. In der Unternehmensgruppe wird zunehmend auch auf regenerative Energien gesetzt wie z. B. bei der Produktion der Wellpappe. Da kommt auch Solarenergie zum Einsatz. Auch setzen wir energieeffiziente Maschinen ein oder beschaffen diese. | Energieverbräuche und regenerative Energien |
| L3 (Pos. 8–11) | Insbesondere im Energiebereich haben wir viele Ziele verankert. Die laufen insbesondere über das zertifizierte Energiemanagement. Unsere Mitarbeiter kennen diese Ziele und müssen dementsprechend auch im Kontext dieser Ziele handeln. Wir sind zertifiziert nach Umwelt, Qualität und Energie. Und dahingehend werden auch die Mitarbeiter geschult. | Managementsysteme<br>Mitarbeitereinbindung |
| L4 (Pos. 16–17) | Ja, was die Ressourcenschonung und Materialeinsparung angeht, definitiv. Da haben wir ganz massiv gerade im letzten Jahr den Ausschuss reduziert, den Materialeinsatz reduziert, entsprechende Verfahren hinterfragt. | Materialeinsparung |
| L5 (Pos. 71–73) | Also Energie gibt es schon lange, wie gesagt seit 2012. Also es steht immer noch der Kostenfaktor im Vordergrund. Ich glaube, da muss man eher in die Bio-Branche bei uns gucken. Ich glaube, es nimmt dort eine größere Präsenz ein, weil aus politischer Sicht mehr gemacht wird und es mehr Vorgaben gibt. | Vorgaben |
| L6 (Pos. 2–3) | Auch aus wirtschaftlichen und politischen Gründen. Es wird auch immer öfter angefragt, ob wir bestimmte Zertifikate vorweisen können und zertifiziert sind. Kommt immer öfter vor. | Wirtschaftliche Gründe und Zertifizierungen |
| L7 (Pos. 2–7) | Ja, aber natürlich sind auch andere Themen hinzugekommen und dementsprechend ist es als ein Anteil zu sehen. Der Impuls dazu kam von außen. Wir haben durch [Name] damit angefangen, das Thema mit in die Unternehmensführung zu integrieren. Vieles haben wir ja auch schon vorher gemacht. Wenn wir Geld sparen wollen, hat das zum Teil auch positive Auswirkungen auf die Umweltaspekte des Unternehmens. Bspw. das Thema Heizöl sparen oder das Thema mit den Stromspitzen, aber das ist auch immer ein wirtschaftliches Thema. Es ist natürlich auch ein Thema für das Marketing. Selbst wenn es keine direkten monetären Effekte hat, kann es indirekte monetäre Effekte haben. | Monetäre Effekte und Reputation |
| L8 (Pos. 3–10) | Definitiv. Wir sind seit 5–6 Jahren beim Ökoprofit-Club Mitglied. Das hat das Thema Nachhaltigkeit nochmals verstärkt und wir arbeiten an der Thematik und versuchen, die Mitarbeiter neuerdings auch mit unseren Info-Boards mit Öko-Tipps für die Arbeit im Unternehmen und für zu Hause zu versorgen. Das Bewusstsein für Nachhaltigkeit und Umweltschutz hat definitiv zugenommen. Alle Prozesse, die erneuert werden, wo neu investiert wird, wo neue Maschinen eingesetzt werden oder im Gebäude Investitionen getätigt werden – immer unter dem Aspekt des Umweltschutzes und der Nachhaltigkeit. | Netzwerke und Mitarbeitereinbindung und Investitionen |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| L9 (Pos. 11–36) | Also wir haben in Sachen Nachhaltigkeit speziell bei der Produktlebensdauer und bei den Wartungszyklen angesetzt. Zunächst haben wir aber auch unsere Lieferkette optimiert. Setzen also auf regionale Lieferanten. Dann achten wir schon bei der Entwicklung auf die Lebensdauer der Teile. Wir versuchen, möglichst langlebige Teile einzusetzen. Z. B. ist es so, dass ein Motor bei uns im Blockheizkraftwerk erst nach 6000 Stunden seine erste Wartung bekommt. Das wäre bei einem PKW ca. umgerechnet bei 360.000 Kilometern. Jeder Einsatz unser Servicetechniker erfordert natürlich auch Fahrkilometer und das ist ja wieder nicht besonders nachhaltig, wenn die Anlage oft angefahren werden muss, weil sie kurze Wartungsintervalle hat oder störungsanfällig ist. Das ist also ein wesentliches Ziel, die Anlagen so langlebig wie möglich zu machen, damit die Wartungsintervalle möglichst lang sind. Wir nutzen Motoren, die schon auf eine längere Standzeit ausgelegt sind und auch speziell für den Betrieb mit Erdgas oder Biogasen funktionieren. Inzwischen sind wir in der Lage, die Motoren der BHKW wiederaufzuarbeiten, um ihnen damit noch mal einen Einsatz im BHKW zuzumuten. Da denken wir, dass dies ein sehr nachhaltiger Ansatz ist, der sowohl lohnenswert für die Umwelt als auch für uns und für unsere Kunden ist. Also da gewinnen alle dran, wenn man so was entwickelt. | Nachhaltigkeit im Kerngeschäft |
| L10 (Pos. 9–10) | Gerade Nachhaltigkeit wird von unseren Kunden sehr stark eingefordert. Das ist in den letzten Jahren definitiv mehr geworden. | |

## Kategorie: Chancen & Risiken

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| L1 (Pos. 17–21) | Wir haben natürlich auch mit Nachteilen zu kämpfen. Es gibt Kunden, denen sind unsere Bemühungen egal, Hauptsache, der Preis passt. Aber grundsätzlich sehe ich vor allem Chancen. In vielen Ländern, in denen wir liefern, wird immer mehr Wert auf den Schutz der Umwelt gelegt. Wir können das schriftlich nachweisen. Immer mehr andere Standorte von unserem Unternehmen fangen ebenfalls an, nach C2C zu zertifizieren. Natürlich ist das aber auch ein nicht unerheblicher Kostenfaktor. | Kostenfaktor |
| L2 (Pos. 40–43) | Definitiv mehr Chancen. Also wir sind grade dabei, uns die Wertströme anzuschauen und entsprechend eine Wertstromanalyse zu fahren, um in der gesamten Supply Chain nach[zu]-sehen. | Wertstromanalysen |
| L3 (Pos. 28–30) | Ich sehe eher Chancen. Wenn wir ehrlich sind, hat Nachhaltigkeit auch etwas mit Wirtschaftlichkeit zu tun. In der Regel ist es so, dass man meist auch gleichzeitig Energie spart. Das ist auch nachhaltig für den Geldbeutel. | Synergieeffekte |
| L4 Pos. 58–61) | Definitiv Chancen. Ich sehe es immer als Verschwendung, diese kurzfristigen Projekte zu machen, da richtig viel zu investieren und alles kurzfristig zu betrachten. Egal, wie viel Verschnitte, wie viel Ausschuss ich habe, Hauptsache, kurzfristige Profite. Dass es sich eben grade mal so eben lohnt. Wir sind wirklich daran interessiert, stetig, nachhaltig und dementsprechend auch organisch profitabel zu wachsen. | Langfristigkeit |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| L5<br>(Pos. 133) | Ja, das bietet eher Chancen. Also Risiken für die Produkte ja eigentlich nicht wirklich. | |
| L6<br>(Pos. 26–29) | Mehr Chancen. Das Produkt Stahl ist ja sehr gut wiederverwertbar. Im Bauwesen geht es nicht ohne Stahl und wir können dort sehr viel Recycling betreiben. Auch die Kunden geben zum Teil genaue Vorgaben zum Korrosionsschutz, bspw. dass wir schadstoffarme Lacke und Farben einsetzen müssen. Wasserlösliche und lösungsmittelfreie Farben setzen wir ein. | Materialrückgewinnung |
| L7<br>(Pos. 28–28) | Ich sehe eine Chance darin. Aber vielleicht auch, weil ich ein positiver Mensch bin. Ich denke, es geht in die Normalität über. Und wenn ich die Chance habe, etwas zu sparen, ist es auch ganz klar, dass ich es mache. Wir möchten uns weiterentwickeln. | Einsparungen |
| L8<br>(Pos. 35–39) | Momentan haben wir immer mehr Vorgaben. Aus Deutschland und der EU. Und das Thema Nachhaltigkeit und Umweltschutz spielt in der Arzneimittelindustrie gefühlt noch nicht so eine Rolle wie in anderen Branchen. Das macht es zum Teil auch unübersichtlicher für uns. Erstes Gebot in der Arzneimittelindustrie ist immer Patientensicherheit. Umweltschutz ist dann eher untergeordnet. Wir haben halt den Spagat, wir versuchen aus Überzeugung, nachhaltig zu sein, Auflagen machen es nicht immer einfach. | Vorgaben |
| L8<br>(Pos. 42–43) | Großes Thema beim Öko-Profit ist ja Energieeinsparung. Das sind natürlich Chancen für uns, zwei Fliegen mit einer Klappe zu schlagen. | Energieeinsparung |
| L9<br>(Pos. 107–111) | Also wir haben sehr viele Risiken durch den Gesetzgebungsprozess. Der Strommarkt ist mehr als überreguliert und auch intransparent für unsere Kunden, die Kraftwärmekopplung betreiben wollen. Unsere Hauptrisiken und auch unsere Arbeitsplätze hängen zum Teil einfach mit an der Gesetzgebung, wo wir sagen müssen – absolut unkalkulierbar. | |
| L9<br>(Pos. 124–127) | Also gegenüber den derzeitigen Technologien, die am Markt verfügbar sind, sind wir davon überzeugt, dass wir auch mit unserem Projekt zum Power-to-Gas-Ansatz zukünftig unsere sehr gute Infrastruktur in Deutschland nutzen können. | |
| L10<br>(Pos. 33–35) | Also ganz klar das Thema Energieaudits für das Energiemanagement. Das ist natürlich verstärkt auch in den Kern bei uns gerutscht. Insbesondere die Leckageortung und Leckagebeseitigung. | |

## Kategorie: Bedeutung von Facharbeit für die nachhaltige Unternehmensentwicklung

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| L1 (Pos. 27–29) | Also vieles machen natürlich unsere eigenen Leute vor Ort und wird nicht an Fremdfirmen vergeben. Wir haben Arbeitsgruppen und Möglichkeiten ‚um Verbesserungsvorschläge einzureichen. Die Schließung einiger Wasserkreisläufe im Unternehmen ist auch aus der Idee eines Mitarbeiters entstanden und wurde umgesetzt. | Verbesserungsprozesse |
| L1 (Pos. 34–39) | Unsere Mitarbeiter und auch die gut ausgebildeten Vorarbeiter spielen eine wesentliche Rolle. Bei komplizierten Maschinen und natürlich auch in der Wartung und Instandhaltung, da müssen die Fachkräfte einfach eine Ausbildung haben. Auch bei gefährlicheren Arbeiten kommen nur Personen mit einer entsprechenden Ausbildung zum Einsatz. Wir können nicht alles 100 % sicher gestalten. Häufig haben die dahingehend auch einfach ein besseres Bewusstsein als welche ohne Ausbildung aus dem Bereich. Wir haben auch angelernte Mitarbeiter, aber bei anspruchsvollen Dingen ist das meist wenig effizient. Die sind dann auch einfach schnell überfordert. Z. B. bei der Sortierung von Teilen. Man denkt, es ist eine dreckige und einfache Arbeit, aber man braucht gerade dort Erfahrung und gute Leute mit der Bereitschaft, in diesem dreckigen Bereich zu arbeiten, damit noch zu rettende Bauteile erkannt und in die Aufarbeitung und nicht in den Schrott wandern. | Ideenmanagement und Bedeutung der Instandhaltung |
| L2 (Pos. 149–154) | Die sind dafür verantwortlich, dass die Ziele umgesetzt werden. Ich sag immer: Das ist nicht alleine mein Ziel. Ich bin mit zuständig, aber jeder ist in der Verantwortung, seinen Anteil zu leisten, um die Ziele zu erreichen. Das fängt bei der Müllsortierung an. Das ist ganz klein, aber es ist ganz wichtig. Das ist etwas, was wir immer wieder schulen müssen und wo jeder Mitarbeiter seinen Anteil leisten kann. | Produzentenverantwortung und Nachhaltigkeitsziele |
| L3 (Pos. 66–67) | Ohne geht es nicht. Insofern muss man sagen, dass wir keine Schraubenschlüssel in die Hand nehmen. Dies ist aber auch erforderlich, um unsere Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. | Nachhaltigkeitsziele |
| L3 (Pos. 67–75) | Am wichtigsten sind für uns in diesem Zusammenhang die Instandhalter bzw. die Instandhaltung. Externe haben zum Teil gar nicht die Einblicke in unsere Anlagen, die doch sehr komplex sind. Unsere Fachkräfte kennen diese Anlagen seit Jahren und führen tägliche Arbeiten daran durch. Die Aufrechterhaltung einer hohen Effizienz der Anlagen, dafür brauchen wir unsere erfahrenen Fachkräfte. Unser eigenes Personal. Neue Technologien kommen eher aus der mittleren oder leitenden Ebene. Die Implementierung und die Inbetriebnahme, da sind natürlich unsere Fachkräfte wieder dabei. Das sind dann immer größere Projekte, die wir haben. Wie der Austausch der Pressenpartie. Dass war ein sehr großes Projekt. Das wird angeliefert und dann wird das mit externen und eigenen Mitarbeitern ausgetauscht. Ist aber auch projektabhängig. Viel machen wir auch selber. Unsere Instandhalter wollen wir nur ungern outsourcen. | Instandhaltung und Projekte |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| L4 (Pos. 179–182) | Unabdingbar. Ja, weil die eben genau die ausführenden Instanzen sind, die Instanzen direkt mit der Hand an der Maschine, mit der Hand am Personal und am Produkt. Und das ist ja auch so, dass man diese Personen sogar immer weiter qualifiziert, immer weiter motiviert, immer weiter verbessert, um eben auch das Produkt, die Anlage usw. immer mehr zu optimieren. | Optimierungsprozesse |
| L4 (Pos. 122–128) | Im Bereich der Instandhaltung und im Teilezentrum sind wir immer auf die Facharbeiter angewiesen, die direkt an den Maschinen arbeiten. Grundsätzlich kann man drauf warten, dass Mitarbeiter im betrieblichen Vorschlagswesen tätig werden. Aber wir haben auch ein entsprechendes Workflow-Management implementiert. Bei Neuplanung von Anlagen gibt es dann auch entsprechende Runden, die dann zusammenkommen, entweder schon im Bereich der Vorausplanung von Anlagen, aber auch dann, wenn die Anlage bei der Implementierung dann auch noch getrimmt werden muss auf ihren Output. Da sind dann eben auch die Facharbeiter mit zur Stelle und sagen, wie man das am besten umsetzen könnte. | Instandhaltung |
| L5 (Pos. 196–198) | Ja, also klar haben die einen Einfluss und sie können auch was machen. Und es ist auch gut, wenn sie nachhaltig denken und nachhaltig arbeiten. Aber ja, wenn man guckt, was so bestimmte Anwendungen verbrauchen, dann ist das immer ein kleiner Einfluss oder ein mittlerer Einfluss. | |
| L6 (Pos. 66–68) | Die Vorschläge direkt aus der Produktion sind insbesondere wichtig. Aber es ist natürlich auch erforderlich, diese Ideen zu managen. Wenn ich drei Personen darauf ansetze, die nur diese Ideen bewerten und prüfen, dann ist das auch ein erheblicher Kostenfaktor. Wir haben natürlich einen hohen Kostendruck durch Konkurrenten. | Vorschläge und Ideen |
| L6 (Pos. 69) | Ressourcenschonung erfolgt auch durch die richtige Besetzung von Abteilungen mit den richtigen Qualifikationen. | |
| L7 (Pos. 53–55) | Sehr wichtig. Sie müssen auch diese Denkstruktur tragen. Dafür musst du auch nicht studiert haben. Das ist eine Grundhaltung. Wir müssen aber auch eine Vorbildfunktion haben und das Thema vorantreiben. Die Umsetzung allerdings erfolgt ja letztendlich in der Produktion vor allem auch durch die Fachkräfte. Da hat dann jeder mitzumachen. | Haltung |
| L8 (Pos. 79–87) | Bei der Schonung von Material und Energie sind alle unsere Fachkräfte sensibilisiert und es wird weitestgehend auch von allen umgesetzt. Wir versuchen auch, möglichst alles selbst zu reparieren, und da sind unsere Instandhalter an erster Stelle. Allen ist klar, dass bei nicht fachgerechter Nutzung der Anlagen Schäden entstehen, Produktionsstillstände entstehen können und sich dies negativ auf unsere Bilanzen auswirkt. Unsere Fachkräfte sind so geschult und befugt, dass sie erst mal selbst die Probleme lösen können und sollen. Wenn es nicht funktioniert, kommen unsere Instandhalter, und wenn die dann an ihre Grenzen kommen, dann werden Externe beauftragt. | Instandhaltung |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| L8 (Pos. 6–8) | Wir haben ein Umweltteam, dass sich regelmäßig trifft. Wenn wir Projekte zur Nachhaltigkeitssteigerung umsetzen, dann holen wir auch immer noch die Mitarbeiter aus den betroffenen Bereichen dazu, bilden Teams und versuchen, es gemeinsam umzusetzen. | Umweltteam für Nachhaltigkeitsprojekte |
| L8 (Pos. 90–96) | Wir haben einen Ideenkasten. Die Ideen gehen darüber an uns oder die Mitarbeiter kommen zu uns. Es gibt nichts Schlimmeres für die Fachkräfte, als Ideen einzubringen und es wird sich um diese Ideen nicht gekümmert. Ich schätze die Relevanz der Einbeziehung der Fachkräfte sehr hoch ein und vor allem bei der Abgabe von Ideen. Ohne Ideen der Mitarbeiter schrumpft auch unser Innovationspotenzial. | Ideenmanagement |
| L9 (Pos. 107–111) | Also da es sich ja bei unserem Produkt auch um ein nachhaltiges Produkt handelt, sind sie alle [gemeint sind Fachkräfte] unentbehrlich. Wir brauchen unsere Leute, und wir brauchen deren Engagement auch, um eben das zu machen, was wir machen. Absolut erforderlich. Auch ohne, dass wir ein betriebliches Vorschlagswesen haben, hier gibt es genug Gelegenheiten für Mitarbeiter, eben auch direkt was anzusprechen. Es gibt auch sehr weite Spielräume. Speziell auch in der Entwicklungsabteilung. Sich dort schon während der Produktentwicklung einzubringen und solche Aspekte mit zu berücksichtigen. Da werde ich auch oft dann noch mal belehrt, dass es noch besser geht. | Vorschlagswesen, Handlungsspielräume und Mitarbeit in der Entwicklung |
| L10 (Pos. 108–109) | Dafür werden sie natürlich verstärkt eingesetzt [Druckluftauditierung im Rahmen des Umwelt- und Energiemanagements]. Oder halt grade beim Thema Wartung. Was natürlich auch wieder dann den Wirkungsgrad der Anlagen steigert. | Instandhaltung und Auditierung |

## Kategorie: Anforderungen an eine BBNE

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| L1 (Pos. 56–58) | Die Azubis müssen unterschiedliche Probleme kennenlernen. Selber identifizieren, wo man Einsparungen machen kann oder etwas zurückgewinnen kann. Unsere Azubis kommen in Energiearbeitskreise mit rein, da sollen die nicht nur mitlaufen, sondern auch im Findungsprozess beteiligt werden. | Einsparpotenziale, Einbindung Optimierungsgruppen, Energie- und Stoffkreisläufe |
| L2 (Pos. 265–270) | In der Ausbildung müssen wir die Weichen stellen für nachhaltiges Arbeiten im späteren Leben. Was setze ich an Energie ein? Zu fragen, ob ich wirklich bestimmte Dinge wegschmeißen muss. Wenn ich das dann als Mitarbeiter mit in die Produktion nehme, kennen die das schon. Wir machen eine gute Ausbildung und dann habe ich super Facharbeiter, die das entsprechende Auge dafür haben und das in der Mannschaft potenzieren. | Multiplikatorrolle |
| L2 (Pos. 242–243) | Sicherlich gehört auch in die Ausbildung der ressourcenschonende Einsatz von Materialien. | Ressourcenschonung |
| L2 (Pos. 275–286) | Ich finde, es müssen auch Themen wie Lean-Management in den Berufsschulen mitaufgenommen werden. Die Systeme dienen auch der Einsparung. Dass man die Begrifflichkeiten kennt und weiß, es gibt bestimmte Methoden und Werkzeuge, | Produktionssysteme und Zusammenarbeit zwischen Ingenieuren |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| | wie ich mir den Berufsalltag und auch meinen Alltag erleichtern kann. Da muss man die Verbindung zur heutigen Industrie schaffen. Es ist nicht mehr nur Studenten vorbehalten, sich in diesem Feld zu bewegen. Wir sehen ja, dass wir es hier in der Produktion benötigen, und ich habe es ja viel einfacher, mit Facharbeitern zu sprechen, die das schon mal gehört haben, und wenn ich Ingenieure habe, die die Systeme implementieren oder anpassen wollen, dass die dann auf Augenhöhe sprechen können. Es ist wichtig, nicht nur zu sagen, ich bin ein guter Schlosser, ich weiß, was ein Drehmoment ist, sondern dass man als Facharbeiter auch Kenntnisse zur Prozessorganisation hat. | bzw. Ingenieurinnen und Fachkräften |
| L2 (Pos. 253–256) | Wir legen sehr viel Wert auf Sauberkeit und Ordnung. Ist für einige auch neu. Der Grundstein der Ausbildung. Gerade zum Thema 5S. Habe ich wirklich das, was ich brauche? Habe ich zu viel? Warum habe ich zu viel? Das gehört für mich dazu, wenn ich Ressourcen schonen will, und Kommunikation auch. | Methoden aus Produktionssystemen |
| L2 (Pos. 239–243) | Also den Umgang miteinander und die Kommunikation sollten Auszubildende auf jeden Fall lernen. Die kümmern sich um ganz viele Dinge, aber nicht um Kommunikation. Dazu gehört für mich auch das Schreiben. Es gibt tatsächlich Auszubildende, die können fast keinen geraden Satz sprechen, geschweige denn schreiben. | Kommunikationsfähigkeiten |
| L3 (Pos. 66–67) | Energieeffizienz ist ganz wichtig. Aber auch insgesamt weniger Energie verbrauchen. | Ressourceneffizienz und -reduktion |
| L3 (Pos. 106–111) | Dieses Denken sollte mehr aus der Helikopterperspektive gefördert werden. Ich tue etwas Gutes, weil bspw. Kraftwerke weniger intensiv betrieben werden müssen. Übergeordnetes und zusammenhängendes Denken – globales Denken – ist bedeutsam. Alles, was ich mache, hat Auswirkungen auf den Planeten, abseits der Kosten. Und durch mein Handeln kann ich ein Stück zur Verbesserung beitragen. Der allgemeine Beitrag gesamtgesellschaftlich ist wichtig. Und es wirkt positiv auf einen selbst, weil man etwas Gutes getan hat. | Gesamtzusammenhänge reflektieren |
| L4 (Pos. 367–374) | Ja, das Thema TPM ist natürlich sehr groß. Es werden natürlich Teile vom TPM vermittelt. Aber grundsätzlich ist das Verstehen auch deshalb erforderlich, um der Arbeit einen Sinn zu geben. Die Eigenverantwortung, das muss herausgestellt werden, dass man selbst für seine Arbeitsergebnisse verantwortlich ist. Und selbst Teil des Erfolges sein kann. Die zukünftigen Facharbeiter muss man dafür mental stärken und ihnen Selbstbewusstsein geben, damit sie überhaupt den nötigen Willen dazu haben. | Produktionssysteme, Sinnhaftigkeit und Wert von Arbeit, Produzentenverantwortung |
| L5 (Pos. 271) | Also besonders Umweltaspekte. | |
| L6 (Pos. 99–105) | Die innere Bereitschaft, etwas zu lernen, um fachgerecht agieren zu können. Ich denke, wenn die schulische Ausbildung insgesamt besser wäre. Für unsere Auszubildenden ist die Situation an den Schulen sehr schlecht. Wir brauchen Grundkompetenzen wie Rechnen, Lesen, Schreiben. Das funktioniert häufig nicht immer. Direkte Nachhaltigkeitsthemen in der Schule finde ich sehr lobenswert, aber meiner Meinung nach | Grundfähigkeiten |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| | müssen erst mal die gesagten Grundkompetenzen gelegt werden, um dann mit Themen wie Nachhaltigkeit weiterzumachen. Aber sie sollten natürlich hinsichtlich der gesellschaftlichen Herausforderungen sensibilisiert sein. | |
| L7 (Pos. 79–81) | Das Thema kann man gar nicht früh genug besprechen. Nachhaltigkeit sollte zu den Grundlagen im Unterricht gehören. Da ist die Berufsschule fast schon zu spät. Die Werte müssen noch früher vermittelt werden, damit man auf diesen dann aufbauen kann. Werte und Normen, da sollte es ebenfalls stark behandelt werden. | Werte und Normen<br>Konsekutive (B)BNE |
| L7 (Pos. 81–86) | Themen aufarbeiten wie Kühlschmiermittelentsorgung, Abluft, Sicherheit von Stoffen, sichere Reinigungsverfahren, Abläufe zur Minimierung der Gesundheitsgefährdung und damit auch Gefahrenquellen wie zerstäubtes Kühlschmiermittel. Jeder Fehler führt auch zu Ressourcenverschwendung, das muss auch in die Köpfe, dass Verschwendung nicht geht, wie es vermieden werden kann, damit umweltschonend und nachhaltig gehandelt werden kann. Die Fehlerquote durch aufmerksames Arbeiten gering halten. | Fachspezifische Ressourceneinsparpotenziale<br>Verschwendungen minimieren |
| L8 (Pos. 127–134) | Ich finde es sehr wichtig, dass mehr gesamte Prozessketten betrachtet werden. Es werden immer nur Teilbereiche behandelt, aber nie das Zusammenspiel der ganzen Prozesse. Aber gerade dieses Zusammenspiel in der ganzen Kette ist sehr wichtig, um nachhaltig denken zu können. Es reicht mir nicht, nur den Maschinenpark anzusehen. Es muss bspw. auch ein Bewusstsein bestehen, welche Kosten mit dem Stromverbrauch entstehen, wo kommt die Energie her, gibt es Möglichkeiten, Strom im Hause zu erzeugen? Dass eine Gesamtsicht entsteht und Nachhaltigkeit nicht zu kleinteilig gedacht wird. Man sollte nicht nur fachspezifisch denken, sondern auch allgemeiner wie Mülltrennung, Substitute usw. | Gesamtzusammenhänge reflektieren |
| L8 (Pos. 137–149 | Wichtig wäre mir natürlich auch, dass die Fähigkeit besteht, grob feststellen zu können, was Änderungen und Optimierungen in Geld und Zeit bedeuten. Was bringt es, wenn die Maschine anders läuft? Nicht nur Energie sparen, sondern auch berücksichtigen, wie sich das auf die Wartung oder Lebensdauer auswirkt. Da fehlt zum Teil die gesamte Betrachtung. Gerade Produktlebenszyklen und Lebenszykluskosten, das ist sehr elementar für die nachhaltige Ausrichtung. Auch zu reflektieren, ob ich etwas wirklich benötige, ob sich der Aufwand wirklich auszahlt. Man sollte auch Einsparungen im Verhältnis vom Aufwand sehen können. Aber wichtig wären erst mal gesamte Prozessketten mit Zusammenhängen. Lieferketten auch einmal einbeziehen, um den Kosmos der eigenen Arbeit verlassen zu können. Wo kommen die Rohstoffe her, wie werden die abgebaut? Zusammenhänge herstellen. Dieses Bewusstsein wäre mir sehr wichtig. Ich glaube, das ist das A und O, dass Auszubildende kritisch hinterfragen. Hinterfragen kann auch besonders für uns anstrengend werden, aber ohne erleben wir auch kaum Entwicklungen. | Produktlebenszyklen<br>Lebenszykluskosten<br>Amortisation<br>Kosten-Nutzen<br>Lieferketten<br>Kritisches Denken |

| Quelle | Aussage (geglättet) | Kommentar |
|---|---|---|
| L9<br>(Pos. 487–495) | Aber ich würde grundsätzlich sagen, dass man Materialflüsse von der Materialentstehung bis zur Entsorgung oder Wiederverwertung mit in den Fokus der Ausbildung nehmen sollte. Dass man sich also genau Gedanken darüber macht „Ich setze jetzt ein Material ein, wo kommt es her, welche externen Kosten hat dieses Material? Wie muss ich die bewerten, evtl. auch internalisieren?“ Das ist ja heute unser großes Problem, wir internalisieren keine externen Kosten. Und wenn Sie mit einem Metalltechniker sprechen, dann weiß der nicht mal, was das ist. Und da denke ich, dass das einfach auch mit zu einem Ausbildungsberuf und zum verantwortungsvollen Umgang mit dazu gehört, dass man das macht. Und dass man das den Menschen in der Ausbildung auch beibringt. Ja, wenn ich $CO_2$ nicht internalisiere, dann kommt nachher die Keule, und ich muss es nachher bezahlen. Oder die nächsten Generationen müssen es dann bezahlen, was da die vorherigen Generationen nicht berücksichtigt haben. | Materialflüsse<br>Recyclingansätze<br>Lieferketten<br>Externe Kosten<br>Folgen der eigenen Handlungen reflektieren |
| L10<br>(Pos. 338–340) | Also es gäbe natürlich tatsächlich die Möglichkeit, ein Block-Energie-Management mit einfließen zu lassen. Also grade, wie das berufsbezogen umgesetzt werden kann. Wo man u. a. die Themen Elektromotoren, Antriebe, Kupplungen, Drucklufterzeugung mit aufgreifen kann. | Energiemanagement<br>Energieeffizienz |

# A.7 Beobachtungsbogen Arbeitsprozessanalyse

| **Titel:** | | |
|---|---|---|
| **Ausgangssituation (Arbeitsauftrag, Arbeitsaufgabe, Problemstellung)**<br><br>**Arbeitsprozess (Ablauf)** | | |
| **Dimensionen des Arbeitsprozesses** | | |
| Gegenstände der Facharbeit | Werkzeuge, Methoden, Arbeitsorganisation | Anforderungen (Kunde, Unternehmen, Mitarbeiter:innen, Gesellschaft) |
| | | |




Berufsbildung, Arbeit und Innovation, 69
380 S., 54,90 € (D)
ISBN 978-3-7639-7184-8
E-Book im Open Access

Axel Grimm, Bernd Mahrin, Uli Neustock, Wilko Reichwein,
Sören Schütt-Sayed, Thomas Vollmer (Hg.)

# Digitalisierung und Nachhaltigkeit gestalten lernen

Beiträge der BAG-Tagung
„All Days For Future – Energievielfalt in der gewerblich-technische Berufsbildung“

Der Sammelband dokumentiert die Beiträge der 31. Fachtagung der Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik. Unter dem Motto „ALL DAYS FOR FUTURE" werden betriebliche Anforderungen an die gewerblich-technische Berufsschulbildung um die Themen Digitalisierung und Nachhaltigkeit erweitert. Die Berufsbildung muss die Auszubildenden in Zeiten von Energiekrise, Klimawandel und Artensterben sowie der Digitalisierung der Arbeitswelt und Gesellschaft durch neue hybride Lehr-/Lernarrangements auf ein nachhaltiges Berufshandeln vorbereiten. In den Beiträgen dieses Bandes werden Fragen der Veränderungen von Aus- und Weiterbildung, der Fachkräftesicherung, der Schulorganisation, der Ausstattung und des Unterrichts sowie der Vernetzung beruflicher Ausbildungsangebote werden ebenso thematisiert wie die Neuordnung der IT-Berufe.

wbv.de/bwp




Berufsbildung, Arbeit und Innovation – Dissertationen und Habilitationen, 74
283 S., 49,90 € (D)
ISBN 978-3-7639-7286-9
E-Book im Open Access

Melanie Sittig

# Förderung von heterogenen Zielgruppen im Übergang Schule – Beruf

Eine empirische Untersuchung von Landesstrategien und regionalen Förderkonzepten der Beruflichen Orientierung

Im Übergang von der Schule in den Beruf begegnen Jugendliche verschiedenen Herausforderungen, die ihre Chancen auf eine durch Erwerbstätigkeit gesicherte Zukunft beeinflussen. In den vergangenen Jahren haben sich Landesstrategien und regionale Förderkonzepte zur Unterstützung dieses Prozesses entwickelt. Um diese näher zu ergründen, wurde eine empirische Untersuchung auf quantitativer und qualitativer Ebene durchgeführt. Diese befasst sich mit der Forschungsfrage, welche Strukturen eine Landesstrategie aufweisen sollte, um heterogene Zielgruppen mit spezifischem Unterstützungsbedarf mit Angeboten der Beruflichen Orientierung zu erreichen und somit im Prozess des Übergangs von der Schule in den Beruf zu fördern.

wbv.de/bwp

Die Dissertation von Stefan Nagel stellt die Forschungsergebnisse aus der qualitativen Untersuchung zur Exploration nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit im verarbeitenden Gewerbe vor. Dabei wurde der forschungsleitenden Fragestellung nachgegangen, ob und wie sich nachhaltigkeitsorientiertes berufliches Handeln in der Domäne industrieller Metallberufe äußert und welche Nachhaltigkeitsbezüge sich auf der personenbezogenen und betrieblich-institutionellen Ebene von Facharbeit feststellen lassen.

Der Autor verfolgte das Ziel, einerseits einen empirisch fundierten Theoriebeitrag zum Gegenstandsbereich nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit zu leisten und andererseits verwertungsorientierte Impulse zur Verankerung und Ausgestaltung einer domänenbezogenen Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE) zu setzen.

Die Reihe **Berufsbildung, Arbeit und Innovation** bietet ein Forum für die grundlagen- und anwendungsorientierte Berufsbildungsforschung. Sie leistet einen Beitrag für den wissenschaftlichen Diskurs über Innovationspotenziale der beruflichen Bildung.

Die Reihe wird herausgegeben von Prof.in Marianne Friese (Justus-Liebig-Universität Gießen), Prof. Klaus Jenewein (Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg), Prof.in Susan Seeber (Georg-August-Universität Göttingen) und Prof. Lars Windelband (Karlsruher Institut für Technologie).

**Stefan Nagel** ist seit dem Jahr 2017 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik der Leibniz Universität Hannover. Seine Schwerpunkte in Forschung und Lehre umfassen: Nachhaltige Transformationsmuster in Wirtschaft, Gesellschaft und Facharbeit; Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung; Digitalisierung in der beruflichen Bildung und Hochschuldidaktik.

ISBN: 978-3-7639-7609-6

wbv

wbv.de/bai