Isabelle Penning, Martin Binder, Marianne Friese (Hg.)

Teilhabe an gesellschaftlicher Transformation stärken

Der Beitrag der Arbeitsbezogenen und der Technischen Bildung

(79) BERUFSBILDUNG, ARBEIT UND INNOVATION

wbv

Teilhabe an gesellschaftlicher Transformation stärken

Der Beitrag der Arbeitsbezogenen und der Technischen Bildung

Isabelle Penning, Martin Binder, Marianne Friese (Hg.)

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.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. Torben Karges, Flensburg
- 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.in Dr.in Ursula Walkenhorst, Osnabrück

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

Martin Binder, Marianne Friese, Isabelle Penning (Hg.)

Teilhabe an gesellschaftlicher Transformation stärken

Der Beitrag der Arbeitsbezogenen und der Technischen Bildung

wbv

Berufsbildung, Arbeit und Innovation –
Hauptreihe, Band 79

2024 wbv Publikation
ein Geschäftsbereich der
wbv Media GmbH & Co. KG, Bielefeld

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

Umschlagmotiv: 1expert, 123rf

Bestellnummer: I76331
ISBN (Print): 978-3-7639-7633-1
ISBN (E-Book): 978-3-7639-7634-8
DOI: 10.3278/9783763976348

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:
http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/



Für alle in diesem Werk verwendeten Warennamen sowie Firmen- und Markenbezeichnungen können Schutzrechte bestehen, auch wenn diese nicht als solche gekennzeichnet sind. Deren 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 2024*.

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 *wbv OpenLibrary 2024* 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** | Universitäts- und Landesbibliothek **Darmstadt** | Goethe-Universität **Frankfurt am Main** | Pädagogische Hochschule **Freiburg** | Justus-Liebig-Universität **Gießen** | Fernuniversität **Hagen** | TIB **Hannover** | Universitätsbibliothek **Kassel** | **Karlsruhe** Institute of Technology (KIT) | Universitätsbibliothek **Kiel** | Universitäts- und Stadtbibliothek **Köln** | Zentral- und Hochschulbibliothek (ZHB, **Luzern**) | Hochschule der Bundesagentur für Arbeit (**Mannheim**) | Fachhochschule **Münster** | Carl von Ossietzky Universität **Oldenburg** | Landesbibliothek **Oldenburg** | Universitätsbibliothek **Osnabrück** | Universität **Potsdam** | Universitätsbibliothek **St. Gallen**

Inhalt

Überblick und Einführung in den Band 9

Bildung für nachhaltige Entwicklung 17

Annett Steinmann, Dorothée Bauer, Pauline Kalder
Reparaturkultur – Teilhabe an gesellschaftlicher Transformation im technischen Gestalten des Primarbereichs 19

Matthias Schönbeck, Christian Hulsch
Exploration des Reparaturpotenzials in der technischen Bildung. Strategie zur Entwicklung eines Reparaturverfahrens im Lehramtsstudium 33

Peter Röben
Die Hydrotechnik im Problem- und Handlungsfeld Versorgen und Entsorgen . . 53

Dani Hamade
Entwicklung BNE-spezifischer, professioneller Handlungskompetenz angehender Techniklehrkräfte am Beispiel des Wasserkreislaufs und der wassertechnischen Infrastruktur 71

Sarah Ryser, Andreas Stettler
Lehrpersonen zwischen normativen BNE-Konzepten, den praktischen Bedingungen im Unterricht und dem gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsdiskurs . 83

Digitales Lehren und Lernen 95

Igor Gideon, Jennifer Stemmann
Exploration digitaler 3D-Modelle: Unter welchen Bedingungen kann die Funktion mechanisch-technischer Systeme verstanden werden? 97

Markus Gitter, Simon Vollmer
Der 3D-Lebensmitteldruck – Grundlagen und Potenziale in einem multiperspektivischen Diskurs 115

Tobias Wiemer, Marius Rothe, Lennart Rohlfs
Untersuchung der Einführung von Augmented Reality zur Unterstützung selbstgesteuerter Lernprozesse in der fachpraktischen Ausbildung im Studium der Allgemeinen Technischen Bildung 131

Lorenza Wand, Kai Fischer
Vom Escape Room in den digitalen Raum – Möglichkeiten immersiver Lernumgebungen in der arbeitsorientierten, vorberuflichen Bildung 149

Marco Albrecht, Mareen Derda, Marco Wedel
Digitalisierung im Unterricht zur Förderung gesellschaftlicher und beruflicher Teilhabe 167

Diversitätssensible fachbezogene Bildung 183

Timo Finkbeiner
Perspektiven für ein gemeinsames Handeln von Schülerinnen und Schülern im technikbezogenen Unterricht 185

Franz Schröer, Nele Schemel, Claudia Tenberge
Technikbezogenen Sachunterricht inklusiv gestalten – eine empirische Untersuchung der Beschaffenheit und Berücksichtigung von Schülerbedürfnissen 199

Katharina Betker, Stephan Friebel-Piechotta, Anna-Lena Müller
Sprachsensibler Fachunterricht am Beispiel der finanziellen Allgemeinbildung – theoretisch-konzeptionelle Überlegungen und unterrichtspraktische Umsetzung 221

Fachdidaktik und Lehrkräftebildung 239

Thomas-Hugo Möllers
Technik-Kultur-Bildung. Der Kulturreihenansatz am Beispiel der Energiewende . 241

Vera Kirchner, Isabelle Penning
Fachdidaktische Anforderungen an Schulbücher in der ökonomischen und technischen Bildung und ihre Umsetzung im Schulbuch #WAT 257

Julia Schallenberg, Silke Bartsch, Marco Wedel
Querschnittsaufgaben in der Lehrkräftebildung am Beispiel von Digitalisierung und Sprachbildung an der Technischen Universität Berlin 271

Isabel Frese, Corinne Senn
Ein Fach im (gesellschaftlichen) Wandel – Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Thema Arbeit im Fach Wirtschaft, Arbeit, Haushalt 289

Überblick und Einführung in den Band

Teilhabe an gesellschaftlicher Transformation stärken – in dem vorliegenden Sammelband werden Beiträge der arbeitsbezogenen und technischen Bildung dokumentiert, die auf der gemeinsamen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Technische Bildung (DGTB) und der Gesellschaft für Arbeit, Wirtschaft und Technik im Unterricht (GATWU) im September 2023 an der Universität Potsdam präsentiert wurden. Unter der thematischen Rahmung der Tagung wurden zwei Zielsetzungen vereint: die Analyse der im Transformationsprozess von Arbeits- und Lebenswelt entstandenen neuen Herausforderungen an technische, soziale, ökonomische, ökologische und lebensweltbezogene Bildung. Das Konzept der Teilhabe verfolgt den Bildungsanspruch, allen Menschen eine mündige Teilhabe an gesellschaftlicher Transformation zu ermöglichen und insbesondere die junge Generation als Mitgestaltende der gemeinsamen Zukunft zu befähigen.

Begriffliche Perspektiven

Das Tagungsthema erfordert zunächst eine begriffliche Einordnung, die an dieser Stelle nur beispielhaft erfolgen kann. Verwiesen werden soll auf sozialhistorische und strukturalistische Untersuchungen einer *Longue Durée* (Braudel 1977) des wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wandels sowie auf modernisierungstheoretische Analysen zu Bildungsprozessen der Moderne (Wehler 1995), die auch Forschungen zum Wandel von Arbeit und Bildung im Zuge der Transformation von der Agrar- über die Industrie- zur Dienstleistungsgesellschaft rahmen (vgl. Friese 2023, S. 17 ff.). Im Hinblick auf gegenwärtige Transformationsprozesse bestehen unterschiedliche Begriffsverständnisse: Dazu gehören normative Setzungen, die Transformation (wie bspw. die Entwicklung der ehemals sozialistischen Staaten nach „westlichem" Vorbild) als zielgerichtete Steuerung politischen und wirtschaftlichen Wandels betrachten (vgl. Reißig 2014, S. 50). Auch die im Bertelsmann-Transformation-Index leitende Fragestellung „Wie gelingt der Wandel zu Demokratie und Marktwirtschaft?" (vgl. Bertelsmann Stiftung, o. J.) verdeutlicht die Rahmung der Transformation hin zu einer marktwirtschaftlichen und durch Demokratie geprägten Gesellschaft im Sinne einer bewusst gesteuerten Umwälzung.

Gegenüber dem politisch und wirtschaftlich bezogenen Zugriff auf Transformation existieren im Bildungsbereich unterschiedliche Ansätze zur Konturierung einer Transformatorischen Bildung, darunter empirisch basierte Studien sowie Strukturuntersuchungen zum tiefgreifenden Wandel der Arbeits- und Lebenswelt und daraus entstehenden Kompetenzanforderungen. Im Fokus der Forschung stehen die sogenannten Megatrends der Gesellschaft. Das Leitbild der Nachhaltigkeit, Bedingungen

und Folgen des demografischen, ökonomischen und ökologischen Wandels, die Entstehung neuer sozio-kultureller Lebensweltmuster, Entwicklungen der Digitalisierung und Technisierung, der Flucht- und Migrationsbewegungen, neue Fragen nach sozialer Gerechtigkeit, Gender- und Chancengleichheit sowie Inklusion und Diversität stellen hohe Anforderungen an schulische und berufliche Bildungsprozesse.

Andere Ansätze adressieren die offenen Bildungsmomente, die einer empirischen Bildungsforschung nicht zugänglich sind, und zielen darauf, die spezifische „Struktur der Welt- und Selbstverhältnisse" einer krisenhaften Problemlage herauszuarbeiten und „Verlaufsformen und Prozessstrukturen" einer daran ansetzenden Transformatorischen Bildung zu konzipieren, zu erforschen und weiterzuentwickeln (vgl. Koller 2018, S. 18 ff.). Aus bildungstheoretischer und fachdidaktischer Perspektive stellt sich hier ein relevanter Bezug zu Klafkis Theorie der kategorialen Bildung her, die eine wechselseitige Erschließung von Selbst und Welt zugrunde legt. Zentral ist somit nicht das Anhäufen von Wissen, sondern der Komplex von Wissen und Verstehen und Handeln in der Welt (Klafki 2007).

Für die Bildungsarbeit in den transformativen Handlungsfeldern hat das von Klafki grundgelegte didaktische Konzept zur Bearbeitung der „epochaltypischen Schlüsselprobleme der Welt" hohe Relevanz. Bildung wäre aufgerufen, Schüler:innen anzustiften, sich mit den Schlüsselproblemen des umfassenden ökonomischen, ökologischen, sozialen und kulturellen sowie technischen Wandels auseinanderzusetzen, und sie wären zu ertüchtigen, als mündige Bürger:innen diesen Prozessen selbstbestimmt zu begegnen und diese im Sinne der Teilhabe aktiv mitzugestalten. Richtet sich dieser Bildungsanspruch aufgrund des rasanten Wandels von Arbeits- und Bildungsprozessen in besonderer Weise an arbeitsbezogene und technische Bildung, sind aufgrund der Komplexität der transformativen Handlungsfelder sowohl fachliche als auch interdisziplinäre Zugriffe erforderlich.

Interdisziplinäre und fachliche Perspektiven

Für die Perspektive einer fachlichen wie auch interdisziplinären Behandlung der Problemfelder eignen sich die im Fach Arbeitslehre und im Fächerverbund Wirtschaft, Arbeit, Technik, Hauswirtschaft und Soziales vorhandene fächerübergreifende Struktur in besonderer Weise. Die gegenwärtigen Transformationen weisen Querschnittscharakter und sektorübergreifende Interdependenzen auf, umfassen weite Zeithorizonte und bringen hohe sozio-ökonomische und sozio-kulturelle Eingriffstiefen mit sich, die sowohl die Individuen als auch alle gesellschaftlichen Ebenen umfassen. Da Transformationsprozesse komplex und unübersichtlich sind und daher mit Unsicherheiten über Effekte, Folgen und Nebenwirkungen einhergehen, bestehen hohe Anforderungen, Schüler:innen zu einem „reflexiven Umgang mit Widerspruch und Dissens, mit verbleibenden Unsicherheiten und den unvermeidlichen Zonen des Nichtwissens" (Lindner et al. 2021, S. 56) und zur aktiven Teilhabe an Gestaltungsprozessen der Transformation zu befähigen. Dasselbe gilt für das Fach Technik überall dort, wo ein

soziotechnisches Verständnis zugrunde liegt, wo Technik ‚ganzheitlich' und nicht in Disziplinen ‚fragmentiert' (vgl. Gehring 2013, S. 135) beleuchtet wird.

Neben der interdisziplinären Bearbeitung ist es ebenso relevant, den Beitrag der fachbezogenen Bildung zu betrachten und hier die Perspektiven der technischen und der arbeitsbezogenen Bildung hervorzuheben. Gerade weil Transformationen komplex sind und gravierende Auswirkungen auf die Gesellschaft und damit auch Einflüsse auf individuelle Lebensstile und Handlungsweisen haben, die sich in der Auseinandersetzung mit Technik und Ökonomie, bei Ernährungs- und Verbraucher:innenfragen und in der beruflichen Orientierung niederschlagen, ist die fachbezogene Auseinandersetzung bedeutsam.

In dem vorliegenden Band wird die fachliche und interdisziplinäre Betrachtung von politischen, ökonomischen, ökologischen, kulturellen, sozialen und pädagogischen Bildungsaspekten fokussiert. Unter dem Rahmenthema *Teilhabe an gesellschaftlicher Transformation* wird der Ansatz verfolgt, neben einer allgemeinen Bildung auch berufswelt- und lebensweltbezogene Kompetenzen zu fördern, die bei Erwerbs-, Haus-, Care- und Bürgerarbeit sowie für das Verständnis, die Nutzung und Weiterentwicklung von Technik und des Ökonomieverständnisses notwendig sind. Bildungstheoretisch und didaktisch wird dabei ein doppeltes Bildungsmandat zugrunde gelegt: die Förderung der Persönlichkeitsentwicklung von Schüler:innen sowie die Stärkung ihrer aktiven Teilhabe an lebens- und arbeitsweltlichen sowie gesellschaftlichen Transformationsprozessen.

Struktur des Bandes

Der vorliegende Sammelband greift das Rahmenthema *Teilhabe an gesellschaftlicher Transformation* mit unterschiedlichen Perspektiven auf. In den Beiträgen werden facettenreiche fachliche und fachübergreifende sowie transdisziplinäre Aspekte, fachdidaktische und methodische Ansätze sowie theoretische und anwendungsbezogene Perspektiven zu vielfältigen Themen- und Handlungsfeldern der schulischen, außerschulischen sowie universitären Bildung entfaltet. Erörtert werden bildungspolitisch und wissenschaftlich relevante Querschnittsthemen zu einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE), zu Entwicklungen des digitalgestützten Lehrens und Lernens sowie zu inklusiver Bildung und heterogenen Lernumgebungen. Aus didaktischer Perspektive werden unterschiedliche Methoden und Medien sowie fachdidaktische Anforderungen an Schulbücher beleuchtet. Des Weiteren werden fachliche Befunde zur finanziellen Allgemeinbildung, zur technischen und ökonomischen, zur haushalts- und ernährungsbezogenen Bildung sowie zur Verbraucherbildung und vorberuflichen Bildung erörtert. Neben theoretischen und fachdidaktischen Fragestellungen werden zugleich subjektive Vorstellungen von Schüler:innen zu Arbeit sowie Unterricht erörtert. Ein weiterer Schwerpunkt beleuchtet Fragen zur Aus- und Fortbildung von Lehrkräften sowie Anforderungen an eine zukünftige Lehrkräfteprofessionalisierung. In den Blick geraten zudem Fragen der transdisziplinären Kooperationen und Netzwerk-

bildung mit den unterschiedlichen Akteuren der außerschulischen und regionalen Bildung. Gemeinsam ist den Beiträgen – bei aller Vielfalt der Ansätze, Methoden und Sichtweisen – der Blick auf Bildungs- und Unterrichtsstrategien, die lebensweltliche und arbeitsweltbezogene Handlungskompetenzen der jungen Generation sowie Teilhabe an gesellschaftlicher Transformation stärken.

Der Band ist in vier thematische Abschnitte gegliedert. Nachdem zunächst Fragen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) thematisiert werden, erfolgen im zweiten Kapitel Darstellungen zum digitalen Lernen und Lehren. Der dritte Abschnitt behandelt Fragen einer diversitätsbezogenen fachlichen Bildung. Im vierten Kapitel werden Problemlagen und Aufgaben der Fachdidaktik und Lehrkräftebildung erörtert.

Beiträge des Bandes

Der Diskurs einer *Bildung für nachhaltige Entwicklung* (BNE) beginnt mit zwei Beiträgen zur fachspezifischen Methode der Reparatur. *Annett Steinmann, Dorothée Bauer und Pauline Kalder* thematisieren den Gegenstand *Reparaturkultur und Teilhabe an gesellschaftlicher Transformation im technischen Gestalten des Primarbereichs*. Ausgehend vom Leipziger Fachverständnis Technisches Gestalten im Primarbereich werden Potenziale für gesellschaftliche Teilhabe und Transformation unter Berücksichtigung der technischen Bildung behandelt sowie fachdidaktische und professionelle Handlungsfelder für Lehre und Forschung kontextspezifisch behandelt und in Bezug zu einer Reparaturkultur gesetzt.

Im Beitrag von *Matthias Schönbeck* und *Christian Hulsch* zum Thema *Exploration des Reparaturpotenzials in der technischen Bildung* diskutieren die Autoren Strategien zur Entwicklung eines Reparaturverfahrens im Lehramtsstudium. Dabei werden Bedingungen der Reparatur aus verschiedenen Perspektiven, einschließlich sozial-kulturellen, persönlichkeitsbezogenen und ressourcenbasierten Ansätzen, diskutiert und die Konzeption eines Reparaturverfahrens für den Kontext des Lehramtsstudiums präsentiert.

Der Blick auf technische Bildung wird mit dem Beitrag von *Peter Röben* zum Thema *Hydrotechnik im Problem- und Handlungsfeld Versorgen und Entsorgen* fortgesetzt. In dem Beitrag werden Forschungsansätze und Begriffe des Handlungsfeldes kritisch reflektiert und Probleme und Handlungen aufgezeigt, die in eine unterrichtliche Behandlung einbezogen werden sollten.

Dani Hamade baut auf dem Beitrag der Hydrotechnik von Peter Röben auf und widmet sich der *Entwicklung BNE-spezifischer, professioneller Handlungskompetenz angehender Techniklehrkräfte*. Der Autor stellt die Implementierung eines transdisziplinären Seminarsettings der Techniklehrkräfteausbildung am Beispiel des Wasserkreislaufs und der wassertechnischen Infrastruktur vor und entwickelt Vorschläge zur methodischen Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften.

Der folgende Beitrag von *Sarah Ryser* und *Andreas Stettler* zum Thema *Lehrpersonen zwischen normativen BNE-Konzepten, den praktischen Bedingungen im Unterricht und*

dem gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsdiskurs geht auf den bildungspolitischen Kontext von BNE in der Schweiz ein. Nach der Darstellung von verschiedenen BNE-Ansätzen steht die Frage nach dem Umgang mit BNE-Inhalten im Textilen und Technischen Gestalten im Zentrum. Dabei werden erste Ergebnisse der ethnografischen Datenerhebung präsentiert und ein vorläufiges Fazit gezogen.

Mit dem Beitrag von *Igor Gideon* und *Jennifer Stemmann* wird der zweite thematische Teil zum digitalen Lehren und Lernen eröffnet. Gideon und Stemmann richten ihren Fokus auf digitale Modelle im allgemeinbildenden Technikunterricht. Dabei wird unter dem Titel *Exploration digitaler 3D-Modelle* auf Basis von Projektbefunden der Frage nachgegangen, unter welchen Bedingungen die Funktion mechanisch-technischer Systeme verstanden werden und inwieweit Schüler:innen sich das Verständnis über die Funktionsweise eines mechanisch-technischen Systems durch die Exploration eines entsprechenden digitalen 3D-Modells erschließen können.

Der Schwerpunkt Digitalisierung wird von *Markus Gitter* und *Simon Vollmer* am Beispiel des *Einsatzes von 3D-Lebensmitteldruck* im Fach Ernährung und Hauswirtschaft fortgeführt. Anhand von verschiedenen Anwendungsszenarien der Welternährung sowie der Facharbeit im Gastgewerbe werden Grundlagen und Potenziale in einem multiperspektivischen Diskurs erläutert und im Kontext der beruflichen Bildung gerahmt.

Der Beitrag von *Tobias Wiemer, Marius Rothe* und *Lennart Rohlfs* zum Thema *Einführung von Augmented Reality (AR) zur Unterstützung selbstgesteuerter Lernprozesse in der fachpraktischen Ausbildung im Studium der Allgemeinen Technischen Bildung* untersucht die Gelingensbedingungen des Einsatzes von AR auf Basis eines quantitativen Untersuchungsdesigns. Im Fokus stehen Fragen nach der Akzeptanz von Studierenden hinsichtlich der Nutzung sowie nach den Gelingensbedingungen und der Optimierung selbstgesteuerten Lernens bei der Implementierung eines solchen Systems.

Einen Perspektivwechsel auf Fragen der arbeitsorientierten und vorberuflichen Bildung nehmen *Lorenza Wand* und *Kai Fischer* mit ihrem Beitrag *Vom Escape Room in den digitalen Raum – Möglichkeiten immersiver Lernumgebungen* vor. Auf Grundlage des Forschungsprojektes *Booster Game digital* wird der Einsatz von Game-based Learning im schulischen Kontext zur Förderung der Berufs- und Studienorientierung an sächsischen Sekundarschulen beispielhaft dargestellt. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Untersuchung nachhaltiger und barrierefreier Ansätze sowie auf der Erörterung technischer und didaktischer Aspekte.

Der folgende Beitrag von *Marco Albrecht, Mareen Derda* und *Marco Wedel* beleuchtet die Frage, wie *Digitalisierung im Unterricht zur Förderung gesellschaftlicher und beruflicher Teilhabe* beitragen kann. Dabei werden Gelingensbedingungen an einem Unterrichtsbeispiel aus dem Fach Wirtschaft – Arbeit – Technik in einer Integrierten Sekundarschule dargestellt.

Mit dem Beitrag von *Katharina Betker, Stephan Friebel-Pichotta* und *Anna-Lena Müller* wird das dritte Themenfeld der *diversitätssensiblen fachspezifischen Bildung* eröffnet. Die Autor:innen *präsentieren* Überlegungen zum *Sprachsensiblen Fachunterricht am Beispiel der finanziellen Allgemeinbildung*. Im Fokus des Beitrags stehen Ansätze

fachsprachlichen Lernens im Fachunterricht, wobei zum einen theoretische Überlegungen zur Bedeutung von Fachsprache für die finanzielle Allgemeinbildung erfolgen und zum anderen konkrete unterrichtliche Umsetzungsmöglichkeiten diskutiert werden.

Timo Finkbeiner erörtert mit Blick auf heterogene Lerngruppen *Perspektiven für ein gemeinsames Handeln von Schülerinnen und Schülern im technikbezogenen Unterricht*. Der Autor diskutiert auf der Grundlage exemplarischer Ergebnisse einer empirischen Studie zu gemeinsamen Problemlösesituationen von Schüler:innen im Unterricht der Grundschule mögliche Implikationen für eine an Inklusion orientierte technikbezogene Fachdidaktik.

In dem folgenden Beitrag von *Franz Schröer, Nele Schemel* und *Claudia Tenberge* zum Thema *Technikbezogenen Sachunterricht inklusiv gestalten w*ird eine empirische Mixed-Methods-basierte Untersuchung zur Beschaffenheit der Bedürfnisse von Schüler:innen in einem problemorientierten Unterricht zum Thema Roboter vorgestellt. Die Befunde, die die Heterogenität kindlicher Lernbedürfnisse illustrieren, werden vor dem Hintergrund ihrer Berücksichtigung im Kontext technischen Lernens diskutiert.

Die nachfolgenden vier Beiträge widmen sich Problemlagen und Aufgaben der *Fachdidaktik und Lehrkräftebildung*. Thomas-Hugo Möllers eröffnet dieses Kapitel mit fachdidaktischen Überlegungen zum Gegenstandsbereich *Technik-Kultur-Bildung*. Möllers skizziert am Beispiel der Energiewende, wie systematisch angelegte Curricula, die sich an der Entwicklung der Kultur und der Entwicklungspsychologie des Menschen orientieren, über das ganzheitliche Erleben und Wahrnehmen von Technik über ein Verstehen, das auch die kulturelle Bedeutung und die Sinn- und Wertperspektive der Technik umfasst, hin zum sozial verantwortlichen technischen Handeln und Gestalten führen können.

Einen didaktisch orientierten Perspektivwechsel nehmen *Vera Kirchner* und *Isabelle Penning* mit dem Fokus auf *Fachdidaktische Anforderungen an Schulbücher in der ökonomischen und technischen Bildung* vor. Die Autorinnen referieren Forschungsbefunde und diskutieren fachdidaktische Anforderungen sowie ihre Umsetzung und Gestaltungskriterien für das Schulbuch #WAT am Beispiel von Berlin und Brandenburg.

Der folgende Beitrag von *Julia Schallenberg, Silke Bartsch* und *Marco Wedel* eröffnet die Sicht auf *Querschnittsaufgaben in der Lehrkräftebildung am Beispiel von Digitalisierung und Sprachbildung*. Am Beispiel der Technischen Universität Berlin wird dargestellt, wie Sprachbildung und Digitalisierung auf unterschiedliche Weise in die Lehrkräftebildung für das Schulfach Wirtschaft-Arbeit-Technik sowie für das Berufsschullehramt einfließen. Zudem wird erörtert, welche allgemeinen Impulse für die Berücksichtigung von Querschnittsaufgaben abgeleitet werden können.

Der abschließende Beitrag von *Isabel Frese* und *Corinne Senn* mit dem Titel *Ein Fach im (gesellschaftlichen) Wandel* richtet sich auf Entwicklungen des Faches Wirtschaft, Arbeit und Haushalt (WAH) in der Schweiz. Auf Basis einer Erhebung von Schüler:innenvorstellungen zum Themenbereich Arbeit wird die inhaltliche Erweiterung des Fachs WAH in den Mittelpunkt gerückt. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf der

Frage, ob es im Fach WAH gelingt, Schüler:innen zu einer gelingenden Lebensführung und -gestaltung zu befähigen.

Der Überblick über die Beiträge zeigt den Facettenreichtum der fachlichen und interdisziplinären sowie theoretischen, methodischen und fachdidaktischen Bezüge der arbeitsorientierten und technischen Bildung zur Frage der Teilhabe an gesellschaftlicher Transformation auf. Dokumentiert werden soll zudem, dass die Kooperation der in der Deutschen Gesellschaft für Technische Bildung (DGTB) und in der Gesellschaft für Arbeit, Wirtschaft und Technik im Unterricht (GATWU) vertretenen Unterrichtsfächer einen wichtigen Beitrag für die Förderung von Teilhabe an gesellschaftlicher Transformation sowie beruflicher und lebensweltlicher Handlungskompetenz leisten kann. Der Sammelband richtet sich an Lehrende und Studierende der Arbeitslehre, der Technikdidaktik sowie des Fächerbundes Wirtschaft, Arbeit, Technik sowie Haushalt und Soziales an Universitäten, an Lehrende an allgemeinbildenden sowie an berufsbildenden Schulen sowie an Expert:innen der außerschulischen Bildung und Beratung.

Wir bedanken uns bei allen Autor:innen für die anregenden Beiträge und für die gute Zusammenarbeit. Unser Dank gilt auch dem wbv-Verlag, insbesondere Frauke Heilmann und Silke Kaufmann.

Martin Binder, Pädagogische Hochschule Weingarten

Marianne Friese, Justus-Liebig-Universität Gießen

Isabelle Penning, Universität Potsdam

Literatur zur Einführung

Bertelsmann Stiftung (Hrsg.)(o. J.): Transformationsindex BTI. Online verfügbar unter https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/unsere-projekte/transformationsindex-bti/.

Braudel, Fernand (1977): Geschichte und Sozialwissenschaften. Die longue durée. In: Bloch, Marc/ Braudel, Fernand/Febvre, Lucien: Schrift und Materie der Geschichte. Vorschläge zu einer systematischen Aneignung historischer Prozesse. Hrsg. von Claudia Honegger, Suhrkamp, Frankfurt am Main, S. 47–85.

Friese, Marianne (2023): Care Work im Spannungsfeld gesellschaftlicher Transformation. Systematische Widersprüche und Entwicklungsperspektiven. In: Friese, Marianne/ Braches-Chyrek, Rita (Hrsg.): Care Work in der gesellschaftlichen Transformation. Beschäftigung, Bildung, Fachdidaktik. Bielefeld: wbv, S. 11–16.

Gehring, Petra (2013): Technik in der Interdisziplinaritätsfalle: Anmerkungen aus Sicht der Philosophie. Journal of Technical Education (Joted), 1(1), S. 132–146.

Klafki, Wolfgang (2007): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik. 6. Aufl. Weinheim.

Koller, Hans-Christoph (2018): Bildung anders denken. Einführung in die Theorie transformatorischer Bildungsprozesse. 2. Auflage. Stuttgart: Kohlhammer Verlag.

Lindner, Ralf; Decker, Michael; Ehrensperger, Elisabeth; Heyen, Nils B.; Lingner, Stephan; Scherz, Constanze; Sotoudeh, Mahshid (2021): Gesellschaftliche Transformationen: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.

Reißig, Rolf (2014): Transformation – ein spezifischer Typ sozialen Wandels. Ein analytischer und sozialtheoretischer Entwurf. In: Brie, Michael (Hrsg.): Futuring. Perspektiven der Transformation im Kapitalismus über ihn hinaus. Münster: Westfälisches Dampfboot, S. 50–100.

Wehler, Hans-Ulrich (1995): Die Gegenwart als Geschichte. Essays, München.

Bildung für nachhaltige Entwicklung

Reparaturkultur – Teilhabe an gesellschaftlicher Transformation im technischen Gestalten des Primarbereichs

Annett Steinmann, Dorothée Bauer, Pauline Kalder

Abstract

Ausgehend vom Leipziger Fachverständnis Technisches Gestalten im Primarbereich werden im Beitrag Potenziale für gesellschaftliche Teilhabe und Transformation unter Berücksichtigung der technischen Bildung mit Fokus auf fachimmanente zukunftsfähige Praktiken behandelt und diskutiert. Am Beispiel der Reparatur kann ein Bewusstsein für die dingliche Mitwelt geschaffen und als Auslöser für eine selbstwirksame Mitgestaltung, Problemlösung und technische Literalität initiiert werden. Das umfassende Verstehen der Welt, als gestaltet und gestaltbar, soll theoriebasiert Möglichkeitsräume eröffnen und die Selbstwirksamkeit sowie individuelle und fachdidaktische Einflussnahme ermöglichen. Abschließend sollen fachdidaktische und professionelle Handlungsfelder im Kontext Lehre und Forschung kontextspezifisch abgeleitet und Impulse zum Einsatz einer Reparaturkultur gesetzt werden.

Based on Leipzig's understanding of technical design in primary education, the article deals with and discusses potentials for social participation and transformation, considering technical education with a focus on subject-immanent sustainable practices. Using the example of repair, an awareness of the material co-world can be created and initiated as a trigger for self-effective co-creation, problem solving and technical literacy. The comprehensive understanding of the world as designed and designable should open up theory-based spaces of possibility that enable self-efficacy and individual and subject didactic influence. Finally, subject-specific didactic and professional fields of action in the context of teaching and research are to be derived in a context-specific manner and impulses for the use of a repair culture are to be set.

Schlagwörter: Reparaturkultur; technisches Gestalten im Primarbereich; Transformationsdesign; Selbstwirksamkeit; Inklusionsorientierung

Prolog – Geschichte kennen, Gegenwart begreifen, Zukunft gestalten

Für die Mitgestaltung und Teilhabe an Gesellschaft heute und in Zukunft ist ein Verstehen der Vergangenheit und der gegenwärtigen Situation entscheidend, wenn wir eine bewusste und verantwortungsvolle Gestaltung einer nachhaltigen und gerechten Zukunft meinen.

Auch der Umgang mit der Kulturtechnik Reparatur hat sich im Laufe der Zeit bis heute gewandelt. Welche Handlungsmöglichkeiten, -räume und -alternativen im Umgang mit unserer dinglichen Mitwelt lassen sich ableiten aus dem Verstehen historischer Ereignisse, den Entscheidungen und Erfahrungen vergangener Generationen im Kontext von Reparatur und aus der Analyse aktueller Anforderungen, Trends und Bedürfnisse für eine Transformation und (Mit-)Gestaltung von Gegenwart und Zukunft?

1 Geschichte kennen – das Verhältnis von Menschen und Reparatur

Mit Blick auf die historische Entwicklung der Reparatur bekommen wir Einsichten in den Wandel unserer Gesellschaft, unserer Wirtschaft und der Technosphäre, in der wir leben.

Reparatur und unser Verhältnis zu ihr haben sich im Laufe der Geschichte gewandelt, bedingt durch unterschiedliche historische Kontexte. Von handwerklichen Reparaturen in der Antike bis zur modernen Konsumgesellschaft, in der die Wegwerfkultur immer mehr Fuß gefasst hat, spiegelt die Geschichte des Reparierens nicht nur den Fortschritt der menschlichen Fähigkeiten und Innovationen, sondern auch die sozialen, ökonomischen und politischen Veränderungen wider, die unsere Welt geprägt haben. „Der Kreislauf der Dinge – von der Herstellung über den Gebrauch bis zum Ende als Einzelbestandteile – ist verschieden lang und abhängig vom historischen Kontext." (Tschanz 2013, S. 9)

Welche Bedingungen brachten Menschen dazu, zu reparieren? Welche Bedingungen regten sie dazu an oder hielten sie davon ab?

Im Spannungsfeld individueller, sozialer, aber auch wirtschaftlicher und politischer Bedingungen ergaben sich immer wieder miteinander verschränkte Gründe, die **gegen** eine Reparatur sprachen. Vor allem fehlende Kenntnisse und Fähigkeiten Einzelner zum Reparieren, aber auch der Mangel an zeitlichen sowie die Unzugänglichkeit materieller Ressourcen, wie zum Beispiel passender Ersatzteile oder notwendiger Werkzeuge, ließen Einzelne vor einer Reparatur zurückschrecken. Unterschiedliche Faktoren bewirken, dass Produkte immer schneller entsorgt werden. In einigen Kulturen und Zeiträumen war der Besitz neuer und aktueller Produkte ein Statussymbol, während das Reparieren älterer Gegenstände als Zeichen von Armut oder Rückstän-

digkeit angesehen wurde. Auch machte die leichte Verfügbarkeit einer breiten Vielfalt an (Ersatz-)Produkten eine Neuanschaffung, den Kauf eines neuen Produktes einfacher und bequemer und wurde einer Reparatur vorgezogen. Auch durch ein fehlendes Bewusstsein und eine fehlende Sensibilität für mögliche negative ökonomische, ökologische und soziale Konsequenzen einer solchen Produktion und eines solchen Überkonsums von Produkten sind dabei von Relevanz. Konsumentinnen und Konsumenten wurden und werden so dazu ermutigt, Gegenstände, die nicht mehr einwandfrei funktionieren, einfach zu ersetzen, anstatt sie zu reparieren.

> „Es ist ein Teufelskreis. Dem Konsumenten fehlt das Bewusstsein oder das technische Wissen für eine Reparatur, und viele Teile sind so verbaut, dass ein Austausch kaum möglich ist." (Brakebusch 2021, S. 41)

Die geplante Obsoleszenz als bewusst herbeigeführter Alterung aus marktstrategischen Gründen bei der Entwicklung und Herstellung von Produkten, die ein Ersetzen des Produktes nach kurzer Zeit notwendig machen kann, ließ Reparaturen ebenfalls unrentabel werden.

Gleichfalls vielschichtig und verwoben sind die Bedingungen, unter denen sich Menschen im privaten Kontext **für** Reparatur entschieden. Für Reparaturen sprachen seit Antike und Vormoderne (vgl. Tschanz 2013, S. 9) im Besonderen knappe materielle Ressourcen. So waren Metalle, Holz und Stoff begrenzt. Ihre Wiederverwendung oder das Reparieren eines Gegenstandes waren daher eine gute Alternative zur Neubeschaffung und Teil einer grundlegend nachhaltigeren Lebensweise im Umgang mit begrenzten Ressourcen und längeren Produktionszeiten der Güter. Waren Reparaturen zudem kostengünstiger als der Kauf neuer Produkte, griff man in Zeiten wirtschaftlicher Unsicherheit oder Armut eher auf diese zurück. In vielen historischen Kontexten gab es außerdem keinen oder nur schwer Zugang zu Ersatzprodukten, sodass Menschen auf Reparaturen angewiesen waren, wenn sie ihre Gegenstände funktionsfähig halten wollten. Waren Gegenstände in ihrem Aufbau weniger komplex und Ersatzteile zugänglich, konnten sie durch Privatpersonen oder Handwerker:innen mit dem erforderlichen Wissen und den handwerklichen Fähigkeiten repariert werden. Gegenseitige Unterstützung und Hilfestellungen, wie der Austausch in Reparaturstützpunkten oder das Verlegen von Reparaturhandbüchern wie zum Beispiel in der DDR (vgl. Technikmuseum Berlin 2023), bildeten Grundlagen für eigenständiges Reparieren. Auch eine individuelle emotionale Verbundenheit und ein persönlicher Bezug zu einem Gegenstand als Herzensding, Erinnerungsstück oder Alltagsbegleiter sind Beweggründe für eine Reparatur. Das selbstständige Reparieren war oft eine Quelle des Stolzes und der Unabhängigkeit, da durch sie Menschen in der Lage waren, sich selbst zu versorgen, auf ihre eigenen Fähigkeiten zu vertrauen und sich selbst als wirksam zu erleben.

Die Gründe, die Menschen in der Vergangenheit dazu brachten, zu reparieren oder es bleiben zu lassen, sind auch heute zum Teil, wenn auch in anderen Wirkgefügen oder Bedingungszusammensetzungen, weiterhin relevant und für unser Verhältnis zu Reparatur von Bedeutung.

2 Gegenwart begreifen – Reparaturkultur, gesellschaftliche Transformation und der Beitrag technischer Gestaltung im Primarbereich

2.1 Gesellschaftliche Transformation

Unsere westliche Gesellschaft wird von einem Überfluss an unterschiedlichsten Produkten und Konsumangeboten geprägt, welche nach Sommer und Welzer (2017, S. 5) ein Archiv von Antworten auf Fragen der unterschiedlichsten Art bilden. Sie beschreiben es als „Dauerverfügbarkeit voreingestellter Antworten" (Sommer, Welzer 2017, S. 5), welche die eigentliche Frage komplett aus dem Blickfeld verschwinden lassen. Worum geht es hier? Wofür brauche ich es? Ein Beispiel kann das Anpreisen eines neuen Smartphones auf Werbebannern von großen deutschen Telefonanbietern sein. Jedes Jahr ein neues Smartphone mit neusten Funktionen, technischen Entwicklungen und maximalen Speicherkapazitäten bei Abschluss eines neuen Vertrags. Verlockend ist das Versprechen, bereits nach kurzer Nutzungsdauer ein neues Gerät, mit neusten technischen Ausstattungsmerkmalen auszuwählen und damit sehr flexibel auf die eigenen Bedarfe reagieren zu können. Jedoch gerät die Frage, ob nach einem Jahr tatsächlich ein neues Smartphone mit neuen Funktionen notwendig ist, in den Hintergrund. Das Angebot steht ja, warum nicht zuschlagen?

Diese Beobachtungen lassen sich auf viele andere Konsumgüter übertragen und prägen die heutige Gesellschaft. Konventionelles Produktdesign zielt auf eine stetige Weiter-/Neuentwicklung von Produkten ab, um mit innovativen Ideen das Konsumieren anzuregen (vgl. Seidenzahl 2021). Primäres Ziel ist es, die Wirtschaft anzukurbeln, jedes Jahr mehr Umsatz als im Jahr zuvor zu generieren.

Dieses Wirtschaftswachstum hat jedoch soziale und ökologische Folgen und bereits 1972 wiesen internationale Wissenschaftler:innen des Club of Rome (2020) unter dem Titel *Die Grenzen des Wachstums* auf eine negative Belastungsspirale für den Menschen und die Ökosysteme hin.

Seit 1971 wird jedes Jahr der Earth Overshoot Day bekannt gegeben, welcher den Tag bezeichnet, an dem die Menschheit alle nachhaltig nutzbaren Ressourcen der Welt verbraucht hat, die der Menschheit eigentlich für ein ganzes Jahr zur Verfügung stehen. Dieser Tag verdeutlicht, wie hoch der Hunger nach Material- und Energieressourcen ist und dass die Grenzen des Planeten erreicht sind. Im aktuellen Jahr wurde der 2. August 2023 berechnet (vgl. Germanwatch 2023).

Es braucht einen Wandel unseres Wirtschaftssystems, einen politischen Wandel zur Reparaturkultur, einen Wandel unseres Konsumverhaltens, einen Wandel des Klimas. Die Wirtschaftsökonomin und Transformationsforscherin Maja Göpel beschreibt es in einem Audiobeitrag in Deutschlandfunk Kultur als Änderung der Konsummuster durch das Aufgeben alter Gewohnheiten, um Zukunft zu gewinnen.

> „Zeiten voller Unsicherheiten sind anstrengend und bringen uns auf. […] Zeiten der Unsicherheiten sind eine Zumutung. Denn sie muten uns zu, den Status quo zu hinterfragen. Darin liegt auch eine große Chance." (Göpel 2023)

2.2 Transformationsdesign

Transformationsdesign setzt genau an diesem Appell an, indem nach Sommer und Welzer (2017, S. 5) ein kritisches Hinterfragen vorangestellt wird. „Welches Ziel möchte ich erreichen, was sind die dafür erforderlichen Mittel?“ (Sommer, Welzer 2017, S. 5) Die Fragen können dazu dienen, sich einem vorliegenden Problem mehrperspektivisch zu widmen und das Ziel selbst kann auch infrage gestellt werden. Eventuell kommt man dann zu dem Entschluss, dass ein neues Produkt nicht benötigt wird.

Die Fragen zielen darauf ab, die Sinnhaftigkeit und Notwendigkeit von Produkten zu hinterfragen und die gestaltete und gestaltbare Mitwelt in dessen Vielfalt wahrzunehmen. Dabei können Fragestellungen und Antworten in individuellen und sozialen Prozessen angewendet werden und dienen als unmittelbare Unterstützung in Entscheidungsprozessen.

> „Transformationsdesign ist also zunächst nichts anderes als die Anwendung von moralischer Fantasie und moralischer Intelligenz und muss sich keineswegs in eine Form von Produktion und Produkt übersetzen. [...] Transformationsdesign strebt nach dem kleinstmöglichen Aufwand, wobei das Augenmerk auf der kulturellen Produktion und Reproduktion liegt.“ (Sommer, Welzer 2017, S. 5).

Maja Göpel formuliert kritisch, dass es einen klaren Blick auf Wesentliches braucht, der mit normativen und ethischen Ideen verbunden sein muss. Diese sollen uns helfen, zu priorisieren und den Wandel voranzutreiben (vgl. Göpel 2023).

Mit dem Blick in die Geschichte der Reparaturkultur und bezugnehmend zu aktuellen Transformationsprozessen soll nun der Frage nachgegangen werden, wie das Fach Werken als technisches Gestalten einen Beitrag leisten kann.

2.3 Fachdidaktischer Bezug – technisches Gestalten im Primarbereich



Abbildung 1: Leipziger Fachverständnis: Werken als technisches Gestalten im Primarbereich und seine Bildungsbereiche (Grafik: Andreas Mikutta & Annett Steinmann)

Das *Leipziger Fachverständnis* bezieht sich auf wesentliche historisch gewachsene Fachkonzepte und erweitert die Fachdidaktik um die drei grundlegenden Bildungsbereiche Handwerk, Technik und Ästhetik.

Der Soziologe Richard Sennett versteht unter dem **Handwerk**sbegriff den „Wunsch, etwas ganz Konkretes um seiner selbst willen gut zu machen" (Sennett 2008, S. 19). Dabei steht für ihn die intrinsische Motivation nach einer handwerklichen Umsetzung im Vordergrund und weniger die konkrete Handlung mit der perfekten Realisierung. Im Fach Werken liegt das Potenzial der Auseinandersetzung mit der gestalteten Welt durch den direkten Kontakt mit Werkstoffen und Werkzeugen (vgl. Bauer et al. 2021, S. 144), wobei das Begreifen und Erfahren das „Werk mit den Händen" (Senn 2009, S. 35) prägt und eine geistige Erkenntnis ermöglicht. Das Arbeiten mit den Händen erzeugt eine Interaktion aus visuellen und sensorischen Reizen, welche eine feinmotorische Auseinandersetzung prägt.

Das technische Gestalten in der Fachdidaktik Werken basiert auf einem Technikverständnis, wie es beispielsweise durch Stuber (2016) beschrieben wird, wonach „die Gesamtheit aller nützlichen Artefakte und Systeme, sowie sämtliche menschliche Handlungen ihrer Herstellung und Verwendung" (Stuber 2016, S. 19) als Technik verstanden werden. Die dem zugrunde liegende technische Literalität nach der International Technology Education Association (ITEA) bildet dabei den Leitfaden, um Technik „verantwortungsvoll zu nutzen, zu bedienen, zu bewerten und zu verstehen" (ITEA 2000, S. 2). In Hinblick auf unsere technisierte Mitwelt liegt das Bildungspotenzial des Faches insbesondere darin, dass Schüler:innen „zu [einer] geistigen Bewältigung und zum Erschließen von Technik befähig[t]" (Bauer et al. 2021, S. 144) werden. Das ledigliche Nutzen und Bedienen von Technik wird um das technische Verständnis und kritisches Reflektieren von Technik erweitert.

Der dritte Bildungsbereich, die **Ästhetik**, fokussiert einen reflexiven Diskurs mit der Um- und Lebenswelt (Bauer et al., S. 145) und geht der Frage nach, wie etwas auf die Betrachtenden wirkt. Ästhetische Bildung beschreibt nicht unbedingt das *Schönmachen* von Objekten, sondern vielmehr die sinnliche Wahrnehmung mit dem Prozess des Erkennens und des persönlichen Berührtseins, welches Anlass für die Suche nach individuellen Lösungen gibt (vgl. Dreyer 2014).

Zusammenfassend stehen handwerklich-technisch-ästhetische Bildungsabsichten in ihrer Eigenständigkeit und ihrer integralen Wirkung in unmittelbarem Bezug zueinander und entwickeln damit einzigartige fachdidaktische Effekte (vgl. Abb. 1).

3 Zukunft gestalten – wir reparieren!

Impulse für Fachdidaktik, Professionalisierung und Forschung im technischen Gestalten des Primarbereichs

Die Idee einer Fachdidaktik Werken als technisches Gestalten, die anstrebt inklusive Standards explizit umzusetzen (vgl. Amrhein & Reich 2014) sowie synergetische Effekte zwischen den erläuterten Bildungsbereichen zu berücksichtigen (vgl. Abb. 1), ist aus vielerlei Hinsicht prädestiniert dafür, Reparaturkultur als Profilbereich und Rah-

menthema nutzbar zu machen. Im Folgenden sollen exemplarisch zwei Referenzbereiche im Kontext Professionalisierung von Lehramtsstudierenden und fachdidaktische Entwicklungsforschung aufgezeigt werden und möglicherweise dazu anregen, Nutzungspotenziale im eigenen Professionsbereich zu entdecken und zu entfalten.

Im Rahmen des Studiums der Fachdidaktik Werken als technisches Gestalten (vgl. Universität Leipzig, Grundschuldidaktik Werken 2023) erwerben die Studierenden zentrale Grundlagen für ihr gegenwärtiges und zukünftiges Professionswissen als Lehrpersonen im Primarschulkontext. Beispielhaft für den Einsatz des Rahmenthemas *Reparaturkultur* werden hier zwei Kontexte näher erläutert, die einerseits den Professionalisierungsaspekt der Lehramtsstudierenden aus Sachstrukturperspektive genauer beleuchten (3.1), andererseits Möglichkeitsräume für fachdidaktische Entwicklungsforschung eröffnen und dabei erste Ergebnistendenzen zeigen (3.2).

3.1 Reparaturkultur und Professionalisierung von Lehramtsstudierenden im Primarbereich

Im Fokus des Projektseminars *Reparaturkultur – Wir reparieren* stand die Auseinandersetzung mit der Thematik Reparatur in vielfältigen Kontexten. Folgende Fragen waren dabei für die Studierenden handlungsleitend: Wie hat sich im Anschluss an das Seminar der Umgang mit der uns umgebenden Dingwelt gewandelt? Wie reparieren wir heute? Was kann ich reparieren?

Zielhorizont des Seminars war es dabei im Besonderen, eigene Handlungsmöglichkeiten für Selbstwirksamkeit und die eigene Professionalisierung zu identifizieren und in einem eigenen Projekt zu realisieren. Die Studierenden haben sich innerhalb einer Kleingruppe (maximal vier Studierende) einem frei wählbaren Kontext gewidmet und diesen unter spezifischen Fragestellungen analysiert und mögliche Handlungsfelder für das eigenständige Erleben und Wahrnehmen von Reparatur herausgearbeitet. Im Laufe des Seminars sind Handbücher mit beispielhaften Reparaturtechniken, Repair-Kits für spezifische Handlungsfelder sowie Reparaturen an defekten Gegenständen entwickelt worden. In Abb. 2 sind drei beispielhafte Projektergebnisse dargestellt, an denen mögliche Handlungsfelder im Kontext Reparatur ersichtlich werden. In der linken Abbildung sind drei Tischtennisschläger dargestellt, welche als defekte Gegenstände durch die Seminargruppe in ihrer Materialbeschaffenheit analysiert und anschließend mittels werkstoffspezifischer Arbeitstechniken repariert wurden. In der Mitte ist ein Teil des Reparatur-Kits für den Kontext Pflanzenspaliere im Garten und in der rechten Abbildung ein Handbuch für die textile Reparatur an Jeans dargestellt.



Abbildung 2: Exemplarische Seminarergebnisse

3.2 Fachdidaktische Entwicklungsforschung und Reparaturkultur

Im Folgenden soll nun der Frage nachgegangen werden, inwiefern sich *Reparaturkultur* als Rahmenthema (vgl. Steinmann, Mikutta 2021, S. 20) eignet, um einerseits Lehr-Lernprojekte daran auszurichten und andererseits die Idee der Bildungsinnovation im Rahmen der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung (FDEF) voranzutreiben (vgl. vertiefend dazu Steinmann 2022, S. 96). Das Leipziger Modell der FDEF strebt an, auf der Grundlage einer theoriebasierten und praxisrelevanten Problemstellung einen Designprototypen in Form einer theoriebasierten und durchführbaren Lernumgebung (vgl. Abb. 3) zu entwickeln, diese formativ zu evaluieren, iterativ zu optimieren und schlussendlich summativ Gestaltungsmerkmale für eine praxistaugliche und evidenzbasierte Lernumgebung abzuleiten (vgl. Abb. 3, vertiefend dazu Steinmann 2022; S. 99 f.).

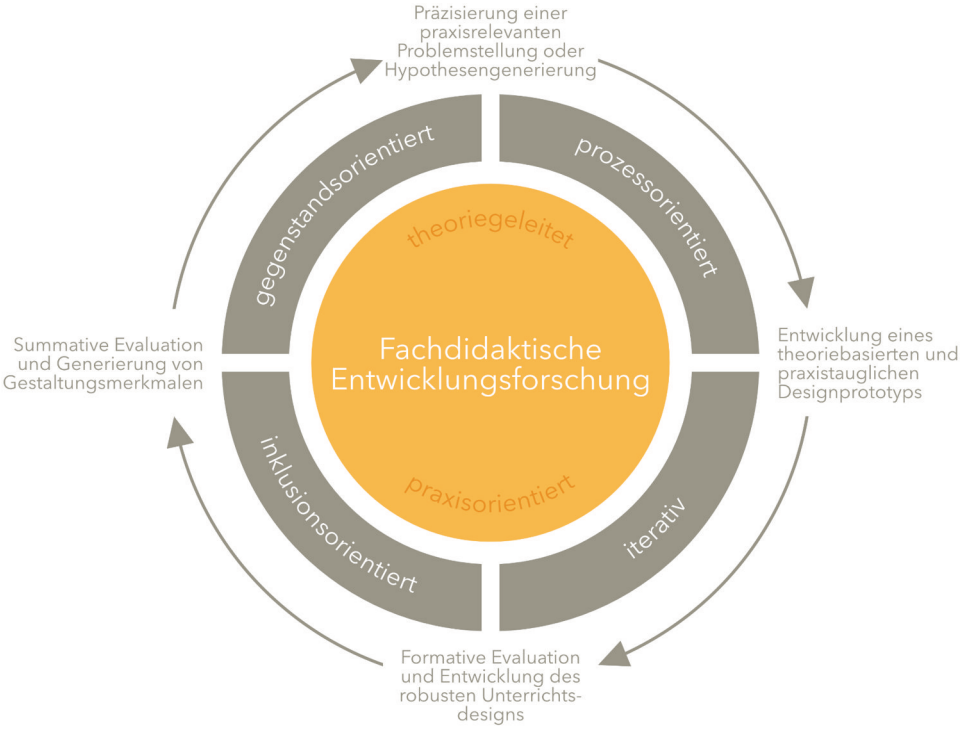


Abbildung 3: Das Leipziger Modell der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung (Steinmann 2022, S. 99)

3.2.1 Entwicklung eines theoriebasierten und praxistauglichen Designprototyps

Das Prinzip der Rahmenthemenorientierung referiert auf eine inklusionsorientierte Themenfindung, um ein Lernen am gemeinsamen Gegenstand zu ermöglichen und somit Werkaufgaben als gemeinsame Lerngegenstände (WAGL) zu konzipieren (vgl. Feuser 2013, S. 11, Steinmann, Seidler 2022, S. 123). Hier werden im Sinne einer Bedürfnisorientierung und mit dem Ziel der persönlichen Exzellenz (vgl. Feuser 2013,

Reich 2014) der Lernenden Möglichkeitsräume geschaffen. Durch eine Verknüpfung der Entwicklung von Designprototypen und deren formativer Evaluation können praxisrelevante und qualitativ hochwertige Lehr-Lern-Settings (robuste Unterrichtsdesigns) anhand dieses Ansatzes generiert werden (vgl. Abb. 3):

> „Hierzu werden Planungsmodelle notwendig, die neben klassischen Momenten der Unterrichtsplanung auch zulassen, Bedeutsamkeit von Lerngegenständen im Kontext vielfältiger Lernausgangslagen an der Idee der Möglichkeitsräume und des gemeinsamen Lerngegenstandes auszurichten. Diese wird im Leipziger Fachdidaktikansatz als Planungsmodell von Lernsituationen für den Primarbereich vermittelt und in Praxisbezügen erprobt und evaluiert." (Steinmann, Seidler 2022, S. 123)

Ein exemplarisches fachdidaktisches Planungsinstrument (FDPI) zum Rahmenthema *Reparaturkultur* zeigt Abb. 4. Hier wird die Idee der Konzeption eines thematisch passenden und gleichzeitig lernausgangslagenorientierten Unterrichtsdesigns verfolgt, das die Bedeutsamkeit des Lerninhalts und einer förderungsorientierten Partizipation aller Lernenden fokussiert (vgl. Feuser 2013, S. 11, Steinmann, Seidler 2022, S. 123).

NACH KAPUTT KOMMT EINZIGARTIG

WERKAUFGABE

Präsentiert Eure defekten Kleidungsstücke und überlegt gemeinsam, wie ihr diese durch Reparatur mit der Hand einzigartig machen könnt. Nutzt dafür den Reparaturkreislauf.
Achtet darauf, dass ihr dem Reparaturteam regelmäßig wertschätzendes Feedback gebt. Versucht so sauber und konzentriert wie möglich zu arbeiten. Fertigt für die Abschlusspräsentation Fotos an und dokumentiert den Reparaturprozess. Präsentiert Euer einzigartig verschönertes Kleidungsstück.

BEURTEILUNGSKRITERIEN

- Textile Reparatur ausschließlich mit der Hand
- Übereinstimmung von Technik und Materialwahl
- Wertschätzendes Feedback im Prozess an eine Lernpartner*in im Reparaturteam

PHASEN DER PROBLEMLÖSUNG - REPARATURKREIS

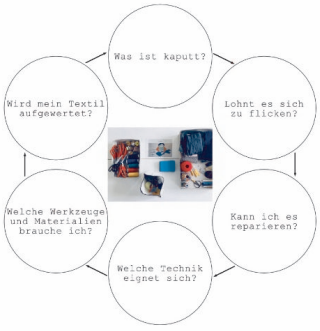


Abb. 1: Reparaturkreislauf, adaptiert nach Werkspuren 02/2023

BEDEUTSAMKEIT, SACHSTRUKTUR & FÖRDERUNGS-ORIENTIERUNG

Sachanalytische Überlegungen zu textiler Reparatur

Bedeutsamkeit des Lerninhalts für jedes Kind:

Eignes defektes Textil reparieren und einzigartig machen > Selbstwirksamkeit und innere Wahrnehmung fördern!

KOMPETENZEN

Fachkompetenzen

- Textile Reparaturtechniken kennenlernen und anwenden > Fokus Aufwertung
- Reparaturkompetenz erwerben
- Nutzen von Fachsprache (z.B. Nähnadel, Stickgarn, Textilschere)

Selbstkompetenz

- Selbstwirksamkeit erleben und durch einzigartiges selbst repariertes Textil

Sozialkompetenz

- Wertschätzendes Feedback geben
- Steigerung der Frustrationstoleranz
- Kritik üben und kritikfähig sein

Abbildung 4: FDPI, entstanden im Rahmen eines Lehr-Lern-Projektes zum Rahmenthema *Textile Reparatur* mit Studierenden der Sonderpädagogik zur Erprobung von WAGL in inklusiven Lerngruppen (4. Klasse)

3.2.2 Formative Evaluation des Designprototyps

Neben dem Einbezug einer konstanten Praxisvariable zur Einschätzung der Passung von entwickeltem Designprototyp und Lernausgangslagen ist eine schulpraxisnahe Erprobung unerlässlich, um Schulpraxistauglichkeit in inklusionsorientierten Lernsettings (vgl. Steinmann, Seidler 2022, S. 123) festzustellen und gleichermaßen die subjektive Wirksamkeit der intendierten Kompetenzen zu evaluieren. Die Pilotierung der Lernumgebung mit dem Rahmenthema *Nach kaputt kommt einzigartig* in einer inklusiven vierten Jahrgangsstufe mit 19 Kindern zeigte tendenziell eine Passung des Rahmenthemas und die erfolgreiche Bewältigung des Lerninhalts aller Lernenden im Hinblick auf die formulierten fachlichen Kompetenzerwartungen in einer Projektzeit von drei Unterrichtsstunden. Da es sich um ein Lehr-Lernprojekt handelt, das sich als Ergebnis aus einem theoriebasierten und fachpraktischen Setting fachdidaktisch entwickelte, bleibt zu erwähnen, dass hier lediglich Aussagen zur Eignung der WAGL in eng betreuten Kleingruppen gemacht werden können, nicht aber in Hinblick auf die Vermittlung des Inhalts durch eine einzelne Lehrperson. Dennoch sind diesbezüglich Ableitungen und Adaptionen denkbar und anstrebenswert, die in eine erneute Evaluationsschleife überführt werden können. Erste Ergebnistendenzen (in Vorbereitung, geplant für 2024) der formativen Evaluation in Form einer Lernendenbefragung (N=19) zum subjektiven Kompetenzerleben nach der Erprobung (angelehnt an die POWA-Ergebnisse, Steinmann 2022, S. 130 f.) zeigen ein hohes Kompetenzerleben im Bereich Fach- und Selbstkompetenz. Weniger eindeutig zeigt sich momentan der eingeschätzte Kompetenzzuwachs im Bereich der sozial-emotionalen Fähigkeiten.

Epilog

Ausgehend von weitaus mehr Gründen, die aktuell und im Hinblick auf eine gesellschaftliche Transformation **für** die Etablierung einer Reparaturkultur (im fachdidaktischen Kontext) sprechen, erscheint es sinnvoll, Möglichkeitsräume zu entdecken und dabei den Mut zum Wandel selbstwirksam zu initiieren und Mitwelt zu gestalten. Im Beitrag werden Potenziale für eine Reparaturkultur betont, die in sehr unterschiedlichen Handlungsfeldern wirksam werden können. Partizipation, Mitgestaltung, Zukunftsorientierung und Gegenwartsfähigkeit sind Schlagworte und Parameter, die leiten sollten. In diesem Sinne: Wir reparieren!

Literaturverzeichnis

Bauer, Dorothée/Jarausch, Karin/Knoll, Susanne/Mikutta, Andreas (2021): Forschen und Gestalten als Leitprinzip im Fach Werken. Perspektiven für eine zeitgemäße und zukunftsorientierte Fachdidaktik. In: Müller, Marc/Schuhmann, Svantje (Hrsg.): Technische Bildung. Stimmen aus Forschung. Lehre und Praxis. Münster: Waxmann, S. 141–160.

Brakebusch, Lydia (2021): Du sollst nicht löten … In: fluter. Magazin der Bundeszentrale für politische Bildung. Herbst 2021/Nr. 80, S. 40–41.

Dreyer, Andrea (2014): Impulse der Bauhauslehre für eine authentisch-zeitgemäße Werkdidaktik. Vortrag im Rahmen der Leipziger Werktage am Institut für Schulpädagogik des Primarbereichs der Erziehungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Leipzig am 20.11.2014.

Deutsche Gesellschaft Club of Rome (Hrsg.) (2020): Was wir ändern müssen, wenn wir bleiben wollen, clubofrome.de/wp-content/uploads/2020/08/denken_vero%CC%88ffentlichungen_was_a%CC%88ndern_50_jahre_cor.pdf (Abfrage: 20.10.2023).

Feuser, Georg (2013): Grundlegende Dimensionen einer LehrerInnen-Bildung für die Realisierung einer inklusionskompetenten Allgemeinen Pädagogik. In: Feuser, Georg und Maschke, Thomas (Hrsg.): Lehrerbildung auf dem Prüfstand. Welche Qualifikation braucht die inklusive Schule? Gießen: Psychosozial-Verlag, S. 11–66.

Germanwatch (2023): Erdüberlastungstag, germanwatch.org/de/overshoot (Abfrage: 7.10.2023).

Göpel, Maja (2023): Wie kann ein Wandel unseres Wirtschaftssystems gelingen?, www.deutschlandfunkkultur.de/kommentar-konsumverhalten-klimawandel-gewohnheiten-maja-goepel-100.html (Abfrage: 6.10.2023).

Homberger, Ursula (2007): Referenzrahmen für Kunst und Gestaltung. Zürich: Pädagogische Hochschule Zürich, S. 12–18.

International Technology Education Association/ITEA (2001): Standards for Technology Education. Content for the Study of Technology. Reston: VA: International Technology.

Isler, Rudolf (2016): Selbstwirksamkeit. In: Stuber, Thomas u. a. (Hrsg.): Technik und Design. Grundlagen. Bern: hep, S. 276–285.

Seidenzahl, Sophia-Christin (2021): Transformationsdesign – Oder was braucht die Welt?, transformazine.de/transformationsdesign (Abfrage: 6.10.2023).

Senn, Martin (2009): Betrachtungen zum Handwerk. Handwerk ist unendlich viel mehr, als das Werk unserer Hände. Werkspuren: Fachzeitschrift zur Vermittlung von Design und Technik 2, 34–37.

Sennett, Richard (2008): Handwerk. Berlin: Berlin Verlag.

Sommer, Bernd/Welzer, Harald (2017): movum – Kultur und Transformation. Naturfreunde-Verlag Freizeit und Wandern. S. 5.

Steinmann, Annett/Mikutta, Andreas (2021): Designpädagogik trifft technisches Gestalten im Primarbereich. Impulse für fachliche Neuorientierung. In: June H. Park (Hrsg.), Design & Bildung – Schriften zur Designpädagogik, Design & Bildung, Bd. 3. Designwissenschaft trifft Bildungswissenschaft. München: kopaed, S. 14–25.

Steinmann, Annett/Seidler, Maximilian (2022): Inklusionsorientierte Fachdidaktik Technisches Gestalten – Impulse für fachdidaktisches Professionswissen. In: Eichelberger, Elisabeth und Kolleg:innen (Hrsg.): Forschend lernen und lehren im textilen und technischen Gestalten. Tagungsband. Bern: hep Verlag, S. 115–130.

Steinmann, Annett (2022): Herausfordernde Lernaufgaben und herausforderndes Verhalten. Förderungsorientierte Partizipation in technischen Gestaltungsprozessen des Primarbereichs. Dissertationsschrift. Zugänglich über den Publikationsserver der UB Leipzig: https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:15-qucosa2-780437.

Technikmuseum Berlin, Ausstellung „Reparieren!“, Dezember 2022-September 2023. Netzwerk Reparatur-Initiativen: Wert der Reparatur. Online unter: https://wert-der-reparatur.runder-tisch-reparatur.de (Abfrage: 26.10.2023).

Tschanz, Christoph (2013): Vom Kreislauf der Dinge. In: Werkspuren. Fachzeitschrift für Vermittlung von Design und Technik. 4|2013 UPCYCLING, S. 9–12.

Universität Leipzig, Grundschulschuldidaktik Werken (2023): Modulbeschreibungen, www.erzwiss.uni-leipzig.de/institut-fuer-paedagogik-und-didaktik-im-elementar-und-primarbereich/professuren/grundschuldidaktik-werken (Abfrage: 24.10.2023).

Autorinnen



Steinmann, Annett, Dr.in, Akademische Mitarbeiterin an der Universität Leipzig, Institut für Pädagogik und Didaktik im Elementar- und Primarbereich, Grundschuldidaktik Werken. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: inklusionsorientierte Fachdidaktik im technischen Gestalten, förderungsorientierte Partizipation im Elementar- und Primarbereich Fachdidaktische Entwicklungsforschung, Theorie-Schulpraxis-Transfer in Forschung, Schulpraktischen Studien und Fortbildungen.
annett.steinmann@uni-leipzig.de



Bauer, Dorothée, Lehrkraft für besondere Aufgaben an der Universität Leipzig, Institut für Pädagogik und Didaktik im Elementar- und Primarbereich, Grundschuldidaktik Werken. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Fachwissenschaftliche und fachdidaktische Aspekte mit den Schwerpunkten Technik, Digitale Bildung und Erneuerbare Energien.
dorothee.bauer@uni-leipzig.de



Kalder, Pauline, Lehrkraft für besondere Aufgaben und Doktorandin an der Universität Leipzig, Institut für Pädagogik und Didaktik im Elementar- und Primarbereich, Grundschuldidaktik Werken. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Fachwissenschaftliche und fachdidaktische Aspekte mit den Schwerpunkten Bildung für nachhaltige Entwicklung, Digitale Bildung, Fachdidaktische Entwicklungsforschung.
pauline.kalder@uni-leipzig.de

Exploration des Reparaturpotenzials in der technischen Bildung. Strategie zur Entwicklung eines Reparaturverfahrens im Lehramtsstudium

Matthias Schönbeck, Christian Hulsch

Abstract

Die Reparatur ist in der Schule und Hochschule ein des Öfteren vernachlässigter, aber äußerst wichtiger Aspekt der technischen Bildung. Die Fähigkeit, Dinge zu reparieren, entfaltet tiefgreifende Auswirkungen auf die individuelle Wahrnehmung der eigenen technischen Fähigkeiten und erstreckt sich ebenso auf technische, politische, soziale, ökologische und wirtschaftliche Belange. Dieser Beitrag diskutiert die Bedingungen der Reparatur aus verschiedenen Perspektiven, einschließlich sozial-kulturellen, persönlichkeitsbezogenen und ressourcenbasierten Ansätzen. Auf dieser Grundlage wird die Konzeption eines Reparaturverfahrens für den Kontext des Lehramtsstudiums präsentiert.

Stichworte: Reparatur; Reparaturaufgabe; Reparaturverfahren; technisches Lehramtsstudium

Repair is an often neglected but extremely important aspect of technical education in schools and colleges. The ability to fix things has a profound impact on the individual's perception of one's own technical capabilities and also extends to technical, political, social, environmental and economic concerns. This paper discusses the conditions of repair from a variety of perspectives, including social-cultural, personality, and resource-based approaches. On this basis, a conceptualization of a repair process for the context of student teaching is presented.

Keywords: repair, repair task, repair procedure, technical teacher study

1 Hinführung zum Thema

Im „Reparaturmanifest“ von iFixit.com, einer Online-Plattform, die Ressourcen und Anleitungen zur Reparatur elektronischer Geräte und Objekte bereitstellt, werden zentrale Aspekte der Reparatur hervorgehoben, darunter:

- „Reparieren lehrt Konstruieren.“
- „Reparieren spart Geld.“
- „Reparieren verbindet Menschen und Dinge.“
- „Reparieren ist nachhaltig“ usw. (vgl. iFixit 2023).

Diese Grundsätze betonen die Annahme, dass durch die Reparatur ein tieferes Verständnis für die Funktionsweise und den Aufbau technischer Geräte gewonnen wird, was wiederum die Fähigkeit zur Konstruktion und Gestaltung technischer Lösungen stärkt. Dieser Ansatz reflektiert das technische Wissen, das durch Reparieren erworben werden kann, und unterstreicht die Bedeutung des Lernens durch praktische Erfahrungen.

Die Integration dieser Grundsätze in die Lehr- und Lernprozesse für das technische Lehramtsstudium könnte ein vielversprechendes didaktisches Aktionsfeld eröffnen, das die Studierenden zu umfangreichen technischen Handlungen anregen kann. Denn Reparieren ist weitaus mehr als nur „ganz machen". Die Auseinandersetzung mit Mängeln und Fehlern bei der Vielzahl an unterschiedlichsten Dingen, technischen Geräten und Objekten birgt in der Tat ein erhebliches Spektrum an technischen Inhalten (wie bspw. Analyse von Funktionsweisen, Zusammenhängen und Fehlern), Praxisorientierung (wie bspw. Demontieren von Geräten) sowie Reflexionspotenzial (Spiegeln und Diskutieren über das eigene Vorgehen) und kann eine sehr bereichernde Ergänzung zu anderen Unterrichtsverfahren wie Konstruktion, Fertigung oder technischem Experiment sein. Heike Weber ist der Überzeugung, dass Reparatur- und Wartungspraktiken nie aus der Mensch-Technik-Interaktion verschwunden sind, sondern vielmehr Fundamente unseres Technikgebrauchs darstellen (Weber 2023). Ein zu entwickelndes Reparaturverfahren erweitert die zu erwerbenden technischen Fähigkeiten noch um die unverzichtbare Auseinandersetzung mit Aspekten der Nachhaltigkeit. Es sollte nahezu ausgeschlossen sein, wenn sich Studentinnen und Studenten mit defekten Gegenständen im Hier und Jetzt verbunden fühlen, sie ertasten, begreifen und handhaben (vgl. Heckl 2013, S. 87 ff.), dass sie sich nicht mit Fragen des Lebenszyklus von Technik auseinandersetzen. Hierzu zählen u. a. die Erforschung und die Bewertung ökologischer, sozialer und humaner Auswirkungen von Technik und die Potenziale, die das Reparieren für diese Belange bereithält. Indem die Funktionsweisen von Objekten wiederhergestellt und diese damit weiterhin verwendet werden können, birgt die Auseinandersetzung mit defekten oder fehlerhaften Dingen beständig Dimensionen von Nachhaltigkeit in sich. So reduziert sich allgemein die Notwendigkeit, neue Produkte herzustellen, was wiederum den Verbrauch von Rohstoffen, Energie und Wasser verringert. Gleichzeitig müssen die defekten Gegenstände nicht wiederaufbereitet, recycelt oder gar unbehandelt entsorgt werden (vgl. VDI 3780; Dietewich 2023; vgl. Laser 2020; vgl. Jackson 2014; vgl. Röben 2018, S. 58 ff.).

2 Reparieren: Versuch einer begrifflichen Einordnung

Das Wort „reparieren" hat seinen Ursprung im Lateinischen „reparare", was „wiederherstellen" oder „ausbessern" bedeutet. Historisch gesehen wurden auch die Verben „ausbüßen", „ganz machen" oder „flicken" verwendet (vgl. Schabacher 2017, S. XVI ff.). In Bereichen wie dem Maschinenbau oder dem Bauwesen ist der Begriff „Instand-

setzen“[1] geläufig, um die Funktion eines fehlerhaften *Objektes* durch physische Maßnahmen wiederherzustellen (DIN 31051, S. 6). Darunter werden auch Methoden wie „Konservieren“, „Sichern“, „Restaurieren“, „Renovieren“ oder „Ergänzen“ subsumiert. In der Architektur und Denkmalpflege haben diese Begriffe einen äußerst hohen Stellenwert, da sie technische, ästhetische und kulturelle Aspekte beschreiben und miteinander verschränken (vgl. Kiesow 1982: S. 46 ff.).

„Reparieren“ ist dadurch charakterisiert, dass meist unvorhersehbare Fehler oder Defekte von Dingen und Geräten behoben werden, um ihre Funktionsfähigkeit wiederzuerlangen. Die Maßnahmen sind durch retrospektive und reaktive Schritte gekennzeichnet, die sich bspw. von „Warten“ als geplante und präventive Methode unterscheiden. Beide Begriffe sind eng miteinander verwandt und stellen sich häufig in gewissen Abhängigkeiten zueinander. Wenn bspw. an technischen Geräten bestimmte Wartungsintervalle wie Reinigung, Schmierung, Nachstellung oder der Austausch von Verschleißteilen vernachlässigt wurden, hat dies häufig zur Folge, dass umfangreiche Reparaturen, die zudem meist mit einem hohen finanziellen Aufwand verbunden sind, ausgeführt werden müssen. Folglich zielt das Warten neben der Aufrechterhaltung der Betriebssicherheit und Lebensdauer von Technik auch auf die Vermeidung (ungeplant) hoher Kosten (vgl. Krebs et al. 2018; DIN 31051).

3 Bedingungen des Reparierens

3.1 Begründung des Vorgehens

Reparieren als Möglichkeit der Reaktion auf einen Defekt stellt ein Lebensprinzip bzw. eine Haltung dar, welche die Idee realisiert, dass das konkrete Handeln nicht nur das bloße Beheben eines Problems ist, sondern auch eine Gelegenheit bietet, darüber hinaus positive Veränderungen herbeizuführen. So ist es zum einen ein Teil der Konsumkultur und der Do-It-Yourself-Bewegung, aber auch eine Rückbesinnung auf handwerkliches Können sowie eine individuelle Werteorientierung, die mit Selbstverständlichkeit an die Reparatur und Lebensverlängerung von Dingen herangeht. Reparatur ist die Erkenntnis des Prinzips, Positives bewirken zu können und sich nicht mit einem Zufall (dem Defekt) abzufinden, ja im Grunde, auch mit Technik und deren nachteiligen Eigenschaften jederzeit ein selbstbestimmtes Leben führen zu können.

Während Unterrichtsverfahren wie Konstruktion, Fertigung oder technisches Experiment grundlegende Inhalte in der technischen Bildung darstellen, existiert für den Bereich der Reparatur bisher noch kein geeignetes Verfahren. Nachfolgend soll daher der Frage nachgegangen werden, inwiefern es sinnvoll und auch möglich ist, diesem Anliegen zu entsprechen. Zunächst ist es hierzu unabdingbar, die spezifischen Rahmenbedingungen für Reparaturprozesse zu präzisieren. Dieser Schritt zielt darauf ab,

1 „Instandsetzen“ ist ein umfassenderer Ansatz aus dem Bereich der „Instandhaltung“ (vgl. DIN 31051), der sich auf die Wiederherstellung oder Aufrechterhaltung der gesamten Funktionalität eines Gegenstands oder Objektes bezieht. Im Unterschied dazu bezieht sich „Reparieren“ auf die Behebung eines identifizierten Fehlers oder Mangels an einem Gegenstand oder Objekt.

die Kontexte nachzuvollziehen, in denen Reparieren stattfindet oder durchgeführt werden kann. Erst nachdem die grundlegenden strukturellen und wesentlichen Elemente dieser Gegebenheiten geklärt wurden, wird es möglich, didaktische Überlegungen für die Integration von Reparaturprozessen in das Umfeld der technischen Bildung zu entwickeln.

Die Rahmenbedingungen, unter denen Reparieren durchgeführt wird, können in drei übergeordnete Dimensionen unterteilt werden:

- sozial-kultureller Kontext
- persönliche Einflussfaktoren
- materielle und personelle Ressourcen.

3.2 Sozial-kultureller Kontext

Wenn heutzutage die Reparaturbewegungen z. T. *postkapitalistische Praktiken* verfolgen, die sowohl ethisch und sozial-interaktiv als auch Reparaturwissen partizipierend und erzeugend determiniert sind, so beruht das auf dem Fundament kapitalistischer Gesellschaftskritik sowie der Suche nach Alternativen zu einer Wegwerfgesellschaft. Im Wesentlichen geht es dabei darum, ein anderes, bewussteres Leben zu führen, das sich aktiv mit der Konkretisierung von Nachhaltigkeit und gegen das kurze Leben von Dingen sowie der damit verbundenen geplanten Obsoleszenz auseinandersetzt. Das beinhaltet neben gemeinschaftsbildenden Zusammenkünften auch die Frage nach der Verbreitung von Reparaturwissen und damit einhergehend auch der Förderung einer Technikmündigkeit (vgl. Jonas et al. 2021; Baier et al. 2016: S. 35 ff.). Diese Motivation gründet in einer Vielzahl von Repair-Cafés, ist sogleich Ausdruck zahlreicher sozialer Bewegungen und Reparaturinitiativen (bspw. ifixit.com; blog.kaputt.de/; cafekaputt.de/; u. a.) und politischer Haltungen zur Veränderung der Welt. Als Prinzip manifestiert sie sich in Form von Äußerungen wie bspw. „Never take broken for an answer", „Reparieren ist besser als Recyceln", „Reparieren lehrt Konstruieren" oder „Reparieren spart Geld" (vgl. https://de.ifixit.com/Manifesto, vgl. Kannengießer 2018).

In der DDR war das *Reparaturwissen* hingegen nahezu flächendeckend konsistent. Dieser Umstand basierte nicht auf einer bewusst ökologischen oder nachhaltigen Lebensweise der Bevölkerung, sondern schlichtweg auf der schmucklosen Realität, dass die Menschen mit Mangel, dem Fehlen von Alternativprodukten und fehlenden Ersatzteilen umgehen mussten. Hierin liegt der markante Unterschied zur aktuellen Wegwerfgesellschaft. Während die heutige Motivation zur Erlangung von Reparaturkenntnissen oft ethischer, ökologischer, politischer oder sozialer Natur ist und vielfach auch wirtschaftliche Gründe hat (bspw. bei Studierenden oder Arbeitsuchenden), war sie in der ehemaligen „geplanten Mangelwirtschaft" schlicht eine lebenswichtige Fähigkeit (vgl. Hanstein et al. 2022). Die Menschen in der DDR benötigten keine äußere Motivation, um sich bspw. defekten Kleidungsstücken, durchlöcherten Fahrradschläuchen oder nicht funktionierenden Küchengeräten zu widmen. Das Reparieren war schlichtweg die grundlegende Möglichkeit, die Funktionalität der Gegenstände wiederherzustellen. Wollte man den Zustand des Gebrauchs wiedererlangen, waren Repara-

turkenntnisse einfach grundlegend.[2] In der Folge prägte sich die Behebung des materiellen Mangels durch Warten oder Reparieren in die DNA der Gesellschaft ein und spätestens seit der Erkenntnis gegenwärtiger Probleme der kapitalistischen Wegwerfgesellschaft wird auf bestehende personale Ressourcen gern zurückgegriffen und Erfahrungen transferiert.

Ein weiterer Gesichtspunkt sozial-kultureller Bedingungen betrifft die Sicherheitsstandards und Fragen der *Haftung*. Im Mittelpunkt steht die Fragestellung: Erfolgt die Reparaturtätigkeit des Reparateurs in eigennütziger Absicht oder zum Nutzen eines Dritten? Wenn eine dritte Person aufgrund nachgewiesener, während der Reparatur getätigter Fehler zu Schaden kommt, kann die ausführende Person haftbar gemacht werden. Dies betont die Notwendigkeit eines hohen Maßes an Verantwortung bei Reparaturen – insbesondere von elektrischen Geräten. Im Zweifelsfall sollten solche Tätigkeiten professionellen Dienstleistern übertragen werden.[3]

Darüber hinaus gibt es zunehmend *rechtliche Vorschriften*, die die Priorisierung von Reparaturen vor dem Recycling oder dem Wegwerfen fordern und das „Recht auf Reparieren" stärken. Ein Beispiel hierfür ist die geplante Stärkung der Verbraucherrechte, bei der Hersteller von Mobilgeräten ab dem Jahr 2025 nicht nur die Energieeffizienz, sondern auch die Reparaturfreundlichkeit ihrer Geräte bewerten müssen. Dieses neue „Energielabel" soll EU-weit auf den betreffenden Geräten für die Verbraucher erkennbar sein (vgl. Europäische Kommission 2023). Des Weiteren wurde 2009 die EU-Ökodesign-Richtlinie verabschiedet, die Hersteller von Elektrogeräten stärker in die Verantwortung nimmt. Sie sind verpflichtet, Ersatzteile für sieben Jahre nach Einführung des letzten Modells bereitzuhalten, die schnell verfügbar sein müssen und mithilfe zur Verfügung gestellter Reparaturanleitungen verwendet werden können. Das Ziel besteht darin, Produkte umweltfreundlicher zu gestalten, indem nicht nur der Energieverbrauch, sondern auch der gesamte Lebenszyklus bereits während der Produktplanung berücksichtigt wird (vgl. Europäische Union 2023).

Schließlich wurde auch die DIN-Norm zur Bewertung der Reparierbarkeit entwickelt und aktualisiert, die Kriterien für die Reparierbarkeit (wie Demontagetiefe, Befestigungselemente, benötigte Werkzeuge, Arbeitsumgebung und Fähigkeitsniveau) beschreibt (vgl. Abb. 1; vgl. DIN EN 45554).

2 Das traf im Übrigen oft auch auf die Herstellung, Umwidmung bzw. Umformung von Ersatzteilen und auch manchen Werkzeugs zu, das ja ebenfalls oft nicht zu erwerben war. Aus dieser Not heraus entwickelte sich ein vielschichtiges Reparatur-, aber auch ein überwältigender Fundus an Herstellungswissen (z. B. in der Herstellung modischer Textilien), das zudem regelmäßig in Zeitschriften und Büchern veröffentlicht wurde (z. B. in der Zeitschrift practic, vgl. Wagner 2022).

3 Die DIN definiert bei der Reparatur eines fehlerhaften Produktes u. a. unterschiedlich gestaffelte personenbezogene Fähigkeitsniveaus wie *Laie, Generalist, Experte, Hersteller oder anerkannter Experte* (vgl. DIN EN 25554, S. 22 f.). Bei Reparaturen im Rahmen des Lehramtsstudiums ist daher zu berücksichtigen, dass es sich bei den Beteiligten um Laien handelt und daher Maßnahmen an vielen elektrischen Geräten nicht bzw. nur unter Aufsicht von Fachleuten ausgeführt werden dürfen.

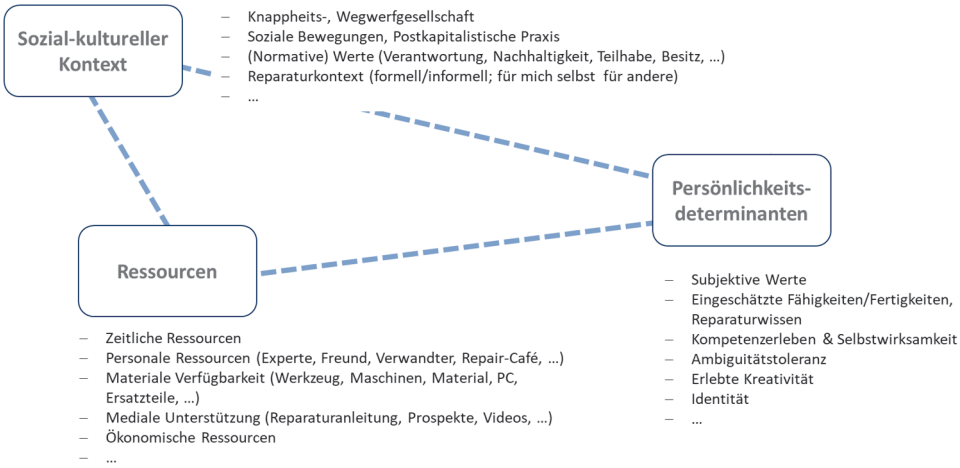


Abbildung 1: Bedingungen des Reparierens

3.3 Persönlichkeitsdeterminanten

Eine weitere Voraussetzung, unter der Reparaturprozesse stattfinden, kann anhand einer Vielzahl von Persönlichkeitsmerkmalen, die subjektive Wertvorstellungen, tatsächliche und selbstbewertete Fähigkeiten und Fertigkeiten, soziale Integration und Selbstwirksamkeit, Ambiguitätstoleranz sowie wahrgenommene Kreativität umfassen, näher untersucht werden (vgl. Messner et al. 2009).[4]

Die Dimension der Fähigkeiten und Fertigkeiten beinhaltet das individuelle Reparaturwissen, das technische Verständnis sowie die gesammelten Erfahrungen in ähnlichen Situationen oder bei der Reparatur vergleichbarer Objekte. In Fällen, in denen Ersatzteile schwer zu beschaffen sind oder das zu reparierende Objekt eine komplexe Demontage erfordert, wird die Notwendigkeit kreativer Problemlösungen besonders evident. Die Fähigkeit, alternative Lösungen zu identifizieren und umzusetzen, erweist sich in solchen Situationen als äußerst wertvoll. Zudem ist ein ausgeprägtes Bewusstsein für Sicherheitsaspekte unabdingbar, insbesondere bei Reparaturen an elektrischen oder elektronischen Geräten, um Verletzungen zu vermeiden (vgl. Röben 2018).

Diese persönlichen Merkmale sind im Kontext von Reparaturhandlungen essenziell und tragen wesentlich dazu bei, ob und wie erfolgreich Reparaturen durchgeführt werden. Dabei ist abschließend zu betonen, dass diese Merkmale nicht starr oder unveränderlich sind, sondern sich im Laufe von Reparaturaktivitäten weiterentwickeln können. Die Bereitschaft zur kontinuierlichen Weiterbildung und die motivierenden Faktoren spielen hierbei eine wichtige Rolle und können eine bedeutende Einflussgröße auf die Entwicklung dieser Merkmale darstellen (vgl. Abb. 1).

4 Einige dieser Merkmale korrelieren teilweise mit den soziokulturellen Einflüssen, wie sie bspw. in gesellschaftlichen Wertvorstellungen oder der Übernahme von Verantwortung für ökologische und soziale Aspekte zum Ausdruck kommen (vgl. Jonas et al. 2021, S. 13 ff.).

3.4 Ressourcen

Ein weiterer zentraler Faktor, der für das Gelingen des Reparaturprozesses von essenzieller Bedeutung ist, besteht darin, dass die beteiligten Individuen über ausreichende zeitliche, personelle, finanzielle und materielle Ressourcen verfügen müssen. Dies beinhaltet die Verfügbarkeit von genügend Zeit, um die Reparaturtätigkeit angemessen durchzuführen sowie den Zugang zur notwendigen personellen Unterstützung. Reparaturprozesse benötigen gerade am Anfang häufig eine motivierende Begleitung, wie sie bspw. bei gemeinschaftlichen Reparaturinitiativen praktiziert wird. Eine solche Unterstützung kann durch soziale Netzwerke, Freundinnen, Freunde und Verwandte gewährleistet werden oder sie kann von selbsterklärten Fachleuten stammen, wie sie bspw. in Repair-Cafés anzutreffen sind. Diese Expertinnen und Experten sind nicht nur in der Lage bei der Beschaffung oder Herstellung erforderlicher Ersatzteile behilflich zu sein, sondern sie stellen auch die notwendigen Werkzeuge, Maschinen und die Ausrüstung zur Verfügung, um die Reparaturtätigkeit zu ermöglichen und zu erleichtern. Repair-Cafés dienen nicht selten auch als Wissenszentren, die eine breite Palette von Informationsmaterialien anbieten, einschließlich Reparaturhandbücher, technische Anleitungen, Prospekte und erstellte Erklärvideos. Diese umfassenden Informationsquellen dienen als wertvolle Ressourcen, um den Reparaturprozess zu unterstützen und Kenntnisse zu vermitteln, und sie tragen dazu bei, die Erfolgschancen bei Reparaturvorhaben zu erhöhen (vgl. Kannengießer 2018).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die in dieser Abhandlung beschriebenen Anforderungen an Reparaturprozesse zwar nicht als eine abschließende Auflistung betrachtet werden können, jedoch unerlässlich sind, um den Fokus der Reparatur nicht ausschließlich auf die technische Wiederherstellung zu beschränken. Dieser Ansatz betont die Bedeutung einer breiten Perspektive, die sowohl ökonomische als auch ethische Überlegungen einschließt und hebt die Verflechtung von Reparatur mit gesellschaftlichen, individuellen und umweltbezogenen Aspekten hervor. Insgesamt tragen diese Betrachtungen dazu bei, Reparatur als eine komplexe, multidisziplinäre Aktivität zu begreifen, die nicht nur auf die technische Seite, sondern auch auf die sozialen und ethischen Dimensionen der Technik abzielt (vgl. Abb. 1; vgl. Ropohl 2009, S. 29 ff., vgl. Sachs 1992, S. 173 f.).

4 Bildungspotenzial des Reparierens

Die oben ausgeführten Bedingungen des Reparierens bergen ein erhebliches Bildungspotenzial in technischen Lernumgebungen. Es umfasst die Bereitschaft, sich auf Unvorhersehbarkeiten einzulassen, sich dem Unbekannten hinzugeben und eine gewisse Neugier auf die Erkenntnisse zu hegen, die sich nach der Demontage und der Fehleridentifikation eröffnen. Es wird aber auch gelernt, Misserfolge zu tolerieren und eigene Grenzen zu erkennen. Gleichzeitig lancieren sich durch die intensive und praktische Auseinandersetzung mit konkreten Sachverhalten soziotechnische, technikhistorische oder aber auch poietische Erfahrungen und Gefühle wie Freude, Glück oder

Verblüffung der eigenen Fähigkeiten beim selbstbestimmten und gemeinschaftlichen Vorgehen (vgl. Binder 2020, S. 233), die oft über die Grenzen herkömmlicher Lehr-Lern-Situationen hinausgehen. Hierzu zählt bspw. das selbstwirksame Agieren bei der Sicherung und Wiederherstellung der technischen Funktion und damit dem selbstverbundenen Eintreten für „lebensverlängernde" Maßnahmen von Objekten und Gegenständen.

Nicht abschließend werden nachfolgend vier Potenziale des Reparierens herausgestellt:

- Motorische Lernprozesse fördern die Entwicklung *handwerklicher Fähigkeiten*, die taktile Empfindungen, Werkzeugnutzung und räumliches Denken beeinflussen. Durch technische Verfahren, wie Schneiden, Löten und Montieren entwickelt man Geduld und Ausdauer durch die benötigte Zeitaufwendung.
- Die Reparatur von Gegenständen fördert auf vielfältige Weise eine nachhaltige Denkweise. Wenn man sich entscheidet, einen Gegenstand zu reparieren anstatt ihn zu entsorgen, auszutauschen oder neu zu erwerben, signalisiert dies eine bewusste Haltung zur Wiederverwendung und eine Wertschätzung für die Dinge, die man besitzt. Während des Reparaturprozesses entwickeln die Studentinnen und Studenten nicht nur ein Verständnis für die Funktion und Qualität der Bauteile im Gesamtzusammenhang des Objektes, sondern gewinnen auch Einblick in die mit der Beschaffung von Ersatzteilen verbundenen Kosten. Dies führt zu einem Bewusstsein für die Verhältnismäßigkeit dieser Kosten in Bezug auf die Möglichkeit einer geplanten Obsoleszenz einzelner Bauteile. In der Regel hat dies positive Auswirkungen auf ökologische, soziale und wirtschaftliche Einstellungen. Dies kann zu einem Verständnis für die Bedeutung einzelner Bauteile im Gesamtobjekt führen. Es trägt dazu bei, das Bewusstsein für die Qualität und Langlebigkeit technischer Produkte zu schärfen. Dies kann dazu führen, dass Menschen ihre Einkäufe sorgfältiger überdenken und Produkte bewusster auswählen, indem sie Kriterien wie Robustheit oder Reparaturfreundlichkeit berücksichtigen. Dies wiederum kann Hersteller motivieren, verstärkt derartige Erzeugnisse herzustellen. Selbst wenn die Gegenstände nicht selbst repariert werden können, kann die Beauftragung der Reparatur durch lokale Handwerkerinnen oder Handwerker die regionale Wirtschaft unterstützen und fördern.
- Reparieren fördert auch die Entwicklung von *Kreativität* im Rahmen des Problemlösungsprozesses. Dies erfordert didaktische Einstellungen, die auf ergebnisoffene Lösungen ausgerichtet sind. Mithilfe von divergenten Herangehensweisen wie assoziativem Denken, Offenheit für unkonventionelle Lösungen, Brainstorming und analogem Denken können Probleme und Ansätze aus unterschiedlichen und oft ungewöhnlichen Perspektiven betrachtet werden. Interaktion und Kooperation spielen hierbei eine entscheidende Rolle, da die reparierenden Personen unterschiedliche Erfahrungen, Denkprozesse und Fertigkeiten einbringen, sich gegenseitig unterstützen und Synergieeffekte erzielt werden können.

- Indem die Akteure ihr Wissen und ihre Fähigkeiten teilen, stärkt schließlich das Reparieren das *Gemeinschaftsgefühl*. Dies kann auch über die universitäre Praxis hinaus Wirkung entfalten, indem die Lernenden Reparatur-Workshops, Repair-Cafés oder andere gemeinschaftliche Initiativen nutzen, bei denen Menschen zusammenkommen, um sich bei der Reparatur von Gegenständen zu unterstützen. Dies trägt zur Stärkung der sozialen Bindungen und des Zusammenhalts in der Gemeinschaft bei (vgl. Kannengießer 2018).

5 Verlaufsphasen der Reparatur

5.1 Didaktische Überlegung zum Reparaturverfahren

Im technischen Lehramtsstudium werden verschiedene Lehr- und Unterrichtsverfahren behandelt. Während die Fertigung traditionell einen hohen Stellenwert hat, sind Aufgaben im Kontext mit Konstruktions- oder Instandsetzungsverfahren weniger gebräuchlich (vgl. Röben 2018, S. 58). Auch das Reparieren ist ein selten eingesetztes und auch ein bislang wenig erforschtes Thema in der technikdidaktischen Literatur schulischer Bildung (ebd.).

Es ist zu vermuten, dass die geringe Verbreitung der Reparaturmethode an allgemeinbildenden Schulen sich in erster Linie auf die Diversität der auftretenden Defekte und Mängel in einer breiten Palette an Geräten, Gegenständen und Objekten zurückführen lässt. Die Diagnose und Behebung von Fehlern erfordert oftmals ein beträchtliches Maß an fachlichen Kenntnissen und praktischen Fähigkeiten, die nicht in jedem Fall von den Lernenden erbracht werden können. Ähnlich zeigt sich diese Situation an Hochschulen, wo Studentinnen und Studenten häufig nicht im Besitz formal-technischer Kompetenzen sind, die sie idealerweise im Rahmen allgemeinbildenden technischen Unterrichts oder gewerblich-technischer Ausbildungen hätten erwerben können.

Die Autoren sind der Meinung, dass die Entwicklung eines Reparaturverfahrens den Lernenden in positiver Weise hilft und sie dazu befähigen kann, Reparaturen erfolgreich durchzuführen. Durch die Bereitstellung von Werkzeugen, Materialien, Literatur und durch individuelle Unterstützung durch qualifiziertes Personal sollen die Voraussetzungen für erfolgreiche Reparaturen verbessert werden.

5.2 Variabilität der Verlaufsphasen

Die Anordnung der Verlaufsphasen unterliegt dem Verständnis einer situations- und handlungstheoretischen Grundlegung, dass sowohl den intentionalen (zielgerichtet-willentlich) als auch den kreativen Charakter technischen Handelns betont. Die darin anklingenden Perspektiven sind auf die innovative Gestaltung und Aneignung von Technik ausgerichtet und sind damit persönlichkeitsfördernde Grundlegungen (vgl. Holzkamp 1993, S. 269 ff., vgl. Aebli 1994, Joas 1996, S. 220 ff.).

Die dargestellte Struktur der Verlaufsphasen folgt dem in der beruflichen Bildung weit verbreiteten Modell der vollständigen Handlung (Planen – Durchführen – Kontrollieren/Reflektieren) und kann situativ angepasst werden (vgl. Abb. 2).

5.3 Exposition der Verlaufsstruktur des Reparaturprozesses

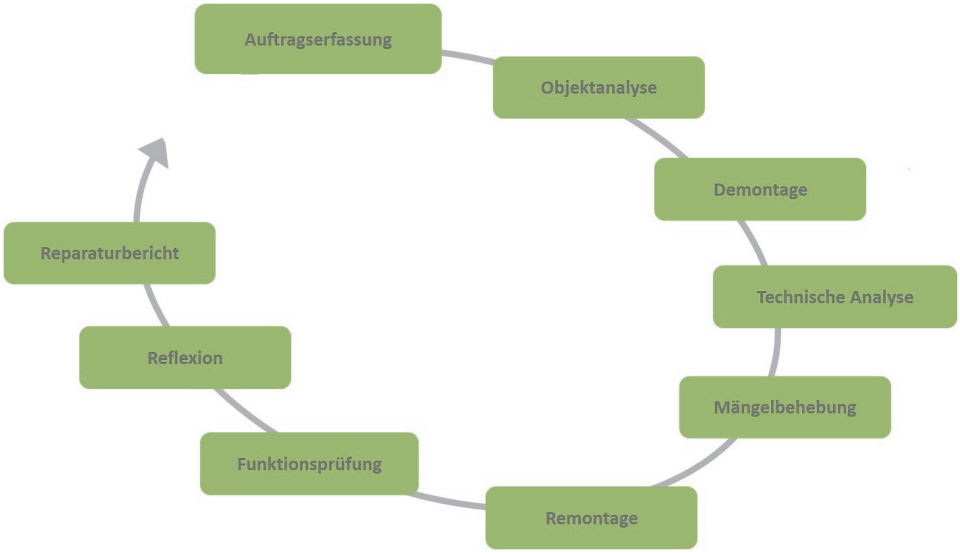


Abbildung 2: Verlaufsphasen der Reparatur (vgl. auch Heinemann 2022, S. 24)

5.3.1 Auftragserfassung

Das Ziel der Auftragserfassung besteht darin, alle relevanten Informationen und Anforderungen bezüglich des Reparaturauftrags zu erfassen, Missverständnisse zu vermeiden, die Ressourcen angemessen zuzuweisen und sicherzustellen, dass die erwarteten Ergebnisse erreicht werden. Wichtig sind immer wieder auch Informationen zu Begleitumständen und der Vorgeschichte des Reparaturobjektes. Die Studierenden sollen durch die Bearbeitung eines spezifischen Reparaturauftrags die Diagnose und Behebung von Fehlern oder Mängeln an einem defekten oder beschädigten Gegenstand oder Gerät untersuchen. Gleichzeitig werden die Teilnehmer ermutigt, sich mit ihrem persönlichen Bezug zur Reparatur in Hinblick auf die damit verbundenen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Kontexte auseinanderzusetzen. Im Unterschied zur kommerziellen Auftragserfassung eröffnet dies im Seminar eine Vielzahl potenzieller pädagogischer und erzieherischer Fragestellungen, zu denen bspw. gehören:

- Welche Vorstellungen und Assoziationen verbinden Sie mit dem Begriff „Reparatur“?
- Beschreiben Sie Ihr persönliches Verhältnis zur Reparatur und gehen Sie insbesondere auf Ihren Umgang mit defekten Geräten und Gegenständen ein.
- Welche Erfahrungen haben Sie bereits mit Reparaturen gesammelt?
- Welche Faktoren berücksichtigen Sie beim Kauf neuer oder gebrauchter Gegenstände in Bezug auf deren Reparierbarkeit?
- Welche gesetzlichen Bestimmungen und Verordnungen sind Ihnen im Zusammenhang mit Reparaturen bekannt?

- Welche Aspekte sind beim Reparieren eines Gerätes besonders zu beachten?
- Bitte erläutern Sie den weiteren Verlauf Ihres Vorgehens im Rahmen des Reparaturprozesses.

Es ist wichtig zu betonen, dass im Falle von Unklarheiten und insbesondere bei der Sicherheit, vor allem bei elektrischen Geräten, Reparaturen von Fachleuten durchgeführt werden sollten. Alternativ sollten in vorherigen Lehrveranstaltungen speziell diese umfangreichen Themen intensiv behandelt worden sein.

5.3.2 Objektanalyse

Die Objektanalyse konzentriert sich auf die detaillierte Beschreibung des vorliegenden Objekts oder Gegenstands sowie auf die Identifikation vorhandener Defekte oder Mängel.[5]

Nach einer umfassenden Analyse des Objekts in seiner Gesamtheit, die visuelle, haptische, gegebenenfalls auditive oder olfaktorische Untersuchungen einschließt, werden äußere Merkmale identifiziert, die Schlüsse auf dessen Struktur und Funktionsweise ermöglichen. Zur Unterstützung dieser Analyse können folgende Überlegungen berücksichtigt werden:

- Bestimmung der Produktionszeit, einschließlich des historischen Kontexts und Entstehungszeitraums
- Ermittlung des Alters des Gegenstandes durch datenbasierte Analysen und archäologische Methoden
- Identifikation und detaillierte Beschreibung der wahrgenommenen Fehlerbilder oder Defekte
- Dokumentation der Bezeichnung, Herstellerangaben, Händlerinformationen und Typisierung des Objekts
- Analyse des Objekts unter Berücksichtigung verfügbarer schriftlicher Dokumentationen, Fachliteratur, Online-Quellen (bspw. ifixit.com) und Service-Anleitungen, bspw. Reparaturhandbücher
- Prüfung auf Hinweise bezüglich potenzieller Garantieverluste, die beim Öffnen des Gegenstandes auftreten könnten
- Berücksichtigung von Sicherheits- und Arbeitsschutzaspekten, einschließlich der Notwendigkeit einer angemessenen Einweisung
- Definition der Hauptfunktion des untersuchten Objekts und Identifikation seiner Teilfunktionen
- Durchführung von Tests zur Überprüfung der vorhandenen Funktionen und der ordnungsgemäßen Anschlüsse
- Aufmerksames Begutachten des Gegenstandes auf zusätzliche Schäden wie Kabelbrüche und andere Nebenschäden, welche eine erfolgreiche Reparatur beeinflussen könnten

5 Röben stellt in Bezug auf die didaktischen Überlegungen zur Reparaturaufgabe in schulischem Kontext fest, dass es sich bei Defekten „fast immer um ein Ereignis [handelt, M. S.], bei dem der von den Auswirkungen Betroffene kein Wissen um die Ursachen hat. Dieses Wissen und das Vorgehen zur Behebung des Defekts müssen erst in der Situation entwickelt werden. Daher ist die Fehleranalyse ein sehr gutes Feld für das problemlösende Lernen." (Röben 2018: S. 63)

- Abschätzung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses im Hinblick auf die Behebung von Fehlern oder Mängeln sowie die Wert- oder Schadensanalyse des Gegenstandes
- Identifikation eventueller Geruchseigenschaften und Erfassung von Geräuschen im Inneren des Gegenstandes durch Schütteln oder andere geeignete Methoden
- Bereitstellung eines geeigneten Behälters zur geordneten Aufbewahrung von Kleinteilen (z. B. eine Schale oder Dose) und Nutzung eines Fotoapparats zur visuellen Dokumentation.

Diese Überlegungen und Schritte sind von entscheidender Bedeutung, um eine gründliche Analyse und Beurteilung des zu reparierenden Objekts durchzuführen. Sie bilden die Grundlage für die weiteren Schritte im Reparaturprozess (vgl. Herkner et al. 1997).

5.3.3 Demontage

Nach einer gründlichen Prüfung wird das Objekt, abhängig von der Vermutung des Schadens und der Machbarkeit, systematisch und Schritt für Schritt in seine Einzelteile oder Komponenten zerlegt. Dabei sind angemessene Sicherheitsmaßnahmen zu treffen, wie das Tragen von Schutzkleidung und ggf. das Abschalten von Stromquellen. Ebenso ist sicherzustellen, dass das erforderliche Werkzeug und die technische Ausrüstung verfügbar sind. Während des gesamten Demontagevorgangs ist das Objekt in regelmäßigen Abständen zu dokumentieren und gegebenenfalls durch Etiketten, Anfertigen von Skizzen oder Markierungen zu kennzeichnen, um später bei der Montage auf geeignete Referenzen zurückgreifen zu können. Die vorrangige Betonung liegt auf den Prinzipien der Sorgfalt und Geduld, um einen reibungslosen und genauen Ablauf des Demontageprozesses sicherzustellen.

Die Demontage beginnt mit dem Entfernen der äußeren Abdeckungen oder dem Gehäuse, indem Schrauben oder Clips gelöst werden, um Zugang zu den inneren Teilen zu gewinnen. Abhängig von der vermuteten Schadensart werden nun die inneren Teile und Komponenten schrittweise gelöst. Dies geschieht nach Möglichkeit baugruppenweise, wozu eine gleichzeitige Erkundung und ggf. Diskussion der Funktionszusammenhänge pädagogisch von besonderem Nutzen ist.

Während des gesamten Demontageprozesses ist darauf zu achten, dass die demontierten Teile ordnungsgemäß angeordnet und aufbewahrt werden, um Verwechslungen zu vermeiden und sicherzustellen, dass sie später in der richtigen Reihenfolge und Position für eine mögliche Wiederverwendung zur Verfügung stehen.

5.3.4 Schadensanalyse

In dieser Phase erfolgen die Identifikation, Beurteilung und Dokumentation des sichtbaren Schadensbildes und der Fehler im demontierten Zustand des Objekts. Dieser Schritt orientiert sich an den zuvor beschriebenen Verfahren der Objektanalyse und beinhaltet bspw. folgende Schritte:

- gründliche visuelle Analyse zur Identifikation von Schäden, Abnutzungserscheinungen und Auffälligkeiten
- haptische Wahrnehmung und Ertasten der Oberflächen und Bauteile auf spürbare Unregelmäßigkeiten oder Beschädigungen
- mögliche olfaktorische und auditive Untersuchungen zur Fehlererkennung
- Identifizierung und Klassifizierung der festgestellten Fehler unter Berücksichtigung der Schwere und potenziellen Auswirkungen auf die Funktionalität
- Dokumentation der ermittelten Schäden und Fehler schriftlich (Beschreibung von Art und Ort) oder visuell (Fotografien oder andere geeignete Mittel).

Diese systematische Vorgehensweise dient als Grundlage für die Reparaturplanung und -umsetzung zur Wiederherstellung der Funktionalität des Objekts.



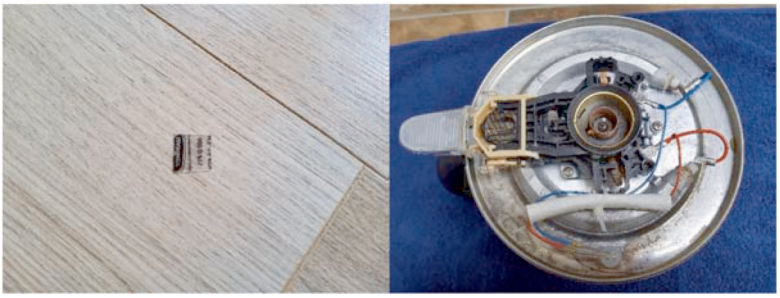
„In erster Linie war es notwendig, den Wasserkocher gründlich zu sichten und auf offensichtliche Mängel hin zu überprüfen. Ein erster Blick stellte von außen keinerlei Problembefund dar. Sowohl das Gehäuse inklusive des Griffes, des Filters und Schalters sahen allesamt funktionstüchtig aus und auch die Basisstation wies keine Makel oder Beschädigungen jeglicher Art auf. Selbst die Isolation des Stromkabels schien einwandfrei zu sein. [...] Sowohl die Verkabelung der Basisstation als auch der innere Aufbau des Wasserbehälters wiesen keinen Defekt auf. [...] Zur zentralen Fehlerursache führte ein Video auf Youtube. [...]. Wie im Video erklärt wurde, lag die Hauptursache in der Biegung des Bimetall-Elements, welches den Schalter beim Erhitzen sperrt. Beim vorliegenden Artefakt ist das Bimetall jedoch nicht eng genug installiert, sodass das Ausschalten aufgrund des fehlenden Kontaktes nicht automatisch gesteuert werden kann.“[6]

Abbildung 3: Schadensanalyse eines Wasserkochers mit defekter Überhitzungsschutzfunktion (Auszug aus dem Reparaturbericht einer Studentin; Fotos: privat)

6 Sobald der bei normaler Benutzung übliche Zugangsbereich des Reparaturgegenstandes verlassen wird (oftmals erkennbar an Sicherheitsschrauben), muss bei elektrischen Geräten nach der Auftragsreparatur eine Endabnahme durch einen akkreditierten Fachmann stattfinden. Auch sollte die eigentliche Reparaturmaßnahme mit Fachpersonal bzgl. ihrer Angemessenheit besprochen werden.

5.3.5 Mängelbehebung

Basierend auf den Erkenntnissen aus der vorhandenen Literatur, einschließlich fachspezifischer Literatur, Online-Quellen und Service-Anleitungen, werden zunächst Lösungsansätze abgeleitet. Gegebenenfalls erforderliche Ersatzteile werden anhand der Typenbezeichnungen identifiziert und über einen Fachhändler bezogen. Eine alternative Strategie besteht darin, einen vergleichbaren, anderweitig defekten Gegenstand als Ersatzteilspender zu verwenden, was eine nachhaltige und ressourceneffiziente Herangehensweise darstellt.



„Als Reparaturmaßnahme für das Überhitzungsschutzproblem brauchte es ein Stück Kunststoff, das zwischen das Bimetall-Element und das darüber liegende Schalter-Gehäuse eingefügt wird, um den bemängelten Zwischenraum auszufüllen. Als simpelste Variante diente das Hinweisschild eines ausrangierten Federmäppchens, das durch ausreichende Festigkeit überzeugte." Nachdem dieses auf die benötigte Größe zugeschnitten und an die entsprechende Stelle eingebaut wurde, fand gemeinsam mit Herrn Hulsch als Elektrofachkraft ein Funktionstest zur Überprüfung des Reparaturfortschrittes statt. Tatsächlich brachte es auf Anhieb den erwünschten Erfolg und der Wasserkocher schaltete sich nach dem Kochen von selbst ab."[7]

Abbildung 4: Mängelbehebung der Überhitzungsschutzfunktion (Auszug aus dem Reparaturbericht einer Studentin; Fotos: privat)

5.3.6 Remontage

Die erfolgreiche Durchführung der Remontage hat eine tiefgreifende Bedeutung im Lerngeschehen. Sie dient als Indikator für das erlangte Verständnis und das erworbene Wissen der Studentinnen und Studenten und verkörpert ein Instrument zur Abschätzung des Lernerfolgs in Bezug auf das Reparaturprojekt.[8]

Die Remontage basiert auf den während der Demontagephase erstellten Aufzeichnungen und Dokumentationen (insb. Fotos), die als entscheidende Referenz dienen. Dies erfordert ein tiefes Verständnis des Objekts und eine präzise Umsetzung der

7 Funktionstests dürfen in diesem Stadium nur mit besonderen Schutzmaßnahmen oder stromlos (z. B. Durchgangsprüfung oder mechanische Auslösung) durchgeführt werden.

8 Hervorzuheben ist der Sicherheitsaspekt, dass ein Objekt – wie der hier beschriebene Wasserkocher – nur nach Konsultation durch eine ausgewiesene Fachkraft remontiert werden darf.

Reparaturschritte. Sie bestätigt die technische Kompetenz der Lernenden, zeigt ihre Fähigkeit zur Problemlösung, ermöglicht die Überprüfung der Funktionalität und der Behebung von Defekten und dient auch der Bewertung des Reparaturprozesses. Insgesamt unterstreicht sie handwerkliche Fähigkeiten, kritisches Denken, Lösungskompetenzen und technisches Verständnis der Lernenden. Funktionstest und Remontage bilden gemeinsam den Höhepunkt des Reparaturprozesses und verdeutlichen die effektive Anwendung von Wissen und Fertigkeiten.

5.3.7 Funktionsprüfung

Die Funktionsprüfung des reparierten Gegenstandes – insbesondere eines elektrischen – mithilfe einer ausgewiesenen Fachkraft ist entscheidend für die Gewährleistung der ordnungsgemäßen und sicheren Arbeitsweise des Objektes und stellt klar, dass keine potenziellen Gefahren für die Nutzer:innen bestehen.

Sie beginnt – in Zusammenwirken mit einer Fachkraft – durch eine gründliche Sichtprüfung des äußeren Zustands, inklusive Kabel, Stecker und Gehäuse, wobei besonders auf sichtbare Schäden wie Risse, Brüche und Abnutzungserscheinungen (z. B. abgebrochene Pins und Kabelrisse) geachtet wird.

Nach der erfolgreichen Überprüfung des äußeren Zustands erfolgt die eigentliche Funktionsprüfung des Objekts, sowohl hinsichtlich seiner Hauptfunktionen als auch seiner Teilfunktionen. Auch bei diesem Schritt ist es von zentraler Bedeutung, die entsprechenden Sicherheitsvorschriften zu berücksichtigen, um potenzielle Risiken zu minimieren.

5.3.8 Reflexion

Die Praxis der Reparatur ermöglicht die Aneignung technischer Fähigkeiten und Problemlösungskompetenzen. Studierende, die ihre Reparaturen reflektieren, setzen sich kritisch mit ihrem Vorgehen auseinander und analysieren die Ergebnisse. Dieser Reflexionsprozess erfüllt zwei Hauptziele (vgl. Sachs 1981: S. 64 ff.).

Erstens fördert er ihre Handlungsfähigkeit bei der Gestaltung von Technik, indem sie praktische Erfahrungen im Umgang mit defekten technischen Objekten sammeln und handwerkliche Fertigkeiten erwerben. Diese Praxis ist entscheidend, um ein tiefes Verständnis für die Funktionsweise von Objekten und Geräten zu entwickeln und die Fähigkeit zur Lösung technischer Probleme erlangen zu können, insbesondere im Hinblick auf die erfolgreiche Reparatur von Mängeln und die genutzten Reparaturstrategien.

Zweitens ermöglicht die Reflexion über die eigenen Reparaturprozesse den Studierenden auch, ethische, soziale und ökologische Aspekte in die Bewertung und Entscheidungsfindung im technischen Handeln zu integrieren. Dies schärft ihr Bewusstsein dafür, wann Reparatur die beste Option ist, wie sie zur Nachhaltigkeit beitragen kann und die Lebensdauer von Produkten verlängert.

Insgesamt fördert die Reflexion von Reparaturen sowohl technisches Wissen als auch die Fähigkeit, über die breiteren Auswirkungen technischer Entscheidungen nachzudenken. Sie ist auch wirkungsvoll, um künftige Reparaturen zu optimieren und die Fähigkeiten im Umgang mit defekten Objekten und Geräten zu entwickeln.

Gleichzeitig dient sie der Überlegung, wie zukünftige Reparaturprojekte effektiver und effizienter gestaltet werden können.

5.3.9 Reparaturbericht

Der Reparaturbericht ist ein schriftliches Dokument, das dazu dient, den Reparaturprozess systematisch zu strukturieren, zu dokumentieren und die Erfahrungen zu reflektieren. Er umfasst eine detaillierte Beschreibung des zu reparierenden Objekts, seine Schadensbilder und Defekte (einschließlich der Fotodokumentation), die Möglichkeiten der Mängelbehebung sowie die Niederschrift der ausgeführten Mängelbeseitigung.

Der Reparaturbericht ist somit ein Dokument im Lernprozess, das nicht nur den aktuellen Reparaturprozess erfasst, sondern auch als wertvolles Schriftstück dient, um Erkenntnisse und Erfahrungen aus vergangenen Reparaturen zu nutzen und die eigenen Fähigkeiten kontinuierlich zu verbessern.

6 Reparaturverfahren – Schlussbemerkungen

Die bisherigen technischen Verfahren wie bspw. Konstruktion, Fertigung oder technisches Experiment bilden für Studierende des technischen Lehramtes Grundlegungen für ihre späteren Tätigkeiten an den Schulen. Die Hinwendung zu einem Reparaturverfahren eröffnet neue Perspektiven. Es ermöglicht den Studierenden nicht nur, vorhandene technische Probleme zu lösen, sondern auch, sich intensiv mit vorhandenen konkreten Fehlern und Defekten auseinanderzusetzen.

Wenn Studierende lernen, technische Geräte systematisch zu analysieren und auf dieser Basis zu reparieren, können sie ein tieferes Verständnis für die Funktionsweise von Technik entwickeln und befähigt werden, nicht nur Nutzer:innen, sondern auch kreative Problemlöser:innen zu sein. Aufgrund von Ressourcenschutz und Abfallvermeidung führen sie dabei fast selbstverständlich konkrete nachhaltige Handlungen aus und entwickeln eine kritische Haltung gegenüber den Auswirkungen von Technik.

Insgesamt kann die Integration von Reparaturverfahren in das Studium den Lernenden die Möglichkeit bieten, ihre technischen Fähigkeiten und ihr Wissen auf eine Weise zu vertiefen, die nicht nur für ihre zukünftigen beruflichen Aufgaben als Lehrerinnen und Lehrer, sondern auch für die Gesellschaft als Ganzes von großer Bedeutung ist. Es ermutigt sie, die Rolle von Technik in unserem Leben zu hinterfragen und dazu beizutragen, nachhaltigere und effizientere Lösungen zu entwickeln.

Literatur

Aebli, Hans (1994): Denken: Ordnen des Tuns. Bd. II: Denkprozesse. Stuttgart: Klett-Cotta.

Baier, Andrea/Hansing, Tom/Müller, Christa/Werner, Karin (2016): Die Welt reparieren: Eine Kunst des Zusammenmachens. In: Andrea Baier, Tom Hansing, Christa Müller, Karin Werner (Hrsg.): Die Welt reparieren. Open Source und Selbermachen als postkapitalistische Praxis. Bielefeld: transcript, S. 34–62.

Binder, Martin (2020): Wie wäre es, technisch gebildet zu sein? Technische Bildung im Kontext Allgemeiner Bildung. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.

Brüggemann, Holger/Redeker, Georg/Reichwage, Mark (2001): Bionik in der Instandhaltung. Nutzung biologischer Vorbilder für die Reparatur technischer Systeme. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), 96. Jg. (2001), Heft 4, S. 186–189.

Dietewich, Simon J. (2023): Kritische Rohstoffe in der EU: Herausforderungen und Handlungsfelder. Zentrum für Europäische Integrationsforschung, Universität Bonn. Online unter: https://bonndoc.ulb.uni-bonn.de/xmlui/bitstream/handle/20.500.11811/10594/ZEI_DP_C276.pdf?sequence=3&isAllowed=y (Zugriff am 29.10.2023).

DIN 31051 (2019): Grundlagen der Instandhaltung. DIN-Normenausschuss Dienstleistungen (NADL). DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin: Beuth.

DIN EN 45554 (2020): Allgemeine Verfahren zur Bewertung der Reparier-, Wiederverwend- und Upgradebarkeit energieverbrauchsrelevanter Produkte. DIN-Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS); DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin: Beuth.

Europäische Kommission (2023): Recht auf Reparatur: Kommission führt neue Verbraucherrechte für einfache und attraktive Reparaturen ein. Online unter: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_23_1794 (Zugriff: 25.10.2023).

Europäische Union (2023): Ökodesign-Anforderungen. Auf Basis Richtlinie 2009/125/EG. Online unter: https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/compliance/ecodesign/index_de.htm#shortcut-0 (Zugriff: 25.10.2023).

Grewe, Maria (2017): Teilen, Reparieren, Mülltauchen: Kulturelle Strategien im Umgang mit Knappheit und Überfluss. Bielefeld: transcript.

Hanstein, Ulrike/Klaut, Manuela/Mangold, Jana (2022): Reparaturwissen DDR. Einleitung in den Schwerpunkt. In: *ZfM – Zeitschrift für Medienwissenschaft, 14 (27)*. *S. 10–23*.

Heckl, Wolfgang M. (2013): Die Kultur der Reparatur. München: Hanser.

Heinemann, Alexander (2022): Eignung technischer Gegenstände für Instandhaltungsaufgaben. In: tu Zeitschrift für Technik im Unterricht, Jg. 47, H. 185., S. 22–29.

Herkner, Volkmar/Opelt, Bernd/Ryll, Johann (1997): Methodische Ansätze zur Instandhaltungsausbildung – Lern- und Arbeitsaufgaben in Ausgewählten Umgebungen. In: Jörg-Peter Pahl (Hrsg.): Lern- und Arbeitsumgebungen zur Instandhaltungsausbildung. Seelze-Velber: Kallmeyer. S. 213–231.

Holzkamp, Klaus (1993): Lernen. Frankfurt/M.: Campus.

Hüttner, Andreas (2018): Förderung von Kreativität im Technikunterricht der Sekundarstufe. In: Rüdiger Haas, Maja Jeretin-Kopf, Christian Wiesmüller (Hrsg.): Technische Kreativität Interdisziplinäre Aspekte der kreativen Technikgestaltung. Stuttgart: Steinbeis, S. 120–164.

Jackson, Steven J. (2014): Rethinking Repair. In: Tarleton Gillespie/Pablo J. Boczkowski/Kirsten A. Foot (Hrsg.): Media Technologies. Essays on Communication, Materiality, and Society, Cambridge/Ma./London, S. 221–239.

Joas, Hans (1996): Die Kreativität des Handelns. Frankfurt/M.: Suhrkamp.

Kannengießer, Sigrid (2018): Repair-Cafés. Orte gemeinschaftlich-konsumkritischen Handelns. In: Stefan Krebs, Gabriele Schabacher, Heike Weber (Hrsg.): Kulturen des Reparierens. Dinge – Wissen – Praktiken. Bielefeld: transcript. S. 283–301.

Kiesow, Gottfried (1995): Einführung in die Denkmalpflege. Darmstadt. WBG.

Krebs, Stefan/Schabacher, Gabriele/Weber, Heike (2018): Kulturen des Reparierens und die Lebensdauer der Dinge. In: Stefan Krebs, Gabriele Schabacher, Heike Weber (Hrsg.): Kulturen des Reparierens. Dinge – Wissen – Praktiken. Bielefeld: transcript. S. 9–46.

Laser, Stefan (2020): Hightech am Ende. Über das globale Recycling von Elektroschrott und die Entstehung neuer Werte. Wiesbaden: Springer.

Leontjew, Alexej N. (1979): Tätigkeit, Bewußtsein, Persönlichkeit. Berlin: Volk und Wissen.

Lutter, Stephan/Kreimel, Julia/Giljum, Stefan (2022): Die Nutzung natürlicher Ressourcen. Bericht für Deutschland 2022. Ressourcenbericht für Deutschland 2022 Spezial: Rohstoffnutzung der Zukunft. Umweltbundesamt. Online unter: https://www.umweltbundesamt.de/ressourcenbericht2022 (Zugriff am 30.05.2024).

Messner, Helmut/Niggli, Alois/Reusser, Kurt (2009): Hochschule als Ort des Selbststudiums – Spielräume für selbstgesteuertes Lernen. In: Beiträge zur Lehrerbildung 27 (2009) 2, S. 149–162.

Myers, David G. (2014): Psychologie. Berlin, Heidelberg: Springer.

Peterßen, Wilhelm H. (2009): Kleines Methoden-Lexikon. München: Oldenbourg.

Reith, Reinhold/Stöger, Georg (2012): Reparieren – oder die Lebensdauer der Gebrauchsgüter. In: Technikgeschichte Bd. 79 (2012) H. 3, S. 173–184.

Röben, Peter (2018): Die Reparatur in Technik und Unterricht. In: Arbeitsgruppe technische Bildung (Hrsg.): Reparatur in der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Tagungsband der RETIBNE-Abschlusstagung. Universität Oldenburg. S. 44–65. Online unter: http://oops.uni-oldenburg.de/4027/1/retibne_tagungsband_online_r.pdf (Zugriff am 27.09.2023).

Ropohl, Günter (2009): Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. Karlsruhe: Universitätsverlag.

Rose, Heinz/Thomas, Werner (1986): Unterrichtsmethodik Elektrotechnik. Berlin: VEB Verlag Technik.

Sachs, Burkhard (1981/2022): Anmerkungen zur Bedeutung der technischen Wissenschaften für den Technikunterricht. In: Ders.: Grundlinien einer kritischen Theorie technischer Bildung. Texte zur Technikdidaktik aus 50 Jahren in fünf Durchgängen. Martin Binder, Christian Wiesmüller und die Abteilung Technische Bildung an der PH Karlsuhe (Hrsg.). Baltmannsweiler: Schneider, S. 57–73.

Sachs, Burkhard (1992/2022): Ansätze allgemeiner technischer Bildung in Deutschland. In: Ders. S. 162–189.

Schabacher, Gabriele (2017): Im Zwischenraum der Lösungen. Reparaturarbeit und Workarounds. In: ILINX. Berliner Beiträge zur Kulturwissenschaft, S. XIII-XXVIII. Online: https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/19393/03-Schabacher.pdf?sequence=1 (Zugriff am 28.09.2023).

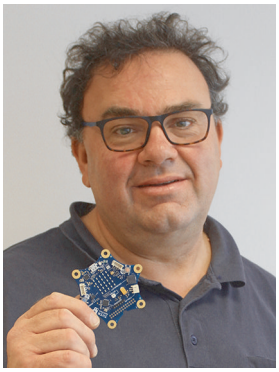
Wagner, Alexander (2022): Der Heikodysseus. Reparieren als Prozessor sozialistischer Bildung. In: *ZfM – Zeitschrift für Medienwissenschaft, 14 (27)*. *S. 51–64.*

Weber, Heike (2023): Einleitung. Fix it! Warum wir mehr Technikgeschichten des Wartens und Reparierens brauchen. In: Heike Weber, Astrid Venn, Jörg Rüsewald & Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin (Hrsg.): Reparieren, Warten, Improvisieren. Technikgeschichten des Unfertigen. Berlin: Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin. S. 9–15. Online unter: https://technikmuseum.berlin/assets/Technikmuseum/Download/Sammlung/Publikationen/Schriftenreihe/Reparieren/technikmuseum-publikationen-reparieren-warten-improvisieren.pdf (Zugriff: 28.10.2023).

Autoren



Schönbeck, Matthias, Prof. Dr., Professor für Fachdidaktik Wirtschaft/Technik/Haushalt mit dem Schwerpunkt Technikdidaktik, Technische Universität Chemnitz. Arbeitsschwerpunkte: Methoden & Verfahren technischen Handelns, ästhetische & kulturelle Bezüge technischer Bildung



Hulsch, Christian, Dipl.-Ing. für Elektro- und Verfahrenstechnik, Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Technischen Universität Chemnitz, Professur für Fachdidaktik Wirtschaft/Technik/Haushalt. Arbeitsschwerpunkt: Lehrvorstellungen zur Digitalisierung

Die Hydrotechnik im Problem- und Handlungsfeld Versorgen und Entsorgen[1]

Peter Röben

Abstract

Die Behandlung der Hydrotechnik[2] im Technikunterricht bekommt in Zeiten des Klimawandels eine neue Bedeutung und es empfiehlt sich dieses Thema als ein BNE-Thema anzusehen. Neben den rein technischen Inhalten kommen damit auch weitere Aspekte der Wasserwirtschaft in den Blick. Das Problem- und Handlungsfeld Ver- und Entsorgen bietet sich als unterrichtliche Rahmung an. Im Beitrag werden die bisherigen Ansätze kritisch reflektiert und der Begriff Versorgung einer Präzisierung unterzogen, die auch hilft, die spezifische Technik der Wasserversorgung und ihre gesellschaftliche Prägung herauszuarbeiten und dadurch die Probleme und Handlungen herauszufinden, die in eine unterrichtliche Behandlung einbezogen werden sollten.

The treatment of hydrotechnology in technology lessons takes on a new significance in times of climate change and it is advisable to regard this topic as an ESD topic. In addition to the purely technical content, other aspects of water management also come into view. The problem and action area of supply and disposal lends itself as a teaching framework. The article critically reflects on previous approaches and provides a more precise definition of the term supply, which also helps to identify the specific technology of water supply and its social character and thus to identify the problems and actions that should be included in a teaching approach.

Schlagworte: Problem- und Handlungsfelder, Wassertechnik, BNE, Versorgungstechnik

1 Dieser Beitrag steht im Zusammenhang mit dem Beitrag von Dani Hamade in diesem Band. Beide entstanden im Kontext des Graduiertenkollegs Lehrkräftebildung 2040 der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg: https://uol.de/diz/grako2040/mitwirkende/hamade-dani.

2 Das Wort Hydrotechnik wird in den einschlägigen Handbüchern der Ingenieurwissenschaften nicht explizit verwendet (z. B. Zilch u. a. 2012, Gujer 2007, Karger, Hoffmann 2013, Baur u. a. 2019), es ist Namensbestandteil von einigen Unternehmen, die z. B. Anlagen für die Wasseraufbereitung installieren oder Anlagen für die Nutzung von Regenwasser, von Pumpen und Trinkwasserspeichern oder Brunnen bauen. Im Studium von Bauingenieuren und Umweltingenieuren wird dieser Bereich meist Siedlungswasserwirtschaft genannt. Im Folgenden wird unter Hydrotechnik nur die technische Seite der Wasserwirtschaft verstanden. Wasserwirtschaft umfasst darüber hinaus auch rechtliche, betriebs- und volkswirtschaftliche Aspekte.

Warum Hydrotechnik auf die Tagesordnung setzen?

Im Folgenden werden die fast vergessenen Probleme vorgestellt, die mit der Hydrotechnik gelöst wurden und heute gebannt sind. Ein kurzer geschichtlicher Rückblick ins 19. Jahrhundert, um ihre Bedeutung herauszustreichen und das Besondere dieser Technik darzustellen. Doch auf Errungenschaften kann man sich nicht einfach ausruhen, gegenwärtig wird die Hydrotechnik bzw. ihre Anpassung an die Erfordernisse des Klimawandels diskutiert und diese Technik damit wieder aktuell, auch für den Technikunterricht. Es reicht allerdings nicht, sich auf Pumpen und Wasserleitungen zu beschränken, die Ausgestaltung der Hydrotechnik der Zukunft ist ein wichtiges Thema der gesellschaftlichen Transformation.

Der Beginn der Hydrotechnik im Zeitalter der Pandemien

Eine mit der Hydrotechnik eng verbundene Krankheit ist die Cholera. Noch heute werden zwischen 100.000 und 1,3 Millionen Infektionen pro Jahr gemeldet (WHO 2022), von denen vermutlich 11 % tödlich enden, wobei das wahre Ausmaß durch eine hohe Dunkelziffer vermutlich noch unterschätzt wird. Es ist kein Geheimnis, was der Grund für dieses Desaster ist: Die meisten Erkrankungen finden dort statt, wo Armut herrscht und die Wasserinfrastruktur entweder völlig fehlt oder unzureichend ist.

Cholera gehörte zu den Erkrankungen, an denen im 19. Jahrhundert die meisten Menschen weltweit starben, auch in Europa. Da ein Gegenmittel gegen Cholera damals noch nicht verfügbar war, kam es entscheidend darauf an, die Ausbreitung der Krankheit zu unterbinden. Schon John Snow erkannte während der Cholera-Epidemie in London 1854, dass sich Cholera nach einem bestimmten Muster ausbreitete, das er mit dem Verbrauch von Trinkwasser und den dazugehörigen Brunnen in Verbindung brachte. Diesen Zusammenhang erkannte auch Robert Koch in Indien, wo er die Krankheit erforschte (Eckart 2005, S. 202 ff.).

Cholera-Epidemien und -Pandemien wurden also schon zu Anfang des 19. Jahrhunderts mit unsauberem Wasser in Verbindung gebracht, auch wenn man den Beweis, dass der Kommabazillus der Verursacher ist, noch nicht überzeugend führen konnte. In der Medizin gab es einen Streit um die Ursachen, der von den Anhängern zweier konträrer Theorien ausgefochten wurde. Auf der einen Seite stand die Miasmentheorie (z. B. Max von Pettenkofer) und auf der anderen Seite die Theorie der Infektion durch Bakterien (z. B. John Snow) (Eckart 2005, S. 202 ff.). Erst durch Koch und seine Mitarbeiter wurde 1884 ein überzeugender Beweis für die Verursachung der Cholera durch die Kommabakterien geliefert, nämlich ihre Züchtung in Reinkultur und den Beweis, dass sie *allein* die Krankheitssymptome auslösen können (vgl. die sog. Henle-Koch-Postulate).

In allen deutschen Großstädten wurde im 19. Jahrhundert mit dem Aufbau einer technischen Wasserinfrastruktur begonnen, zu den Pionieren gehören die allerersten Großstädte in Deutschland, Hamburg und Berlin. Allerdings ist das Beispiel Ham-

burg auch das betrüblichste, was die Geschichte der Cholera in Deutschland zu bieten hat, denn durch den Geiz der Hamburger Kaufmannschaft im Rat der Stadt wurde bis zum Ende des 19. Jahrhunderts darauf verzichtet, das Gängeviertel, in dem die Armut besonders skandalös war, ebenfalls zu versorgen. Hier brach dann 1892 die letzte große Choleraepidemie in Deutschland aus (Evans 2022).

Diese Verbreitung der Hydrotechnik brachte auch den Aufbau einer neuen Forschungsinfrastruktur im Bauingenieurwesen mit sich. Während im Wasserbau schon ab 1823 ein Lehrstuhl am Collegium Carolinum in Braunschweig eingerichtet wurde, kam das Gebiet der Bewässerung und des Baus von Wasserleitungen hier erst ab ca. 1850 hinzu[3], weitere Lehrstühle wurden z. B. 1896 in Aachen[4] und 1890 in Dresden eingerichtet.

Das Wachstum der Städte im 19. Jahrhundert brachte die hygienischen Probleme und Epidemien mit sich, die ohne grundlegende Hydrotechnik im Bereich der Versorgung mit Trinkwasser und der Entsorgung des Brauchwassers nicht in den Griff zu bekommen gewesen wären. Der Aufbau dieser Infrastruktur wurde als staatliche Aufgabe erkannt: Es wurde nicht dem Markt überlassen, ob die Menschen in den Genuss dieser Technik kamen, sondern die Kosten für die als Notwendigkeit erkannte Infrastruktur wurden durch die Gründung von kommunalen Unternehmen an die Nutzer weitergereicht. Allerdings konnten diese sich dann einer Pflicht zum Anschluss an dieses Netz und der Bezahlung der damit verbundenen Gebühren ab einer bestimmten Ausbaustufe nicht mehr entziehen.

Das Problem- und Handlungsfeld Versorgung und Entsorgen

Als Burkhard Sachs (1977) das erste Mal die Problem- und Handlungsfelder für das Fach Technik vorschlug, ahnte er vermutlich nicht, was für einen Coup er da gelandet hatte. Seit dieser Zeit werden sie als fester Bestandteil des mehrperspektivischen Ansatzes betrachtet. Allerdings führte dieser frühe Erfolg auch zu der Illusion, mit dem Namen der Problem- und Handlungsfelder, ihrem groben Umriss, wäre es auch schon getan. Seiner eigentlichen Intention, diesen Ansatz auch mit vielfältigem Leben zu füllen, ist die Community der Technikdidaktiker nur schleppend nachgekommen.

Aus diesem Grund soll im Folgenden eines der Problem- und Handlungsfelder (PHF), nämlich Versorgen und Entsorgen, aufgegriffen und der Versuch unternommen werden, seine didaktische Struktur genauer zu analysieren. Wir greifen dazu auf, was Sachs seinen Ausführungen zu den PHF voranstellt: Er führt aus, dass das Technikverständnis von zentraler Bedeutung für jede Konzeption von Technikunterricht ist und mahnt an, ein verkürztes oder unzutreffendes Technikverständnis zu meiden (Sachs 2021, S. 188).

Das im ersten Abschnitt berichtete Problem, das den Ausgangspunkt darstellte, darf in den hochentwickelten Ländern des Westens als gelöst betrachtet werden. Aber

3 https://www.tu-braunschweig.de/lwi/geschichte
4 https://www.iww.rwth-aachen.de/cms/iww/Das-Institut/~mvvt/Geschichte/

Sachs weist auch schon auf Folgendes hin: „Die Bedeutung der Technik im Leben der Menschen und die mit ihr gegebenen Probleme stehen in erschreckendem Kontrast zur weitverbreiteten technischen Unbildung. Der Mangel an technischer Bildung einerseits und das real erfahrbare Abgeschnittensein von technischen Gestaltungs- und Mitwirkungsmöglichkeiten z. B. im Arbeitsprozess andererseits führen dazu, dass die Menschen die Technik nicht als ihre eigene, im gesellschaftlichen Zusammenhang zu verantwortende Möglichkeit erfahren können." (a. a. O., S. 192)

Dieses Problem besteht bei der Hydrotechnik in erheblichem Maße: Im Alltagsverständnis vieler Menschen kommt das Wasser aus dem Hahn wie der Strom aus der Steckdose und damit ist vielfach auch schon das Grenzgebiet des gefährlichen Halbwissens erreicht. In Bezug auf den Wasserkreislauf kommt hinzu, dass dieses Thema vielfach auf die Grundschule begrenzt und vertieftes Wissen aus diesem Bereich eher für obsolet gehalten wird. Dabei zeichnet sich durch den Klimawandel immer mehr ab, dass die Selbstverständlichkeit der Versorgung mit sauberem Wasser einer kritischen Betrachtung nicht standhält. Es erfordert also eine wachsame und kritische Öffentlichkeit, um den gegenwärtigen Zustand auch in der Zukunft zu erhalten.

Das aktuelle Problem bei der Versorgung mit Wasser besteht einerseits in der Gefahr der Übernutzung des Wasserdargebots, gerade im Zuge des Klimawandels, und andererseits im Versuch, die besondere ökonomische Struktur der Wasserversorgung im Zuge der sog. Liberalisierung zu verändern und marktwirtschaftlichen Geschäftskalkulationen unterzuordnen. Die Folgen der Privatisierung können an den Berliner Wasserbetrieben aufgezeigt werden. 1999 wurden 49,9 % an RWE, Allianz und Veolia verkauft (Lederer 2011, S. 452). Den Konzernen wurden in Geheimverträgen beträchtliche Gewinngarantien zugesichert: „Die Teilprivatisierung von 1999 hatte eine ‚Raub- und Beutegemeinschaft' der Anteilseigner zu Lasten der Wasserkunden hervorgebracht." (a. a. O., S. 459). Die Wasserpreise wurden um ein Drittel erhöht, ohne dass die Kunden irgendeinen Vorteil davon hatten. Im Gegenteil: „Der Grund dafür ist tatsächlich der hohe Anteil kalkulatorischer Kosten in der Kalkulation zur Sicherung der Gewinne der Anteilseigner." (a. a. O., S. 460). Ende 2013 nach einem Volksentscheid zur Offenlegung der Geheimverträge, der von der Bürgerinitiative Berliner Wassertisch initiiert wurde, kam es zu einem Rückkauf von zunächst den Anteilen der RWE (Engartner 2021, S. 276 ff.).

Das macht das Thema Wasserversorgung zu einem Element der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Denn gerade die Selbstverständlichkeit, mit der das Wasser aus der Leitung kommt, macht die kritische Reflexion auf die Verbindung mit den Naturkreisläufen zu einer didaktischen Herausforderung. Und die Entwicklung einer positiven Einstellung zu den Maßnahmen einer die Wasserressourcen schonenden, nachhaltigen Nutzung und ihrer Sicherung auch für zukünftige Generationen wird durch die Suggestion kurzfristiger Kostenvorteile bei der Privatisierung massiv behindert.

Müsste man sich sein Wasser vom Fluss oder Brunnen holen, könnte man den Wasserstand sehen und die Qualität des Wassers wahrnehmen. Die Hydrotechnik un-

terbindet diese Erfahrungen und es muss ein didaktisches Substitut entwickelt werden, wenn man Schülerinnen und Schülern das Problem nahebringen möchte.

Zu einer Herausforderung der Technikdidaktik wird es dadurch, dass die Gefahren, die mit der Übernutzung des Wasserdargebots verbunden sind, nur rational erschließbar sind und nicht durch eigene Sinneswahrnehmung erkannt werden können. Das Ziel der Technikdidaktik sollte es sein, den vernünftigen Zweck der Hydrotechnik herauszuarbeiten und die Gefahren durch eine unvernünftige Bewirtschaftung dieses Lebensmittels Nummer 1 vermittelbar zu machen.

Dazu wird der Vorschlag von Martin Binder zur Umsetzung der PHF aufgegriffen und für die Hydrotechnik konkretisiert.

„Die besonderen Sinnzusammenhänge technischen Handelns und technikbezogener Theorien werden über die Bewertungs- und Bedeutungsbezüge herausgestellt. Sie ergeben sich aus den mit Technik verfolgten Zielsetzungen der unterschiedlichen Akteure (Nutzer, Hersteller, Betroffene), den Rahmenbedingungen ihres Handelns, den daraus entstehenden Entscheidungskonflikten bei der Suche nach zweckmäßigen Mitteln und aus den beabsichtigten und unbeabsichtigten Folgen. Allgemeinbildender Technikunterricht soll Schüler:innen zu einem besseren Verständnis dieser Zusammenhänge der Entstehung, Verwendung und Folgen von Technik führen." (Binder 2020, S. 17)

Hydrotechnik als Teil des PHF Versorgen und Entsorgen

Was wissen wir über die Beschaffenheit des PHF Versorgen und Entsorgen? Wie so häufig suggerieren Worte aus der Umgangssprache eine Klarheit, die einer wissenschaftlichen Betrachtung nicht standhalten. Wer könnte mit dem Wort „versorgen" nichts anfangen? So werden Kranke versorgt oder Hilfsbedürftige. Sich mit dem Nötigsten versorgen kann ansonsten fast jeder. Man versorgt sich dabei mit Lebensmitteln, Kleidung, Büchern und Getränken. Aber was ist der technische Aspekt? Was macht das Versorgen zu einem technischen Gebiet?

Ein Blick auf das, was zum Versorgen benötigt wird, erlaubt es, einen Schritt weiterzukommen. Wer sich heute mit einem Glas Wasser versorgen möchte, geht zum Wasserhahn und dreht ihn einfach auf. Dabei wird eine Technik zwischen der Naturressource und ihrem Nutzer geschaltet, die nichts mehr von der Anschaulichkeit des Wassereimers hat und den Nutzer von der Erfahrung des Aufwands beim Wassertransport befreit. Dies ist nicht nur beim Wasser der Fall, sondern auch bei der Versorgung mit Elektrizität, Gas und digitalen Daten. Die Entsorgung umfasst nicht nur das Abwasser, sondern auch die verschiedenen Abfälle, Rest- und Wertstoffe. Wie lässt sich die Ver- und Entsorgung unter der technischen Perspektive begrifflich fassen?

Vielleicht hilft einem die Praxis weiter. So lautet die Definition eines Planungsbüros für die technische Gebäudeausrüstung folgendermaßen: „Versorgungstechnik steht grundsätzlich für alle technischen Maßnahmen, die in Gebäuden, Räumen, Betriebsstätten und Einrichtungen der Energieversorgung (Heizung, Elektro), der stoff-

lichen Versorgung (Lüftung, Klima) und der Entsorgung (Abwasser, Müll) dienen. Ingenieure und Systemplaner für Versorgungstechnik und technische Gebäudeausrüstung planen, kalkulieren, betreiben und bauen effiziente Anlagen der Ver- und Entsorgung. Der Umfang dieser Planungsarbeiten reicht von Wohnhäusern über Werkhallen bis hin zu ganzen Wohnkomplexen und Städten. Die technische Gebäudeausrüstung (TGA) ist ein Teilgebiet der Versorgungstechnik, obgleich TGA oft mit dem Begriff Versorgungstechnik gleichgesetzt wird." (Planungsgesellschaft TP3 o. J.)

Hier wird die Perspektive der Bauwirtschaft übernommen, dies bedeutet, dass bei der Errichtung der Gebäude sichergestellt werden muss, dass das Gebäude und damit dann auch die darin arbeitenden oder lebenden Personen versorgt und auch bestimmte Stoffe entsorgt werden, wie z. B. Abwasser und Abluft. Aus dieser Perspektive wird die Entsorgung des Mülls nur dann zur (Teil-)Aufgabe der Bauwirtschaft, wenn z. B. Müllschlucker eingebaut werden, und daran kann man schon bemerken, dass der Fokus Hausbau die Perspektive verengt.

Blickt man zum Bildungssystem, nämlich in den beruflichen Bereich, wird man bei den Ausbildungsgängen zur Versorgungstechnik fündig. Es gibt z. B. die Berufsfachschule Metalltechnik-Versorgungstechnik oder auch die Abteilungen Versorgungstechnik in entsprechenden beruflichen Schulen. Ausgebildet wird hier der Beruf des Anlagenmechanikers SHK (Sanitär, Heizung, Klima), der auch einen Ausbildungsbaustein (ein Lernfeld) zur Hydrotechnik hat. Das Thema Versorgung mit Wasser ist aber aus der Perspektive des beruflichen Handels im SHK-Feld nur untergeordnet, weil nur vergleichsweise wenig Arbeitshandlungen aus dem Gesamtspektrum dieser beruflichen Arbeit darauf entfallen. Versorgungstechnik ist nicht strikt definiert, aber in den Berufsschulen werden Heizungsbau, Klima- und Lüftungstechnik darunter verstanden und Versorgungstechnik mit Gebäudetechnik bzw. Gebäudeausrüstung identifiziert.

Ein auf die Hydrotechnik spezialisierter Beruf ist die Fachkraft für Wasserversorgungstechnik, der zu den sog. umwelttechnischen Berufen gehört (zusätzlich zu den Fachkräften für Kreislauf- und Abfallwirtschaft sowie Rohr-, Kanal- und Industrieservice). Für einen Teil dieser Berufe ist der ehemalige Ver- und Entsorger der Vorläuferberuf, der für einen Teil der jetzigen beruflichen Tätigkeiten das erste Mal eine berufliche Qualifizierung erforderlich machte. Er hatte drei Vertiefungsrichtungen: Wasserversorgung, Abwasser, Abfall. Die Auszubildenden aller drei Berufe hatten zwei Jahre identische Ausbildungen und lernten auch die anderen Bereiche neben ihrer eigenen Vertiefungsrichtung kennen (vgl. Krampe 1989, S. 24). 2002 wurde dieser Beruf aufgehoben, weil Klimawandel und Digitalisierung die Anforderungen in diesem Beruf und seinen Fachrichtungen so stark verändert hatten, dass eine Spezialisierung von Anfang an geboten schien (BIBB o. J.). Die berufliche Bildung schafft Ausbildungsprofile, die sich an der gesellschaftlichen Arbeitsteilung ausrichten und mit der Spezialisierung auch zu entsprechend „schmalbandigen" Berufen führen. Da die technische Bildung bei den von ihr in den Unterricht gebrachten Themen auch immer die Berufsorientierung berücksichtigen sollte, ist sie hier gefordert, den Beitrag der betroffenen Berufe herauszustellen.

Ein Blick in die Ingenieurwissenschaften soll diesen Exkurs abschließen: Schließlich kann man Versorgungstechnik studieren, da wird man sicherlich auch definiert haben, was man da studiert. Allerdings stellt man fest, dass die Studienportale zwar Studiengänge mit dem Stichwort Versorgungstechnik anbieten, diese selbst aber anders heißen. In den entsprechenden Portalen wird man zu Studiengängen der Energie- und Gebäudetechnik, der Abfallwirtschaft und der Wasserwirtschaft geleitet. Der Begriff Versorgungstechnik ist also zumindest aus der Perspektive des Studiums unscharf.

Wenn man sich ansieht, in welchen Fakultäten oder Abteilungen zur Hydrotechnik geforscht wird, findet man sie als Teil des Bauingenieurwesens. Die Problematik der Ingenieurwissenschaften als Bezugswissenschaft macht sich auch am Beispiel der Wasserwirtschaft bemerkbar. Natürlich sind die großen Strukturen der Wasserversorgung, z. B. die Wasserwerke, die Wasserleitungen und die Wasserspeicher, Bauwerke und damit Gegenstand der Bauingenieure. Aber in diese Bauwerke werden spezifische Maschinen, Geräte und Apparaturen der Hydrotechnik eingebaut wie z. B. elektrische Pumpen, Messgeräte, große Filteranlagen etc. Damit kommen andere Disziplinen der Ingenieurwissenschaft ins Spiel, insbesondere die Verfahrenstechnik, wenn es z. B. darum geht, Filteranlagen für das Wasserwerk zu konstruieren. Die Hydrotechnik ist daher ein interdisziplinäres Gebiet. In einem der wenigen Bücher, die einen Gesamtüberblick über dieses Gebiet liefern, äußert sich der Autor auch verwundert über diese Leerstelle:

„Unsere Hygiene hängt in großem Maße vom Erfolg und der Zuverlässigkeit dieses Wirtschaftszweigs ab. Überraschend ist, dass sich kaum ein Lehrbuch mit der ganzen Breite dieser für die Gesellschaft so wichtigen technischen Disziplin befasst. Wasseraufbereitung, Wasserversorgung, Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung und Teile des Gewässerschutzes werden häufig als getrennte Arbeitsgebiete gelehrt und sind in der Praxis auch in getrennten fachlichen Berufsorganisationen organisiert." (Gujer 2007, S. V)

Für die wissenschaftliche Absicherung der Hydrotechnik im didaktischen Problem- und Handlungsfeld muss daher auf verschiedene Disziplinen der Ingenieurwissenschaft zurückgegriffen und auch weitere Wissenschaften mit einbezogen werden, wie z. B. Hydrologie, Hydraulik und Hydrodynamik, und wenn nicht nur die Wasserverteilung, sondern auch die Wassergewinnung als Teil der Hydrotechnik verstanden werden soll, der Bereich der Geohydrologie, die z. B. den Wasserkreislauf untersucht.

Man kann also feststellen, dass das Feld der Versorgungstechnik sowohl aus der Perspektive der Ingenieurwissenschaften als auch der beruflichen Bildung wenig ganzheitlich betrachtet wird, wofür es sicherlich gute Gründe gibt, aber woraus sich für die allgemeine technische Bildung der Auftrag ergibt, eine eigene Perspektive zu entwickeln.

Ausgangspunkt für eine integrierende Betrachtungsweise ist die Nutzung des Wassers, denn sie genießt einen besonderen rechtlichen Schutz. In jedem Fachbuch zur Wasserwirtschaft (z. B. Gujer 2007, Baur u. a. 2019, Karger, Hoffmann 2013) wird die hohe Bedeutung einer sicheren und hochwertigen Versorgung mit Wasser betont:

Wasser ist das Lebensmittel Nummer 1. Es ist eines der wichtigen Ziele der Agenda 2030. Die Bundesregierung hat als Reaktion auf die Folgen des Klimawandels die nationale Wasserstrategie verabschiedet. Die historischen Erfahrungen mit diesem Lebensmittel und den Folgen seiner Kontamination mit gesundheitsschädlichen Stoffen haben zu einer sehr ausdifferenzierten gesetzlichen Grundlage geführt, die hier nicht behandelt werden kann.

Eine ganzheitliche Betrachtung der Hydrotechnik kommt ohne die Betrachtung des Wasserkreislaufs nicht aus, da unser Trinkwasser ein reines Naturprodukt ist und das Wasserwerk nicht der Ort ist, an dem das Wasser produziert, sondern lediglich aufbereitet wird. Es wird der Natur entnommen aus Flüssen, Seen oder dem Grundwasser, und auch diese Entnahme, die Aufbereitung und Verteilung wird natürlich technisch bewerkstelligt. Hier sind die Berufe des SHK-Handwerks nicht involviert, sondern die Fachkraft für Wasserversorgungstechnik und der/die Anlagenmechaniker:in – Einsatzgebiet Rohrsystemtechnik. Für den ganzen Bereich des technischen Wasserkreislaufs hat man also alle vier umwelttechnischen Berufe zu berücksichtigen.

So wichtig die Berufe sind, ihre Betrachtung allein ergibt noch kein vollständiges Bild des technischen Wasserkreislaufs. Der natürliche Teil funktioniert ja zum Glück ohne menschliche Technik, muss aber zumindest in Grundzügen mit behandelt werden. Denn technische Eingriffe in den natürlichen Wasserkreislauf führen zu Umweltauswirkungen, die schwerwiegend sein können. Insbesondere unter den Bedingungen des Klimawandels kann es z. B. zu Grundwasserabsenkungen kommen, die dann die Wasserversorgung beeinflussen können. Aber auch die Überdüngung durch die landwirtschaftliche Nutzung der Böden kann den natürlichen Kreislauf so beeinträchtigen, z. B. das Grundwasser so mit Nitraten verschmutzen, dass die technische Aufbereitung des Grundwassers zu Trinkwasser sehr aufwendig und damit teuer wird.

Im weiteren Sinne ist die Wasserwirtschaft der ganze Bereich, der mit der Nutzung der natürlichen Ressource Wasser in all ihren Facetten zu tun hat. Damit ist gemeint, dass das Wasser z. B. für den Transport genutzt wird, zur Kühlung, zur Produktion, zur Gewinnung von Rohstoffen. Diese zum Teil divergierenden Nutzungsinteressen sollen durch das Wasserrecht gegeneinander abgewogen werden. Die Teilbereiche der Wasserwirtschaft sind: Gewässerbewirtschaftung, Trinkwassergewinnung, Brauchwassergewinnung, Abwasserbewirtschaftung und Regenwasserbewirtschaftung (Gujer 2007, S. 117 ff.).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die berufliche Perspektive zunächst auf das Gebäude und die Versorgungstechnik führte und die Versorgung vornehmlich aus der Perspektive der Gewerke beim Hausbau betrachtet wurde. Das ist auf der einen Seite wichtig, auf der anderen Seite lässt es die gesellschaftliche Arbeitsteilung außerhalb des Hauses unbeachtet. Diese wird durch die Einbeziehung der umwelttechnischen Berufe, des Anlagenmechanikers/der Anlagenmechanikerin und der Fachkraft für Wasserversorgungstechnik einbezogen.

Versorgung und Hydrotechnik in der Technikdidaktik

Mit der ersten Einführung der Problem- und Handlungsfelder (PHF) durch Sachs war die Hydrotechnik als Thema gesetzt. Das PHF Versorgung und Entsorgung enthielt die Inhalts- und Problemaspekte: Einrichtungen zur Wasserver- und -entsorgung, Energieversorgung und -nutzung, Abfallbeseitigung und als allgemeine Klammer: Technik und Umwelt (Sachs 2021, S. 206).

Eine der ersten Arbeiten zu diesem Thema stammt von Helling und Schmidt (1977). Der Bedeutung des Wortes Versorgung nähern sie sich mit Beispielen aus dem gesellschaftlichen Alltag, wie z. B. Versorgung mit Medikamenten oder dem Hinweis, dass es Aufgabe der Kommune ist, die Bürger mit Wohnungen, Spielplätzen, Verkehrseinrichtungen etc. zu versorgen. Der Bedeutungsumfang von Versorgen wird dadurch sehr umfangreich. Aber im weiteren Verlauf des Aufsatzes wird er wieder radikal eingegrenzt: Da die Versorgung der Bürger mit Elektrizität die Elektrotechnik notwendig macht, geht man in dem Beitrag nun zur fachlichen Behandlung über: Ohmsches Gesetz, Schutzklassen, Ermittlung der Leistung der Verbraucher in einem Haushalt etc. Von Versorgung bleibt auf diese Weise nicht mehr viel übrig, selbst das Kraftwerk und die ganze Elektrizitätswirtschaft mit den Leitungen und Umspannwerken bleiben außen vor.

Die Vorschläge von Sachs wurden auch von Franzbecker (1984) aufgegriffen. Er geht sehr grundsätzlich vor und beginnt mit dem Versorgen und Entsorgen als Grundprozess des Lebens, also der Zufuhr von Nahrung und der Ausscheidung der Stoffwechselprodukte. Allerdings ist Versorgen etwas anderes als das Aufnehmen der in der Natur vorhandenen Nahrung und üblicherweise ist das Ausscheiden auch nicht mit der Entsorgung gleichzusetzen. Vermutlich ist das von ihm zugrunde gelegte spezifische Verständnis von Ver- und Entsorgen durchaus verbreitet und deswegen die im Folgenden vorgenommene Klärung der Begriffe von hoher Bedeutung. Versorgen soll hier in meinem Text im Folgenden bedeuten, dass es eine Relation zwischen zwei Instanzen gibt, von denen die eine versorgt wird, wie z. B. der/die Bürger:in in seiner/ihrer Wohnung, und die andere der Versorger ist, z. B. der Wasserversorger. Wir haben es also nicht mit einem natürlichen, sondern mit einem gesellschaftlichen Verhältnis zu tun. Aus der Perspektive des PHF V+E kommt noch die besondere Technik hinzu: Wasserinfrastruktur ist speziell zum Zweck der Versorgung mit Wasser eingerichtet worden, wie die Kanalisation zur Entsorgung. Diese Bedeutung von Versorgen ist etwas Besonderes. Sie kommt z. B. nicht zum Tragen, wenn man sagt, dass ein Radio jemanden mit Information versorgt, denn dies ist nicht die exklusive, ja noch nicht einmal die Hauptaufgabe des Radios, weil der größte Teil seiner Leistung sicherlich der Unterhaltung der Hörer dient.

Versorgung hat aber im Sinne des PHF etwas mit Notwendigkeit zu tun, mit Lebensnotwendigkeiten und daraus bezieht sie ihre Besonderheit – und bei einer Störung ihre Brisanz. Die Versorgung mit Lebensmitteln scheint auf den ersten Blick in dieses Bild zu passen. Aber der Gang zum Supermarkt erfordert keine spezifische Technik. Von Versorgung mit Lebensmitteln durch eine Instanz spricht man auch erst

in Krisenfällen, wenn die Lebensmittel direkt zu den Bedürftigen gebracht werden. Die Thematisierung des Transports von Lebensmitteln zu den Supermärkten als logistische Aufgabe hingegen passt eher in das PHF Transport und Verkehr. Diese Versorgung ist zudem die Leistung einer Instanz, nämlich von Lebensmittelunternehmen wie Aldi, REWE, Lidl oder Netto, die die Lebensmittel aus ihren Zentrallagern auf ihre Supermärkte verteilen. Dies ist auch als normale Geschäftstätigkeit organisiert, ökonomische Besonderheiten wie im Fall der Versorgung mit Strom und Wasser treten hier kaum auf.

In den beiden hier zitierten Aufsätzen wird für die unterrichtliche Behandlung eine systemtheoretische Haltung eingenommen. Aus dieser Sicht lassen sich sehr unterschiedliche Systeme nach strukturellen und funktionalen Gemeinsamkeiten und Unterschieden klassifizieren. Aber die Systemtheorie ist nur wenig dazu geeignet, einen konsistenten Begriff von Versorgung zu entwickeln. Die Reduktion von Technik auf Masse, Energie und Information in ihrer zeitlichen Entwicklung vernachlässigt Nutzen und Gebrauchswert, die für die Entwicklung eines konsistenten Begriffs von Versorgen notwendig sind.

In neuerer Zeit sind weitere Ausgestaltungen des Ansatzes von Sachs insbesondere in den Standards der technischen Bildung aufgegriffen worden:

VDI Bildungsstandards

Auch hier steht am Anfang eine große Bedeutungsspanne des Wortes Versorgen: „Das Handlungsfeld Versorgung und Entsorgung greift die Grundbedürfnisse des Menschen nach Wärme, Licht und Versorgung mit lebensnotwendigen Stoffen, wie Lebensmitteln und Kleidung ebenso auf wie die Versorgung der Bereiche Industrie, Haushalt und Verkehr mit Stoffen und Energie.“ (VDI 2004, S. 13)

Diese anthropologische Betrachtungsweise der Grundbedürfnisse sieht ab von der gerade beschriebenen Relation zweier Instanzen, also z. B. dem Konsumenten, der versorgt werden soll, und dem Versorger, der dies bewerkstelligt. Außerdem ist die Situation in der Industrie, die sich über weite Strecken selbst versorgt, eine völlig andere als beim Bürger. Der VDI gibt als Ziel aus, „eigenes Verhalten bewusst zu machen und zu reflektieren, sowie Lösungsmöglichkeiten für die nachfolgend genannten Themen zu entwickeln:

- die Endlichkeit fossiler Energieträger und das Suchen nach technischen Alternativen
- Konzepte zur Vermeidung, Verringerung, Verwertung und Entsorgung von Abfällen, Resten und unerwünschten Nebenprodukten
- die Sicherheit im Umgang mit Stoffen und Energie sowie deren funktionstragenden Systemen
- die wirtschaftliche und technische Abhängigkeit von Großsystemen zur Ver- und Entsorgung.“ (VDI 2004, S. 13)

Anders als z. B. bei der Informations- und Kommunikationstechnik wird im VDI-Text der Versorgungstechnik selbst keine Rolle zugemessen und auch nicht hinsichtlich Struktur und Funktion zum Thema gemacht. Die Evaluationsaufgabe besteht in der Suche nach Einsparungsmöglichkeiten von 25 % für Wasser und Strom.

Anders sieht es in dem letzten Beitrag aus, auf den ich eingehen möchte (Borgenheimer 2009). Er ist der am weitesten gehende Versuch, die Hydrotechnik im Gefüge der Technikdidaktik zu verankern. Dazu greift der Autor die allgemeinen Anforderungen von Sachs an den Technikunterricht auf und prüft, ob sich einzelne Elemente aus der Hydrotechnik sinnvoll im Technikunterricht einbringen lassen. Er zeigt auf, dass dies für viele wichtige technische Handlungsweisen zutrifft, wie z. B. (1) Konstruieren elementarer Wasserhebesysteme; (2) Konstruieren eines Kolbenpumpenmodells; (3) Demontieren und Analysieren verschiedener Pumpen. Am Ende der Aufzählung kommt das ganze technische System ins Visier: (8) Beurteilen und Entscheiden unterschiedlicher Formen der Wassernutzung und Wasserversorgung; (9) Erkunden, Darstellen und Beschreiben regionaler Wasserkraftanlagen. (Borgenheimer 2009, S. 168)

Der Bezug zum PHF V+E wird für das Ziel der Entwicklung eines kritischen Bewusstseins über den Stellenwert technischen Handelns ins Spiel gebracht, für das die Behandlung des ganzen hydrotechnischen Systems in den Unterricht gebracht werden soll (a. a. O., S. 168 f.). Konkretisiert wird dann die Pumpentechnik an einem Unterrichtsbeispiel für Analyse, Konstruktion und Fertigung verschiedener Pumpen. Leider wird für das Unterrichtsbeispiel nicht angegeben, wie das ganze System der Wasserversorgung behandelt werden kann.

Die besondere Technik im PHF V+E (Staatswissenschaft und Techniksoziologie)

Das gesamte Gebiet des PHF Versorgen und Entsorgen umfasst mehrere gesellschaftliche Funktionsbereiche, z. B. die Elektrizitätserzeugung, ihr Transport über große Strecken, die Verteilnetze und letztendlich die Haushaltsanschlüsse. Die Aufgabe von Kommunikations- und Informationsnetzen, wie Internet, Telefon, Radio und Fernsehen bezeichnet man auch als Versorgung. Soll man diese daher auch zum PHF Versorgen und Entsorgen zählen oder besser dem PHF Kommunikation und Information zuweisen?

Um einen didaktisch tragfähigen und konsistenten Begriff von Versorgung zu gewinnen, wird im Folgenden auf eine Argumentation aus der Techniksoziologie zurückgegriffen, die für die Bestimmung des Begriffs Versorgung auch in der Technikdidaktik genutzt werden kann. Bei Mayntz (1993) wird die Frage nach der Versorgung anhand der Frage „Konsumgut oder Grundversorgung?“ unterschieden. Das Versorgen wird auf Wasser und Energie bezogen und Radio/Fernsehen auf den Konsum. Die Unterscheidung bezieht sich auf die Rolle, die diese Netze spielen: Sind sie allgemeine Voraussetzung des gesellschaftlichen Lebens, dann gehören sie in den Bereich der Versorgung. Lebensmittel zählen nur in Notzeiten dazu, nämlich die Grundnahrungsmit-

tel, die vom Staat als zivile Notfallreserve vorgehalten werden und in Notzeiten tatsächlich verteilt werden sollen.

Wir wollen nun das PHF Versorgen und Entsorgen weiter eingrenzen, denn Nahrungsmittel sollen nicht dazu gehören. Der Grund ist die Rolle der Technik: Die Frage, die beantwortet werden muss, lautet „Gibt es eine spezifische Technik, die für die gesellschaftliche Funktion eines Sektors im Bereich der Energie (Gas oder Elektrizität) oder des Wassers unerlässlich ist, so wie Kraftwerke, Hochspannungsleitungen, Wasserwerke oder Wasserleitungen?“. Dann haben wir es mit einem gesellschaftlichen Bereich zu tun, in dem die Technik eine prägende Rolle spielt. Und diese spezifische Technik sollte daher für die technische Bildung eine besondere Rolle spielen.

„Makrosoziologisch bedeutsam ist vor allem die Existenz der weiträumig zur dauerhaften Erfüllung eines spezifischen Zwecks verbundenen Netzwerke heterogener technischer und sozialer Komponenten; nur sie, aber weder Großvorhaben noch Großanlagen sollen hier als große technische Systeme bezeichnet werden.“ (Mayntz 1993, S. 98)

Diese Definition wollen wir im Folgenden auch zugrunde legen. Heterogen bedeutet, dass verschiedene technische Bereiche: Elektrotechnik, Bautechnik, Maschinen- und Anlagenbau zusammenwirken, ebenso wie verschiedene Berufsgruppen. Keine technische Disziplin steht im Vordergrund, sondern z. B. der Zweck der Wasserversorgung. Das Wasserversorgungssystem unterscheidet sich grundlegend vom Elektrizitätssystem: Wasser ist Naturstoff, Elektrizität im Sinne von Stromversorgung nicht. Das Wasser wird nicht hergestellt, sondern der Natur entnommen und aufbereitet. Elektrizität muss hergestellt werden, sie existiert nicht frei in der Natur. Blitze können z. B. nicht einfach gefangen und aufbewahrt werden, um dann zur Stromerzeugung verwendet zu werden.

„Man kann also sagen, dass in diesen Fällen die Technik in einen sehr konkreten Sinn systembildend gewirkt hat. Diese spezifisch technische Fundierung prägt unmittelbar die sozialstrukturelle Beschaffenheit, die Binnenstruktur der modernen Infrastruktursysteme, die eng mit der Verwendung ganz bestimmter technischer Verfahren und Artefakte zusammenhängt. So gibt es etwa im Verkehrsbereich mit Auto, Eisenbahn, Schiffen und Flugzeugen mehrere ganz unterschiedliche wegenutzende Verkehrstechniken; infolgedessen ist dieser Infrastrukturbereich durch das Nebeneinander mehrerer organisatorisch getrennter Systeme gekennzeichnet. Das Telekommunikationssystem ist dagegen auf der Grundlage, der für verschiedene Zwecke nutzbaren Kabeltechnik organisatorisch viel stärker integriert.“ (Mayntz 1993, S. 101)

Dieser Aspekt, dass ein gesellschaftlicher Teilbereich durch Technik geprägt wird, darf bei der Bestimmung der PHF nicht fehlen. Diese Prägung zu erkennen, ist aber nicht dadurch gegeben, dass man diese Technik nutzt. Wobei die Frage der Nutzung hier dringend differenziert werden muss: Konsumentinnen und Konsumenten, Unternehmen und Staat sind hier Nutzer:innen oder Nutznießer:innen mit jeweils besonderen Bedürfnissen. Der Konsument oder die Konsumentin braucht das Wasser und hat nicht viel mehr zu tun als den Wasserhahn aufzudrehen und die Wasserrechnung zu bezahlen. Über die zugrunde liegende Technik macht er/sie sich im Regelfall

vielleicht erst dann Gedanken, wenn er/sie ein Haus baut und diese Technik für seine/ihre Zwecke gestalten will. Typischerweise wird aber diese Technik einfach vorgefunden.

Was bedeutet Prägung eines gesellschaftlichen Bereichs durch Technik konkret?

Die Hydrotechnik hat da eine weit zurückreichende und lehrreiche Geschichte: Pergamon konnte als Stadt ab etwa 300 vor unserer Zeitrechnung auf dem Burgberg entstehen, weil die Wasserversorgung für die Einwohner erstmals mithilfe geschlossener, druckführender Wasserleitungen gesichert werden konnte. Ohne die Entwicklung einer Technik, die Wasser unter Druck setzt, konnte diese Stadt nicht bestehen, weil das Wasser aus einer über der Stadt gelegenen Quelle geleitet werden musste und dabei auch Täler auf der einen Seite herunter und dann aber auch wieder herauf fließen musste (Garbrecht 1995, S. 67). Ohne geschlossene Röhren kann man Wasser nicht nach oben fließen lassen. Die Schaffung einer technischen Voraussetzung ist noch keine gesellschaftliche Prägung: Wie prägt die Wasserversorgung das gesellschaftliche Leben? Das möchte ich am Beispiel der deutschen Städte im 19. Jahrhundert erläutern. Die Schaffung einer Wasserversorgung, die alle privaten Haushalte erfasst, wirkt sich auf das städtische Leben aus. Statt das Wasser von einem Brunnen zu holen, braucht man nicht mehr aus dem Haus zu gehen. Die Mühe des Schleppens entfällt und damit eine ganz entscheidende Mengenbegrenzung. Wenn das Wasser aus dem Wasserhahn fließt, ist es nur eine Frage des Geldes, was man alles damit anfängt. Man entwickelt weitere Bedürfnisse der Wassernutzung, die früher in der Wohnung völlig unbekannt waren: Baden und Duschen. Außerdem: Der Zeitaufwand der einzelnen Haushalte, sich mit Wasser zu versorgen, sinkt enorm. Zusammen mit anderen Techniken im Haushaltsbereich führt dies zu einer Freisetzung von Arbeitszeit, die zuvor im Haushalt gebunden war.

Das, was da durch ein spezifisches Techniksystem in der Gesellschaft entsteht, hat Forsthoff (1971), ein Staatswissenschaftler, folgendermaßen ausgedrückt.

„Mit der Zusammenbringung großer Bevölkerungsmassen auf engsten Raum in den Großstädten, wie sie die industrielle Emanzipation im 19. und 20. Jahrhundert mit sich brachte, ergaben sich für die individuelle Daseinsführung neue Bedingungen und Erfordernisse. Sie lassen sich in der Weise verdeutlichen, dass man den beherrschten und den effektiven Lebensraum des einzelnen unterscheidet. [...] Die durch die Industrialisierung ausgelöste räumliche Verschichtung der Bevölkerung hat dazu geführt, dass sich der beherrschte Lebensraum des Einzelnen mehr und mehr verringerte (von Haus, Hof und Werkstatt zur Mietwohnung und dem Arbeitsplatz in der Fabrik), während die Technik den effektiven Lebensraum außerordentlich erweiterte. Mit dem beherrschten Lebensraum gingen dem Einzelnen die Sicherungen verloren, die seinem Dasein eine gewisse Eigenständigkeit verliehen. Nun war er auf Vorkehrungen angewiesen, die seiner sozialen Bedürftigkeit zur Hilfe kommen und die Daseinsführung ohne beherrschten Lebensraum erst möglich machen: Gas, Wasser, elektrische Energie, Abwasserableitung, Verkehrsmittel usw. Die soziale Bedürftigkeit ist also unabhängig vom Vermögen. [...] Dieser Bedürftigkeit zu Hilfe zu kommen, ist staatliche Aufgabe geworden, wobei Staat im Weiteren, auch die Gemeinden umfassenden

Sinne, verstanden sein soll. Was in Erfüllung dieser Aufgabe geschieht, ist Daseinsfürsorge."

Mit dem Begriff Daseinsfürsorge wird eine staatliche Aufgabe bezeichnet, derer sich der Staat im 19. Jahrhundert im größeren Maßstab annahm. Die Unterscheidung beherrschter und effektiver Lebensraum sind für die Analyse der Technik von großer Bedeutung. Denn die Verringerung des beherrschten Lebensraums von einzelnen Personen und Familien ist in Städten mit Händen zu greifen, dass aber ihr effektiver Lebensraum so stark angewachsen sein soll, dürfte für die meisten eine erstaunliche Mitteilung sein. Dessauer (1956) arbeitet in seiner Technikphilosophie einen Aspekt von Technik heraus, der hier zum Verständnis hilfreich sein kann: Technik als Macht. Allein die Verfügung über elektrischen Strom erlaubt es jedem Haushalt, über eine Leistung von bis zu 14,5 kW dauerhaft zu verfügen, im Fall einer elektrischen Warmwasserbereitung sind es sogar 34 kW. Das ist die Leistung, die für Waschmaschine, Küchenmaschine, Wasserkocher, Fernseher, Computer etc. genutzt werden kann. Das ist ein Beispiel für das, was mit der Vergrößerung des effektiven Lebensraumes gemeint ist. Es ist die immer weiter voranschreitende Ausweitung des Technotops (Ropohl 2009, S. 15).

Die Entwicklung der Wasserinfrastruktur im 19. Jahrhundert hat das Antlitz der Städte grundlegend geprägt, ja Großstädte überhaupt erst dauerhaft ermöglicht. Hamburg wurde wie Berlin bereits im 18. Jahrhundert Großstadt, Köln folgte 1852, München 1854, Leipzig 1871, Stuttgart 1874, Bremen, Frankfurt und Hannover 1875, Düsseldorf 1885, Essen 1896.

Das Problem der Übernutzung der Ressource Trinkwasser und seine Eindämmung durch die Gestaltung der Hydrotechnik

Probleme im Zusammenhang mit der Trinkwasserversorgung werden in den letzten Jahren immer häufiger gemeldet. Am Beispiel der Süddeutschen Zeitung: „Wasser ist das neue Öl. Seit der Jahrtausendwende hat Deutschland Grundwasser mindestens im Volumen des Bodensees verloren. Das bekommen auch Berlin, Hamburg und München zu spüren – denn das Umland begehrt auf.". Die Verteilungskämpfe werden sicherlich noch viel von sich reden machen. So bezieht Berlin 70 % des Trinkwassers aus der Havel, die von der Spree gespeist wird, diese wiederum vom Braunkohletagebau, der allerdings demnächst eingestellt wird (Umweltbundesamt 2023). Dann könnte nach Einschätzung des Bundesumweltamtes in den Sommermonaten bis zu 75 % weniger Trinkwasser eingespeist werden.

Der Wasserversorger Hamburg Wasser (2023) versorgt die Stadt ausschließlich mit Grundwasser. Dieses kommt zurzeit zu 63 % aus dem Stadtgebiet, zu 25 % aus Schleswig-Holstein und zu 12 % aus Niedersachsen. Gegen die Erhöhung der Förderung aus der Region Nordheide streitet sich der Wasserversorger vor Gericht und hat in der ersten Instanz eine Begrenzung seiner Förderung erfahren, wogegen er nun

beim Oberverwaltungsgericht in Lüneburg klagt (Hamburger Abendblatt 2023). Die Grundwasserstände in der Region sind in den letzten Jahren stark gesunken, wie man dem Dürremonitor des Helmholtz Zentrums für Umweltforschung (2023) entnehmen kann.

Das dritte Beispiel hat vor allem wegen der Äußerungen von Ministerpräsident Söder für mediales Aufsehen gesorgt. 80 % des Trinkwassers für München kommt aus dem Voralpenland (Mangfalltal). Das Entnahmerecht stammt aus dem Jahr 1852, aber erst in den letzten Jahren kam es zu einem Streit zwischen dem Land Bayern und 19 Kommunen, in denen Wasserschutzgebiete ausgewiesen werden, die sicherstellen sollen, dass u. a. die Stadt München versorgt werden kann. So fordert die Interessengemeinschaft wasserliefernder Kommunen in Bayern einen finanziellen Ausgleich, weil sie die Wasserschutzgebiete in ihrer Gemeinde nicht oder nur eingeschränkt wirtschaftlich nutzen können. Das ist kein rein bayerisches Phänomen, denn die Alpen in ihrer Funktion als Wasserversorger von 170 Mio. Menschen in den Anrainerstaaten schwächeln – und das aufgrund des Klimawandels und einer unangepassten Nutzung dieser Region für Tourismus, Energiegewinnung durch Wasserkraftwerke, Speicherseen etc. Die Lösung, die für Aufsehen sorgte (Bayrischer Rundfunk 2023): Söder schlug vor, den Bodensee anzuzapfen, schließlich hat Bayern 18 von 273 km Uferzone. Durch Fernwasserleitungen nach Oberfranken und München, die mindestens 350 km Länge haben müssten, könnte man eine technische Lösung erreichen, ohne den Wasserverbrauch in den Zielgebieten einzuschränken und sich dem Klimawandel anzupassen. In Bayern ist die Entnahme von Grundwasser immer noch kostenlos, weswegen Appelle für eine Einsparung von Wasser ziemlich wirkungslos sind.

Diese drei Beispiele sollen nur illustrieren, dass der Klimawandel die Wasserversorgung in Deutschland verändern wird und dass es in vielen Regionen notwendig wird, sich darauf einzustellen. Doch wie wird es gelingen? Gerade die aufwendigen technischen „Lösungen“ mit Fernwasserleitungen erwecken den Eindruck, dass damit das Problem eher vertagt als gelöst wird, vielleicht sogar verschlimmert. Anstatt Wasser über weite Entfernungen zu transportieren, um vor Ort im Wesentlichen weiterzumachen wie bisher, ist eine Prüfung der bisherigen Wassernutzung notwendig. Die alten Wasserrechte – auch die Übereinkunft der Wasserentnahme aus dem Bodensee ist schon 60 Jahre alt – stammen aus einer Zeit, in der man sich über die Grenzen des Wasserkonsums keine Gedanken machte. Eine breite Diskussion darüber, wie eine Technik der Wasserversorgung der Zukunft gestaltet werden muss, ist dringend notwendig.

Die didaktische Aufgabe bei der Behandlung der Hydrotechnik im Unterricht

Die Hydrotechnik zu einem BNE-Thema zu machen, heißt, die gesellschaftliche Dimension des Themas nicht aus den Augen zu verlieren. Es wäre verfehlt, wenn Schülerinnen und Schülern der Eindruck vermittelt wird, dass sie Wasserverschwender seien und durch individuelles Wassersparen das Problem schon zu bewältigen wäre. Sie sind es schließlich nicht, die diese Situation herbeigeführt haben, sondern sie sind es, die sie ausbaden müssen.

Tatsächlich stehen wir vor gesellschaftlichen Konflikten: Industrie, Landwirtschaft und private Verbraucher:innen sind auf das Trinkwasser angewiesen. Allerdings wird die Sicherstellung der Nutzung als Lebensmittel bereits infrage gestellt. Selbst im eher regenreichen Nordwesten zitierte die lokale Zeitung den Geschäftsführer des lokalen Wasserversorgers in einer Titelzeile: „Der Kampf ums Wasser hat bereits begonnen." (Jung 2020)

Die Einrichtung der Hydrotechnik als Daseinsvorsorge ist eine Errungenschaft, die man nicht leichtfertig aufs Spiel setzen sollte. Und für den Technikunterricht stellt sich die Frage, wie man sich die Hydrotechnik der Zukunft vorstellen kann. Das eine Szenarium, die Möglichkeiten der Hydrotechnik dafür zu nutzen, die Reserven des Trinkwassers in großem Ausmaß anzuzapfen, um das Wasser aus lokalen Quellen großflächig und über weite Entfernungen zu verteilen, zeichnet sich bereits ab. Der Gegenentwurf wäre, die Herausforderungen des Klimawandels anzunehmen und die Hydrotechnik so zu gestalten, dass kommenden Generationen keine Probleme bereitet werden.

Die Hydrotechnik ist eine Infrastruktur im Wandel: Doch wie wird der Wandel gestaltet? Der Technikunterricht sollte dazu beitragen, dass dieser Wandel als Gestaltungsaufgabe verstanden wird (Röben 2023).

Literatur

Baur, Andreas/Fritsch, Peter/Hoch, Winfried/Merkl, Gerhard/Rautenberg, Joachim/Weiß, Matthias/Wricke, Burkhard (2019): Mutschmann/Stimmelmayr Taschenbuch der Wasserversorgung. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Bayrischer Rundfunk (2023): https://www.br.de/nachrichten/bayern/trinkwasser-bayern-und-die-mega-leitung-vom-bodensee,Tou4KtH

BIBB: https://www.bibb.de/dienst/berufesuche/de/index_berufesuche.php/profile/apprenticeship/fkabw23

Binder, Martin (2020): Die Problem- und Handlungsfelder. Eine (überfällige) Klärung. In: tu – Zeitschrift für Technik im Unterricht (176), S. 17 ff.

Borgenheimer, Bernd (2009): Hydrotechnik als Gegenstand des Technikunterrichts. In: Wolf Bienhaus (Hrsg.): Inhaltsfelder und Themen zeitgemäßen Technikunterrichts. 11. Tagung der DGTB in Karlsruhe 25.-26. September 2009, S. 163–178.

Dessauer, Friedrich (1956): Streit um die Technik. Frankfurt am Main: Josef Knecht, S. 147 ff.

Eckart, Wolfgang U. (2005): Geschichte der Medizin. Heidelberg: Springer, S. 202 ff.

Engartner, Tim (2021): Staat im Ausverkauf. Privatisierung in Deutschland, S. 276 ff.

Forsthoff, Ernst (1971): Der Staat der Industriegesellschaft. S. 75 f. zitiert nach Seite „Daseinsvorsorge". In: Wikipedia – Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 31. Oktober 2022, 12:28 UTC. URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Daseinsvorsorge&oldid=227514883 (Abgerufen: 29. Oktober 2023, 11:37 UTC).

Evans, Richard J. (2022): Tod in Hamburg. Stadt, Gesellschaft und Politik in den Cholera-Jahren 1830–1910. München: Pantheon.

Franzbecker, Walter (1984): Versorgung und Entsorgung als Themenbereich des Technikunterrichts. In: Erwin Angele (Hrsg.): Beiträge zur Praxis des Technikunterrichts 1983. Berichtband der 1. Hochschultagung Technikunterricht an der Universität Osnabrück. Bad Salzdetfurth: Verlag Barbara Franzbecker, S. 212–228.

Garbrecht, Günther (1995): Meisterwerke antiker Hydrotechnik. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag (Einblicke in die Wissenschaft). Online verfügbar unter https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-663-01488-1

Gujer, Willi (2007): Siedlungswasserwirtschaft. 3., bearb. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.

Hamburg Wasser (2023): https://www.hamburgwasser.de/magazin/wasserfoerderung-in-der-nordheide

Hamburger Abendblatt (2023): https://www.abendblatt.de/region/harburg-landkreis/article239189583/Wassermangel-Trinkt-Hamburg-die-Lueneburger-Heide-leer.html

Helling, Klaus/Schmidt, Winfried (1977): Unterrichtseinheit Versorgen. In: Peter Brauneck (Hrsg.): Technik in der Sekundarstufe 1. Vorschläge für die Unterrichtspraxis. Düsseldorf, S. 54–89.

Helmholz Umweltforschungszentrum (2023): https://www.ufz.de/index.php?de=37937

IWK (2023): https://www.nordhalben.de/media/21994/schreiben-iwk-bayern.pdf?fbclid=IwAR0hlgVmFCml-nQK2DFs9AkjioLTp6veLB0AaJcK1a9Sy7ufWHSwEzfwm-4

Jung, Jörg (2019): Der Kampf ums Wasser hat begonnen. Nordwestzeitung. https://www.nwzonline.de/plus/im-nordwesten-klimawandel-im-nordwesten-der-kampf-ums-wasser-hat-begonnen_a_50,5,4077813152.html

Karger, Rosemarie/Hoffmann, Frank (2013): Wasserversorgung. Gewinnung – Aufbereitung – Speicherung – Verteilung. 14., vollst. akt. Aufl. 2013. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint; Springer Vieweg.

Krampe, Marion (1989): Vier Jahre "Ver- und Entsorger/-in" – Bilanz eines neugeschaffenen Ausbildungsberufes im technischen Umweltschutz. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (1), S. 24–27. Online verfügbar unter https://www.bwp-zeitschrift.de/dienst/publikationen/de/13644, zuletzt geprüft am 21.10.23.

Lederer, Klaus (2011): Die Teilprivatisierung der Berliner Wasserbetriebe: Erfolgsmodell oder Abwicklungsfall? In: Zeitschrift für öffentliche und gemeinwirtschaftliche Unternehmen 34 (4), S. 444–461. Online verfügbar unter https://www.jstor.org/stable/41635066, zuletzt geprüft am 24.12.2023.

Mayntz, Renate (1993): Große technische Systeme und ihre gesellschaftstheoretische Bedeutung. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 45 (1), S. 97–108.

Planungsgesellschaft TP3 o. J.: https://www.tp3-tga.de/tga-im-betrieb/was-versteht-man-unter-versorgungstechnik/

Röben, Peter (2023): Die Gestaltungsorientierung in der Technikdidaktik als Leitidee für den Technikunterricht. In: tu – Zeitschrift für Technik im Unterricht (187), S. 5–11.

Ropohl, Günter (2009): Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. 3., überarbeitete Auflage. Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe. S. 15.
Sachs, Burkhard (2021): Skizzen und Anmerkungen zur Didaktik eines mehrperspektivischen Technikunterrichts (1979). In: Martin Binder, Christian Wiesmüller und Burkhard Sachs (Hrsg.): Grundlinien einer kritischen Theorie technischer Bildung, Bd. 2. 3 Bände. Hohengehren: Schneider (1), S. 178–214, hier S. 188.
Süddeutsche Zeitung (2023): https://www.sueddeutsche.de/projekte/artikel/wirtschaft/wasserknappheit-trinkwasserversorgung-klimawandel-e329719/
Umweltbundesamt (2023): https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/spree-droht-nach-kohleausstieg-in-der-lausitz
Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (2004): Bildungsstandards im Fach Technik für den mittleren Schulabschluss. Düsseldorf. Der VDI hält sie für veraltet und bietet sie nicht mehr an. Online noch verfügbar unter https://www.sn.schule.de/~nw/tc/files/bildungsstandards-technik
WHO (2023): https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cholera
Zilch, Konrad/Diederichs, Claus Jürgen/Katzenbach, Rolf/Beckmann, Klaus J. (Hrsg.) (2012): Handbuch für Bauingenieure. 2. Aufl. Heidelberg u. a.: Springer.

Autor

Röben, Peter, Prof. Dr., Professor für Technik und ihre Didaktik an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Außerschulische Lernorte, Robotertechnik, Hydrotechnik, Technikgeschichte.
peter.roeben@uol.de

Entwicklung BNE-spezifischer, professioneller Handlungskompetenz angehender Techniklehrkräfte am Beispiel des Wasserkreislaufs und der wassertechnischen Infrastruktur[1]

Dani Hamade

Abstract

Die Selbstverständlichkeit der Trinkwasserversorgung in Deutschland führt oft zum unreflektierten Umgang mit dieser Ressource, die durch den Klimawandel gefährdet ist. Es ist dringend notwendig, eine gesellschaftliche Transformation hin zum nachhaltigeren Umgang mit dem zur Verfügung stehenden Wasserangebot zu fördern. Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) kann dabei helfen, das Bewusstsein für einen verantwortungsvolleren Umgang mit Wasser zu schaffen. Dies erfordert eine transdisziplinäre Herangehensweise und die Entwicklung BNE-spezifischer Kompetenzen bei angehenden Lehrkräften. Die Einbindung externer Partner wie Wasserversorgungsunternehmen und Fachwissenschaften (hier insbesondere die Hydrologie) kann die Umsetzung von BNE und die Professionalisierung angehender Lehrkräfte hierbei fördern. In einem transdisziplinären Seminarsetting werden diese Aspekte deshalb in die Techniklehrkräfteausbildung implementiert. Diese Implementierung soll in diesem Beitrag dargelegt werden. Auf deren Grundlage soll in einem weiteren Schritt eine Fragebogenkonstruktion zur Erfassung des Professionswissens erfolgen.

Access to clean drinking water is often taken for granted in Germany, leading to an unreflective approach to this valuable resource, which is threatened by climate change. A societal shift towards more sustainable water management is imperative. Education for Sustainable Development (ESD) can contribute to raising awareness about responsible water use and water supply. This requires an interdisciplinary approach and the development of ESD-specific competences among (future) educators. The complementary involvement of external partners such as water supply companies and relevant scientific disciplines can support the implementation of ESD. In a transdisciplinary seminar environment, these aspects can be integrated into teacher training and the professionalisation of future educators can be explored, as outlined in this paper.

Schlagworte: Wasserversorgung; Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE); Professionswissen

1 Dieser Beitrag steht im Zusammenhang zu dem Beitrag von Peter Röben in diesem Band. Beide entstanden im Kontext des Graduiertenkollegs Lehrkräftebildung 2040 der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.

1 Einleitung

Der Klimawandel wird zu einem in jeder Region immer mehr erlebbaren Phänomen. Die langanhaltende Dürre hatte in den vergangenen Sommerhalbjahren zu erheblichen Problemen geführt, was u. a. durch die Vegetation, welche in weiten Teilen Deutschlands sichtbar litt, deutlich geworden ist (vgl. Bender et al. 2019, S. 22). Die Folgen des Klimawandels (natürlicher und anthropogener Natur), im Fokus dieses Vorhabens insbesondere die Auswirkungen des Klimawandels auf den globalen Wasserkreislauf (vgl. Douville et al. 2021, S. 1055 ff.), machen einen gesellschaftlichen Transformationsprozess notwendig. Prognosemodelle zeigen, dass die Auswirkungen des Klimawandels, insbesondere die langen Trockenperioden im Sommer, zukünftig dazu führen können, dass der Wasserbedarf für Ökosysteme, die landwirtschaftliche Beregnung und die Trinkwasserversorgung nicht gedeckt werden kann (vgl. Schulz, Scharun 2023, S. 194). Das saubere, direkt zugängliche Trinkwasser ist für viele Menschen in unserer Gesellschaft zu einer Selbstverständlichkeit geworden und der Umgang mit der Ressource ist häufig unreflektiert. Auf diesen Missstand macht auch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) in der kürzlich veröffentlichten „nationalen Wasserstrategie" aufmerksam und weist darauf hin, dass eine wesentliche Herausforderung darin besteht, die Wertschätzung im Hinblick auf die wassertechnische Infrastruktur und den sich dahinter befindlichen Aufwand zu steigern (vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz 2023, S. 71).

Hinter dieser wassertechnischen Infrastruktur verbergen sich Anlagen für die Wassergewinnung, -aufbereitung, -speicherung und -verteilung, die ein Teil des Technotops sind, also einer uns zur zweiten Natur gewordenen technischen Sphäre (vgl. Ropohl 2009, S. 15). Beschäftigt man sich mit den Auswirkungen des Klimawandels auf das kostbare Gut, so stellt man zudem schnell fest, dass nicht nur in der Sicherstellung der Trinkwasserversorgung und in der Abwasserentsorgung Herausforderungen bestehen, sondern auch viele weitere Bereiche betroffen sind, wie z. B. die Industrie und die Landwirtschaft (vgl. Michelsen, Rieckmann 2013). Aus technischer Perspektive rücken hier verschiedene Aspekte in den Mittelpunkt, wenn etwa ein nachhaltiges Wasserressourcenmanagement im Alltag (z. B. Verbrauchsmessung mittels Durchflusssensoren), in der Landwirtschaft (z. B. Bewässerungstechnologien) oder in der Industrie (z. B. Methoden zum Recyceln von Brauchwasser) im Vordergrund stehen.

Bezugnehmend auf die eingangs dargestellten Probleme kann hier Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) dazu beitragen, das Bewusstsein im Hinblick auf den sensiblen Umgang mit der natürlichen Ressource und der damit unmittelbar verbundenen technischen Gestaltung der Wasserversorgung und des Wasserressourcenmanagements zu schärfen (vgl. Michelsen, Rieckmann 2013, S. 120). Die wassertechnische Infrastruktur unter BNE-Gesichtspunkten zu betrachten, ist allein aus der Perspektive einer einzelnen Disziplin allerdings nicht zu leisten. Sie erfordert neben der rein technischen Auseinandersetzung mit der Wasserversorgung und -verteilung auch Kenntnisse darüber, wie natürliche Phänomene wie z. B. der Wasserkreislauf ablaufen

und welche damit in Verbindung stehenden Veränderungen durch den Klimawandel herausfordernd sind.

Die Konsequenz ist schließlich, dass Lehrkräfte über ein breites Spektrum an Wissen verfügen müssen, sodass Schüler:innen auf globale, aber auch regionale Herausforderungen, wie den Umgang mit Wasserknappheit, vorbereitet sind und entsprechende Gestaltungskompetenzen entwickeln können. Allgemein wird Lehrkräften bei der Integration von BNE in den Unterricht eine Schlüsselrolle zugetragen und sie werden als wichtige Multiplikatoren angesehen (vgl. Bürgener, Barth 2020, S. 4). Damit sie zu diesen Multiplikatoren werden können, ist es unabdingbar, dass sie bereits frühzeitig BNE-spezifisches Wissen aufbauen (vgl. Reinke 2017, S. 241). An dieser Stelle liegt die Verantwortung insbesondere in der universitären Lehrkräfteausbildung (vgl. Hellberg-Rode/Schrüfer, 2016, S. 6). Unterstützung bei der Umsetzung von BNE kann hierbei unter anderem auch die Einbindung außerschulischer Lernorte bieten (vgl. Niedersächsisches Kultusministerium 2021, S. 3). Es zeigt sich zudem, dass außerschulische Multiplikatoren häufig über ausgeprägtere BNE-spezifische, professionelle Handlungskompetenz verfügen als Lehrkräfte (vgl. Reinke 2021, S. 122). Besonders aber hinsichtlich des eingangs genannten Aspekts der Wertschätzung in Bezug auf die wassertechnische Infrastruktur bietet es sich an, außerschulische Lerngelegenheiten, wie sie beispielsweise von Wasserwerken in der Region angeboten werden, in die Lehrkräfteausbildung zu implementieren. Der Einbezug dieser Institutionen macht es möglich, weitere Perspektiven im Hinblick auf die Verfahren zur Wasseraufbereitung sowie damit verbundene Herausforderungen in den Diskurs einbringen zu können.

Neben dem Einbezug außerschulischer Akteure ist es im Zusammenhang mit den Auswirkungen des Klimawandels auf den natürlichen Wasserkreislauf sinnvoll, die entsprechenden Fachwissenschaften in die Gestaltung von Lehr-Lern-Angeboten einzubeziehen (s. Kapitel 3). Zur Umsetzung dieses Aspekts wird im Rahmen dieses Vorhabens mit der Arbeitsgruppe Hydrogeologie und Landschaftswasserhaushalt der Carl von Ossietzky Universität kooperiert.

Das Interesse besteht darin, eine entsprechende Seminarstruktur zu entwickeln, die es angehenden Techniklehrkräften ermöglicht, dieses Wissen aufzubauen. Im Zentrum der Untersuchungen steht hierbei die Erschließung des Einflusses eines Lehr-Lern-Labor-Seminars unter Einbindung der verschiedenen Inhalte und Akteure auf das Professionswissen der angehenden Lehrkräfte. Hierfür soll auf theoretisch-konzeptioneller Ebene zunächst ausgemacht werden, welche Inhalte für solche BNE-spezifischen Settings von Relevanz sind.

In Bezug auf ganzheitliche Untersuchungen zur professionellen Handlungskompetenz zeigt sich in der Technikdidaktik im Vergleich zu anderen Disziplinen wie beispielsweise den Naturwissenschaften und der Mathematik, in denen es mit Forschungsprogrammen wie COACTIV oder ProwiN bereits weitreichende Untersuchungen gibt (vgl. Kunter et al. 2011; Kirschner et al. 2017), insgesamt ein Forschungsdesiderat (vgl. Zinn 2017). Im Zusammenhang zur Facette des fachdidaktischen Wissens (s. Kapitel 2) liegen erste Ansätze zur Untersuchung der Professionalisierung angehender Lehrkräfte vor, die hier als Anregung herangezogen werden können (Goreth

2017; Goreth, Geißel, Rehm 2015; Straub, 2020). Insbesondere soll z. B. die Vorgehensweise zur vignettenbasierten Erhebung des fachdidaktischen Wissens adaptiert werden (Goreth 2017). Die Vignetten zur Erhebung des fachdidaktischen Wissens müssen im Hinblick auf die besonderen Anforderungen im Zusammenhang zur BNE jedoch noch erweitert werden, wofür Instrumente aus BNE-spezifischen Untersuchungen adaptiert werden (Reinke 2022). In Ergänzung zu den Vignetten zur Erhebung des fachdidaktischen Wissens sollen weitere Items adaptiert werden, sodass Teilaspekte der BNE-spezifischen, professionellen Handlungskompetenz, wie die Motivation zu einer BNE beizutragen und das BNE-spezifische Fachwissen, erhoben werden können (vgl. Reinke 2022, S. 159).

Die Resultate der theoretisch-konzeptionellen Vorarbeit werden anschließend im Rahmen eines Seminarsettings unter Einbindung von Lehr-Lern-Labor-Veranstaltungen implementiert, sodass die Kompetenzentwicklung angehender Techniklehrkräfte auch praktisch untersucht werden kann. Lehr-Lern-Labor-Veranstaltungen ermöglichen es angehenden Lehrkräften, Praxiserfahrungen durch eigenes Handeln mit Schülerinnen und Schülern zu sammeln und diese zu reflektieren (vgl. Dahmen, Preisfeld, Damerau 2021, S. 269).

> „Lehr-Lern-Labore als Lerngelegenheiten im Rahmen der Ausbildung angehender Lehrkräfte verfolgen unter anderem die Zielsetzung, den Transfer von Professionswissen in professionelles Handeln anzubahnen und auf diese Weise einen Beitrag zum Aufbau professioneller Handlungskompetenz zu leisten." (Dahmen, Preisfeld, Damerau 2021, S. 267)

In diesem Beitrag wird der Schwerpunkt zunächst auf die theoretisch-konzeptionelle Ebene unter Berücksichtigung der Überlegungen zur Kompetenzmodellierung gelegt, wobei insbesondere der Teilaspekt des Professionswissens der professionellen Handlungskompetenz Berücksichtigung findet und eine erste Pilotierung vorgestellt wird.

2 Professionswissen

Den ersten Strukturierungsvorschlag, der in der Literatur im Hinblick auf das Professionswissen von Lehrkräften weitgehend vertreten ist, unterbreitete Shulman (1986) mit der Unterteilung in pädagogisches Wissen, Fachwissen, fachdidaktisches Wissen sowie Wissen über das Fachcurriculum (Shulman 1986). Im Zuge dieses Vorhabens soll das Modell zur professionellen Handlungskompetenz aus dem Forschungsprogramm COACTIV als Arbeitsgrundlage herangezogen werden, da es diese Subfacetten auf der Seite des Professionswissens aufnimmt, darüber hinaus aber auch weitere, insbesondere im Zusammenhang zur BNE wichtige Kompetenzfacetten von Lehrkräften wie die motivationalen Orientierungen, Überzeugungen und Werthaltungen sowie die Selbstregulation berücksichtigt (s. Abb. 1).

Diese Modellierung ermöglicht neben der Analyse rein kognitiver Aspekte auf der Seite des Professionswissens auch eine Auseinandersetzung mit subjektiven Theorien angehender Lehrkräfte sowie ihren Auswirkungen auf die individuellen Wahrnehmungen zum professionellen Handeln (vgl. Saathoff, Röben 2017, S. 105). Im Folgen-

den soll das im Zusammenhang zur übergeordneten Thematik stehende Fachwissen sowie das fachdidaktische Wissen näher beleuchtet werden, da diese zentrale Elemente für die Interventionskonzeptionierung darstellen.

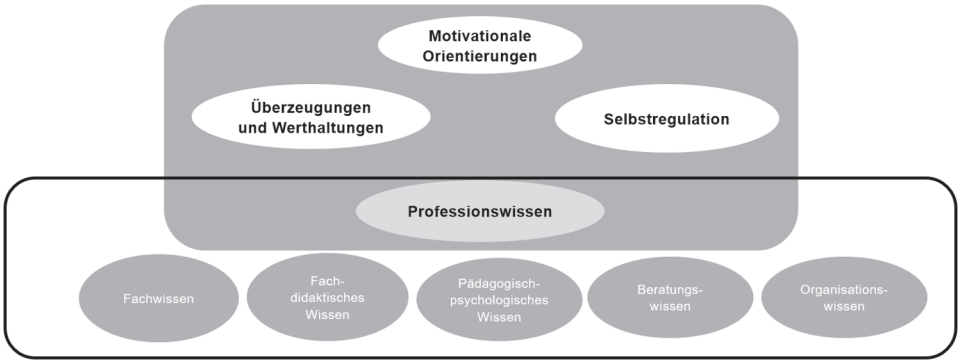


Abbildung 1: Das COACTIV-Modell zur professionellen Handlungskompetenz von Lehrkräften (eigene Darstellung in Anlehnung an Baumert, Kunter 2011, S. 32)

2.1 Fachwissen

Beim Fachwissen gilt es zunächst, eine Rahmung sowie die Herausarbeitung der fachwissenschaftlichen Grundlagen im Hinblick auf die übergeordnete Thematik vorzunehmen. Eine Übersicht bietet hierbei der Artikel von Michelsen und Rieckmann, der sich damit befasst, die Relevanz des Wasserthemas deutlich zu machen und aufzuzeigen, mit welchen Ansätzen und Methoden dieses Thema im Sinne einer BNE umgesetzt werden kann (vgl. Michelsen, Rieckmann 2013). Für die Umsetzung innerhalb der Intervention sind insbesondere die dort aufgeführten „Wasserthemen" von Relevanz:

- Wasser als Lebensgrundlage (z. B. Wasser als Ressource für Landwirtschaft und Industrie)
- Wasserknappheit/Wasserverschmutzung/Wasserressourcenmanagement
- Zugang zu Wasser/Wasserverteilung/Konflikte um Wassernutzung
- Kultureller Umgang mit Wasser
- Globale Zusammenhänge und Wechselwirkungen, z. B. mit dem Klimawandel
- Klimawandel und Niederschlagsvariabilität
- Wasserexport (virtuelles Wasser, Wasser-Fußabdruck)
- Zusammenspiel von z. B. ökologischen, wirtschaftlichen und gesundheitlichen Aspekten von Wasser
  (vgl. Michelsen, Rieckmann 2013, S. 121).

Was in dieser Übersicht nicht explizit, aber durch die Niederschlagsvariabilität als eine Komponente indirekt vertreten ist, ist das Wissen über den natürlichen Wasserkreislauf und die Auswirkungen des Klimawandels auf diesen, welches eine fundamentale Grundlage für das Verständnis der natürlichen Mechanismen bildet, die im Umkehrschluss auch einen Einfluss auf z. B. die Versorgung mit Trinkwasser haben.

Neben dem wasserbezogenen Wissen bilden BNE-spezifische Wissensanteile einen Bestandteil des notwendigen Fachwissens. So haben Hellberg-Rode, Schrüfer und Hemmer im Zuge einer Expertenbefragung im Hinblick auf notwendige BNE-spezifische Kompetenzen für Lehrkräfte Kenntnisse und kognitive Fähigkeiten nach den Facetten des Modells zur professionellen Handlungskompetenz klassifiziert (vgl. Hellberg-Rode, Schrüfer, Hemmer 2014; Hellberg-Rode, Schrüfer 2016). Im Zusammenhang der Auseinandersetzung mit der wassertechnischen Infrastruktur in einer BNE sind hier insbesondere die Kenntnisse über nachhaltige Technologien, die grundlegenden Kenntnisse über ökologische Systeme, ökologische Prinzipien und Prozesse sowie Kenntnisse über das Konzept der nachhaltigen Entwicklung von Interesse (vgl. Hellberg-Rode, Schrüfer 2016, S. 16). Hier lassen sich die oben aufgeführten, übergeordneten Wasserthemen von Michelsen und Rieckmann gegenüberstellen und einordnen, sodass die entsprechenden Kenntnisse und Fähigkeiten entsprechend der Thematik differenziert und konkretisiert werden können (s. Abbildung 2). Aus technischer Perspektive liegt es nahe, die „Kenntnis nachhaltiger Technologien" näher zu beleuchten. Damit eine Systematisierung der inhaltsspezifischen Facetten aus der Fachperspektive vorgenommen werden kann, wurden die Kategorien technischen Wissens von Wiemer zur Grundlage genommen (vgl. Wiemer 2018). Aufgeschlüsselt wird das technische Wissen hier in Aufbauwissen, Funktionswissen, Fertigungswissen, metatechnisches Wissen und technisch-kreative Fähigkeit (vgl. Wiemer 2018, S. 149).

Für die Kategorie des Aufbauwissens ist im Kontext der übergeordneten Thematik insbesondere das Wissen über den Aufbau der Anlagen zur Wasserver- und -entsorgung zu nennen. Das Funktionswissen ist wesentlich differenzierter. Es kann allerdings zusammengefasst werden, dass hier das Funktionswissen über einzelne technische Systeme in der Wasserversorgung (z. B. die Funktionsweise von Kreiselpumpen) und Funktionswissen über die technischen Systeme für ein nachhaltiges Wasserressourcenmanagement (z. B. die Funktionsweise von Wasserzählern zur Verbrauchsmessung und die Regelung von Wasserressourcen mit Mitteln aus der Automatisierungstechnik (Microcontrollereinsatz)) relevant sind. Eine weitere Wissenskategorie, die im direkten Zusammenhang zu den zuvor aufgeführten BNE-relevanten Inhalten steht, ist die des metatechnischen Wissens, in dem das Wissen repräsentiert ist, das den Einfluss technischer Systeme auf den Menschen beziehungsweise die Umwelt oder beides beschreibt (vgl. ebd.). Hier ließen sich viele Punkte aufführen, die bereits bei den Wasser-Themen von Michelsen und Rieckmann genannt wurden. Die Kenntnis der Bedeutung der Wasserversorgung als Daseinsfürsorge, aber auch die Auswirkungen von Technikeinsatz auf beispielsweise den Grundwasserhaushalt sind hier zu nennen.

2.2 Fachdidaktisches Wissen und BNE

In diesem Abschnitt soll im Anschluss an die vorangegangenen Überlegungen zum Fachwissen die Auseinandersetzung mit dem fachdidaktischen Wissen erfolgen.

Hierzu soll auf den Ansätzen der bereits erfolgten Untersuchungen aus der Fachdidaktik aufgebaut werden. So hat sich Goreth mit der Modellierung und Erfassung fachdidaktischen Wissens angehender Lehrkräfte im technikbezogenen Unterricht

auseinandergesetzt und im Zuge seiner Untersuchung ein Kompetenzstrukturmodell technikdidaktischen Wissens entwickelt, das den allgemeinen technikdidaktischen Diskurs als Grundlage hat (vgl. Goreth 2017). Dieses Strukturmodell setzt sich zusammen aus der Subkategorie „Wissen über Unterrichtsstrukturierung", worunter der Umgang mit gedanklichen Konstrukten (Schülervorstellungen) und die Anwendung von Methoden im Technikunterricht gefasst wird. Als eine weitere Kategorie fachdidaktischen Wissens wird hier die „Werkzeug- und Maschinenhandhabung" genannt, worunter die Sicherheitsbestimmungen und die Korrektur von Fehlhaltungen gefasst wird (vgl. ebd., S. 142). Für die unterrichtlichen Fragestellungen im Zusammenhang zur Wasserthematik sind insbesondere die Methodenkenntnisse zentral, wenn es z. B. darum geht, technische Experimente zu entwickeln (z. B. zum Vergleich verschiedener Bewässerungstechniken, zur Untersuchung von Druckverhältnissen im Rohrleitungsnetz und Identifizierung von Leckagen, Pumpenleistung etc.).

Für die Erschließung des BNE-relevanten, didaktischen Wissens kann die Expertenbefragung von Hellberg-Rode, Schrüfer und Hemmer wieder herangezogen werden. Im ersten Schritt der Expertenbefragung konnten mehrere Facetten fachdidaktischen Wissens im Hinblick auf die Gestaltung BNE-spezifischer Lernarrangements ausgemacht werden (vgl. Hellberg-Rode, Schrüfer, Hemmer 2014, S. 271). Neben der Kompetenzorientierung (also der Kenntnis über und Berücksichtigung von Gestaltungskompetenzen in der BNE) bilden zwei grundlegende fachdidaktische bzw. unterrichtspraktische Wissensfacetten die Basis für eine BNE-spezifische Gestaltung von Lernarrangements. Hierzu zählen zunächst Kenntnisse über BNE-spezifische Lernvoraussetzungen (worunter zum Beispiel Einstellungen, Schülerinteressen und Schülervorstellungen gezählt werden, wie sie bereits bei der fachdidaktischen Kompetenz berücksichtigt wurden). Weiterhin gehören dazu Kenntnisse über die Gestaltung schülerorientierter Lernarrangements, die u. a. beinhalten, dass die Lehrkräfte das Nachhaltigkeitsdreieck als ein grundlegendes Strukturierungsprinzip sowie Partizipations- und Gestaltungsoptionen kennen (2) (vgl. Hellberg-Rode, Schrüfer, Hemmer 2014, S. 271). In einer Anschlussuntersuchung konnten weitere Aspekte des BNE-spezifischen, didaktischen Wissens ausgemacht werden, wovon für dieses Vorhaben insbesondere das BNE-spezifische Methodenrepertoire von Relevanz ist (z. B. wenn es darum geht, Planspiele zu den Spannungsfeldern in der Trinkwasserversorgung zu entwickeln).

Neben den domänenspezifischen fachdidaktischen Kenntnissen ist eine Implementierung BNE-konzeptspezifischer Kompetenzen erforderlich. Die konkrete Einbettung der genannten Wissensfacetten innerhalb der Seminarstruktur wird im nächsten Abschnitt näher beleuchtet.

3 Interventionsstruktur und erste Pilotierung

Aus den Erkenntnissen zu den Subfacetten des Fachwissens und zum fachdidaktischen Wissen konnte eine erste Modellierung der Interventionsstruktur vorgenommen werden. Aufseiten der Fachwissenschaften wird dieses Vorhaben in Zusammen-

arbeit mit dem Fachbereich Hydrogeologie umgesetzt, wodurch die fachwissenschaftlich relevante Expertise durch entsprechende Gastvorträge (zum Beispiel zum Wasserkreislauf, aber auch zu aktuellen regionalen und globalen Forschungsvorhaben und Ergebnissen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf das Wasserangebot) sowie Beratung und Expertise bei der grundlegenden inhaltlichen Gestaltung gewährleistet ist. Außerdem wurde bereits zu Projektbeginn die Kooperation mit dem ortsnahen Wasserverband eingegangen, der mit dem Wasserwerk die Möglichkeit einer Exkursion unter Einbezug der Fachexpertise der Wasserwerker bietet. Gleichzeitig bietet dieser aber auch selbst außerschulische Lernangebote rund um das Thema Wasser an, wodurch einerseits durch die Bereitstellung des Lernangebots und von Erfahrungsberichten hinsichtlich der Schülerinnen und Schüler für spätere Lehr-Lern-Labor-Besuche profitiert werden kann. Auf der anderen Seite findet eine kooperative Lernangebotsgestaltung statt, in die die angehenden Lehrkräfte unmittelbar eingebunden werden. Schließlich konnte unter Berücksichtigung der entsprechenden Expertisen eine Seminarstruktur umgesetzt werden, in der die einzelnen theoretischen Vorüberlegungen zur Facette des Professionswissens, die hier grob zusammengefasst dargestellt sind, implementiert werden konnten (s. Abb. 2).



Abbildung 2: Strukturierung Professionswissen Wasser und BNE

Das Ziel ist es, dass die Studierenden eigene Lernangebote (für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I) mit entsprechenden Exponaten entwickeln und anschließend im Lehr-Lern-Labor erproben. In einer ersten Pilotierung wurde zunächst die Machbarkeit dieser Konzeption erprobt. Die Studierenden sollten zum Ende eigene Lehr-Lernangebote zu verschiedenen, selbst ausgewählten Themen entwickeln (entstanden sind hierbei z. B. Experimente zur Oberflächenversiegelung, zum Vergleich

verschiedener Bewässerungsarten, zur Wasserdurchflussmessung (Verbrauchsmonitoring) und zu Kreiselpumpen). Zur Verfügung standen Kreiselpumpen, Microcontroller und diverse Sensoren, die gemeinsam mit Schülerinnen und Schülern programmiert werden und in den technischen Experimenten Anwendung finden sollen. Die Experimentiersettings wurden von den Studierenden eigenständig in den Werkstätten entwickelt und hergestellt.

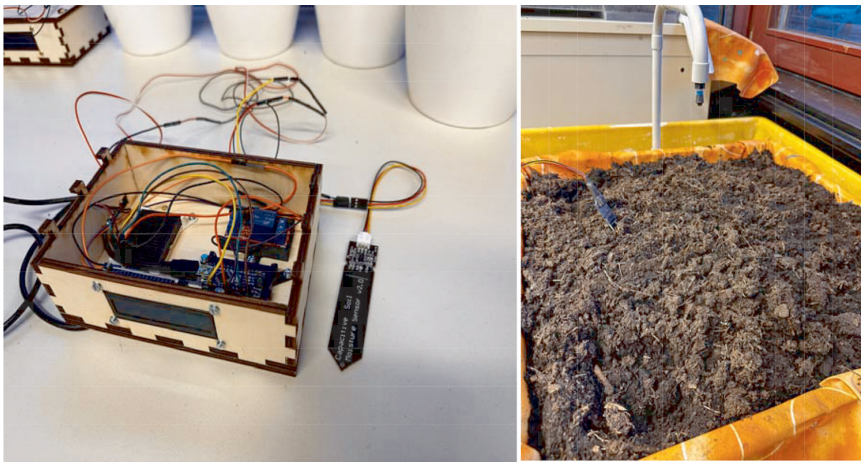


Abbildung 3: Beispiele für entstandene Experimentiersettings (links: Experimentierbox mit einem Arduino, einem Relais für Pumpen, einem Feuchtigkeitssensor und einem Display zur Datenanzeige. Rechts: Experimenteller Aufbau zum Vergleich verschiedener Bewässerungstechniken und deren Effizienz. Der Durchfluss wurde mit Flowmetern (digitale Wasserzähler) gemessen.

Hierbei konnten die Studierenden, nachdem die Grundlagen vermittelt wurden, eigenständig auf verschiedene Expertisen der einzelnen Akteure zurückgreifen, um ihre Lernsituationen zu optimieren. Das Ziel dieser Pilotierung war es, die Gestaltung der Kommunikation auf den verschiedenen Ebenen (zwischen den Studierenden und den Fachwissenschaften/Expertinnen und Experten aus der Berufspraxis) zu evaluieren und ggf. anzupassen.

4 Fazit und Ausblick

Die Durchdringung der mit dem Klimawandel einhergehenden Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Wasserkreislauf und der wassertechnischen Infrastruktur setzt interdisziplinäres Wissen voraus. Hier konnte von der Bildung einer Planungsgruppe unter Einbezug der verschiedenen mitwirkenden Akteure profitiert werden. Die transdisziplinäre Auslegung der Intervention hat es auf der einen Seite ermöglicht, die entsprechenden fachwissenschaftlichen Expertisen für Fragestellungen zu natürlichen Phänomenen und im Zusammenhang zum Klimawandel (hier insbesondere zu regionalen Auswirkungen, z. B. Salzwasserintrusion in den Küstenregionen oder Hochwassermaßnahmen im Stadtgebiet) zu erhalten.

In einem nächsten Schritt wird nun der Lehr-Lern-Labor-Besuch integriert, sodass Studierende die Möglichkeit erhalten, ihre entwickelten Lernsituationen durchzuführen und zu reflektieren. Außerdem gilt es nun, die Aspekte des Professionswissens zu operationalisieren und das Professionswissen und dessen Entwicklung im Rahmen des Settings zu untersuchen. Hier soll auch Rücksicht darauf genommen werden, welchen Einfluss die Einbindung der einzelnen Akteure auf die professionelle Kompetenzwahrnehmung der angehenden Lehrkräfte hat und welche professionellen Überzeugungen/Werthaltungen hierbei eine Rolle spielen.

Literaturverzeichnis

Baumert, Jürgen/Kunter, Mareike (2006): *Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften*. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9. Jahrg., Heft 4/2006, S. 469–520

Baumert, Jürgen/Kunter, Mareike (2011): Das Kompetenzmodell von COACTIV. In: Kunter, Mareike, Baumert, Jürgen, Blum, Werner, Klusmann, Uta, Krauss, Stefan, Neubrand, Michael (Hrsg.): Professionelle Kompetenzen von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann, S. 29–53

Bender, Steffen/Groth, Markus/Seipold, Peer/Gehrke, Janna-Malin (2019): *Klimaschutz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels – Synergien und Zielkonflikte im Rahmen kommunaler Konzepte und Strategien*. 1 Climate Service Center Germany (GERICS), Helmholtz-Zentrum Hereon, www.helmholtz-klima.de/sites/default/files/medien/dokumente/gerics_netto-null_repot_anpassung_klimaschutz-final-screen-1_1.pdf.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2023): *Nationale Wasserstrategie. Kabinettsbeschluss vom 15. März 2023, www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewaesser/BMUV_Wasserstrategie_bf.pdf*

Bürgener, Lina/Barth, Matthias (2020): *Die Zusammenarbeit von Lehrkräften, Hochschule und außerschulischen Bildungsakteuren – kollaborative Materialentwicklung unter der Perspektive BNE*. In: Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik 43 2020, 2, S. 4–10. URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-209782 – DOI: 10.25656/01:20978

Douville et al. (2021): *Water Cycle Changes*. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L., Connors, S. Pean, 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. Yelekci, R. Yu, B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1055–1210.

Goreth, Sebastian (2017): Erfassung und Modellierung professioneller Unterrichtswahrnehmung angehender Lehrkräfte im technikbezogenen Unterricht. In: Geißel, Bernd, Gschwendtner, Tobias (Hrsg.): Beiträge zur Technikdidaktik, Band 4. Berlin: Logos Verlag.

Goreth, Sebastian/Geißel, Bernd/Rehm, Markus (2015): *Erfassung fachdidaktischer Lehrkompetenz im technikbezogenen Unterricht der Sekundarstufe 1. Instrumentenkonstruktion und erste Befunde*. In: Journal of Technical Education 3, H. 1, S. 13–38.

Hellberg-Rode, Gesine/Schrüfer, Gabriele/Hemmer, Michael (2014): Brauchen Lehrkräfte für die Umsetzung von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) spezifische professionelle Handlungskompetenzen? Theoretische Grundlagen, Forschungsdesign und erste Ergebnisse. In: Zeitschrift für Geographiedidaktik, 42 (2014) 4, S. 257–281.

Hellberg-Rode, Gesine/Schrüfer, Gabriele (2016): *Welche spezifischen professionellen Handlungskompetenzen benötigen Lehrkräfte für die Umsetzung von Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE)?* In: Zeitschrift für Didaktik Der Biologie (ZDB) – Biologie Lehren und Lernen, 20(1), S. 1–29.

Kirschner, Sophie et al. (2017): *Professionswissen in den Naturwissenschaften (ProwiN)*. In: Gräsel, Cornelia, Trempler, Kati (Hrsg.): *Entwicklung von Professionalität pädagogischen Personals. Interdisziplinäre Betrachtungen, Befunde und Perspektiven*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Michelsen, Gerd/Rieckmann, Marco (2013): *Bildung für nachhaltige Entwicklung zum Thema „Wasser"*. In: Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, 57(3), S. 116–125.

Niedersächsisches Kultusministerium (2021): *Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) an öffentlichen allgemein bildenden und berufsbildenden Schulen sowie Schulen in freier Trägerschaft*. Runderlass der Ministerkonferenz vom 01.03.2021.

Reinke, Verena (2017): *Professionelle Handlungskompetenz von BNE-Akteuren*. In: Altmeppen, Klaus-Dieter/Zschaler, Frank/Zademach, Hans-Martin/Böttigheimer, Christoph/Müller, Markus (Hrsg.): *Nachhaltigkeit in Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft. Interdisziplinäre Perspektiven*. Wiesbaden: Springer VS. S. 241–255.

Reinke, Verena (2021): *Unterscheidet sich die professionelle Handlungskompetenz von Geographielehrkräften und außerschulischen BNE-Multiplikatorinnen und Multiplikatoren? Ergebnisse einer empirischen Studie*. In: Zeitschrift für Geographiedidaktik, 49 (3), S. 106–127.

Reinke, Verena (2022): *Professionelle Handlungskompetenzen von BNE-Akteurinnen und -Akteuren. Eine vergleichende Studie zwischen Geographielehrkräften und außerschulischen Bildungsakteurinnen und -akteuren am Beispiel Klimawandel*. Norderstedt: BoD-Books on Demand Verlag.

Ropohl, Günther (2009): *Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. 3., überarbeitete Auflage*. Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe.

Saathoff, Menke/Röben, Peter (2017): *Der Einfluss der Praxisphase in einem technischen Lehr-Lern-Labor auf die subjektiven Theorien Lehramtsstudierender – Entwicklung und Erprobung eines reflexionsfördernden Settings unter Verwendung der Repertory-Grid-Methode*. In: Journal of Technical Education, 8, H. 1, S. 100–126.

Schulz, Elisabeth/Scharun, Christina (2023): *Bestimmungsfaktoren für landwirtschaftliche Bewässerungsbedarfe und regionale Governance-Ansätze zur Konfliktreduktion in Niedersachsen und Sachsen-Anhalt*. In: Grundwasser – Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie, 28, S. 189–205.

Shulman, Lee S. (1986): *Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching*. In: Educational Researcher, 15 (2), S. 4–14.

Straub, Friederike (2020): Erfassung fachdidaktischer Kompetenzfacetten angehender Lehrpersonen technikbezogenen Unterrichts. Empirische Untersuchungen zur Erweiterung und längsschnittlichen Erprobung des Vignettentestinstrumentes PCK-T. In: Geißel, Bernd, Gschwendtner, Tobias (Hrsg.): Beiträge zur Technikdidaktik, Band 4. Berlin: Logos Verlag

Wiemer, Tobias (2018): Technisches Wissen – Kategorienbildung für die allgemeinbildende technische Bildung. Dissertation, BIS-Verlag Uni Oldenburg.

Zinn, Bernd (2017): *Editorial: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften für Technik – Besonderheiten und Ansatzpunkte für die fachdidaktische Forschung*. In: Journal of Technical Education. 5, H. 1. S. 14–26.

Autor



Hamade, Dani, M. Ed., wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand in der Arbeitsgruppe technische Bildung an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Professionelle Handlungskompetenz angehender Lehrkräfte, Bildung für nachhaltige Entwicklung, Schülerlabore als Lehr-Lern-Räume, Robotik und Elektrotechnik.
dani.hamade@uni-oldenburg.de

Lehrpersonen zwischen normativen BNE-Konzepten, den praktischen Bedingungen im Unterricht und dem gesellschaftlichen Nachhaltigkeitsdiskurs

Sarah Ryser, Andreas Stettler

Abstract

Die Berliner Erklärung zur Bildung für nachhaltige Entwicklung der UNESCO (2021) hat erneut die Wichtigkeit von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) betont. In der Schweiz ist BNE als normatives Konzept und fächerübergreifendes Thema im Deutschschweizer Lehrplan 21 (LP21) verankert worden. Somit werden Lehrpersonen in die Pflicht genommen, BNE im Unterricht zu integrieren. Der vorliegende Artikel geht auf den bildungspolitischen Kontext von BNE in der Schweiz ein, stellt verschiedene BNE-Ansätze vor und skizziert die Forschungsmethodik der Autorin und des Autors. In dieser Forschung steht die Frage nach dem Umgang mit BNE-Inhalten im Textilen und Technischen Gestalten (TTG) im Zentrum. Anschließend werden erste Ergebnisse der ethnografischen Datenerhebung präsentiert und ein vorläufiges Fazit gezogen.

The UNESCO Berlin Declaration on Education for Sustainable Development (2021) has once again emphasised the importance of Education for Sustainable Development (ESD). In Switzerland, ESD has been anchored as a normative concept and interdisciplinary topic in the current Swiss-German curriculum (LP21). Teachers are therefore obliged to integrate ESD into their lessons. This article looks at the educational policy context of ESD in Switzerland, presents various ESD approaches and outlines the re search methodology used by Sarah Ryser and Andreas Stettler. Their research focusses on how ESD content is addressed in design and technology (TTG). It then presents the initial results of the ethnographic data collection and draws a preliminary conclusion.

Schlagworte: Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE); Technisches und Textiles Gestalten (TTG); gesellschaftlicher Nachhaltigkeitsdiskurs; Democratic Paradox

Einleitung

Die Frage der Umsetzung von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) ist eine Herausforderung, da BNE national und international sowohl politisch als auch wissenschaftlich kontrovers diskutiert wird. Dabei gehen die Ansprüche von BNE in zwei Richtungen:

Zum einen sollen die Lernenden dazu befähigt werden, die normativen Konzepte nachhaltiger Entwicklung (NE) zu übernehmen. Andererseits erhebt BNE den Anspruch, dass die Lernenden in der Lage sind, NE-Zusammenhänge eigenständig zu beurteilen und ihr Verhalten nach eigenen Abwägungen und Entscheidungen auszurichten. Diese beiden Ansprüche werden als demokratisches Paradox diskutiert (van Poeck, Goeminne & Vandenabeele 2016). Es stellt sich dabei die Frage, wie mit diesem Paradox im Schulalltag umgegangen wird: Werden Lernende durch Bildung dazu angeregt, die „richtige" Sichtweise einzunehmen und entsprechend zu handeln bzw. zu entscheiden? Oder wird durch BNE das kritische Denken und selbstbestimmte Handeln gefördert? (vgl. Hamborg 2018; Ryser 2021). In beiden Fällen muss die Lehrkraft ihr pädagogisches Handeln entsprechend anpassen. Das Paradoxon der beiden Ansätze konfrontiert Lehrpersonen mit Spannungsfeldern in Bezug auf normative Konzepte im Unterricht im Allgemeinen und BNE im Besonderen. Die Berliner Erklärung (UNESCO 2021) fordert von der Bildung eine „positive" Veränderung von Denkweisen und Weltbildern und der Impuls zur Veränderung soll von der Schule ausgehen. In der entsprechenden dreijährigen Forschung am Institut Forschung, Entwicklung und Evaluation der PHBern unter der Leitung von Sarah Ryser (Anthropologin/Dozentin Erziehungs- und Sozialwissenschaften) und Andreas Stettler (Dozent Fachwissenschaft und Fachdidaktik Textiles und Technisches Gestalten) sind diese Spannungsfelder ein zentraler Aspekt der Forschungsfrage: Welche Spannungsfelder nehmen Lehrpersonen bei der Umsetzung normativer BNE-Konzepte wahr und welche Umsetzungsstrategien wenden sie in der Folge im Unterricht an?

Absichten von Bildung für nachhaltige Entwicklung und was dies für den Unterricht bedeutet

Nach éducation21 basiert BNE „auf einem gesamtheitlichen, systemischen Verständnis der Welt und thematisiert Zusammenhänge, wechselseitige Abhängigkeiten, aber auch Grenzen im Spannungsfeld von Umwelt, Wirtschaft, Gesellschaft und Individuum" (éducation21 2016, S. 2 vgl. Rektorat PHBern 2019b). BNE will die Auseinandersetzung mit zeitlichen, lokalen sowie globalen Veränderungen und Entwicklungen in der Schule und im familiären Umfeld fördern. Daraus folgend sollen in allen Fächern entsprechende Inhalte thematisiert und die BNE-Kompetenzen gefördert werden. Dies betrifft beispielsweise die Folgen unterschiedlicher resp. vereinheitlichter Lebensstile oder die Auswirkungen einer intensiven Landnutzung auf die Biodiversität (vgl. Ryser 2020; Felipe-Lucia et al. 2020). Themenbereiche wie Ernährung, Mobilität, globale

Machtverhältnisse (vgl. Ryser 2020), Klimawandel (vgl. Ryser 2010), ressourcenschonende Technik und Materialien oder Konsum werden dabei aufgenommen.

Die Förderung der NE ist ein Staatsziel und in der schweizerischen Bundesverfassung in den Artikeln 2, 54 sowie 73 verankert (vgl. Bundesamt für Raumentwicklung 2012). In der aktuellen „Strategie nachhaltige Entwicklung 2030" der Schweiz wird neben drei weiteren die Bildung als Treiber zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung genannt (Schweizerischer Bundesrat 2021). Auf der Strategie des Bundes von 2016 basierend wurde BNE im LP21 (D-EDK 2016) integriert. Die Inhalte des LP21 wurden in einem aufwendigen Verfahren gesellschaftlich ausgehandelt und basieren auf gut akzeptierten normativen Grundsätzen. Davon ist BNE nicht ausgenommen. Mittlerweile ist BNE überfachlich im Curriculum aller Stufen der obligatorischen Schule verankert. NE bildet kein neues Schulfach, sondern wird fächerübergreifend angeboten.

Die Grundlagen für NE im LP21 (ebd., S. 17) basieren u. a. auf der Erklärung von Rio de Janeiro 1992. NE wird im LP21 mit drei Kreisen[1] und zwei Achsen dargestellt. Die Kreise stehen für die Zieldimensionen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft und die Achsen für Zeit (Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft) und Raum (lokal, global). Damit werden die Spannungsfelder ökonomischer, ökologischer und sozialer Anforderungen an menschliches Handeln und deren zeitliche und räumliche Dimensionen dargestellt. Diese beruhen auf unterschiedlichen Interessen- und Zielkonflikten zwischen den Dimensionen sowie den verschiedenen Akteurinnen und Akteuren. In der Schule soll im Unterricht eine Güterabwägung initiiert werden, die sich mit der Frage auseinandersetzt, wie stark ökonomische, ökologische oder soziale Ansprüche zu gewichten sind bzw. wie stark sie sich überlagern sollen.

Auch an den Pädagogischen Hochschulen wird BNE als zentraler Inhalt thematisiert. In der Lehrerbildung zeigt sich das bereits erwähnte Spannungsfeld zwischen diskursiven Ansätzen und normativen Vorgaben: BNE soll das Denken und Handeln der Studierenden für vernetzte Prozesse, für die Wechselwirkungen zwischen lokalen und globalen Zusammenhängen und für das Erkennen langfristiger globaler Veränderungen sensibilisieren (vgl. Baumann et al. 2019; Studer 2020; Rektorat PHBern 2019a & 2019b).

Die hier vorgestellte laufende Studie nimmt den Schweizer Kontext, die erwähnten Absichten und Umsetzungsstrategien auf und untersucht BNE im TTG-Unterricht. Das Fach TTG bietet sich an, da viele der BNE-Anliegen thematisiert werden und durch die Materialisierung besonders gut sichtbar sind. Das Fach zeigt die Verbindung zu gesellschaftlichen und technischen Zusammenhängen auf. Es bildet konkrete und erfahrbare Alltagsbezüge und leistet einen visiblen Beitrag zur Umsetzung der NE-Inhalte der Agenda 2030. Da BNE den Anspruch stellt, die Gesellschaft durch die Schule spürbar zu verändern, sind Lehrer:innen herausgefordert, ihren Unterricht im Spannungsfeld zwischen persönlichen Ansprüchen, inhaltlichen Bezügen und gesellschaftlich ausgehandelten normativen Vorgaben aus der Politik professionell umzusetzen und zu gestalten.

1 Die Grafik im LP21 basiert auf der Vorstellung, dass nachhaltige Entwicklung nur durch das gleichzeitige und gleichberechtigte Umsetzen umweltbezogener, wirtschaftlicher und sozialer Ziele erreicht werden kann (vgl. D-EDK, 2016).

Democratic Paradox und BNE-Konzepte

Die Ansprüche von BNE gehen in zwei Richtungen:

- Einerseits sollen die Lehrpersonen und Lernenden die wissenschaftlichen NE-Konzepte übernehmen.
- Andererseits sollen sie NE-Zusammenhänge selbstständig beurteilen und ihr Verhalten nach eigenen Entscheidungen ausrichten können.

Dieser doppelte Anspruch scheint kaum vereinbar zu sein und wird mit Democratic Paradox bezeichnet (van Poeck, Goeminne & Vandenabeele 2016). Vare und Scott (2007) nennen die beiden Forderungen an BNE; BNE I und BNE II. Bei BNE I geht es um die Förderung von nachhaltigen Verhaltens- und Denkweisen (Vare & Scott 2007, S. 192). Bei einer BNE II hingegen geht es um die Förderung von kritischem Denken und dem Hinterfragen wie auch dem Erkunden von Dilemmata und Widersprüchen, die einer nachhaltigen Entwicklung inhärent sind (Vare & Scott 2007, S. 193). Ganz ähnlich beschreiben Wals et al. (2008) diese zwei Arten von BNE als Bildung mit einem instrumentellen bzw. einem emanzipatorischen Ansatz. Beim instrumentellen Ansatz wird davon ausgegangen, dass ein Konsens über die Relevanz der Verhaltensänderung besteht, d. h., dass das Ziel der Verhaltensänderung klar definierbar und allgemein anerkannt ist. Der instrumentelle Ansatz soll folglich durch bewusste Steuerung die Verhaltensänderung lenken (Wals et al. 2008, S. 56). Dabei wird von passiven Lernenden im Sinne von „passiven Empfängern, Empfängerinnen" und aktiven Lehrenden im Sinne von „aktiven Senderinnen, Sendern" ausgegangen (ebd.). Im emanzipatorischen Ansatz hingegen werden die Lernenden als aktive Akteurinnen und Akteure gesehen, die in einem ko-konstruktivistischen Lernprozess im Dialog gemeinsame Ziele und Bedeutungen aushandeln und daraus einen selbstbestimmten Handlungsplan ableiten (ebd.). Dabei steht nicht primär die Verhaltensänderung im Mittelpunkt. Der Schwerpunkt liegt beim Prozess des Lernens oder, wie Wals et al. es ausdrücken, bei der „menschlichen Entwicklung" (ebd., S. 55).

Für Lehrpersonen stellt sich im Rahmen des Unterrichtes die Frage, nach welchem BNE-Konzept sie unterrichten sollen. Aus Perspektive der Autorengruppen hängt die Wahl des BNE-Konzepts vom behandelten schulischen Inhalt ab. Entscheidend sind hier der Unsicherheitsgrad (Ambiguitätstoleranz, Fähigkeit mit Mehrdeutigkeit und Widersprüchlichkeit umgehen zu können) und der Komplexitätsgrad (Vare & Scott 2007, S. 192; Wals et al. 2008, S. 64). Für Inhalte mit tiefem Komplexitäts- und Unsicherheitsgrad (z. B. Verwendung einer bestimmten Form der Oberflächenbehandlung) kann ein BNE I- bzw. instrumenteller Ansatz verfolgt werden, bei Unterrichtsinhalten mit einem hohen Grad an Komplexität und Unsicherheit ein BNE II- bzw. ein emanzipatorischer Ansatz.

Datenerhebung und Analyse

Ab Mitte 2022 besuchen Ryser und Stettler sechs Lehrpersonen im Kanton Bern. Diese unterrichten sowohl in unterschiedlichen Schulmodellen (z. B. Schulen mit durchlässigem Leistungsniveau oder Schulen mit fix zugeteilten Leistungsniveaus) als auch in unterschiedlichen geografischen Räumen (ländlich/städtisch). Sie sind zwischen 30 und 64 Jahre alt, unterrichten alle TTG und stehen der BNE-Forschung positiv gegenüber. Die ethnografische Datenerhebung findet zu fünf Erhebungszeitpunkten über ein Schuljahr verteilt statt und setzt sich wie folgt zusammen: Zu Beginn ist das Eingangsinterview zum Kennenlernen der Lehrkräfte und der Forschenden angesetzt. Im Anschluss erfolgen drei über das Schuljahr verteilte teilnehmende Beobachtungen (ethnografische Methode nach Breidenstein et al. 2021) in Form von Unterrichtsbesuchen. Diese Unterrichtsbesuche werden zusätzlich nachbesprochen, um die Beobachtungen und Unterrichtshighlights zu thematisieren. In einem letzten Schritt findet wiederum ein Abschlussinterview mit den Lehrpersonen und den Forschenden statt. Alle Erhebungen werden mit einer fest installierten und einer mobilen Kamera gefilmt, die mobile Kamera fokussiert auf die Lehrperson während des Unterrichts. Ein Beobachtungsprotokoll wird bei jedem Schulbesuch geführt und Highlights (prägnante BNE-Aussagen oder Handlungen) aus der Lektion im Zusammenhang mit BNE werden aufgelistet.

Die Daten werden gemäß der qualitativen Inhaltsanalyse (u. a. Mayring 2019) ausgewertet.

Die Auseinandersetzung der Lehrperson mit den Anforderungen von BNE im Unterricht steht im Zentrum der Untersuchung, da es insbesondere um ihr Handeln und ihre Interaktionen im Unterricht geht. Auf der linken Seite (vgl. Abb. 1) steht das explizite Wissen der Lehrperson über die Anforderungen von BNE (normative Konzepte und Steuerungsinstrumente wie der LP21), welches die Lehrperson beeinflusst (vgl. Abb. 1). Im Zentrum steht die Lehrperson mit ihren Voraussetzungen: Einstellungen, BNE-Verständnis und sozioökonomische Variablen. Ihr Handeln im Unterricht ist in der Abbildung 1 ganz rechts dargestellt. Dieses Handeln wird durch die Voraussetzungen der Lehrperson und ihre individuellen BNE-Ansprüche geprägt. Das Zusammenwirken der Voraussetzungen mit den BNE-Ansprüchen lässt sich aus den BNE-Praktiken – den Strategien – im TTG analysieren und zeigt sich in der Interaktion, in den Kommunikationsprozessen im Unterricht und in der Materialisierung. Unter Strategien wird in der Studie ein bewusstes und geplantes Handeln verstanden.

Erste Ergebnisse

Die vertiefte qualitative Analyse der Daten befindet sich noch im Anfangsstadium. Dennoch können bereits erste Ergebnisse präsentiert werden. Die Datenbasis bilden 23 Interviews mit Lehrpersonen und die Analyse von 16 Unterrichtsstunden.

Ausgangspunkt unserer Forschungsarbeit ist, wie bereits erwähnt, folgende Hauptforschungsfrage: Welche Strategien der Unterrichtspraxis wenden Lehrperso-

nen unter Berücksichtigung ihrer Voraussetzungen an, um den Spannungsfeldern im BNE-Unterricht zu begegnen? Der Begriff „Strategien" zeigt, dass unser Team im Vorfeld der Forschung davon ausging, dass Lehrpersonen zumindest teilweise über bewusstes, explizites Wissen über die Zusammenhänge und Modelle von BNE verfügen. Dieses Wissen, so unsere Annahme, bildet die Grundlage für die Einstellungen der Lehrpersonen zu nachhaltiger Entwicklung. Diese Haltungen wiederum leiten das bewusste, strategiegeleitete Handeln (Abb. 1).

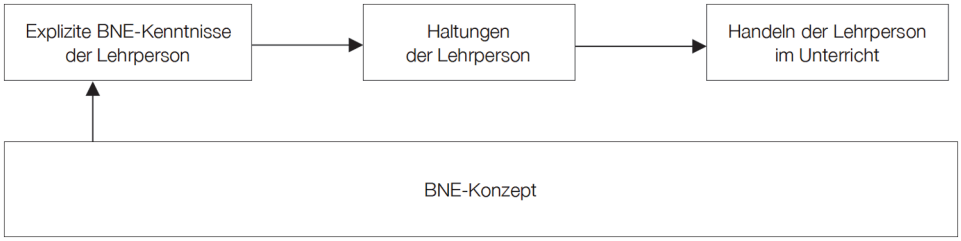


Abbildung 1: Vom BNE-Konzept zum Handeln der Lehrperson im Unterricht (vgl. Ryser, S. & Stettler, A. (2023). Was beeinflusst BNE-Handeln von Lehrpersonen? Journal für LehrerInnenbildung, jlb no. 3, 2023. Bad Heilbrunn: Klinkhardt)

In den untersuchten Lektionen konnten wir klare Ansätze von NE-Handeln feststellen (sprich ein Lenken des Unterrichts im Hinblick auf NE-Wissen, Einstellungen und/oder Handeln der SuS in Bezug auf NE). Dies galt sowohl für soziale, ökonomische und ökologische Zusammenhänge als auch bezüglich der pädagogischen Prinzipien der Bildung für nachhaltige Entwicklung (éducation21). Die Interviews legen nahe, dass die besuchten Lehrpersonen sich der Spannungsfelder der sozialen, ökonomischen und ökologischen Ansprüche durchaus bewusst sind und Güterabwägungen vornehmen, die die Forderungen von Bildung für nachhaltige Entwicklung aufnehmen. Dies wird sowohl durch ihre Haltung als auch durch ihr Handeln im Unterricht erkennbar. Gleichzeitig wird in den Interviews deutlich, dass die Lehrpersonen, die Spannungen zwischen BNE1 und BNE2 im Unterricht nicht wahrnehmen. Die Lehrpersonen verfügen entweder über wenig explizite Kenntnisse zu Konzepten von BNE verfügen oder ihr Wissen ist einseitig bzw. lückenhaft. Die expliziten BNE-Kenntnisse können demzufolge nicht die Basis für ihre Haltungen und ihr Handeln im Bereich BNE bilden (Abbildung 1). Diese erste, für uns überraschende Erkenntnis führt zur Vermutung, dass Haltungen und Handlungen der Lehrperson nicht in erster Linie durch die Kenntnisse der BNE-Konzepte geleitet werden. Was also führt trotzdem zu einem Handeln im Unterricht, welches BNE-Elemente beinhaltet? Eine Hypothese ist, dass ein gesellschaftlicher Diskurs dafür sorgt, dass das Anliegen der nachhaltigen Entwicklung auf verschiedenen Ebenen aufgenommen wird. Dies betrifft zum einen die Ebene der Konzepte und Modelle, die das Anliegen der nachhaltigen Entwicklung in den Unterricht trägt. Gesellschaftliche Aushandlungsprozesse haben zum normativen Konzept BNE geführt, das mit dem LP21 seinen Platz im Curriculum der Volksschule gefunden hat. Aber auch auf der Ebene des konkreten Unterrichts werden NE-

Elemente erkennbar. Lehrpersonen nehmen das Anliegen von NE auf, ohne dass sie die Modelle und Konzepte im engeren Sinn kennen. Beide Ebenen basieren demnach auf dem gleichen gesellschaftlichen Diskurs, welcher das NE-Anliegen aufnimmt. Abbildung 2 hebt hervor, dass der gesellschaftliche Diskurs sowohl die Ebene der Konzepte als auch die Ebene des konkreten Unterrichts beeinflusst. Dies könnte der Grund dafür sein, dass auf der Ebene des Unterrichts Ansätze von BNE erkennbar sind, ohne dass die Lehrpersonen über die entsprechende Basis des Wissens in Form von Konzepten und Modellen verfügen. Davon ausgehend vermuten wir, dass BNE selbst, aber auch die Haltungen und Handlungen der Lehrpersonen durch den grundlegenden gesellschaftlichen Diskurs gestützt werden und infolgedessen eine hohe Übereinstimmung erkennen lassen.

Eine Lehrperson äußerte, nach dem sie angab, dass sie BNE als wissenschaftliches, theoretisches Konzept nicht wirklich kenne, dass sie sich „irgendwie viele Gedanken [mache], wenn [die Untersuchungsperson] so spezifisch frage“. Entgegen unserer Annahme fallen also die explizit verfügbaren Kenntnisse über BNE-Zusammenhänge als Basis für die Haltungen und das Handeln im Unterricht wenig ins Gewicht.

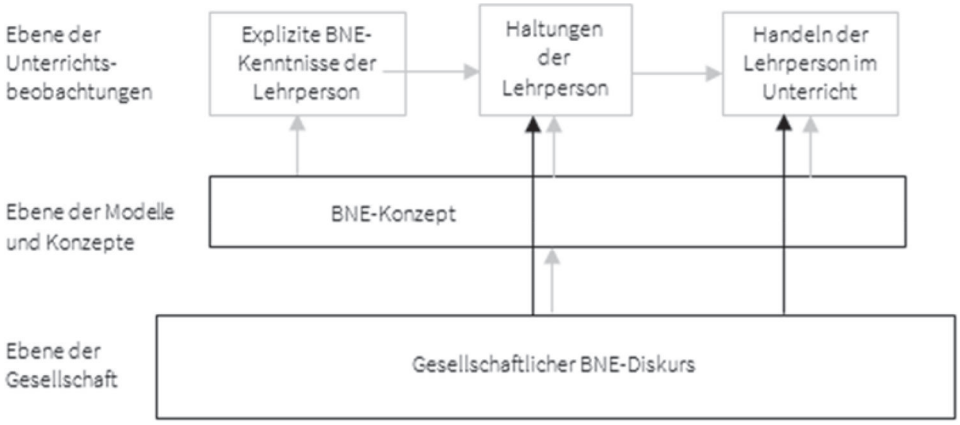


Abbildung 2: Nachhaltige Überzeugungen und Handlungen der Lehrpersonen im Unterricht ohne die Basis der expliziten BNE-Kenntnisse (vgl. Ryser & Stettler 2023)

Fazit

Es ist noch zu früh, um aus diesen ersten Ergebnissen endgültige Schlüsse zu ziehen. Die Datenauswertung ist noch nicht abgeschlossen und die Analysen müssen weiter vertieft werden. Die bisherigen Ergebnisse lassen jedoch erste Vermutungen zu: Explizites BNE-Wissen scheint nicht die entscheidende Grundlage für die Einstellungen und das Handeln der Lehrkräfte im Unterricht zu sein. Was könnten die Gründe dafür sein, dass Lehrpersonen dennoch BNE-konform handeln wollen, auch wenn sie angeben, wenig darüber zu wissen? Das Anliegen einer nachhaltigen Entwicklung scheint tief im Diskurs (und Handeln) der heutigen Gesellschaft verankert zu sein. Die Basis

für NE bilden einzelne Wissenselemente, die einen allgemeinen gesellschaftlichen Diskurs auslösen. Dies zeigt sich u. a. bei Themen wie Ernährung, Mobilität und Arbeitswelt. Die im LP21 verankerte BNE ist als normatives Konzept Ausdruck des hier skizzierten allgemeinen Trends. Gleichzeitig basiert BNE auf wissenschaftlich-theoretischen Konzepten und normativen politischen Forderungen. Es scheint daher, dass die Einstellungen und das Handeln von Lehrkräften im Unterricht durch diesen allgemeinen gesellschaftlichen Diskurs beeinflusst werden und nicht in erster Linie durch explizites BNE-Wissen über die entsprechenden Modelle und Konzepte. Gleichzeitig ist auch zu erwähnen, dass es in der Wissenschaft sowie der Gesellschaft umstritten ist, ob die Schule der geeignete Ort für die Umsetzung von BNE ist. Dieses Spannungsfeld würde aber hier den Rahmen sprengen und soll daher nicht ausführlich aufgegriffen werden. Tatsächlich bewegen sich Lehrpersonen unbewusst zwischen BNE I und BNE II (Vare & Scott 2007) oder zwischen instrumentellen und emanzipatorischen Ansätzen (Wals et al. 2008). Sie scheinen sich des demokratischen Paradoxons (van Poeck, Goeminne & Vandenabeele 2016) nicht explizit bewusst zu sein, da sie die entsprechenden Spannungen im Unterricht nicht als störend oder widersprüchlich empfinden. Denn im Unterricht hat es anscheinend Platz für selbstbestimmtes Handeln und kritisches Denken neben dem Einnehmen der „richtigen" Sichtweisen und Handlungen (vgl. Hamborg 2017 & 2018 sowie Ryser 2021). Da die Lehrpersonen zu den normativen Konzepten im engeren Sinne wenig Kenntnis haben, fühlen sie sich ihnen auch nicht verpflichtet und empfinden diese Ambivalenz nicht als störend.

Aus diesen ersten Erkenntnissen ergeben sich neue und weiterführende Fragen: Wie können Lehrpersonen, deren Haltungen und Handlungen im Unterricht weitgehend den BNE-Prinzipien entsprechen, denen aber explizites BNE-Wissen (teilweise) fehlt, in Fortbildungen abgeholt werden? Wie können sie dabei unterstützt werden, ihre Vorstellungen von (B)NE anhand konkreten (B)NE-Modellen zu erweitern und zu differenzieren? Wann sollte im TTG-Unterricht zwischen BNE I oder BNE II bzw. zwischen dem instrumentellen und dem emanzipatorischen Ansatz unterschieden werden? Und schließlich mit einem globalen Fokus, wie lassen sich international die Vorstellungen der in der Studie beobachteten Lehrkräfte in bestehende BNE-Konzepte einordnen?

Literaturverzeichnis

Baumann, Stefan/Lausselet, Nadia/Pache, Alain (2019): BNE in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Bestandesaufnahme 2019. Bern: swissuniversities.

Breidenstein, Georg/Hirschhauer, Stefan/Kalthoff, Herbert/Nieswand, Boris (2021): Ethnografie: die Praxis der Feldforschung. (3. Aufl.). München: UVK Verlag.

Bundesamt für Raumentwicklung (2012): Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030. Schweizerischer Bundesstaat (Hrsg.). Abfrage https://www.are.admin.ch/sne [07.10.2023].

D-EDK (2016): Lehrplan 21. Bereinigte Fassung vom 26.03.2015. Luzern: D-EDK Geschäftsstelle. Abfrage https://www.akvb-unterricht.bkd.be.ch/de/start/unterricht/lehrplan.html [30.10.2023].

Fachdidaktikzentrum Textiles und Technisches Gestalten – Design (2019): *Forschung und Entwicklung am Fachdidaktikzentrum Textiles und Technisches Gestalten – Design*. Stand Februar 2019. Bern: Pädagogische Hochschule Bern.

Felipe-Lucia, María R./Soliveres, Santiago/Penone, Caterina/Fischer, Markus/Ammer, Christian et al. (2020): Land-use intensity alters networks between biodiversity, ecosystem functions, and services. *Proceedings of the National Academy of Sciences PNAS, 117* (45), (S. 1–10). Abfrage https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2016210117#con1 [31.10.2023].

Hamborg, Steffen (2016): Lokale Akteurkonstellationen des BNE-Transfers. Kommunale Governance als diskursive Einheit aus Wissen, Positionen und Praktiken. In: Inka Bormann; Steffen Hamborg & Martin Heinrich (Hrsg.): *Governance-Regime des Transfers von Bildung für nachhaltige Entwicklung* (S. 219–243). Wiesbaden: Springer VS.

Hamborg, Steffen (2017): „Wo Licht ist, ist auch Schatten" – Kritische Perspektiven auf Bildung für nachhaltige Entwicklung und die BNE-Forschung im deutschen Raum. In: Michael Brodowski & Heinz Stapf-Finé (Hrsg.): *Bildung für nachhaltige Entwicklung – Interdisziplinäre Perspektiven* (S. 15–31). Berlin: Logos.

Hamborg, Steffen (2018): *Lokale Bildungslandschaften auf Nachhaltigkeitskurs. Bildung für nachhaltige Entwicklung im kommunalen Diskurs*. Wiesbaden: Springer VS.

Jickling, Bob/Wals, Arjen E. J. (2012): Debating Education for Sustainable Development 20 Years after Rio: A Conversation between Bob Jickling and Arjen Wals. *Journal of Education for Sustainable Development 6* (1), S. 49–57. doi: 10.1177/097340821100600111

Marchand, Silke (2015): *Nachhaltig entscheiden lernen. Urteilskompetenzen für nachhaltigen Konsum bei Jugendlichen*. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

Mayring, Philipp (2019): Qualitative Inhaltsanalyse. Abgrenzungen, Spielarten, Weiterentwicklungen [30 Absätze]. Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research, 20(3), Art. 16, http://dx.doi.org/10.17169/fqs-20.3.3343.

PHBern (2020): *BNE-Tagung Januar 2020*. Abfrage https://www.phbern.ch/ueber-die-phbern/aktuell/veranstaltungen/bne-an-der-phbern [31.10.2023].

van Poeck, Katrien/Goeminne, Gert/Vandenabeele, Joke (2016): Revisiting the democratic paradox of environmental and sustainability education. Sustainability issues as matters of concern. *Environmental Education Research, 22* (6), S. 806–826. doi: 10.1080/13504622.2014.966659.

Rektorat PH Bern (2019a): *Konzept Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE)*. Teil 1: Ziele und Empfehlungen. Bern: PHBern.

Rektorat PH Bern (2019b): *Konzept Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE)*. Teil 2: Diskussionsgrundlage BNE-Verständnis Bern: PHBern.

Ryser, Sarah (2010): *Kulturelle Konzeption und Symbolik des Klimas in Marokko*. Bern: University of Bern. Institute of Social Anthropology.

Ryser, Sarah (2020): *The Effect of Large-Scale Green Energy Investment on Gender Relations in Ouarzazate, Morocco. Large-Scale Land Acquisition and Gender in Africa: The Impact of Institutional Change and Land Investments on Gender Relations and Food Security*. Bern: University of Bern. Institute of Social Anthropology and Institute of Geography.

Ryser, Sarah (2021): *Bildung für nachhaltige Entwicklung im technischen und textilen Gestalten. Eine Schweizer Perspektive. technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbindenden Technikunterricht, 1* (2), S. 3–11.

Ryser, Sarah/Stettler, Andreas (2021): Pilotprojekt zu Bildung für nachhaltige Entwicklung im Unterricht des Textilen und Technischen Gestalten. Bern: PHBern.

Ryser, Sarah/Stettler, Andreas (2023). Was beeinflusst BNE-Handeln von Lehrpersonen? *Journal für LehrerInnenbildung*, jlb no. 3, 2023. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt)

Schweizerische Bundesverfassung. Abfrage https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1999/404/de#a2%5D [29.10.2023].

Schweizerischer Bundesrat (2021): Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030. URL: https://www.bundespublikationen.admin.ch/cshop_mimes_bbl/14/1402EC7524F81EDCABCC4FB504E5A520.pdf [20.10.2023].

Studer, Ariane (2020): *Nachhaltige Entwicklung an den Schweizer Hochschulen – Eine Übersicht*. Bern: swissuniversities.

UNESCO (2021): *Berliner Erklärung zur Bildung für nachhaltige Entwicklung*. Abfrage https://www.unesco.de/sites/default/files/2021-05/Berliner%20Erklärung%20für%20BNE.pdf [28.07.23].

Vare, Paul/Scott, William (2007): Learning for Change. Exploring the Relationship Between Education and Sustainable Development. *Journal of Education and Sustainable Development, 1* (2), S. 191–198.

Wals, Arjen E. J./Geerling-Eijff, Floor/Hubeek, Francisca/van der Kroon, Sandra/Vader, Janneke (2008): All Mixed Up? Instrumental and Emancipatory Learning Toward a More Sustainable World. Considerations for EE Policymakers. *Applied Environmental Education and Communication 7* (3) S. 55–65. doi: 10.1080/15330150802473027.

Autorin und Autor



Ryser, Sarah, Dr.in, Dozentin für Erziehungs- und Sozialwissenschaften mit dem Schwerpunkt Berufspraktische Ausbildung, Professionalisierung, wissenschaftliches Arbeiten und Co-Leiterin des Forschungsprojekts „Bildung für nachhaltige Entwicklung im Textilen und Technischen Gestalten der PHBern“. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen, qualitative Forschungen, u. a. BNE-Forschung in der Lehrerbildung, Gender Relations, soziale Differenzen und Ungleichheiten, Migration und Globale Bildung.
sarah.ryser@phbern.ch



Stettler, Andreas, Dr., Dozent für Fachwissenschaften und Fachdidaktik Textiles und Technisches Gestalten, wissenschaftliches Arbeiten und Co-Leiter des Forschungsprojekts „Bildung für nachhaltige Entwicklung im Textilen und Technischen Gestalten der PHBern“. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: quantitative Unterrichtsforschung bei Kindern bzw. Jugendlichen und Lehrpersonen im Bereich Fachdidaktik Textiles und Technisches Gestalten, weitere Forschungsthemen u. a. BNE im Textilen und Technischen Gestalten.
andreas.stettler@phbern.ch

Digitales Lehren und Lernen

Exploration digitaler 3D-Modelle: Unter welchen Bedingungen kann die Funktion mechanisch-technischer Systeme verstanden werden?

Igor Gideon, Jennifer Stemmann

Abstract

Eines der Ziele des allgemeinbildenden Technikunterrichts besteht darin, das Verständnis von grundlegenden Funktionsprinzipien, die sich in technischen Systemen wiederfinden, zu fördern. Im Technikunterricht demontieren Schüler:innen hierzu oft mechanisch-technische Systeme, um diese von innen zu betrachten und zu analysieren. Die Demontage von physischen Objekten bringt allerdings viele Herausforderungen mit sich, weshalb in dem hier vorgestellten Projekt erforscht wird, inwieweit digitale 3D-Modelle eine Alternative darstellen und unter welchen Bedingungen sie im Unterricht eingesetzt werden sollten. Konkret wird untersucht, inwieweit Schüler:innen sich das Verständnis über die Funktionsweise eines mechanisch-technischen Systems durch die Exploration eines entsprechenden digitalen 3D-Modells erschließen können und wie sie dabei vorgehen.

One of the objectives of general technology education is to foster an understanding of the functional principles inherent in technical systems. In technology education, students frequently disassemble mechanical-technical systems to observe them from within. However, the disassembly of physical objects presents numerous challenges. Therefore, the presented project explores the extent to which digital 3D models can serve as an alternative and under what conditions they should be employed. Specifically, the investigation focuses on whether students can develop an understanding of how a technical system operates through exploration of a digital 3D model and how effectively they learn from this approach.

Schlagworte: digitale 3D-CAD-Modelle; Exploration; Prozessanalyse; Technikunterricht

1 Alltagsgeräte im Technikunterricht

Menschen wachsen in einer Welt auf, die stark von technischen Entwicklungen geprägt ist, und gestalten ihr Leben maßgeblich durch den Einsatz technischer Systeme. Daher ist es wichtig, dass bereits in der Schule technisches Wissen vermittelt wird, nicht nur um den Umgang mit technischen Geräten zu verstehen, sondern auch um ein grundlegendes Verständnis über ihre Funktionsweisen und -prinzipien zu entwi-

ckeln. Dies ist auch dann gewinnbringend, wenn Schüler:innen z. B. Interesse daran haben, (später) eigene technische Systeme zu entwickeln. Diese Relevanz ist in verschiedenen allgemeinbildenden Lehrplänen für die technische Bildung verankert, die über verschiedene Unterrichtsfächer und Fächerverbünde umgesetzt wird (z. B. Technikunterricht in Baden-Württemberg, Werkunterricht in Bayern, Arbeitslehre in Rheinland-Pfalz oder Wirtschaft-Arbeit-Technikunterricht in Brandenburg). Zur Förderung des grundlegenden technischen Verständnisses muss entsprechendes Wissen erworben werden. Dazu bietet es sich an, bereits existierende technische Systeme als Mittel zur Wissensvermittlung bzw. als Modelle im Unterricht einzusetzen und zu analysieren. Besonders geeignet erscheinen solche Systeme, die aus dem Alltag der Lernenden stammen, da sie mit dem Zweck und der Bedienung dieser Systeme i. d. R. vertraut sind. Viele von ihnen sind komplex und daher für den Einsatz im Technikunterricht ungeeignet. Dennoch können mechanische Systeme, die in ihrer Komplexität überschaubar und einfach aufgebaut sind, zur Förderung des mechanisch-technischen Verständnisses eingesetzt werden.

Für die Analyse technischer Systeme stellt Ropohl (vgl. 2009, S. 75–83) die Notwendigkeit heraus, zwischen drei verschiedenen Betrachtungsweisen technischer Systeme zu unterscheiden: funktional, hierarchisch und strukturell. Um eine möglichst zielgerichtete und präzise Systemuntersuchung durchzuführen, sollte auf diese Perspektiven ein besonderes Augenmerk gerichtet werden. Im nächsten Abschnitt werden sie kurz erläutert.

1.1 Systemkonzepte nach Ropohl

Wird ein (mechanisch-)technisches System unter der ***funktionalen*** Perspektive betrachtet, stehen die Ein- und Ausgaben sowie Zustände dieses Systems im Vordergrund der Analyse. Der innere Aufbau wird nicht berücksichtigt (Black-Box-Betrachtung). Diese Perspektive gewinnt an Bedeutung, wenn die Frage „Was bewirkt es“ durch spezifische Eingaben hervorgehoben wird. Bei einem Türschloss könnte z. B. das Herunterdrücken der Türklinke oder das Drehen des Schlüssels thematisiert werden. Das ***hierarchische*** Konzept ist dann von zentraler Bedeutung, wenn bei der Betrachtung eines technischen Systems dessen Einbettung in ein Peri- und Supersystem betont wird. Hier stehen im Zentrum der systematischen Technikanalyse die auszuführenden Aufgaben des Systems sowie die Erfassung der technischen Auswirkungen und Folgen. Zum Beispiel ist ein Türschloss in einem Türblatt (Supersystem) integriert, um das Türblatt im Türrahmen zu verriegeln und Schutz zu bieten. Geht es jedoch um die Klärung, *wie* etwas bewirkt wird, wie also ein System seine Aufgaben und Funktionen ausführt, ist es zweckmäßiger, sich aus der ***strukturellen*** Perspektive damit zu befassen. Hier werden die technischen Systeme i. d. R. von innen betrachtet. Im Vordergrund stehen dabei sowohl die Form der einzelnen Komponenten als auch ihre Wirkzusammenhänge. Die Relationen, also wie die Komponenten zueinander angeordnet sind und wie sie aufeinander einwirken, um eine bestimmte Funktion zu realisieren (Abb. 1), spielen eine besondere Rolle, da aus denselben Komponenten unterschiedliche technische Systeme entstehen können.

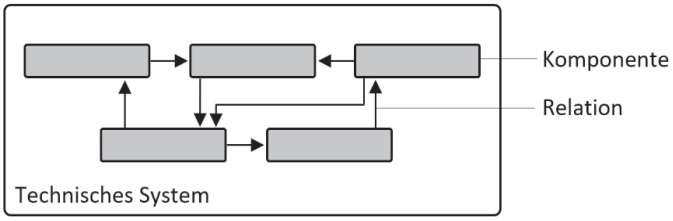


Abbildung 1: Strukturelles Systemkonzept nach Ropohl (2009, S. 76)

Die Komponenten des Systems führen also Aktionen aus (Funktionsträger), um Parameter von anderen Komponenten (Funktionsobjekte) zu verändern oder zu erhalten. Jede Aktion in einem technischen System löst eine Reaktion aus. Dies ist dann der Fall, wenn mindestens zwei Teile, z. B. zwei feste Stoffe in einem mechanischen System, miteinander interagieren (Matthiesen 2002).

Da das vorliegende Projekt darauf abzielt, den Erwerb von grundlegenden Einsichten in Aufbau und Funktion (vgl. Bildungsplan Baden-Württemberg, 2016, S. 5) mechanischer Systeme zu fördern, handelt es sich um die Förderung des mechanischen Verständnisses. In Anlehnung an Salgado et al. (2003, S. 81), Bonz (1968, S. 63, 66) und Hegarty et al. (1988, S. 192) wird dies definiert als kognitive Fähigkeit, physisch oder digital gegebene Mechanismen im zwei- und dreidimensionalen Raum zu verstehen. Das umfasst folgende Prozesse: Form und Konfiguration elementarer Komponenten zu erfassen, ihre Bewegungs- und Verformungsmöglichkeiten vorzustellen, ihr Zusammenspiel zu begreifen sowie ihre mechanischen Spannungen zu schlussfolgern. Daraus werden Wirkzusammenhänge und auch ihre möglichen Störfaktoren ergründet und damit die Funktion eines Mechanismus als Ganzes verstanden. Ausgehend von dieser Definition – und in Anlehnung an Hegarty (2003, S. 326–327) – umfasst der Funktionsbegriff im Projekt drei Wissensbereiche: den (statischen) Aufbau eines Mechanismus (Form und räumliche Anordnung der Bauteile), das Verhalten (Bewegungsmöglichkeiten) der einzelnen Bauteile und die Interaktion (Zusammenspiel und Zusammenwirkung) dieser Bauteile.

Wie derartige Wirkzusammenhänge im Technikunterricht üblicherweise untersucht werden und welche Herausforderungen dabei auftreten können, wird im nächsten Kapitel beschrieben.

1.2 Demontage von Industrieerzeugnissen als Unterrichtsmethode

Um ein Verständnis über die Funktionsweise technischer Systeme zu entwickeln und zu fördern, haben Schüler:innen im Technikunterricht die Möglichkeit, einfache Systeme selbst herzustellen (z. B. Wilkening 1995, S. 145). Da viele technische Systeme aber komplexere Funktionszusammenhänge aufweisen (z. B. Stemmann 2016, S. 13), ist es im Rahmen des allgemeinbildenden Technikunterrichts nicht immer möglich, diese Systeme eigenständig konstruieren zu lassen. Deshalb können auch bereits existierende, industriell hergestellte Objekte im Rahmen der Methode Produktanalyse als Modelle zur technischen Analyse eingesetzt werden (Haushaltsgeräte, Werkzeugma-

schinen), um sie also im Unterricht zu demontieren (Abb. 2) und hinsichtlich ihrer Funktionszusammenhänge zu analysieren[1] (z. B. Wilkening 1995, S. 157), zumal Industrieprodukte im täglichen Leben weit verbreitet und daher als eine wichtige Form der Technik anzusehen sind (ebd.).

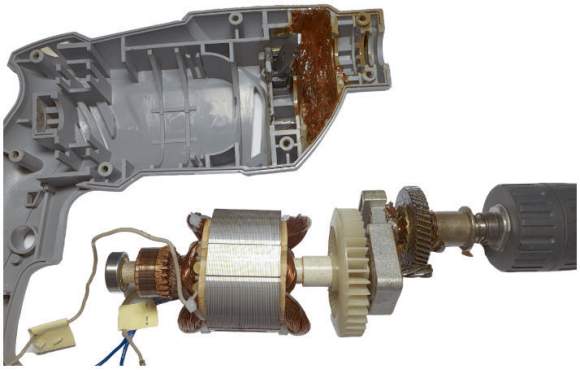


Abbildung 2: Handbohrmaschine als Demontageobjekt im Technikunterricht (eigene Darstellung)

Der Einsatz von Industrieerzeugnissen im Technikunterricht kann aber auch Schwierigkeiten bereiten. So kann z. B. die Beschaffung von industriellen technischen Systemen oder ihre erforderlichen Wartungen, Reparaturen und Entsorgungen zu einer extensiveren Unterrichtsvor- und -nachbereitung führen. Ferner erscheint die Methode Demontage dann ungeeignet, wenn die dynamischen Prozesse eines technischen Systems betrachtet werden sollen. Hierzu müssten die Funktionsprozesse ausgelöst werden, was aber im demontierten Zustand des Systems unmöglich ist. Selbst wenn die in der Abbildung 2 dargestellte demontierte Handbohrmaschine wieder remontiert würde, wäre eine Inbetriebnahme aus Sicherheitsgründen nicht mehr möglich, sodass eine Überprüfung ihrer Funktionsfähigkeit nicht mehr durchführbar wäre. Darüber hinaus sind die Bauteile vieler Alltagsgeräte durch Vernieten, Pressen oder Verkleben nicht lösbar verbunden. Deshalb scheinen manche Industrieerzeugnisse für den Technikunterricht nur bedingt geeignet zu sein (Gideon et al. 2023, S. 20). Stattdessen empfiehlt es sich, dass Techniklehrkräfte auf didaktisch reduzierte Modelle zurückgreifen, welche die genannten Probleme berücksichtigen (z. B. Schnitt- oder Funktionsmodelle). Allerdings sind derzeit solche Modelle auf dem Markt entweder unzureichend verfügbar oder kosten mehr als die erwähnten Industrieerzeugnisse. Daher könnte sich neben der Verwendung von physischen auch die Verwendung digitaler Modelle allein schon aus unterrichtspraktischen Gründen als vorteilhaft erweisen. Im Folgenden gehen wir auf die Darstellung solcher Modelle sowie ihren möglichen Einsatz im Technikunterricht ein.

1 Modelle im Unterricht können verschiedene Funktionen erfüllen. In diesem Beitrag werden sie als Modelle zur technischen Analyse angesehen.

2 Digitale 3D-Darstellungen

Digitale 3D-Darstellungen können von Darstellungen auf Desktopcomputern (monoskopisch, d. h. zweidimensionale Darstellung ohne Tiefeneindruck) bis hin zu immersiven, multisensorischen Umgebungen reichen (stereoskopisch, d. h. zweidimensionale Darstellung mit Tiefeneindruck, z. B. durch 3D-Brillen). Sie werden i. d. R. mithilfe von 3D-CAD-Programmen (z. B. Autodesk Fusion 360®, Tinkercad®, SolidWorks®) modelliert oder können mit 3D-Scannern erstellt werden. Um solche Modelle als Mittel zur Förderung des mechanischen Verständnisses im Technikunterricht einzusetzen, stellt sich die wichtige Frage, was dabei zu beachten ist, um das Lernen tatsächlich zu vermitteln und zu fördern.

2.1 Lernen mit digitalen 3D-Modellen im Technikunterricht

Bevor auf die Vorteile des Einsatzes digitaler 3D-Modelle eingegangen wird, ist wichtig anzumerken, dass digitale 3D-Modelle auch Nachteile für den Technikunterricht mit sich bringen. Sie sind nämlich nicht in der Lage, die folgenden Aspekte zu berücksichtigen: die haptische Wahrnehmung von Oberflächen, Auswirkungen von Schmiermitteln auf die Funktion und den Verschleiß sowie Leistungsaspekte. Zudem können die handwerklichen Fähigkeiten und Fertigkeiten im Umgang mit technischen Systemen kaum gefördert werden, die aber einen wesentlichen Bestandteil des Technikunterrichts darstellen (z. B. Schmayl 1995, S. 119). Aus diesen Gründen kann im Rahmen einer technischen Analyse von einem vollständigen Ersatz der physischen Modelle durch digitale 3D-Modelle keineswegs die Rede sein, wohl aber von einer Ergänzung. Beispielsweise erfordern sie im Gegensatz zu physischen technischen Systemen keine Reparatur und können ohne zusätzliche Kosten und mit relativ wenig Aufwand vervielfältigt und an die Lernenden verbreitet werden. Ein didaktischer Vorzug kann darin gesehen werden, dass solche Modelle auch hinsichtlich der Komplexität an die Lernvoraussetzungen der Schüler:innen angepasst werden können (z. B. Vavra et al. 2011, S. 28–29). Ein Verbrennungsmotor ließe sich beispielsweise auf einen Zylinder reduzieren, um das grundlegende Funktionsprinzip zu veranschaulichen. Darüber hinaus entstehen beim Lernen mit digitalen 3D-Modellen keine mechanischen Gefahren und es können mit ihnen Aufgaben ausgeführt werden, die in der realen Welt unpraktisch oder zu teuer sind (Reisoğlu et al. 2017, S. 81). Nicht zuletzt bieten sie einen zeitlich und örtlich flexiblen Zugang, auch außerhalb des Schulgebäudes oder der regulären Schulzeit.

Was ist aber bei der Wahl digitaler Modelle zur Förderung des mechanischen Verständnisses zu beachten? Mechanisch-technische Systeme führen aufgrund ihrer Struktur spezifische ***dynamische Prozesse*** (Verhalten und Interaktion einzelner Komponenten) aus. Diese können erfasst werden, indem man sie betrachtet (Merkt & Schwan 2020, S. 334; Khacharem et al. 2015, S. 70; Plötzner et al. 2021, S. 498). Allgemein werden hierfür häufig Bewegtbilder bzw. Animationen eingesetzt (ebd.), wenngleich ihre Lernwirksamkeit hinsichtlich dynamischer Prozesse im Allgemeinen noch unklar ist (Khacharem et al. 2015, S. 70) bzw. die positiven Lerneffekte nur unter be-

stimmten Bedingungen auftreten (Persike 2020, S. 292). Für die Erfassung von ***Strukturen*** (Form und Anordnung einzelner Komponenten) sind Animationen aber weniger geeignet (Plötzner et al. 2021, S. 501), da die dort zu sehenden räumlich-zeitlichen Veränderungen zusätzliche Aufmerksamkeit benötigen (Khacharem et al. 2015, S. 71) und so die Lernenden vom Erfassen struktureller Details ablenken können. Statische Strukturen können mithilfe statischer 2D- oder 3D-Darstellungen (Bilder) besser erfasst werden (Plötzner et al. 2021, S. 501). Weil die Ansicht der dargestellten Objekte in den Bildern aber räumlich nicht manipulierbar ist, ermöglichen sie nur eine begrenzte Anzahl von Sichten. Damit ist das Erfassen dreidimensionaler Objekte beeinträchtigt, da verschiedene Ansichten unterschiedliche Informationen über das betrachtete Objekt liefern und manche Ansichten einen besseren Zugang zu benötigten Informationen bieten als andere (Blanz et al. 1999, Garsoffky et al. 2009, Palmer et al. 1981). Auf diese Weise können die benötigten Informationen eines technischen Systems (z. B. räumliche Tiefe) evtl. nur begrenzt erfasst werden.

Digitale und zudem manipulierbare 3D-Modelle könnten hier eine geeignete Option darstellen (Gideon et al. 2023, S. 20). Sie ermöglichen die Betrachtung aller gewünschten Ansichten, indem die Perspektive anpassbar ist (Berney et al. 2015, S. 452). Eine weitere Manipulation wird durch das Ein- und Ausblenden sowie das Transparentsetzen von Bauteilen möglich. Darüber hinaus lassen sich bei Bedarf auch dynamische Abläufe optisch initiieren und steuern, die sich ebenfalls aus beliebigen Blickwinkeln betrachten lassen. Auf diese Weise können die beiden wichtigen Aspekte eines mechanisch-technischen Systems (Struktur und ihre Dynamik), die grundlegende Wirkzusammenhänge bilden, innerhalb eines Modells berücksichtigt werden. Ausgehend von diesen Überlegungen sowie von skizzierten Herausforderungen durch den Einsatz von Industrieerzeugnissen erscheint es gewinnbringend, das Medienrepertoire des Technikunterrichts mit manipulierbaren digitalen 3D-Modellen anzureichern.

2.2 Exploration als interaktives und selbstreguliertes Vorgehen

Studien aus verschiedenen Fachdomänen deuten darauf hin, dass digitale Lernmodelle die Effektivität des Lernens positiv beeinflussen können, wenn sie interaktiv gestaltet sind und den Lernenden die Möglichkeit bieten, das Lernobjekt oder die Lernumgebung zu kontrollieren und räumlich zu manipulieren. Beispielsweise konnten Studien wie die von Carbonell-Carrera et al. (2021) im Bauingenieurwesen, Chen et al. (2020) zu abstrakten wissenschaftlichen Konzepten wie Energie und Elektrizität sowie Cheng & Tsai (2013) im Bereich des physikalischen und technischen konzeptuellen Verständnisses positive Effekte aufzeigen. Ebenso legen Untersuchungen zu Anatomielernen von Estevez et al. (2010) und Jang et al. (2017) sowie zu visuell-räumlichen Fähigkeiten von Meijer & van den Broek (2010) nahe, dass die Interaktivität digitale Lernumgebungen lernwirksam bereichert.

In diesem Zusammenhang wird die ***Interaktivität***, z. B. die Fähigkeit, Objekte in digitalen Umgebungen räumlich zu manipulieren und zu steuern, als ein wesentliches Merkmal digitaler Lernumgebungen betrachtet (Leutner et al., 2014). Diese Er-

kenntnisse sollten jedoch nicht automatisch als Beweis dafür interpretiert werden, dass Lernumgebungen anderen Lernumgebungen grundsätzlich überlegen sind, sobald sie als interaktiv bezeichnet werden. Studien wie die von Moreno & Valdez (2005) und Nguyen et al. (2012) verdeutlichen, dass die Effektivität von Lernumgebungen von verschiedenen Faktoren abhängt, seien es individuell unterschiedliche Lernvoraussetzungen der Lernenden (Meijer & van den Broek 2010), das divergierende Verständnis von Interaktivität (Domagk et al. 2010, Niegemann & Heidig 2020), die Tatsache, dass Lernende je nach Studie unterschiedliche Anweisungen und Instruktionen erhalten bzw. mit unterschiedlich intuitiv benutzbaren Programmen arbeiten oder nicht zuletzt der Lerngegenstand selbst.

Grundsätzlich können interaktive Lernumgebungen so gestaltet werden, dass Schüler:innen einen Lerngegenstand ausprobieren und erkunden (explorieren) sowie ihre Herangehensweise ***selbst regulieren***. Selbstreguliertes Lernen wird definiert als eine eigenständige, zielgerichtete und zyklische Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand. Zentrale Aspekte der Selbstregulation sind die Handlungsplanung, die Handlungsausführung sowie die Selbstreflexion im Rahmen eines iterativen Lernprozesses (Perels & Dörrenbächer 2020, S. 82–84). Dass selbstregulierte, interaktive Lernweisen mit höheren kognitiven Anforderungen einhergehen als reines rezeptives Lernen, ist bekannt (Leutner et al. 2008, S. 172–177). Die höheren kognitiven Anforderungen führen oft dazu, dass Schüler:innen sich intensiver mit den Lerninhalten befassen und sich mehr bemühen, diese zu verstehen (Helmke 2014). Hierfür hat sich der Ausdruck ***Kognitive Aktivierung*** etabliert (Fauth & Leuders 2018, S. 4), welche die kognitiven Prozesse wie *Interpretieren der Problemstellung, Entdecken von Zusammenhängen* und *mentale Integration neuen Wissens in vorhandene Wissensstrukturen* umfasst. Nach Fauth und Leuders (2018, S. 5–7) zeigen Studien, dass eine höhere kognitive Aktivierung sich positiv auf den Lernerfolg auswirken kann.

3 Projektvorstellung

In der Literatur wird vereinzelt betont, dass die Integration digitaler 3D-Modelle im schulischen Kontext positive Auswirkungen auf den Lernprozess haben kann (z. B. Stull et al. 2009). Die bisherige Forschung hat die Wirksamkeit solcher digitalen 3D-Modelle in technikspezifischen Anwendungsbereichen wie bspw. in der Bautechnik (Carbonell-Carrera et al. 2021) oder der Steuerung digitaler Quadrocopter (Chen et al. 2020) vereinzelt untersucht. Dennoch gibt es bislang keine Forschungsergebnisse, welche die Bedingungen beleuchten, unter denen der Einsatz digitaler 3D-Modelle von mechanisch-technischen Systemen für den Wissenserwerb über die ***Struktur***, das ***Verhalten*** und die ***Interaktionen*** einzelner Komponenten effizient und lerneffektiv ist. Da die Entwicklung digitaler 3D-Modelle mit den darin enthaltenen dynamischen Prozessen (Simulationen) aktuell technisch aufwendig und von Lehrkräften kaum leistbar ist, erscheint die Frage legitim, ob Lernende die Dynamik in den Modellen überhaupt benötigen. Möglicherweise sind Schüler:innen in der Lage, ausschließlich anhand der erfassten statischen Struktur auch die Dynamik mechanisch-technischer Systeme

allein mithilfe digitaler, statischer 3D-Modelle zu erschließen. In diesem Fall wäre die Erstellung von Simulationen nicht notwendig. Diese Überlegungen führen zu der grundlegenden Fragestellung im ersten Schritt:

Inwieweit sind Schüler:innen in der Lage, sowohl strukturelle als auch dynamische Aspekte mechanisch-technischer Systeme durch die Exploration digitaler, statischer 3D-Modelle zu erfassen und zu erschließen?

Da die Struktur eines jeden technischen Systems die Dynamik vorgibt, ist nicht auszuschließen, dass Schüler:innen in der Lage sind, die Bewegungen der einzelnen Bauteile sowie ihr Zusammenspiel zu erschließen, wenn sie die relevante Struktur erfasst haben. Es gibt Studien, die darauf hindeuten, dass solche kognitiven Prozesse (d. h. Erstellung mentaler Animationen) möglich sind (vgl. Studien von Hartweg 2010, Hegarty 1992/2004, Hegarty et al. 2003, Heiser & Tversky 2006, Jian et al. 2014). Andererseits hängt der Erfolg solcher kognitiven Prozesse eng mit dem Vorwissen, den kognitiven räumlichen Fähigkeiten (Hegarty 2004, S. 281) oder mit der Komplexität (Khacharem et al. 2015, S. 74) des Systems zusammen. Die Studie von Hegarty (1992) zeigt zudem, dass die Versuchspersonen anhand gezeigter Bilder mehr Fehler bei der Erschließung kinematischer Beziehungen aufwiesen als bei der Erschließung statischer Beziehungen. Auch die Metastudie von Höffler und Leutner (2007, S. 722) betont, dass insbesondere motorisch-prozedurale Lerninhalte mithilfe von Bewegtbildern effektiver erlernt werden als mithilfe statischer Bilder. Es kann somit angenommen werden, dass Schüler:innen Schwierigkeiten haben können, dynamische Prozesse ausschließlich anhand statischer digitaler 3D-Modelle zu erschließen, da dies zusätzliche kognitive Aktivitäten verlangt und Lernende überfordern kann (Khacharem et al. 2015, S. 71; Mayer 2014).

Des Weiteren ist im Projekt von Interesse, die Entstehung der Ergebnisse hinsichtlich der ersten Forschungsfrage zu verstehen und zu erklären. Deshalb wird erforscht, wie Lernende in solchen Lernsituationen vorgehen, um einen möglichst hohen Wissenserwerb zu erzielen. Somit stellt sich eine zweite Forschungsfrage:

Welches Nutzungsverhalten zeigen Schüler:innen bei der Exploration eines digitalen 3D-Modells von einem mechanisch-technischen System und wie hängt das mit dem Lernerfolg zusammen?

Studienmaterial

Für die Durchführung der empirischen Studie wurde exemplarisch ein digitales, zunächst statisches 3D-Modell eines Türschlosses mit dem Programm *SolidWorks*® konstruiert, um es den Schülerinnen und Schülern zur Exploration zur Verfügung zu stellen. Die Modellwahl fiel auf ein Türschloss, da es aus dem Alltag der Lernenden stammt, nicht zu komplex ist und ausschließlich mechanisch funktioniert, sodass z. B. keine elektronischen Komponenten berücksichtigt werden müssen. Um den Lernenden die Exploration zu erleichtern, wurde das 3D-Modell mit dem einfach zu bedienen-

den Programm eDrawings® (Abb. 3) bereitgestellt. Dies erfolgt, da *SolidWorks*® für den Einsatz im Schulunterricht als zu schwierig zu erlernen empfunden wird.

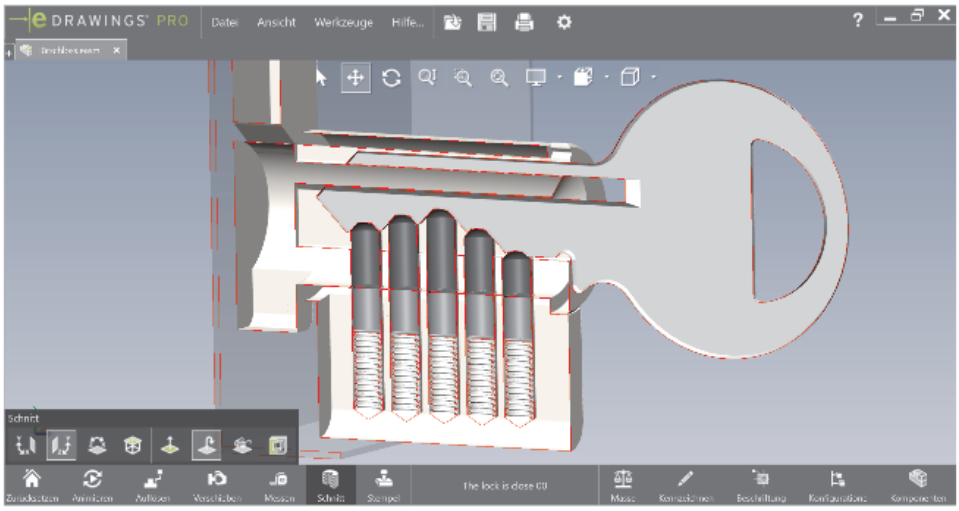


Abbildung 3: Exploration mit eDrawings®

Um Wissen hinsichtlich der Systemaspekte ***Struktur*** (z. B. Position der Zylinder- und Gehäusestifte, wenn sich der Schlüssel im Zylinder befindet), ***Verhalten*** (z. B. Bewegung der Zylinder- und Gehäusestifte) und ***Interaktionen*** (z. B. zwischen den Zylinderstiften und dem Schlüssel) der einzelnen Komponenten zu erfassen, wurde ein Multiple-Choice-Test mit vier Antwortmöglichkeiten entwickelt. Zusätzlich dazu wurden drei weitere Tests aufbereitet, um das gegenstandsspezifische Vorwissen, das allgemeine mechanisch-technische Verständnis (Hartweg et al. 2010) sowie die Fähigkeit zur mentalen Rotation (Yoon 2011) zu ermitteln.

Erste Studie

In einer ersten explorativen empirischen Studie mit einer Stichprobe von 45 Technikschülerinnen und -schülern der Klasse 8 und 9 stand neben der Erprobung des entwickelten Wissenstests die Gewinnung erster Erkenntnisse bezüglich der ersten Forschungsfrage im Vordergrund. Darüber hinaus war von Interesse, die ersten Erkenntnisse über die Art und Weise zu gewinnen, wie Schüler:innen bei der Exploration digitaler 3D-Modelle vorgehen.

Vor Beginn der Studie wurden die Teilnehmenden über das Ziel und den Ablauf der Studie informiert. Damit sie während der Exploration möglichst gezielt auf die relevanten (mechanischen) Aspekte achten, wurden sie aufgefordert, die Struktur des Türschlosses genau zu untersuchen und zu versuchen, Schlüsse hinsichtlich der Bewegung und des Zusammenspiels einzelner Bauteile sowie der Wirkzusammenhänge des technischen Systems zu ziehen. Nach dieser Einführung hatten die Lernenden die Möglichkeit, die Lernumgebung mit einem anderen Modell auszuprobieren und ggf.

Unklarheiten anzusprechen und zu klären. Anschließend explorierten die Teilnehmenden das digitale 3D-Modell Türschloss und bearbeiteten danach den entwickelten Wissenstest.

Die Ergebnisse des Wissenstests zeigen, dass Schüler:innen zwar in der Lage sind, durch die Exploration eines statischen digitalen 3D-Modells dessen Struktur zu erfassen sowie die Bewegungen einzelner Bauteile zu erschließen. Dennoch haben Lernende Schwierigkeiten, das mechanische Zusammenspiel der Bauteile sowie deren Wirkungszusammenhänge anhand von solchen Modellen zu verstehen: Während die Fragen zur Struktur zu 62 % und zum Verhalten der Einzelkomponenten zu 65,6 % korrekt beantwortet wurden, konnten die Fragen zur Interaktion der Bauteile nur zu 40,1 % korrekt beantwortet werden. Somit ähneln diese Ergebnisse teilweise den Befunden der Studie von Hegarty (1992) darin, dass die Probanden anhand statischer Darstellungen mehr Fehler bei der Erschließung kinematischer Beziehungen gemacht haben im Vergleich zu statischen Beziehungen. Um zu verstehen, wie diese Ergebnisse erzielt wurden, sollten erste Erkenntnisse über die Vorgehensweise der Lernenden während der Exploration gewonnen werden. Geleitet von dieser Aufgabe wurde in der Studie das Explorationsverhalten der Lernenden – mittels Bildschirmaufzeichnungen – dokumentiert. Auf diese Weise konnten die nicht-verbalen Interaktionen der Lernenden mit dem digitalen 3D-Modell gesichtet werden, um die ersten typischen Verhaltensmerkmale zu identifizieren.

Diese wurden als verdichtete Beschreibungen erkannter Merkmale mit entsprechenden Codes versehen (vgl. Videointeraktionsanalyse nach Rädiker & Kuckartz 2019, S. 43). Derartige Codes können grundsätzlich aus zwei Perspektiven entwickelt werden: aus einer *induktiven*, in der Kategorien *gebildet* werden, und einer *deduktiven*, in der Kategorien *angewendet* werden (Rädiker & Kuckartz 2019, S. 69). In der vorliegenden ersten Studie wurden die Videos aus einer *induktiven* Forschungsperspektive heraus gesichtet. Das bedeutet, dass die relevanten Merkmale der Beobachtung erst im Verlauf dieser Beobachtung und ausgehend von den beobachtbaren Handlungen der Akteure entwickelt wurden, also aus dem Videomaterial heraus. Mit anderen Worten wurden in der Studie die Bildschirmaufzeichnungen gesichtet, um die Vorgehensmerkmale der Exploration zu identifizieren und diese in der zweiten Studie anzuwenden.

Im Zuge dieser Videoanalyse wurden erste Merkmale identifiziert, wie zum Beispiel das Einstellen der Betrachtungsansicht (durch skalieren, verschieben oder rotieren), das Aus- und Einblenden der Bauteile sowie das demontierende Verschieben oder Zusammenfügen derselben. Von Interesse ist dabei die Frage, ob und wie Lernende diese und weitere Merkmale umsetzen, um möglichst hohe Lerngewinne zu erzielen. Um dies zu überprüfen, wurde eine zweite Studie durchgeführt.

Zweite Studie

In der zweiten Studie explorierten 117 Lernende das statische digitale 3D-Modell Türschloss und bearbeiteten anschließend den Wissenstest. Auch hier wurde das Explorationsverhalten aller Technikschüler:innen der Klasse 8 und 9 mittels Bildschirmauf-

zeichnungen für die Prozessanalyse dokumentiert. Dabei wurden jeweils Videosegmente (vgl. Rädiker & Kuckartz 2019, S. 69) ausgewählt und mit bereits aus der ersten Studie ermittelten Merkmalen bzw. Codes versehen (überwiegend deduktive Forschungsperspektive). Da diese Merkmale die ersten Daten darstellen, waren sie selbst zur Disposition zu stellen, was bedeutet, dass die Videoanalyse nicht ausschließlich auf der Grundlage festgelegter Kategorien durchgeführt werden musste, die in der ersten Studie extrahiert wurden.

Dabei wurde in der Studie eine qualitative Fallkontrastierung durchgeführt (vgl. ebd., S. 160), d. h. es wurden Merkmale von zwei Gruppen miteinander verglichen: von Schülerinnen und Schülern, die im Wissenstest am besten abgeschnitten haben, und von Lernenden, die im Test am schlechtesten abgeschnitten haben. Analysiert wurden sowohl die Reihenfolge der auftretenden Merkmale als auch ihre Häufigkeit und Dauer.

Die Sichtung dieser Bildschirmaufzeichnungen liefert Anhaltspunkte dafür, dass Lernende erhebliche Unterschiede im Vorgehen aufweisen (Gideon et al. 2023, S. 21). Diese Unterschiede scheinen mit den Testergebnissen zusammenzuhängen: Schüler:innen mit guten Ergebnissen zeigten in ihrem Explorationsverhalten, dass sie das digitale 3D-Modell systematischer und vollständiger explorieren als Lernende mit weniger guten Testergebnissen. Dies zeigte sich beispielsweise darin, dass die Lernenden zu Beginn das Türschloss überblicksartig sowohl von außen als auch von innen betrachteten. Danach fokussierten sie sich auf eine bestimmte Komponente, die ihnen z. B. bekannt vorkommt (z. B. Türklinke oder Schlüssel) oder aufgrund ihrer Form oder Position auffällt (Plötzner, Gideon & Stemmann 2023, S. 2–3). Von dieser Ausgangskomponente aus wandten sie sich dann einer benachbarten Komponente zu und setzten diesen Prozess fort. Dies lässt darauf schließen, dass einige Lernende das gesamte technische System entlang der Kraftübertragungen und des Wirkzusammenhangs rekursiv erfasst und erschlossen haben (ebd., S. 2–3). Hingegen äußerte sich das Explorationsverhalten von Lernenden mit weniger guten Testergebnissen z. B. wiederholt darin, dass sie sich länger mit dem Demontageprozess oder ähnlichen Aktivitäten, wie dem Verschieben von Bauteilen von einer Stelle zur nächsten, beschäftigten. Diese Lernenden demontierten das Modell häufiger und vergleichsweise schneller und ließen die demontierten Bauteile durch Betätigung eines Buttons wieder zusammenfügen. Eine Betrachtung, wie Bauteile zusammenhängen, konnte weniger häufig identifiziert werden. Des Weiteren zeigen die Bildschirmaufzeichnungen, dass einige Lernende mit weniger guten Testergebnissen während der Exploration zwischen den Komponenten sprunghaft und schnell wechseln oder das Modell schnell rotieren, sodass der Eindruck eines ziellosen Aktionismus entsteht. Auf diese Weise konnten erste Erkenntnisse darüber gewonnen werden, dass nicht alle Schüler:innen das digitale 3D-Modell lerneffektiv explorieren (Gideon et al. 2023). Dies lässt den Schluss zu, dass das didaktische Setting in dieser Form nicht für alle Lernenden gleichermaßen geeignet ist: Wird manchen Lernenden in explorativen und selbstregulierten Lernsituationen nicht ausreichend oder inadäquat Unterstützung geboten, lernen sie weniger als bei einem lehrerzentrierten, von der Lehrperson gesteuerten (Frontal-)Unterricht. In der

Literatur wird darauf hingewiesen, dass dies insbesondere auf Lernende zutrifft, die über eine geringe ***Selbstregulationsfähigkeit*** (SRF) verfügen (z. B. Lau et al. 2015, S. 2227). Studien zufolge korreliert die SRF mit dem Lernerfolg (zum Überblick: Labuhn, Bögeholz, Hasselhorn 2008). Das bedeutet, dass Schüler:innen mit einer geringen SRF von einer freien, explorativen Lernweise weniger profitieren als Lernende mit einer höheren SRF. Aus diesem Grund könnte für solche Lernende eine Lernunterstützung hilfreich sein, die darauf abzielt, den Lernprozess zu strukturieren. Dies erfordert aber fundierte Kenntnisse über eine lerneffektive Vorgehensweise während der Exploration digitaler 3D-Modelle. In der Regel legen lernpsychologische Prozessmodelle dar, wie ein Lernprozess effektiv abläuft. Im Rahmen des vorliegenden Projekts müsste das Prozessmodell also beschreiben, wie Lernende digitale 3D-Modelle explorieren sollten, um daraus möglichst große Lerngewinne zu ziehen. Da ein solches Lernmodell bisher nicht existiert, erscheint es für die vorliegende Arbeit zentral, den Prozess der Exploration eines digitalen, interaktiven 3D-Modells eingehender und systematischer empirisch zu untersuchen. Deshalb wird im nächsten Schritt mit einem hierfür (mit Python) entwickelten Programm systematisch erfasst, wie erfolgreiche und weniger erfolgreiche Lernende vorgehen. Hierzu werden die Explorationsmerkmale der Lernenden klassifiziert und operationalisiert. Dabei handelt es sich um Merkmale, die es ermöglichen, zwischen lernförderlichem und weniger lernförderlichem Explorationsverhalten zu unterscheiden.

4 Diskussion und Ausblick

Die ersten beiden Studien des Projekts zeigen, dass nicht alle Schüler:innen in der Lage sind, die Funktionsweise eines mechanisch-technischen Systems durch eine selbstregulierte Exploration statischer digitaler 3D-Modelle zu verstehen. Fragen zu den Interaktionen einzelner Bauteile konnten am wenigsten korrekt beantwortet werden. Deshalb werden im nächsten Schritt weitere Bedingungen untersucht, um möglichst hohe Lernergebnisse seitens der Lernenden zu erzielen. Neben der Frage nach einer lernförderlichen Vorgehensweise der Lernenden stellt sich auch die Frage, wie ein Setting aufbereitet werden kann, damit nicht nur die Systemstruktur und die Bewegung einzelner Komponenten, sondern auch deren Zusammenspiel und Wirkzusammenhang besser erlernt werden können. Dies betrifft sowohl die digitale Lernumgebung selbst als auch die Darstellung der Objekte innerhalb dieser Lernumgebung. Dazu liefern die ersten beiden durchgeführten Studien folgende drei Impulse:

1. Das 3D-Modell in der Anwendung eDrawings® war statisch. Zwar standen Lernenden interaktive Möglichkeiten wie z. B. Ansichtsmanipulation, Rotation, Translation, Ein- und Ausblenden einzelner Komponenten zur Verfügung, dennoch war es ihnen nicht möglich, die Interaktion bzw. das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten untereinander zu initiieren und zu beobachten. Stattdessen sollten Schüler:innen die dynamischen Prozesse auf Grundlage der erfassten statischen Struktur erschließen. Angesichts der Befunde aus den durch-

geführten Studien, die auf Lernschwierigkeiten hinsichtlich der Interaktionen einzelner Komponenten hinweisen, lässt sich schlussfolgern, dass die Exploration möglicherweise besser gefördert wird, wenn digitale 3D-Modelle verwendet werden, die die mechanischen Interaktionen der Einzelkomponenten initiieren können (Simulationen).

2. Die Bildschirmaufzeichnungen haben gezeigt, dass v. a. Lernende, die weniger gute Testergebnisse erzielt haben, nicht nur die eingeführten, zur Exploration benötigten Funktionen von eDrawings® genutzt haben, sondern auch solche, die für die Exploration nicht erforderlich sind. Dies könnte die Lernenden von der eigentlichen Aufgabe abgelenkt haben. Aus diesem Grund könnte eine Lernumgebung, in der Schüler:innen keine Zugriffsmöglichkeiten auf nicht benötigte Funktionen des Programms haben, lernförderlicher sein.
3. Im Projekt wird des Weiteren einer forschungsmethodischen Frage nachgegangen, nämlich wie das Vorgehen der Exploration geeignet erfasst werden kann. Bisherige Projekterkenntnisse legen nahe, dass die Nutzung von Bildschirmaufzeichnungen nicht die optimale Methode darstellt, um einige Explorationsmerkmale präzise, objektiv und effizient zu erfassen. Merkmale wie z. B. Rotationswinkel oder -dimensionen lassen sich mithilfe der Videoanalyse nur schwer eindeutig erfassen. Aus diesem Grund erscheint eine Aufzeichnung von Logdaten während der Exploration gewinnbringender, um alle Interaktionen der Lernenden mit dem digitalen 3D-Modell exakt zu dokumentieren. Ein weiterer wesentlicher Vorteil besteht dabei darin, dass die vom Programm erfassten Logdaten flexibel exportierbar (bspw. als csv-Datei), klassifizierbar (bspw. nach Rotationsintervallen von 30 Grad) und visualisierbar sind.

Aus diesen Gründen ist für die nächste Studie geplant, (1) die Möglichkeit zu schaffen, Interaktionen zwischen den einzelnen Komponenten sichtbar zu initiieren, (2) den Zugriff auf Funktionen, die für die Exploration nicht benötigt werden, zu verhindern und (3) die Aufzeichnung von Logdaten zu realisieren. Die Umsetzung dieser drei Aspekte erfolgt mithilfe des Programms Blender®, in dem ein Python-Skript für Logdatenaufzeichnung und -export implementiert wird.

Sollte sich nach der Durchführung der nächsten Studie zeigen, dass mit einer modifizierten Lernumgebung sich sowohl strukturelle als auch dynamische Aspekte mechanisch-technischer Systeme angemessen erfassen lassen, würde das die Ergänzung des Medienrepertoires des Technikunterrichts mit solchen Modellen legitimieren. Auch für andere Lerngegenstände (z. B. einen Verbrennungs- oder Elektromotor, eine elektrische Klingel oder ein Getriebe) wäre der Einsatz solcher Modelle denkbar. Dies setzt allerdings eine Sensibilisierung der Kultusministerien bzw. der Schulbuch- und Materialverlage für diese Thematik voraus, nicht zuletzt, dass auch (angehende) Techniklehrkräfte in der Lage sind, 3D-Modelle CAD-gestützt zu erstellen und diese bei Bedarf adaptiv zu modifizieren. Hierfür sollten entsprechende (Fort-)Bildungsangebote konzipiert werden.

Darüber hinaus kann ausgehend von den im Projekt gewonnenen Erkenntnissen über eine lernförderliche Explorationsmethode eine Handlungsempfehlung für einen Teil der technischen Produktanalyse, jedoch mithilfe digitaler 3D-Modelle, erstellt werden. Eine solche Handlungsempfehlung würde sich nicht ausschließlich auf das technische System Türschloss beziehen, sondern kann als Lernunterstützung auch für andere mechanisch-technische Systeme mit linearen Kraftübertragungen genutzt werden. Insbesondere Schüler:innen mit einer geringeren Selbstregulationsfähigkeit könnte sie darin unterstützen, grundlegende Funktionsweisen mechanisch-technischer Systeme strategischer und erfolgreicher zu explorieren. Strategisch vorzugehen würde bedeuten, den Aufbau und den Wirkzusammenhang eines mechanisch-technischen Systems schrittweise, reflektiert und koordiniert zu erlernen. Beispiel dafür kann sein, sich das Ziel und die Abfolge der Exploration zu vergegenwärtigen und diese zu reflektieren. Die Techniken einer zielgerichteten Exploration können mithilfe entsprechender Trainings erworben werden.

Literaturverzeichnis

Berney, Sandra/Bétrancourt, Mireille/Molinari, Gaëlle/Hoyek, Nady (2015): How spatial abilities and dynamic visualizations interplay when learning functional anatomy with 3D anatomical models. Anatomical Sciences Education, 8, S. 452–462.

Blanz, Volker/Tarr, Michael J./Bülthoff, Heinrich H. (1999): What object attributes determine canonical views? Perception 28, S. 575–599.

Bonz, Bernhard (1968): The different kinds of technical talent. Göttingen: Hogrefe.

Carbonell-Carrera, Carlos/Saorin, Jose Luis/Jaeger, Allison (2021): Navigation tasks in desktop VR. Environments to improve the spatial orientation skill of building engineers. Buildings 11(10), S. 492.

Cheng, Kun-Hung/Tsai, Chin-Chung (2013): "Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research." Journal of science education and technology 22, S. 449–462.

Chen, Jyun-Chen/Huang, Yun/Lin, Kuen-Yi/Chang, Yu-Shan/Lin, Hung-Chang/Lin, Chien-Yu/Hsiao, Hsien-Sheng (2020): Developing a hands-on activity using virtual reality to help students learn by doing. Journal of Computer Assisted Learning 36(1), S. 46–60.

Estevez, Maureen E./Lindgren, Kristen A./Bergethon, Peter R. (2010): A novel three-dimensional tool for teaching human neuroanatomy. Anatomical sciences education, 3(6), S. 309–317.

Fauth, Benjamin /Leuders, Timo (2018): Kognitive Aktivierung im Unterricht: Landesinstitut für Schulentwicklung (LS). Stuttgart.

Garsoffky, Bärbel/Schwan, Stephan/Huff, Markus (2009): Canonical views of dynamic scenes. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 35(1), S. 17.

Gideon, Igor/Stemmann, Jennifer/Plötzner, Rolf (2023): Lässt sich die Funktionsweise technischer Systeme durch die Exploration digitaler, interaktiver 3D-Modelle verstehen? tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht, 189, Neckar-Verlag, S. 20–22.

Hartweg, Verena (2010): Mechanisch-technisches Verständnis als Konstrukt in der testbasierten Studienberatung [Mechanical-technical ability as a construct in the test-based student advisory service] (Doctoral Dissertation). Aachen: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen.

Hegarty, Mary/Just, Marcel A./Morrison, Ian R. (1988). Mental models of mechanical systems: Individual differences in qualitative and quantitative reasoning. Cognitive Psychology, 20(2), 191–236.

Hegarty, Mary (1992): Mental animation: Inferring motion from static displays of mechanical systems. Journal of experimental psychology: learning, memory and cognition 18(5), S. 1084.

Hegarty, Mary/Kriz, Sarah/Cate, Christina (2003). The roles of mental animations and external animations in understanding mechanical systems. Cognition and instruction, 21(4), S. 209–249.

Hegarty, Mary (2004): Mechanical reasoning by mental simulation. Trends in cognitive sciences, 8(6), S. 280–285.

Heiser, Julie/Tversky, Barbara (2006): Arrows in comprehending and producing mechanical diagrams. Cognitive science, 30(3), S. 581–592.

Helmke, Andreas (2014): Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. (5. Aufl.). Unterricht verbessern – Schule entwickeln. Klett Kallmeyer.

Höffler, Tim. N./Leutner, Detlev (2007): Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. Learning and instruction, 17(6), S. 722–738.

Jang, Susan/Vitale, Jonathan M./Jyung, Robert W./Black, John B. (2017): Direct manipulation is better than passive viewing for learning anatomy in a three-dimensional virtual reality environment. In: Computers & Education 106, S. 150–165.

Jian, Yu-Cin/Wu, Chao-Jung/Su, Jia-Han (2014): Learners' eye movements during construction of mechanical kinematic representations from static diagrams. Learning and Instruction 32, S. 51–62.

Khacharem, Aïmen/Zoudji, Bachir/Kalyuga, Slava (2015): Perceiving versus inferring movements to understand dynamic events: The influence of content complexity. Psychology of Sport and Exercise (19), S. 70–75.

Kircher, Ernst/Girwidz, Raimund/Fischer, Hans E. (Hrsg.) (2020): Physikdidaktik | Grundlagen (4. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer, S. 3–22.

Labuhn, Andju S./Bögeholz, Susanne/Hasselhorn, Marcus (2008): Lernförderung durch Anregung der Selbstregulation im naturwissenschaftlichen Unterricht. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 22. Jg., Nr. 1, S. 13–24.

Lau, Christina/Kitsantas, Anastasia/Miller, Angela (2015): Using microanalysis to examine how elementary students self-regulate in math: A case study. Procedia – Social and Behavioral Sciences 174, S. 2226–2233.

Leutner, Detlev/Fischer, Hans E./Kauertz, Alexander/Schabram, Nina/Fleischer, Jens (2008): Instruktionspsychologische und fachdidaktische Aspekte der Qualität von Lernaufgaben und Testaufgaben im Physikunterricht. In: Josef Thonhauser (Hrsg.): Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen: Eine zentrale Komponente organisierten Lehrens und Lernens aus der Sicht von Lernforschung, allgemeiner Didaktik und Fachdidaktik. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann, S. 168–181.

Leutner, Detlev/Opfermann, Maria/Schmeck, Annett (2014): Lernen mit Medien. In: T. Seidel & A. Krapp (Hrsg.): Pädagogische Psychologie, Weinheim: Beltz, S. 297–322.

Matthiesen, S. (2002): Ein Beitrag zur Basisdefinition des Elementmodells „Wirkflächenpaare & Leitstützstrukturen" zum Zusammenhang von Funktion und Gestalt technischer Systeme [Dissertation]. Universität Karlsruhe, Karlsruhe.

Mayer, Richard E./Chandler, Paul (2001): When learning is just a click away: Does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages? Journal of educational psychology 93(2), S. 390.

Mayer, Richard E. (Hrsg.) (2014): Cognitive theory of multimedia learning. In: The Cambridge handbook of multimedia learning, 2. Aufl. New York: Cambridge University Press, S. 43–71.

Meijer, Frank/van den Broek, Egon L. (2010): Representing 3D virtual objects: Interaction between visuo-spatial ability and type of exploration. Vision Research 50(6), S. 630–635.

Merkt, Martin/Schwan, Stefan (2020): Lernen mit Bewegtbildern: Videos und Animationen. In: Niegemann, Helmut/Weinberger, Armin (Hrsg.): Handbuch Bildungstechnologie. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 333–342.

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2016): Bildungsplan 2016. Technik. Wahlpflichtfach.

Moreno, Roxana/Valdez, Alfred (2005): Cognitive load and learning effects of having students organize pictures and words in multimedia environments: The role of student interactivity and feedback. In: Educational Technology Research and Development 53(3), S. 35–45.

Nguyen, Ngan/Nelson, Andrew J./Wilson, Timithy. D. (2012): Computer visualizations: factors that influence spatial anatomy comprehension. In: Anatomical Sciences Education 5(2), S. 98–108.

Niegemann, Helmut/Heidig, Steffi (2020): Interaktivität und Adaptivität in multimedialen Lernumgebungen. In: Niegemann, Helmut/Weinberger, Armin (Hrsg.): Handbuch Bildungstechnologie. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 343–367.

Palmer, Stephen E. (1981). Cannonical Perspective and the perception of objects. Attention and performance, 9, S. 135–151.

Perels, Franziska & Dörrenbächer, Laura (2020): Selbstreguliertes Lernen und (technologiebasierte) Bildungsmedien. In: Niegemann, Helmut/Weinberger, Armin (Hrsg.): Handbuch Bildungstechnologie. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 81–92.

Persike, Malte (2020): Videos in der Lehre: Wirkungen und Nebenwirkungen. In: Niegemann, Helmut/Weinberger, Armin (Hrsg.): Handbuch Bildungstechnologie. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 271–301.

Ploetzner, Rolf/Berney, Sandra/Bétrancourt, Mireille (2021): When learning from animations is more successful than learning from static pictures: learning the specifics of change. Instructional Science 49(4), S. 497–514.

Rädiker, Stefan/Kuckartz, Udo (2019): Analyse qualitativer Daten mit MAXQDA. Text, Audio und Video. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Springer VS (Lehrbuch).

Rauschnabel, Philipp A./Felix, Reto/Hinsch, Chris/Shahab, Hamza/Alt, Florian (2022): What is XR? Towards a framework for augmented and virtual reality. Computers in Human Behavior, 133, Article 107289.

Reisoğlu, I./Topu, B./Yılmaz, R./Karakuş Yılmaz, T./Göktaş, Y. (2017): 3D virtual learning environments in education: a meta-review. In: Asia Pacific Educ. Rev. 18 (1), S. 81–100.

Ropohl, Günter (2009): Allgemeine Technologie: Eine Systemtheorie der Technik (3. Aufl.). Karlsruhe: Univ.-Verl. Karlsruhe.

Salgado, Jesús F./Anderson, Neil/Moscoso, Silvia/Bertua, Cristina/de Fruyt, Filip (2003): International validity generalization of GMA and cognitive abilities: A European Community meta-analysis. Personnel Psychology, 56(3), S. 573–605.

Schmayl, Winfried (1995): Lehrplanentwicklung. In: Schmayl, Winfried/Wilkening, Fritz (Hrsg.): Technikunterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 104–120.

Stemmann, Jennifer (2016): Technische Problemlösekompetenz im Alltag – theoretische Entwicklung und empirische Prüfung des Kompetenzkonstruktes Problemlösen im Umgang mit technischen Geräten [Dissertation, Universität Duisburg-Essen, Essen]. https://d-nb.info/1124395601/34

Stull, Andrew T./Hegarty, Mary/Mayer, Richard E. (2009): Getting a handle on learning anatomy with interactive three-dimensional graphics. Journal of Educational Psychology 101(4), S. 803.

Wilkening, Fritz (1995): Fachgeschichte: Die Entfaltung des Technikunterrichts und die Entwicklung technikdidaktischer Konzepte: Das gesellschaftsorientierte Modell. In: Schmayl, Winfried/Wilkening, Fritz (Hrsg.): Technikunterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 48–52.

Vavra, Karen L./Janjic-Watrich, Vera/Loerke, Karen/Phillips, Linda M./Norris, Stephen P./Macnab, John (2011): Visualization in science education. Alberta Science Education Journal 41(1), S. 22–30.

Yang, Kun-Yuan/Heh, Jia-Sheng (2007): The impact of internet virtual physics laboratory instruction on the achievement in physics, science process skills and computer attitudes of 10^{th}-grade students. Journal of Science Education and Technology 16(5), S. 451–461.

Yoon, So Y. (2011): Revised purdue spatial visualization test: Visualization of rotations (revised PSVT:R) [Psychometric instrument].

Autor und Autorin



Gideon, Igor, Akademischer Mitarbeiter/Pädagogische Hochschule Freiburg/Fachrichtung Technik und ihre Didaktik. Forschungsschwerpunkt: Explorationsprozesse digitaler und interaktiver 3D-Modelle



Stemmann, Jennifer, Prof.in Dr.in, Professorin für Technik und ihre Didaktik, Pädagogische Hochschule Freiburg/ Fachrichtung Technik und ihre Didaktik. Forschungsschwerpunkte: Lernen in (computer-)simulierten Lernumgebungen, Lernen von und mit digitalisierter Technik, Prozesse des technischen Problemlösens, motivationsbezogene Einflussfaktoren auf technisches Handeln, Kompetenzerfassung in Bezug auf nachhaltiges technisches Handeln; Lernen im Kontext mobiler Experimentiersets, virtueller Technik-Labore sowie außerschulischer Lernorte

Der 3D-Lebensmitteldruck – Grundlagen und Potenziale in einem multiperspektivischen Diskurs

Markus Gitter, Simon Vollmer

Abstract

Technik als Element gesellschaftlicher Transformation wird hier am Beispiel des 3D-Lebenmitteldrucks ausgeführt. Dabei werden verschiedene Anwendungsszenarien (z. B. Sicherung der Welternährung, die Beibehaltung von Ernährungsgewohnheiten und die Unterstützung von Facharbeit im Gastgewerbe) multiperspektivisch diskutiert sowie die Grundlagen des 3D-Lebensmitteldrucks beschrieben. Darüber hinaus wird diskutiert, wie Technik in die Gesellschaft implementiert sowie pädagogisch im Kontext der beruflichen Bildung gerahmt werden kann.

Technology as elements of societal transformation will be carried out using the example of the 3D-food-printing. Different application scenarios (e. g., securing the world's food supply, maintaining dietary habits, and supporting skilled labor in the hospitality industry) are discussed from multiple perspectives, and the fundamentals of 3D-food-printing are described. Furthermore, it discusses how technology can be implemented into society as well as pedagogically framed in the context of vocational education.

Schlagworte: Robotik; 3D-Lebensmitteldruck; Technik; Gesellschaft

1 Einleitung

1.1 Technik als Element gesellschaftlicher Transformation

Die Rolle der Technik in gesellschaftlichen Veränderungsprozessen ist von zentraler Bedeutung. Die Wechselwirkung zwischen Technik und Gesellschaft ist ein komplexes Phänomen, das nicht nur technische Innovationen, sondern auch soziale, kulturelle und politische Veränderungen umfasst (vgl. Zurawski 2015, S. 7). Neue Technologien stellen Dinge dar, die symbolisch und ideologisch aufgeladen sind. Sie transportieren Bedeutungen und sind somit politisch und sozial nie neutral (vgl. ebd). Im Kontext der sich exponentiell entwickelnden technischen Innovationen und deren Einbindung in die Lebens- und Arbeitswelt im Zuge der Digitalisierung verändern sich viele Gewohnheiten, Routinen sowie Arbeits- und Lebensabläufe. Das Akronym der VUCA-Welt (Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity) steht symbolisch für die ablaufenden dynamischen Prozesse und beschreibt die Herausforderungen, vor denen

Individuen und deren Zusammenleben, aber auch der Arbeitsmarkt und Bildungsinstitutionen stehen (vgl. Lévesque 2020, S. 19 ff.). Um diese Prozesse zu erforschen und zu ergründen, wird sich aktuell vermehrt dem Konzept des soziotechnischen Systems bedient, welches in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts häufig genutzt wurde (vgl. Hirsch-Kreinsen 2018, S. 13). Aus einer soziotechnischen Systemperspektive heraus wird angenommen, „[...] dass sich im Zuge der digitalen Transformation nicht nur die eingesetzten Technologien verändern, sondern das gesamte soziotechnische System einem Wandel unterliegt." (Eichhorn & Stolz 2023, S. 244) Unter dieser Perspektive wird eine einseitige technikzentrierte Herangehensweise bei der Erforschung vermieden (vgl. Hirsch-Kreinsen 2018, S. 25). Dies ist von Bedeutung, da gesellschaftliche Auswirkungen technischer Innovationen sowie im Umkehrschluss der gesellschaftliche Einfluss auf technische Innovationen nur dann ergründet werden können, wenn sie als Teil gesellschaftlicher Prozesse erkannt werden (vgl. Zurawski 2015, S. 7), da sich organisatorische, individuelle und technische Prozesse gegenseitig beeinflussen.

Dabei ist die Frage, auf welche Art und Weise technologische Innovationen in die Gesellschaft aufgenommen werden können, nicht eindeutig beantwortbar. Es können unterschiedliche Zugänge gefunden werden. Zum einen sind es Technikentwickelnde und -herstellende selbst, die über die Schaffung von Standards und die Vermarktung von Produkten den Einzug in Lebens- und Arbeitswelten realisieren (z. B. neue Kommunikationswerkzeuge, Software etc.). Ferner können über ordnungsrechtliche und (bildungs)politische Maßnahmen Regelungen getroffen werden, die einen Einbezug neuer Technologien in Institutionen und Lebensbereiche bestimmen. Über Medien oder Communities of Practice können zudem die Art und Weise, wie technische Innovationen dargestellt und genutzt werden, bestimmt und so die Wahrnehmung und Akzeptanz von Technologien in der Gesellschaft beeinflusst werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Implementierung technischer Innovationen in Bildungskontexte, um diese pädagogisch zu rahmen und einen kritischen sowie gesellschaftlich konstruktiven Umgang mit dem Gegenstand der Technologie zu ermöglichen. Ein mögliches Ergebnis dieser Auseinandersetzung kann eine reflektierte Ablehnung oder aber auch eine begründete Akzeptanz der Technologie sein.

1.2 Technische Innovationen, berufliche Handlungsfelder und Bildungsimplikationen

Auf welche Art und Weise technische Innovationen im Bildungskontext aufgegriffen werden können, um so eine gesellschaftliche Teilhabe einer breiten Bevölkerung zu ermöglichen, bleibt oftmals unklar und einzelfallbezogen. Im Fokus dabei steht die Frage, wer vorrangig in der Verantwortung einer proaktiven Gestaltung und eines Aufgreifens der Technologien ist. Neben den oben dargestellten Akteurinnen und Akteuren wie Politik (über ordnungs- und bildungspolitische Maßnahmen), den Technikentwickelnden (über die Entwicklung der Technologien) und den Betrieben (über den Einsatz der Technologien) können im (beruflichen) Bildungskontext zudem noch die Hochschulen (erste Phase der Lehrkräfteausbildung) sowie die Schulen identifiziert

werden. Hochschulen, Schulen und Betriebe stellen dabei den Dreiklang dar, der den Rahmen einer möglichen Beantwortung der oben genannten Fragestellung stellt (vgl. Abb. 1).

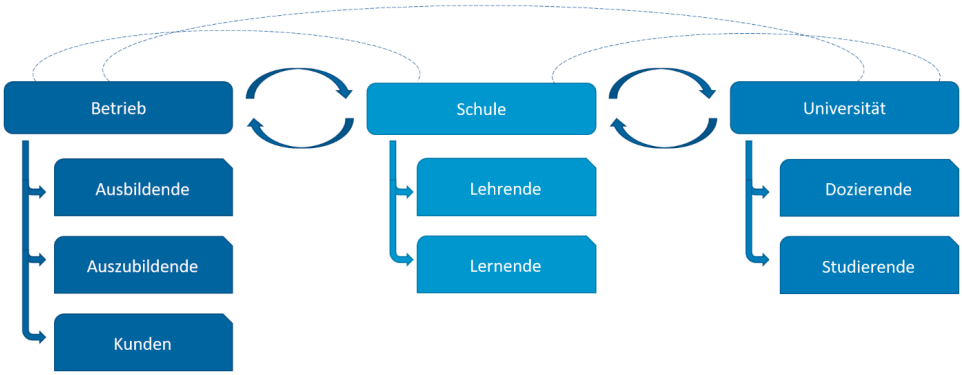


Abbildung 1: Dreiklang der Akteure in der beruflichen Bildung zum Aufgreifen neuer Technologien im Bildungskontext (eigene Darstellung)

Dabei stehen alle Akteure in der beruflichen Bildung durch getroffene Entscheidungen in einem wechselseitigen Bedingungsfeld. Setzt ein Betrieb bspw. neue Technologien ein, so sollten demnach auch die Schule und die Universität diese Technologie aufgreifen, um eine ganzheitliche – d. h. sämtliche Kompetenzbereiche umfassende (vgl. Ott 1999, S. 56) – und eine nach dem Prinzip der Lernortkooperation und der phasenübergreifenden Ausbildung zeitgemäße und auch bedarfsorientierte Ausbildung anzubieten. Dies wäre ein möglicher Ansatz, um die oben genannte Fragestellung zu beantworten und soll im Folgenden für die Berufe im Berufsbereich der Ernährung und Hauswirtschaft am Beispiel von Robotik im Gastgewerbe expliziert werden.

Die Corona-Pandemie hat digitale Geschäftsmodelle im Gastgewerbe gefördert und so die Bereitschaft und die Sensibilisierung der Unternehmen für die Implementierung digitaler technischer Innovationen begünstigt (vgl. Deutsche Telekom AG 2022, S. 2). Vorrangig wurden Technologien wie Online-Speisekarten, Online-Lieferservices oder kontaktloses Bezahlen implementiert (vgl. ebd., S. 3). Es erfolgte und erfolgt weiterhin eine stärkere Implementierung von Robotik-Technologien wie Service- und Reinigungsrobotik oder 3D-Lebensmitteldruckern, wodurch sich vielfältige Innovationspotenziale und auch neue Arbeitsprozesse ergeben (vgl. Peuker, Gitter, Vollmer 2023, S. 59 ff.). Die Implementierung von Robotik in gastronomische Abläufe beeinflusst vor allem die vier gastronomischen Hauptarbeitsfelder Managementaufgabe, Gästeservice und -beratung, Hygiene und Reinigung sowie kulinarische Innovation (vgl. ebd., S. 59). Managementaufgaben können über intelligente Software innoviert werden, der Gästeservice kann über den Einsatz von Servicerobotik unterstützt werden. Die Reinigung erhält über den Einsatz von Reinigungsrobotik eine Entgrenzung der Arbeitszeit und eine Entlastung menschlicher Arbeitskraft. Im Kontext der kulinarischen Innovationen kann der 3D-Lebensmitteldrucker implementiert werden und so die Kreation

neuer Lebensmittelformen, frisch zubereiteter Kreationen sowie die eingeschränkte Personalisierungsmöglichkeit in Bezug auf Geschmack und Aussehen ermöglichen (vgl. ebd., S. 57).

Der 3D-Lebensmitteldruck kann dabei repräsentativ für die anderen genannten Technologien als eine recht junge Innovation im Berufsbereich der Ernährung und Hauswirtschaft genannt werden. In ihm liegen vielfältige Potenziale und er kann sowohl Gesellschaft als auch Arbeits- und Lebenswelten verändern, sofern er gesellschaftlich akzeptiert und in Lehr- und Lernsettings implementiert wird. Daher wird im Folgenden der 3D-Lebensmitteldruck als technische Innovation weiter ausgeführt, Grundlagen erläutert und dessen Potenziale multiperspektivisch betrachtet.

2 Der 3D-Lebensmitteldruck als technische Innovation – Grundlagen

2.1 Additive Fertigungsverfahren im 3D-Druck

Es existieren unterschiedliche Arten von Druckverfahren, die sich in ihrer Technik differenzieren. Unterschieden werden können die Schmelzschichtung (Fused Deposition Modeling (FDM), Fused Filamend Fabrication (FFF)), die Stereolithografie (SL), das Lasersintern (LS) oder der Lebensmitteldruck (PEM) (vgl. Landesinitiative 2020). Das Grundprinzip ist jedoch immer gleich (vgl. Abb. 2): Zunächst erfolgt eine digitale Modellierung eines Objektes, um so eine Druckvorlage zu erstellen. Diese besteht meistens aus einem 3D- bzw. CAD-File, welches weiterbearbeitet werden muss, um daraus eine Produktionsdatei (STL-Datei – Standard Triangulation Language) zu erstellen. Hierfür benötigt man entsprechende Software, die als Slicer bezeichnet wird. In diesem Schritt wird das Modell in Schichten aufgeteilt, die dann die entsprechenden Drucklagen für den Drucker abbilden. Ferner können in diesem Schritt notwendige Stützstrukturen eingefügt und die einzelnen Punkte aus dem 3D-Modell mit einer Oberfläche überzogen werden (Triangulation) (vgl. Vogt 2017, S. 3; vgl. QUA.LiS NRW 2016, S. 10). Daraufhin kann mittels einer Drucksoftware die STL-Datei geöffnet und der Steuercode (auch G-Code genannt) für die Steuerung des Druckkopfes erstellt werden. Im Anschluss daran wird der Drucker mit dem Druckgut beladen, die fertige Datei an den Drucker versendet und der Produktionsprozess gestartet – Abbildung 2 gibt einen Überblick über den Prozess.

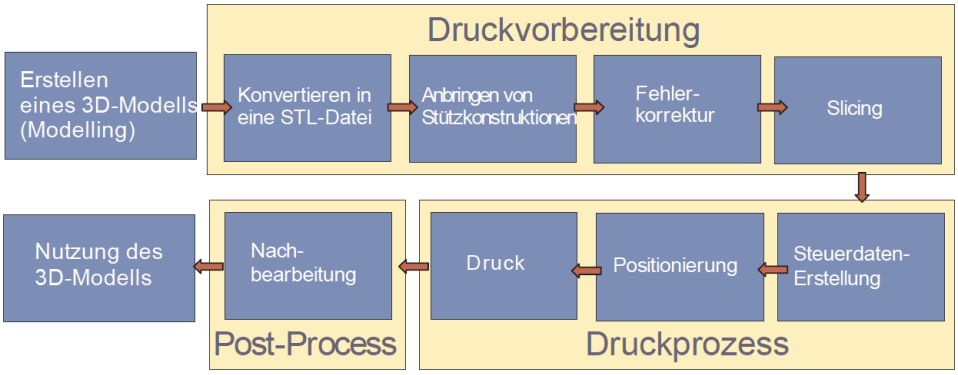


Abbildung 2: Verallgemeinerter Fertigungsprozess beim 3D-Druck (QUA.LiS NRW 2016, S. 10)

Die verschiedenen additiven Fertigungsverfahren unterscheiden sich vor allem in der Art und Weise des Druckprozesses sowie in dem Druckmaterial. Beim *Schmelzschichtungs-Verfahren* (FFF oder FDM) wird ein Werkstoff-Draht („Filament") geschmolzen und im Anschluss durch eine Düse auf eine ebene Baufläche gedrückt, an welcher der Kunststoff haftet (vgl. Landesinitiative n-21 2020, S. 5 f.). Beim *Stereolithografie-Verfahren* wird mithilfe eines Lasers schichtweise ein lichtempfindliches Kunstharz ausgehärtet (vgl. Landesinitiative n-21 2020, S. 8). Beim *Lasersintern-Verfahren* wird eine dünne Schicht eines vorgeheizten Kunststoffpulvers durch einen Laserstrahl lokal gesintert (Erhitzung unterhalb des Schmelzpunktes), wobei dann auf die gesinterten Bereiche weitere Pulverschichten aufgetragen werden, die dann wieder lokal gesintert werden (vgl. Landesinitiative n-21 2020, S. 9). Der *Lebensmitteldruck* ist dem Schmelzschichtungsverfahren (FDM) sehr ähnlich, er differiert lediglich im Hinblick auf das Druckmaterial, welches meist aus einer essbaren Paste wie Marzipan, Schokolade o. Ä. besteht, die dann Schicht für Schicht aufeinander gedruckt wird. Daher wird das Druckverfahren oftmals auch als Paste Extrusion Modelling (PME) bezeichnet.

2.2 Grundlagen des 3D-Lebensmitteldrucks

Auf Basis der beschriebenen Unterschiede zwischen den bestehenden additiven Fertigungsverfahren kann eine Definition für den 3D-Lebensmitteldruck konkretisiert werden

> „Der 3D-Lebensmitteldruck ist ein digital gesteuerter, robotergestützter Konstruktionsprozess, der Lebensmittel schichtweise herstellt (Sun et al. 2015), indem er Patronen verwendet, die mit weichem essbaren Material gefüllt sind (z. B. Lebensmittelpasten, Pürees, Pulver, Teige, Schlacken, Flüssigkeiten und Gelee) und aus verschiedenen Rohstoffen (z. B. Zucker, Schokolade, Käse, Mehl, Fleisch, Obst oder Gemüse) hergestellt werden (Lupton und Turner 2018)." (Böring et al. 2020, S. 378)

Für den 3D-Druck von Lebensmitteln existieren unterschiedliche Produktionsverfahren, die nach verschiedenen Kriterien strukturiert werden können. Godoi et al. (2016) differenzieren die Verfahren nach Beschaffenheit des Druckmaterials (vgl. Abb. 3). Sie unterscheiden zwischen Flüssigkeiten (Liquid), Pulver (Powder) und Zellen (Cells).

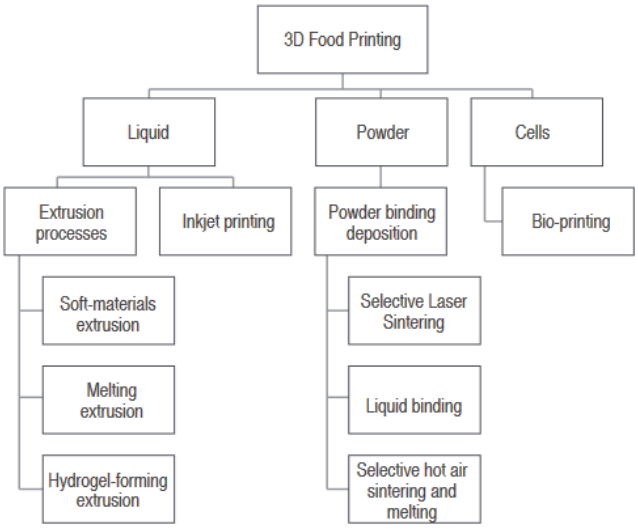


Abbildung 3: Strukturierung möglicher 3-D-Lebensmitteldruckverfahren nach Beschaffenheit des Druckmaterials (Vogt 2017, S. 3)

Das aktuell weitverbreitetste und massentaugliche 3-D-Lebensmitteldruckverfahren ist dem Bereich der Flüssigkeiten zuzuordnen. Hier wird nochmals zwischen Extrusionsprozessen und dem Tintenstrahldruck unterschieden. In Bezugnahme auf die oben getroffene Definition wird der Tintenstrahldruck (Druck von Bildern, Schriftzügen etc. mit Lebensmittelfarbe auf Ess- oder Oblatenpapier (Inkjet printing)) jedoch nicht dem 3D-Druckverfahren zugeordnet.

Im Bereich der Extrusionsprozesse kann man unterschiedliche Extrusionsmechanismen identifizieren, der weitverbreitetste 3D-Lebensmitteldruck kann vorrangig der „Soft-material extrusion" zugeordnet werden (vgl. Vithani et al. 2019, S. 2). Diese Zuordnung kann insofern legitimiert werden, als dass prinzipiell jede Art von frischen Lebensmitteln in 3D gedruckt werden kann, sofern sie in Pasten- oder Püreeform (also „soft-material") gebracht werden. Beispielhaft können Schokolade, feste Desserts, flüssige Teige, Marmeladen, Gelee, Käse, Zuckerguss, Fleischpaste, Sellerie, Xanthan, Gelatine (vgl. Vithani et al. 2019, S. 7) oder auch Marzipan und Nudel- bzw. Pizzateig genannt werden. Dennoch ist die Auswahl an druckbaren Lebensmitteln momentan, insbesondere für stärke- und proteinbasierte Materialien, als begrenzt zu bezeichnen (vgl. Kühnl 2019, S. 2).

Um passende Materialien für den 3D-Lebensmitteldruck herstellen zu können, ist es von Bedeutung, sich der besonderen Charakteristika des Lebensmitteldrucks sowie des technischen Aufbaus bewusst zu sein.

Die Komponenten, aus denen 3D-Drucker zusammengesetzt sind, sind nahezu identisch, wobei Aussehen und Anordnung bei gleicher Funktionsweise differieren können. Die weitverbreitetsten 3D-Drucker nutzen das FDM-Prinzip, so auch der 3D-Lebensmitteldrucker Procusini 5.0 (vgl. Abb. 4), anhand dessen der technische Aufbau sowie besondere Charakteristika folgend beschrieben werden.

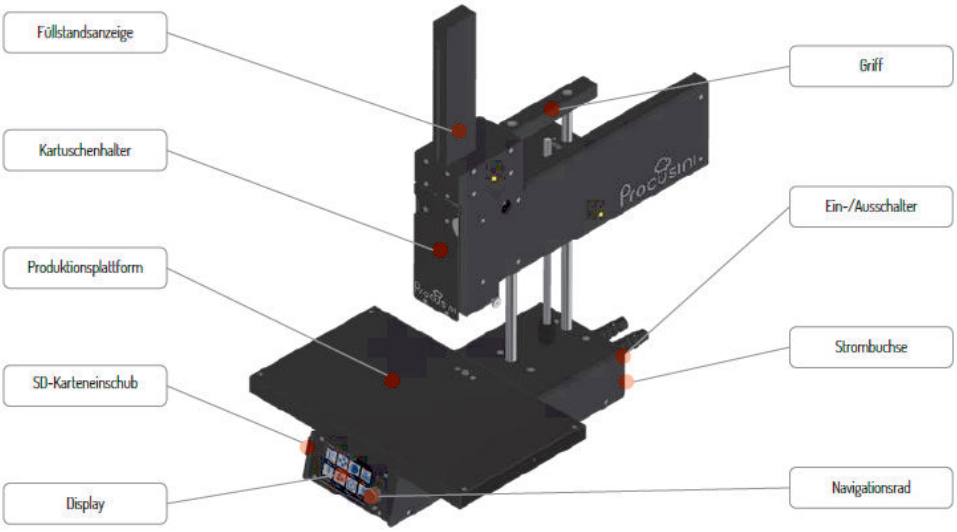


Abbildung 4: Hauptkomponenten des Procusini 5.0 (Print2Taste 2020, S. 6)

Charakteristisch und von besonderer Bedeutung für 3D-Drucker sind die *drei Achsen*. Diese ermöglichen eine Bewegung und Positionierung des *3D-Druckkopfes* in den Achsen X, Y und Z. Die X-Achse ermöglicht die Bewegung von links nach rechts, wohingegen die Y-Achse für die Positionierung des Druckkopfes in der Tiefe (vorne und hinten) sorgt. Dies geschieht insofern, als dass an der X-Achse der Druckkopf befestigt ist und die Y-Achse über die Bewegung der *Produktionsplattform* arbeitet. Die Z-Achse ermöglicht eine Positionierung des Druckkopfes in der Höhe/Tiefe (vgl. Caroli 2014, S. 18). All diese Bewegungen werden über Motoren realisiert, die über die *Elektronik* gesteuert werden (vgl. ebd.). Dabei werden die X- und Y-Achse mittels eines Zahnriemens bewegt, während die Z-Achse und der Extruder durch Gewindestangen in Bewegung gesetzt werden. Über die Elektronik erfolgt ebenfalls die Kommunikation mit dem PC (z. B. über WLAN-Verbindung oder SD-Karte) zur Übermittlung der benötigten Druckdaten sowie die Steuerung des Extruders.

Das Druckmaterial wird beim Procusini 5.0 in eine *Kartusche* eingesetzt, welche sich wiederum im *Kartuschenhalter* befindet. Eine Kartusche besteht aus insgesamt drei Bestandteilen (vgl. Abb. 5): aus der (1) beheizten Kartusche, in der das Druckmaterial eingesetzt wird und in deren Inneren der Stempel das Druckmaterial nach unten presst, der (2) Dichtung, sodass das Druckmaterial gebündelt nach unten in die (3) Dosierspitze geführt wird, durch die das Druckmaterial dann auf die Produktionsplattform gedruckt wird. Innerhalb des Kartuschenhalters erfolgt die Temperierung auf eine für das Lebensmittel definierte Temperatur. Dabei hat das in der Kartusche befindliche Lebensmittel keinen Kontakt zum Gerät, sondern nur zu der Kartusche. Beim 3D-Lebensmitteldruck spielt Hygiene eine zentrale Rolle. Daher werden die Lebensmittel nicht direkt auf die Produktionsplattform gedruckt, sondern auf eine Matte. Im Fall des Procusinis 5.0 erfolgt der Druck auf eine Silikonmatte, die auf die Produk-

tionsplattform gelegt wird. Diese Produktionsmatte sorgt zum einen für die notwendige hygienische Unterlage und zum anderen für eine bessere Haftung des Druckmaterials auf der Produktionsplattform.

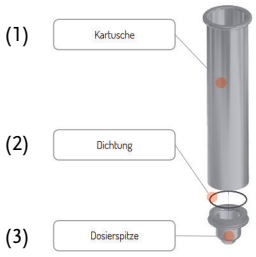


Abbildung 5: Kartuschenaufbau des Procusinis 5.0 (modifiziert nach Print2Taste 2020, S. 13)

3 Multiperspektivischer Diskurs

Vor dem Hintergrund der technologischen Voraussetzungen und Möglichkeiten sowie Einschränkungen des 3D-Lebensmitteldrucks wird im Folgenden ein Diskurs über verschiedene Anwendungs- und Einsatzszenarien dieser Technologie eröffnet. Im Mittelpunkt steht die Frage, inwieweit der 3D-Lebensmitteldruck einen Beitrag zur gesellschaftlichen Teilhabe leisten kann. Hierfür werden vier unterschiedliche Perspektiven eröffnet, die sich aus möglichen bzw. bereits existierenden Einsatzszenarien ergeben. Einen ersten Zugang eröffnet die Diskussion der mit dem 3D-Lebensmitteldruck verbundenen Potenziale zur Sicherstellung der globalen Ernährung. In diesem Kontext werden die Aspekte der Über- und Unterernährung sowie die Erschließung neuer Proteinquellen diskutiert. Einen weiteren Zugang eröffnet der Fachkräftemangel und die damit einhergehende Diskussion darüber, wie Technologien die Facharbeit unterstützen kann. Ein dritter Zugang spannt die kontrovers zu erörternde Fragestellung auf, ob der 3D-Lebensmitteldruck und die damit verbundenen Möglichkeiten zur Herstellung von Fleischersatzprodukten oder Fleischprodukten auf Basis tierischen Zellmaterials einen Beitrag dazu leisten, bisher bestehende Ernährungsgewohnheiten beizubehalten. Die Kontroverse schließt ebenso die funktionelle Anwendung des 3D-Lebensmitteldrucks hinsichtlich der medizinischen Potenziale von strukturmodifizierten Lebensmitteln für Patientinnen und Patienten mit Schluckbeschwerden ein.

3.1 Sicherung der Welternährung durch 3D-Lebensmitteldruck

Der Ernährungsreport des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (vgl. BMEL 2020, 2023) erfasst die Zustimmung der befragten Personen zu möglichen Maßnahmen, um eine wachsende Weltbevölkerung zu ernähren. Neben der Reduktion von Lebensmittelabfällen (Zustimmung: 92 %) wird auch der verstärkte Konsum

von pflanzlichen Ersatzprodukten (Zustimmung: 58 %) als Möglichkeit gesehen. Neben dem Verzicht auf Fleisch (Zustimmung: 58 %) wird vor allem die Verringerung des Fleischkonsums (Zustimmung: 82 %) als wirkungsvolle Maßnahme betrachtet. Immerhin 26 % der Befragten sehen eine Möglichkeit im verstärkten Konsum von In-vitro-Fleisch bzw. im verstärkten Konsum von Lebensmitteln, die aus Insekten hergestellt sind (Zustimmung: 44 %).

Der Fleischkonsum in den Industrienationen liegt bei 56,5 kg pro Jahr, während derjenige in den Entwicklungsländern nur etwas mehr als ein Drittel davon (22,3 kg) beträgt. Der weltweite Durchschnitt liegt bei 28,5 kg pro Jahr (vgl. OECD-FAO 2023, S. 186; vgl. Statista 2023). Diese Zahlen verdeutlichen, dass eine Reduktion von oder Verzicht auf Fleischkonsum in Industrienationen ein erhebliches Einsparpotenzial für den tierzuchtbezogenen Flächenverbrauch in denjenigen Nationen (u. a. des globalen Südens) hat, in denen Flächen im großen Stil für den Anbau von Tierfutter genutzt werden. Insofern der 3D-Lebensmitteldruck eine Möglichkeit bietet, Fleischersatzprodukte auf Basis ressourcen- und flächenschonender Proteinquellen herzustellen, mit deren Hilfe der Fleischkonsum in den Industrieländern reduziert werden kann, kann diese Technologie unter den beschriebenen Umständen auch eine globale Ernährungslage verbessern. Geht die Herstellung von pflanzenbasierten Fleischalternativen mittels 3D-Lebensmitteldruck jedoch mit einem erhöhten Verbrauch primärer und sekundärer Ressourcen einher, muss im Zusammenhang mit der 3D-Technologie mit negativen Rebound-Effekten gerechnet werden (vgl. Umweltbundesamt 2019, o. S.). Ein Verlust primärer Ressourcen würde z. B. dann eintreten, wenn für die Herstellung von Fleischersatzprodukten Protein aus Hülsenfrüchten extrahiert werden muss, dabei aber ein erheblicher Teil des Proteins verloren geht. Sekundäre Ressourcenverluste ergeben sich aus den Anschaffungs-, Wartungs- und Betriebskosten der 3D-Lebensmitteldrucktechnologie (z. B. Energie- und Materialverbrauch).

3.2 Sicherung von Ernährungsgewohnheiten durch 3D-Lebensmitteldruck

Während das Potenzial des 3D-Lebensmitteldrucks für die Sicherung der globalen Ernährung zuvor unter dem Aspekt der Reduktion von auf tierischen Ressourcen basierenden Produkten erörtert wird, steht nun die Beibehaltung bisheriger Ernährungsgewohnheiten im Fokus. Basierend auf den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V. (vgl. DGE o. J.) soll der Tageskostplan nicht grundsätzlich auf tierischen Produkten basieren, sondern durch diese ergänzt werden. Für Personen, die mit ihrem persönlichen Tageskostplan diese Ernährungsempfehlungen nicht erfüllen und zugleich ihre Ernährungsgewohnheiten nicht ändern wollen oder können, können Produkte, die mittels 3D-Lebensmitteldruck hergestellt werden und Fleischprodukte imitieren, eine Möglichkeit darstellen, den eigenen Tageskostplan hinsichtlich der Zusammensetzung der Mikro- und Makronährstoffe gemäß der Ernährungsempfehlungen zu verändern.

Während der 3D-Lebensmitteldruck somit einerseits Möglichkeiten eröffnet, einen bereits gewohnten Tageskostplan beizubehalten, kann anderen Personengruppen mithilfe der Technologie die Wiederaufnahme einer ursprünglichen Ernährungs-

gewohnheit ermöglicht werden, die krankheitsbedingt – z. B. bei Dysphagiepatientinnen und -patienten – eingeschränkt ist. Insbesondere bei Älteren stellt die Nahrungsaufnahme eine wichtige Tagesroutine dar, die zur Gesunderhaltung beiträgt. Kann diese Routine aufgrund von motorischen und muskulären Einschränkungen z. B. nach einem Schlaganfall nicht mehr aufrechterhalten werden, sind die Betroffenen nicht nur physisch, sondern auch psychisch und sozial beeinträchtigt (vgl. Rusu et al. 2020, S. 239). Die Nahrungsaufnahme wird aufgrund der Schwierigkeiten beim Kauen, Schlucken und der Koordination mit der Atmung unter anderem als „schmerzhaft [... und] beschämend" (ebd., S. 242) beschrieben, sodass in der Folge die Betroffenen die Nahrungsaufnahme verweigern oder diese nicht mehr als soziales Erlebnis wahrnehmen können. Verschärft wird diese Situation durch die mitunter notwendige Gabe von Nahrungsergänzungsmitteln oder Medikamenten, deren orale Einnahme die Betroffenen vor zusätzliche Herausforderungen stellt. Durch den 3D-Lebensmitteldruck können die einzelnen Komponenten der Mahlzeiten in ihrer Struktur so modifiziert werden, dass alle Bestandteile die gleiche Textur und Festigkeit aufweisen. Dysphagiepatientinnen und -patienten wird durch diese strukturmodifizierten Speisen die Nahrungsaufnahme erleichtert (vgl. PERFORMANCE 2015, o. S.).

Eine personalisierte Ernährung ist aus medizinischer Sicht insbesondere für Personen relevant, die aufgrund spezifischer Krankheitsbilder sehr genau auf die Zusammensetzung ihrer Ernährung achten müssen (z. B. bei Zöliakie- oder Diabetespatientinnen und -patienten). Für diese Personengruppen werden zwar zunehmend Lebensmittelprodukte entwickelt, eine uneingeschränkte Lebensmittelauswahl ist jedoch nicht möglich. Durch den 3D-Lebensmitteldruck kann diese Gruppe von Konsumentinnen und Konsumenten den Produktionsprozess beeinflussen, die Zusammensetzung der Lebensmittel auf die eigenen Bedürfnisse einstellen und in der gewünschten Menge produzieren. Der Einbezug der Verbraucher:innen in den Herstellungsprozess bringt einige Herausforderungen mit sich. So müssen ein für den Zweck geeignetes gesetzliches Umfeld sowie geeignete Diagnose- und Servicelösungen geschaffen werden (vgl. Bröring et al. 2020, S. 385).

Der 3D-Lebensmitteldruck kann demnach als ein aktueller Evolutionsschritt in der Lebensmittelindustrie gesehen werden, mit einem mittel- bis langfristigen Potenzial zur Einflussnahme auf gegenwärtige Ernährungsgewohnheiten (vgl. Denkel & Rudolph 2015).

3.3 Lebensmitteldruck als Unterstützung von Facharbeit: Individualisierung und Personalisierung in Berufen des Gastgewerbes

Die Unterstützung von Facharbeit durch technologische Entwicklungen im Berufsbereich Ernährung und Hauswirtschaft ist auf unterschiedlichste Anwendungsszenarien zurückzuführen (vgl. Peuker, Gitter, Vollmer 2023, S. 56). In Bezug auf den 3D-Lebensmitteldruck sind an dieser Stelle unter anderem die Innovationskraft der Technologie sowie der Erhalt von Facharbeitsprozessen hervorzuheben. Durch den 3D-Lebensmitteldruck wird die Produktion sehr geringer Stückzahlen von individualisierten Lebensmitteln und Produkten möglich. In Verbindung mit weiteren technologischen Anwendungen wie zum Beispiel der Datenverarbeitung mithilfe neuronaler Netzwerke

(generative Künstliche Intelligenz) können neue Speisenkreationen entwickelt und produziert werden. Eine Weiterentwicklung der 3D-Drucktechnologie in Verbindung mit intuitiv steuerbarer Robotik ermöglicht es, einzelne Arbeitsschritte, die einen hohen Grad an Präzision erfordern, zugleich aber durch die Eintönigkeit stark ermüdenden Charakter aufweisen – z. B. das kunstvolle Dekorieren von Torten und Gebäck in der Patisserie –, zu automatisieren (vgl. Abb. 6). Durch die präzise automatisierte Produktion können repetitive Prozesse der Facharbeit den Fachkräften abgenommen werden, ohne dass es zu einer De-Professionalisierung kommt. Die grundlegenden Arbeitsprozesse der Facharbeit sind dabei nach wie vor notwendig, um die Programmierung und Kalibrierung von 3D-Lebensmitteldruckern vornehmen zu können. Dies wird in ersten kommerziellen Anwendungsszenarien deutlich (vgl. Guthardt 2023, o. S.).

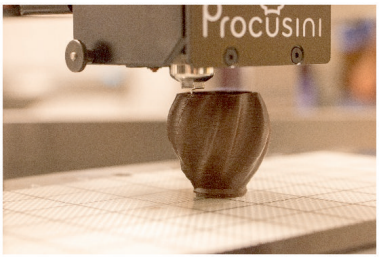


Abbildung 6: 3D-gedruckte Hohlform „Hollow body" aus Schokolade (Procusini)

3.4 Der 3D-Lebensmitteldruck in Schule und Unterricht

> „In den letzten Jahren wurden die Technologien für das Ausdrucken von Objekten (3D-Druck) erheblich verbessert. Gleichzeitig sanken Anschaffungs- und Betriebskosten, so dass der Einsatz von 3D-Druckern im Schulunterricht nunmehr möglich ist und ein enormes Potenzial [...] bietet" (Haslinger & Schröder 2020, S. 137)

Dieses von Haslinger & Schröder (2020) benannte Potenzial gilt es weiter zu spezifizieren und in den Unterricht einzubetten. Der 3D-Druck als Lerngegenstand im Unterricht kann aus unterschiedlichen Perspektiven, angelehnt an die Überlegungen von Meier et al. (2022), betrachtet werden und bietet dadurch unterschiedliche Zugänge (vgl. Abb. 7).

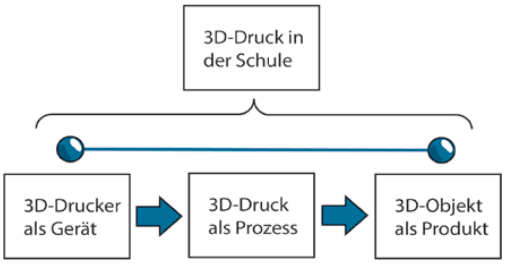


Abbildung 7: Zugänge zum Lerngegenstand des 3D-(Lebensmittel)Drucks (Meier et al. 2022, S. 80)

Zunächst ist es möglich, den *3D-Lebensmitteldrucker in seiner Ganzheitlichkeit* zu betrachten. Inhalte und Fragen zu Einsatzmöglichkeiten, Aufbau, Zukunftsrelevanz, Erfahrungen, Potenziale, Hindernisse usw. sind denkbare Aspekte, die im berufsbildenden Unterricht thematisiert werden können. Ein weiterer Zugang wird durch den *3D-Lebensmitteldruckprozess* gegeben. Hier liegen Potenziale in der Ausdifferenzierung

und Einarbeitung in unterschiedlichen Druckverfahren, dem Verstehen einzelner Druckprozesse, dem eigentlichen Drucken sowie in der Möglichkeit des Erforschens neuer Druckmaterialien (vgl. Franke et al. 2018, S. 8). Insbesondere der Herstellung neuer Druckmaterialien liegt das Potenzial der Individualisierung von Nahrungsmitteln und Präferenzen inne, die erlebbar umgesetzt werden können. Ferner kann über die Endprodukte, die jeweiligen *3D-gedruckten Lebensmittel* ein Zugang geschaffen werden, um eine kritische ernährungssoziologische sowie -physiologische Bewertung hoch verarbeiteter Lebensmittel zu eröffnen. Über die Konzeption und Modellierung neuer 3D-Modelle kann hier zudem ein erlebbares Verständnis von Statik, Druckeigenschaften und das Ausleben von Kreativität erlangt werden. So stellt sich der 3D-Lebensmitteldruck als Technologie dar, die ein breites Konvolut an Kompetenzen bei den Lernenden und Lehrenden fordert und fördert, sich somit passgenau in aktuelle bildungspolitische und ordnungsrechtliche Vorgaben (z. B. KMK Strategiepapier 2016, S. 57 f.) einreiht und Potenziale entfaltet.

4 Zusammenfassung und Limitationen

Der 3D-Lebensmitteldruck repräsentiert eine innovative Technologie, die das Potenzial hat, tiefgreifende Veränderungen in der Ernährungsbranche und darüber hinaus auszulösen. Die Diskussionen um die Sicherung der Welternährung und die Möglichkeit, Ernährungsgewohnheiten beizubehalten oder anzupassen, werfen Fragen nach der Rolle des 3D-Lebensmitteldrucks in der gesellschaftlichen Transformation auf.

Der Beitrag des 3D-Lebensmitteldrucks zur globalen Ernährungssicherung ist zweifach. Einerseits kann die Technologie dazu beitragen, pflanzenbasierte und ressourcenschonende Lebensmittelalternativen herzustellen, die den Fleischkonsum reduzieren und damit den ökologischen Fußabdruck verringern. Andererseits kann sie dazu beitragen, individuelle Ernährungslösungen für Menschen mit spezifischen Ernährungsbedürfnissen anzubieten, wie etwa bei Krankheiten wie Zöliakie, Diabetes, oder Dysphagiepatientinnen und -patienten. So erweitert sich die Bandbreite an Ernährungsoptionen für entsprechende Personengruppen.

Im Kontext der potenziellen Veränderung von Ernährungsgewohnheiten wird deutlich, dass der 3D-Lebensmitteldruck nicht nur eine technologische Innovation ist, sondern auch gesellschaftlichen Wandel mit sich bringen kann. Die Technologie ermöglicht die Nachahmung von Fleischprodukten, ohne auf tierische Ressourcen zurückzugreifen. Dies kann dazu beitragen, den Fleischkonsum zu reduzieren und alternative Proteinquellen zu erschließen. Auf der anderen Seite bietet sie die Möglichkeit, individuelle Ernährungsgewohnheiten beizubehalten oder anzupassen, indem maßgeschneiderte Lebensmittel erstellt werden.

Im gastgewerblichen Kontext ermöglicht der 3D-Lebensmitteldruck die Individualisierung von Lebensmitteln und die Automatisierung von repetitiven und präzisionsintensiven Aufgaben. Somit kann die Facharbeit in Berufen des Gastgewerbes entscheidend unterstützt werden.

In der beruflichen Bildung bietet der 3D-Lebensmitteldruck die Möglichkeit, Schülerinnen und Schülern einen praxisnahen Zugang zu modernen Technologien zu vermitteln und ihre kreativen Fähigkeiten zu fördern sowie sich digitale Kompetenzen anzueignen. Die Integration des 3D-Lebensmitteldrucks in die Bildung macht die Entwicklung von Curricula und die Schulung von Lehrkräften erforderlich. Dabei ist sicherzustellen, dass die Schüler:innen ein umfassendes Verständnis für die Technologie und deren Auswirkungen auf die Ernährungsindustrie entwickeln und diese proaktiv gestalten und weiterentwickeln können.

Die Einführung des 3D-Lebensmitteldrucks birgt dabei auch eine Reihe von Herausforderungen in sich. Bedenken hinsichtlich der Sicherheit und Hygiene sind wichtige Aspekte, die thematisiert werden müssen. Aktuell versteht eine breite Bevölkerungsgruppe unter dem Lebensmitteldruck eine finale Fertigung eines verzehrfertigen Lebensmittels (vgl. Denkel & Rudolph 2015). Es ist von Bedeutung, klare rechtliche und ethische Richtlinien für die Herstellung und den Vertrieb von 3D-gedruckten Lebensmitteln zu entwickeln. Es könnte zielführend sein, den 3D-Lebensmitteldruck als einen neuen Bestandteil in einer etablierten Produktionskette zu betrachten und seine Fortentwicklung zu fördern. Im Zuge der Wichtigkeit von nachhaltigem Handeln und (B)BNE ist ein weiterer zentraler Aspekt, dass die Technologie umweltfreundliche Materialien und Produktionsprozesse nutzt, um negative Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren.

5 Schlussfolgerung

Der 3D-Lebensmitteldruck kann als eine vielversprechende technologische Innovation bezeichnet werden, deren Herausforderung darin besteht, den 3D-Lebensmitteldruck verantwortungsbewusst und nachhaltig einzuführen sowie die Gesellschaft zu sensibilisieren. Dies erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft, Industrie, Bildungsinstitutionen sowie der Gesellschaft.

Literaturverzeichnis

Bröring, Stefanie/Bidkar, Sukhada/Kamrath, Carolin (2020): Innovationen an der Schnittstelle von Lebens- und Arzneimitteln – Herausforderungen für Firmen und Verbraucher. In: M. A. Pfannstiel et al. (Hrsg.): Innovationen und Innovationsmanagement im Gesundheitswesen. Wiesbaden: Springer. S. 373–392.

Caroli, Christian (2014): RepRap-Hacks. 3D-Drucker verstehen und optimieren. Franzis Verlag. Haar bei München.

Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (DGE) (o. J.): DGE-Ernährungsempfehlungen. Online: www.dge.de/gesunde-ernaehrung/dge-ernaehrungsempfehlungen/10-regeln/ (Abfrage: 29.10.2023).

Deutsche Telekom AG (2022): Digitalisierungsindex Mittelstand 2021/2022. Der digitale Status quo im deutschen Gastgewerbe. www.telekom-digitalx-content-develop.s3.eu-central-1.amazonaws.com/Telekom_Digitalisierungsindex_Gastgewerbebe richt_7c4971afcf.pdf (Abfrage: 29.10.2023).

Denkel, Christoph/Rudolph, Jari (2015): 3D-Druck: Hype oder Revolution? Verfügbar unter: https://www.foodaktuell.ch/2015/04/21/3d-druck-hype-oder-revolution/ (Abfrage: 29.10.2023).

Development of PERsonalized Food using Rapid Manufacturing for the Nutrition of elderly ConsumErs (PERFORMANCE) (2012–2015): Projektwebseite. www.rtds-group.com/services/projects-performance/?portfolioID=100 (Abfrage: 29.10.2023).

Eichhorn, Joana/Solz, Katrin (2023): Zur Einführung von E-Prüfungen aus soziotechnischer Systemperspektive. In: ZFHE Jg. 18/Nr. 3 (Oktober 2023) S. 241–256.

Franke, Lena/Silcher, Cornelia/Klingshirn, Astrid (2018): 3D-Lebensmitteldruck. Herausforderungen bei der Produktentwicklung. In: Hauswirtschaft und Wissenschaft 66.

Godoi, Fernando C./Prakash, Sangeeta/Bhandari, Bhesh, R. (2016): 3d printing technologies applied for food design: Status and prospects. Journal of Food Engineering, 179 (Juni), S. 44–54.

Guthardt, Steffen (2023): Lebensmittel aus dem 3D-Drucker. Diese Konditorei macht es vor (5. Juli 2023), www.deutsche-handwerks-zeitung.de/lebensmittel-aus-dem-3d-drucker-diese-konditorei-macht-es-vor-302917/ (Abfrage: 05.01.2024).

Haslinger, Cornelia/Schröder, Andreas (2020): 3D-Druck im Mathematik- und Informatikunterricht. In: Zumbach, Jörg; Maresch, Günter; Fleischer, Timo; Strahl, Alexander (Hrsg.): Neue Impulse in der Naturwissenschaftsdidaktik (Band 8, S. 137–156).

Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2018): Das Konzept des Soziotechnischen Systems – revisited. AIS-Studien, 11(2), 11–28. doi.org/10.21241/ssoar.64859.

Kühnl, Wolfgang (2019): 3D-Druck protein- und stärkebasierter Materialien zur Herstellung definierter Lebensmitteltexturen. Verfügbar unter: www.fei-bonn.de/download/aif-20385-n.projekt (Abfrage: 29.10.2023).

Landesinitiative n-21 (2020): Additive Fertigung – 3D-Druck in der Schule. Handreichung. Verfügbar unter: www.n-21.de/downloads/datei/OTAwMDAwNDI5Oy07L3Vzci9sb2NhbC9odHRwZC92aHRkb2NzL2Ntc3gvbjIxL21lZGllbi9kb2t1bWVudGUvMjAyMDA3X3Byb2pla3RfYWRkaXRpdmVfZmVydGlndW5nXzNkX2RydWNrX2hhbmRyZWljaHVuZ19uci4xLnBkZg%3D%3D (Abfrage: 29.10.2023).

Lévesque, Veronika (2020): Agilität, Welt und Bildung: Von Wurzeln, Definitionen und Zusammenhängen zu Spielfeldern, Handlungsoptionen und Grenzen. In: Kantereit, Tim; Arn, Christof; Bayer, Heinz; Lévesque, Veronika; MacKevett, Douglas (Hrsg.): Agilität und Bildung. Ein Reiseführer durch die Welt der Agilität. Verfügbar unter: www.media4schools.de/wp-content/uploads/2021/02/Agilita%CC%88t-und-Bildung-book-sprint.pdf (Abfrage: 16.09.2023).

Organization for Economic Cooperation and Development/Food and Agriculture Organization of the United Nations (OECD-FAO) (2023): OECD-FAO Agricultural Outlook 2023–2032. OECD Publishing: Paris, https://doi.org/10.1787/08801ab7-en

Ott, Bernd (1999): Strukturmerkmale und Zielkategorien einer ganzheitlichen Berufsbildung. In: Berufsbildung – Europäische Zeitschrift 17 (2), S. 55–64. https://www.cedefop.europa.eu/files/etv/Upload/Information_resources/Bookshop/122/17_de_ott.pdf

Peuker, Birgit/Gitter, Markus/Vollmer, Simon (2023): Robotik und KI-gestütztes Gastgewerbe – Implikationen für die berufliche Bildung. In: Haushalt in Bildung und Forschung 2023–3, S. 54–69.

Print2Taste (2020): Procusini® 5.0. Original Installations- und Benutzerhandbuch. 3D Lebensmitteldrucker für gewerbliche Anwendungen. Verfügbar unter: cdn-reichelt.de/documents/datenblatt/EB00/PROCUSINI_00019_ANL-DE.pdf (Abfrage: 29.10.2023).

QUA.LiS NRW (2016): 3-D-Druck in der Schule. Informationen und Orientierung für den Einstieg in den Unterricht. Verfügbar unter: www.qua-lis.nrw.de/cms/upload/service/flyer/d-3D-Druck-in-der-Schule.pdf (Abfrage: 29.10.2023).

Rusu, Alexandru/Randriambelonoro, Mirana/Perrin, Caroline/Valk, Carlijn/Álvarez, Berta/Schwarze, Ann-Kristin (2020): Aspects Influencing Food Intake and Approaches towards Personalising Nutrition in the Elderly. In: Journal of Population Ageing 13. S. 239-256. Online: doi.org/10.1007/s12062-019-09259-1

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2023): Unterernährung weltweit. Online: www.destatis.de/DE/Themen/Laender-regionen/Internationales/Thema/landwirtschaft-fischerei/Unterernaehrung.html?nn=377634 (Abfrage: 29.10.2023).

Umweltbundesamt (2019): Rebound-Effekte. www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/oekonomische-rechtliche-aspekte-der/rebound-effekte Online: o. S. (Abfrage: 29.10.2023).

Vithani, Kapilkumar/Goyanes, Alvaro/Jannin, Vincent/Basit, Abdul W./Gaisford, Simon/Boyd, Ben J. (2019): An Overview of 3D Printing Technologies for Soft Materials and Potential Opportunities for Lipid-based Drug Delivery Systems. In: Pharmaceutical Research 36, 4.

Vogt, Sebastian (2017): 3D-Lebensmitteldruck: Welche Möglichkeiten sich mit der neuen Technologie bieten. Verfügbar unter: www.dlg.org/fileadmin/downloads/lebensmittel/themen/publikationen/expertenwissen/lebensmitteltechnologie/2017_4_Expertenwissen_3D_Druck.pdf (Abfrage:29.10.2023).

Zurawski, Nils (2015): Technische Innovationen und deren gesellschaftliche Auswirkungen im Kontext von Überwachung. Verfügbar unter: www.sicherheit-forschung.de/forschungsforum/schriftenreihe_neu/sr_v_v/SchriftenreiheSicherheit_16.pdf (Abfrage: 29.10.2023).

Autoren



Gitter, Markus, Dr., Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Educational Engineer an der Professur für Ernährung und Hauswirtschaft sowie ihre berufliche Didaktik, Europa-Universität-Flensburg sowie Educational Engineer im Landesprogramm „Zukunft Schule im digitalen Zeitalter" Fachcluster Berufliche Bildung, Fachrichtung Ernährung und Hauswirtschaft. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Berufliche Bildung in der digitalen Welt, Übergang Schule-Beruf, Entwicklung digitaler Lehr-Lern-Szenarien



Vollmer, Simon, Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Educational Engineer an der Professur für Ernährung und Hauswirtschaft sowie ihre berufliche Didaktik, Europa-Universität-Flensburg sowie Educational Engineer im Landesprogramm „Zukunft Schule im digitalen Zeitalter" Fachcluster Berufliche Bildung, Fachrichtung Ernährung und Hauswirtschaft. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Berufliche Bildung in der digitalen Welt, Professionalisierung von berufsbildenden Lehrkräften

Untersuchung der Einführung von Augmented Reality zur Unterstützung selbstgesteuerter Lernprozesse in der fachpraktischen Ausbildung im Studium der Allgemeinen Technischen Bildung

Tobias Wiemer, Marius Rothe, Lennart Rohlfs

Abstract

Augmented Reality (AR) kann ein nützliches Werkzeug zur Anregung und Unterstützung selbstgesteuerter Lernprozesse in der praktischen Ausbildung von Technikleh-rkräften sein. Der vorliegende Artikel untersucht die Gelingensbedingungen eines solchen Einsatzes von AR. Mithilfe eines quantitativen Untersuchungsdesigns werden die Akzeptanz von Studierenden hinsichtlich der Nutzung sowie die Gelingensbedingungen bei der Implementierung eines solchen Systems untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Akzeptanz, ermittelt über die Nutzungshäufigkeit, zunimmt. Hinsichtlich der Gelingensbedingungen zeigt sich, dass die Inhalte weitgehend und die Struktur von den Studierenden gut angenommen werden. Es zeigt sich aber auch, dass die Werkstattverantwortlichen die Systeme noch nicht stringent genug in selbstgesteuerte Lernphasen einbetten.

Augmented Reality (AR) can be a useful tool for stimulating and supporting self-directed learning processes in the practical training of technology educators. This article examines the conditions for the success of such use of AR. With the help of a quantitative research design, the acceptance of students regarding the use and the conditions for success in implementing such a system are investigated. The results show that acceptance, determined by the frequency of use, is increasing. Regarding the conditions for success, it is shown that the content is largely well received by the students and the structure is accepted. However, it also emerges that workshop supervisors have not yet integrated the systems sufficiently into self-directed learning phases.

Schlagworte: Technische Bildung; Augmented Reality; selbstgesteuertes Lernen; fachpraktische Ausbildung; Gelingensbedingungen

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Die Auseinandersetzung mit Technik im Technikunterricht erfolgt häufig handlungs- und produktorientiert (vgl. Bleher 2001, S. 181 ff.). Typische Methoden des Technikunterrichts sind Konstruktions- und Fertigungsaufgaben (vgl. Hüttner 2009). Der Raum, in dem der Unterricht stattfindet, sollte für das Erproben handwerklicher Tätigkeiten Werkstattcharakter haben und die Auseinandersetzung mit verschiedenen Materialien wie Holz, Metall oder Kunststoff ermöglichen. Zusätzlich sollten Aspekte eines Labors zum Durchführen technischer Experimente und Analysen gegeben sein (vgl. Röben 2018, S. 98 ff.). Zur Unterrichtsmaterialvorbereitung nutzen Technikleh rkräfte Maschinen wie Kreis- oder Bandsäge, die üblicherweise in einem Maschinenraum zusammengefasst sind (Marx, Wiesmüller 2019).

Zur Befähigung angehender Technikleh rkräfte, einen so gestalteten handlungs- und produktorientierten Unterricht innerhalb von Werkstätten mit verschiedenen Werkzeugen durchzuführen, müssen im Lehramtsstudium Kompetenzen für die praktische Arbeit mit Werkzeugen und Maschinen in Werkstätten erworben werden. Diese können aufbauend auf Geschwendtner & Geißel als „solides und anwendungsfähiges Wissen über relevante Werkstoffe, Werkzeuge, Messinstrumente, Maschinen, den sicherheitsgerechten Werkzeug- und Maschinenumgang, die Wartung und Pflege sowie (2) als ein fachpraktisches Können (Handwerkliche Fertigkeiten)“ (Geißel, Geschwendtner 2018, S. 184) zusammengefasst werden.

In der Technikleh rkräfteausbildung an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg wird dieses Wissen in einem zwölf Semesterwochenstunden umfassenden Basismodul unterrichtet. Der Unterricht in diesem Modul findet in Kleingruppen mit wechselnden Instruktions- und Selbstlernphasen statt. Die vermittelten Fertigkeiten werden in projektorientierten Aufbaumodulen im weiteren Studienverlauf immer wieder aufgegriffen (Universität Oldenburg o. J.).

1.2 Problemaufriss und daraus entwickeltes Projekt

Die Hochschulbildung sieht sich im Allgemeinen mit einer zunehmend heterogenen Studierendenschaft mit unterschiedlichen biografischen und beruflichen Erfahrungen konfrontiert (vgl. Hanft 2015, S. 20). Dieser allgemeine Befund trifft auch auf die Studierenden in der hier beschriebenen Ausgangssituation zu. Zu Beginn ihres Studiums variiert die bisherige Erfahrung mit manuellen Tätigkeiten der Studierenden stark, da einige von ihnen vor Studienbeginn eine Berufsausbildung abgeschlossen haben oder Bezugspersonen haben, die ihnen handwerklich-technische Fähigkeiten vermittelt haben, während andere darauf nicht zurückgreifen können. Dies ergab auch eine Umfrage an mehreren Standorten von Lehrerausbildungsprogrammen, einschließlich der Universität Oldenburg (vgl. Bünning et al., 2018; Ermel, Riese, 2022). Da in Niedersachsen ein allgemeinbildender Technikunterricht am Gymnasium nicht vorgesehen ist und es nur wenige Projekte gibt, die Technikunterricht im Gymnasium anbieten (vgl. Wiemer, Haverkamp, 2020), können viele Studierende auch nicht auf ihr Wissen

aus der eigenen Schullaufbahn zurückgreifen. Daraus ergibt sich die folgende zentrale Herausforderung für die Techniklehrkräfteausbildung: Während Studierende mit manueller Erfahrung in praktischen Modulen auf bereits erworbene Fähigkeiten aufbauen können, ist dies anderen Studierenden weniger möglich. Eine Möglichkeit zum Umgang mit heterogenen Lerngruppen besteht in der Planung von Unterricht, der selbstgesteuerte Lernprozesse integriert (vgl. Bohl, Kucharz 2010, Dyrna, Schulze-Achatz, Köhler 2021).

Diese Möglichkeit wird im Projekt SelTecAR (Selbstgesteuertes Lernen im Technikstudium durch Augumented Reality) der AG Technische Bildung der Universität genutzt. Das Projekt wird im Rahmen der Ausschreibung „Freiraum 2022" der Stiftung Innovation in der Hochschullehre gefördert (Stiftung Innovation in der Hochschullehre 2022). Innerhalb des Projekts wird für die Techniklehrkräfteausbildung an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg ein neues Lernkonzept für das Werkstattmodul entwickelt, welches ein AR-gestütztes selbstgesteuertes Lernen mit flexiblen Lernzeiten und Hilfestellungen ermöglicht und damit den individuellen Lernbedarfen Rechnung trägt. Zudem sollen diese Hilfen im weiteren Verlauf des Studiums immer wieder in Aufbaumodulen und zur Schließung individueller Lernlücken genutzt werden. Innerhalb des Projekts wird in den Werkstätten, in denen die Lehre stattfindet, eine Augumented-Reality-Umgebung durch das Projektteam geschaffen, in der die Studierenden mittels eigenem Smartphone Instruktionen als Einblendung oder Videotutorial ansehen und wichtige Informationen zu Werkzeugen (z. B. Schraubendreher, Seitenschneider, Lötkolben etc.) oder Maschinen (Drehbank, Abrichthobel, Lasercutter etc.) abrufen können. Insgesamt wurden so ca. 80 Maschinen und Werkzeuge mit AR-Umgebungen ausgestattet (vgl. Tab. 1).

Mit diesen neuen Möglichkeiten werden im Werkstattmodul Instruktionsphasen durch Dozierende verkürzt und individuelle Selbstlernphasen erweitert, in denen die Studierenden durch die AR-Umgebung individuell entscheiden, in welchen Bereichen sie mehr Informationen und Wiederholungen benötigen.

Tabelle 1: Tabellarische Darstellung der einzelnen Inhalte (ausführliche Darstellung für die Ständerbohrmaschine als Beispiel, alle anderen Elemente nur mit der Menge der Inhalte)

			Überlagerungsform		
Werkstatt	Bereich	Element	Dokument	Symbol	Video
Holzwerkstatt	Stationäre Maschinen	Ständerbohrmaschine	Betriebs-anweisung	Gefahrensymbole Ein-/Ausschalter Not-Aus Maschinenelemente	Wechseln Bohrer Einstellen Tiefenanschlag Einstellen Drehzahl Bohren
		Kreissägemaschine	2	4	5
		Bandsäge	2	3	4
		Bandschleifer	1	3	3
		Dickenhobelmaschine	1	4	2
		Abrichthobelmaschine	1	4	2
		Dekupiersäge	1	1	1
	Handmaschinen	Oberfräse	1	2	2
		Akkubohrmaschine	1	2	4
		Stichsäge	1	2	2
		Exzenterschleifer	1	2	2
	Handwerkzeuge	Hobel	1	2	2
		Handsäge	0	1	1
		Raspel	0	1	1
		Feile	0	1	2
Metall- und Kunststoffwerkstatt	Stationäre Maschinen	Ständerbohrmaschine (3 unterschiedliche)	3	12	15
		Schleifbock	1	3	3
		Metallkreissäge	2	4	5
		Metallbandsäge	1	2	3
	Handwerkzeuge	Gewindeschneider	1	0	2
		Feile	0	0	2
		Metallbügelsäge	0	1	1
	Mess- und Prüfwerkzeuge	Messschieber	1	4	3
	Fertigkeiten	Biegen von Metall	1	2	2
		Biegen von Kunststoff	1	2	2
		Höhenreißer	0	2	2
Elektrowerkstatt	Laborausrüstung	Labortisch	0	5	0
		Absaugung	0	2	1
		Laborversorgung	0	2	1
	Messwerkzeuge	Multimeter	0	4	4
	Schaltungs-aufbau	Steckbrett	0	2	6
		Lötkolben	1	4	3
Fertigungslabor	Additive Fertigungs-verfahren	FDM-Drucker (2 versch.)	2	8	6
		Resin-Drucker	2	4	6
	Subtraktives Fertigungs-verfahren	Lasercutter	1	4	3
	Programme	Cura	0	0	1
		Formlabs	0	0	1
		Laserwork	0	0	2

1.3 Fragestellung

Um die Implementation der innerhalb des Projekts entwickelten AR-Umgebung zu untersuchen und bei Fehlentwicklungen nachsteuern zu können, wird das Projekt mit verschiedenen Fragestellungen begleitet. Ein erster Baustein war dabei zunächst die Ermittlung der Unterstützungsbedarfe bei den Studierenden zur Anpassung der AR-Umgebung an ihre Bedarfe. Dabei zeigen die Ergebnisse, dass der Unterstützungsbedarf bei stationären Maschinen und Handmaschinen sowie im Bereich der Elektrotechnik besteht (vgl. Wiemer, Rothe 2022, S. 20). Nachdem auf Basis dieser Untersuchungen die AR-Umgebung entwickelt wurde, wird untersucht, ob die Studierenden die Umgebung nutzen bzw. was sie daran hindert. Mit diesen Informationen sollen die AR-Umgebung im Rahmen der Implementierung weiter an die Bedürfnisse der Studierenden angepasst bzw. die Module weiterentwickelt werden. Die Forschungsfragen, die sich daraus ergeben, lauten dementsprechend:

- Was sind Hindernisse für das Gelingen der Implementierung einer AR-Umgebung?
- Verändert sich die Akzeptanz der Nutzung der AR-Umgebung innerhalb der Implementierungszeit?

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Augmented Reality

Der Begriff Augmented Reality wird häufig synonym mit Mixed Reality (MR) und Virtual Reality (VR) verwendet (Dörner et al., 2019, S. 22). Faktisch liegt dort nach Milgram und Kishino (1994) eine Unterscheidung vor, sodass eine Begriffseinordnung notwendig ist. Milgram et al. (1994) führen zu dieser Unterscheidung das Reality-Virtuality-Kontinuum ein, welches die Begriffe zur Unterscheidung zuordnet (vgl. Abb. 1).

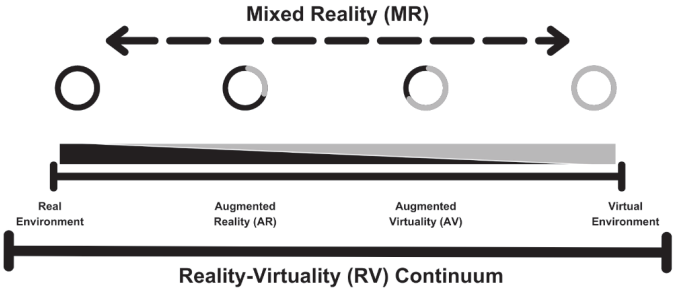


Abbildung 1: Darstellung des Reality-Virtuality-Kontinuums (eigene Darstellung in Anlehnung an Milgram et al. 1994, S. 283)

Das Reality-Virtuality-Kontinuum kann in wissenschaftlicher Hinsicht grundsätzlich als ein Postulat des kontinuierlichen Übergangs zwischen realer und virtueller Umgebung interpretiert werden (Mehler-Bicher, Steiger 2022, S. 9). Dieses Kontinuum repräsentiert an einem Extrem die Realität, bestehend aus physischen realen Objekten

und Aspekten, die von einem Medium oder einer menschlichen Wahrnehmung in einer realen Szene erfasst werden können (Milgram, Kishino 1994). Auf der entgegengesetzten Seite des Kontinuums liegt die virtuelle Umgebung, die ausschließlich aus virtuellen Objekten besteht (Milgram et al. 1994). Mixed Reality (MR) hingegen wird als der Bereich zwischen diesen Extrempositionen verstanden, der sowohl reale als auch virtuelle Elemente umfasst. Augmented Reality (AR) ist in diesem Kontinuum enthalten, wobei AR stets ein Bestandteil von MR ist, jedoch nicht jede MR-Umgebung gleichzeitig AR repräsentiert. Die Unterscheidung zwischen AR und anderen digitalen Realitätserweiterungen wird anhand des Grads der Überlagerung vorgenommen. Von AR wird gesprochen, wenn die reale Umgebung überwiegt, während bei einem Überwiegen der virtuellen Elemente von Augmented Virtuality (AV) gesprochen wird (vgl. Milgram, Kishino 1994).

In der wissenschaftlichen Literatur gibt es verschiedene Definitionen von Augmented Reality, wobei häufig auf die Definition von Azuma aus dem Jahr 1997 Bezug genommen wird (vgl. Mehler-Bicher, Steiger, 2022; Dörner et al., 2019; Orsolits 2020; Hamann et al. 2020). Azuma (vgl. 1997) definiert, dass AR die Realität mit virtuellen Objekten überlagert oder virtuelle und reale Objekte miteinander kombiniert, anstatt, im Gegensatz zu VR, die Realität gänzlich zu ersetzen. Augmented Reality wird durch drei Hauptcharakteristika identifiziert: die simultane Existenz virtueller und realer Umgebung mit teilweiser Überlagerung, die Echtzeit-Interaktion und den dreidimensionalen Bezug zwischen virtuellen und realen Objekten (vgl. Azuma 1997). In populärwissenschaftlichen Diskussionen wird AR oft auf die Erweiterung der Realität mit virtuellen Inhalten beschränkt, dies beschreibt AR lediglich im weiteren Sinne. In einem umfassenderen Sinne wird von AR gesprochen, wenn alle drei Charakteristika erfüllt sind, sodass die engere Definition von AR auf das Vorhandensein aller drei Aspekte abzielt (vgl. Mehler-Bicher, Steiger 2022, S. 10). Dörner et al. (vgl. 2019) führen in diesem Kontext eine deutschsprachige Definition von AR unter Berücksichtigung der Wahrnehmungsseite ein: „Augmentierte Realität (AR) ist eine (unmittelbare und interaktive) um virtuelle Inhalte (für beliebige Sinne) angereicherte Wahrnehmung der realen Umgebung in Echtzeit, welche sich in ihrer Ausprägung und Anmutung soweit wie möglich an der Realität orientiert, sodass im Extremfall (so dies gewünscht ist) eine Unterscheidung zwischen realen und virtuellen (Sinnes-) Eindrücken nicht mehr möglich ist“ (Dörner et al. 2019, S. 21).

Im Kontext von Lehr- und Lernsituationen eröffnet Augmented Reality (AR) verschiedene Instruktionsdimensionen. Es ist möglich, AR in zwei grundlegende Lehransätze zu integrieren: das Lernen mit AR und das Lernen durch AR. Beim Lernen mit AR werden die Lernenden in einer AR-Umgebung aktiviert zur Stimulation ihrer eigenen Lernprozesse. Dabei ermöglicht die AR-Technologie den Lernenden, in einer interaktiven virtuellen überlagerten Welt zu agieren und eigenständig Wissen zu generieren. Im Gegensatz dazu bezieht sich das Lernen durch AR auf den Prozess, der die Lernenden aktiv an der Erstellung und Implementierung einer AR-Umgebung beteiligt. In dieser Phase konzipieren die Lernenden die AR-Anwendung selbstständig und

setzen sie um, wodurch sie nicht nur Wissen aufbauen, sondern auch kreative Fähigkeiten im Bereich der AR-Technologie entwickeln.

Wo verordnet sich die AR-Umgebung aus dem Projekt? Aus der Perspektive der Studierenden stellt dieses Projekt eine Gelegenheit zum Lernen mit AR dar. Sie interagieren aktiv mit einer bereits existierenden AR-Umgebung, die zur Anregung ihrer Lernprozesse dient. Hingegen bedeutet SelTecAR für die Mitarbeitenden eine Möglichkeit zum Lernen durch AR. Sie sind herausgefordert, eine AR-Umgebung von Grund auf aufzubauen und zu implementieren. Dabei gewinnen sie nicht nur technische Fähigkeiten im Umgang mit AR, sondern entwickeln auch ein tiefgehendes Verständnis für die Planung und Umsetzung von AR-Anwendungen im Bildungskontext (vgl. Wiemer, Rothe 2022).

2.2 Selbstgesteuertes Lernen

Die Selbsttätigkeit stellt eine zentrale Vollzugsnorm im Bildungsprozess dar, die Bildung bereitet dabei die Fähigkeit zur Selbstbestimmung auf (vgl. Klafki, 2007 S. 19). Selbstgesteuertes Lernen wird als Lernprozess definiert, der durch ein externes Lernsetting gestaltet wird (vgl. Schäfer, 2017 S. 138). Dabei ist selbstgesteuertes Lernen unter anderem durch hochstrukturierte Selbstlernmaterialien gekennzeichnet, die die Lernwege zwar strukturieren, aber nicht verbindlich vorgeben (vgl. Forneck 2002, S. 30). Dies bedeutet nicht eine Entlastung der Lehrkräfte von ihrer Verantwortung für den Lernprozess, sondern vielmehr die Vermittlung von Metakompetenzen an die Lernenden. Diese Kompetenzen ermöglichen es den Lernenden, flexibel auf neue Anforderungen zu reagieren (vgl. Kiper, Mischke 2008, S. 59). Zur Gewährleistung müssen die Lernenden zunächst ein angemessenes Selbstverständnis als Lernende entwickeln. Dieses Selbstverständnis beinhaltet eine klare Rollendefinition im institutionellen Lernkontext, die Bereitschaft, bewusst Verantwortung für den eigenen Lernprozess zu übernehmen, die Kenntnis der eigenen Lernmuster und Verhaltensweisen sowie die gezielte Berücksichtigung individuell bevorzugter Lernstrategien. Es ist entscheidend, dass die Lernenden eine Vielzahl von Lernmedien und -methoden kennen und kompetent nutzen können (vgl. Dietrich, Fuchs-Brüninghoff 1999, S. 19).

Die im Projekt entwickelte AR-Unterstützung ist im Kontext des selbstgesteuerten Lernens angesiedelt und kann, wie bereits beschrieben, als Lernen mit AR verstanden werden. Eine AR-Umgebung bietet die Möglichkeit, den Studierenden zusätzliche unterstützende Ressourcen zur eigenständigen Nutzung bereitzustellen. Dies ermöglicht ihnen, flexibel auf neue Herausforderungen zu reagieren und diese autonom zu bewältigen (vgl. Wiemer, Rothe 2022). Dabei ist es von großer Bedeutung, den Lernenden eine Vielzahl verschiedener Lernwege und -medien anzubieten. Im Rahmen des Projekts SelTecAR wird die AR-Umgebung für sämtliche von der Voruntersuchung identifizierten Maschinen, Handwerkzeuge und die damit verbundenen Fertigkeiten bereitgestellt. Wenn die Lernenden mit einer Lernsituation konfrontiert sind, in der sie eine neue Maschine kennenlernen müssen oder eine Konstruktions- oder eine Fertigungsaufgabe lösen sollen, ermöglicht die AR-Umgebung, dass sie eigenständig die erforderlichen Informationen dafür abrufen können. Dabei fungiert diese Umgebung

sowohl als alternativer Lernweg als auch als alternatives Lernmedium. Darüber hinaus stellt sie eine Unterstützungsmöglichkeit dar, die den Lernenden dabei helfen kann, auf die neuen Herausforderungen angemessen zu reagieren (vgl. Wiemer, Rothe 2022). Die Instruktionsdimension Lernen durch AR wäre im Anschluss nach erfolgreicher Etablierung der AR-Umgebung der nächste Schritt.

Bei selbstgesteuerten Lernprozessen kann zwischen Makro- und Mikroebene unterschieden werden. Auf der Makroebene sind dies beispielsweise übergeordnete Elemente des Studienplans, wie ein vom Studierenden vorzubereitendes Seminar, während die Mikroebene kognitiv aktivierende Gestaltungen innerhalb eines Seminars wie Selbstlernsequenzen umfasst (vgl. Messner 2009). Augmented Reality kann in der Hochschulbildung gleichermaßen auf Makro- und Mikroebene eingesetzt werden, um Ressourcen für die Unterstützung bereitzustellen. Dabei ist wichtig zu betonen, dass die Einbindung einer AR-Umgebung in die Lehre nicht zwangsläufig bedeutet, dass Instruktionen nicht mehr von den Lehrenden erfolgen, sondern dass den Lernenden der Raum geboten wird, eigenständig die notwendigen Instruktionen abzurufen. Der Schwerpunkt liegt darin, die eigenen individuellen Lernprozesse zu optimieren und nicht zu verkomplizieren.

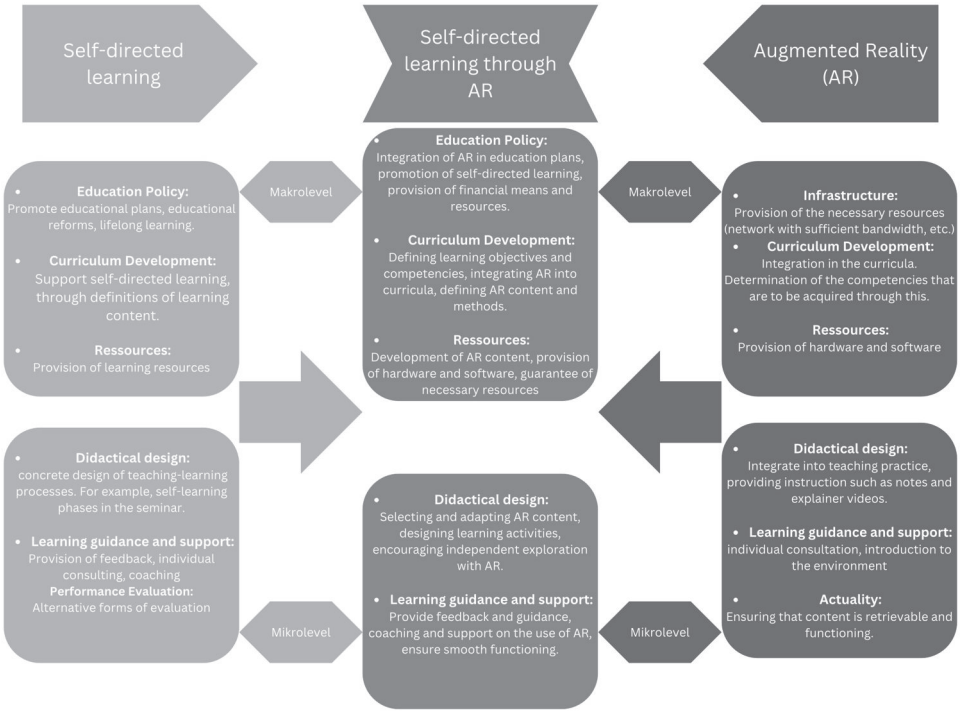


Abbildung 2: Selbstgesteuertes Lernen in Makro- und Mikroebene und der Betrachtung von AR in diesem Kontext (eigene Darstellung)

Abbildung 2 verdeutlicht das selbstgesteuerte Lernen, AR in Bildungskontexten sowie das selbstgesteuerte Lernen mit AR auf Makro- und Mikroebene. Während selbstgesteuertes Lernen auf Makro- und Mikroebene bereits angeführt wurde, kann AR im Bildungskontext ebenfalls auf Makro- und Mikroebene betrachtet werden. So ist auf Makroebene beispielsweise die Integration der AR-Technologie sowie die Einbindung in die Lehrpläne zu versehen und auf Mikroebene die technische Unterstützung sowie die Bereitstellung der Lernressource. Mit dem selbstgesteuerten Lernen auf der einen Seite und einer AR-Umgebung auf der anderen Seite kann auch das selbstgesteuerte Lernen mit AR auf Makro- und Mikroebene betrachtet werden. So ist es auf Makroebene denkbar, dass Lehrpläne so erstellt werden, dass selbstgesteuerte Lernprozesse angeregt und gefördert werden sollen und die AR-Umgebung als Ressource für das selbstgesteuerte Lernen bereitgestellt wird. Auf Mikroebene könnte die konkrete Selbstlernphase, in der Lernende selbstständig einen Lerngegenstand bearbeiten und durch die Lehrenden als Lernbegleitende sowie die AR-Umgebung als konkrete Unterstützung in ihrem Lernprozess gefördert werden, ein Beispiel sein.

Insgesamt verdeutlicht die Integration von AR in den Bildungskontext die Möglichkeiten des selbstgesteuerten Lernens auf Makro- und Mikroebene. AR eröffnet den Lernenden zusätzliche Wege, flexibel auf neue Anforderungen zu reagieren und ihre Selbsttätigkeit zu fördern. Die Selbstbestimmung im Bildungsprozess wird durch AR-gestütztes Lernen gestärkt, indem den Lernenden die Möglichkeit gegeben wird, eigenständig und kompetent auf verschiedene Lernanforderungen zu reagieren. Durch die Verbindung von theoretischen Inhalten und den fertigungsrelevanten praktischen Instruktionen im SelTecAR-Projekt wird deutlich, wie AR als Werkzeug genutzt werden kann. So unterstützt AR die eigenen Lernprozesse der Lernenden innerhalb der Selbstlernhasen, sofern diese Unterstützung benötigen oder auf andere Instruktionen nicht zurückgreifen möchten.

2.3 Gelingensbedingungen als messbares Konstrukt

In der praxisorientierten Bildungsforschung liegt ein entscheidendes Anliegen darin, zu untersuchen, inwiefern Innovationen im Bildungsbereich erfolgreich umgesetzt werden können (vgl. Gräsel, Pachmann 2004). Der Erfolg von Bildungsinnovationen wird von vielfältigen Bedingungen beeinflusst. Bei der Umsetzung von Innovationen im Bildungsbereich lassen sich grundsätzlich zwei Modelle unterscheiden, die unterschiedliche Ansätze zur Untersuchung der Erfolgsbedingungen nahelegen (vgl. ebd.). Der erste Ansatz verfolgt eine Top-down-Strategie, bei der die Innovationen von maßgeblichen Instanzen, wie Forschenden und Bildungsbeamten und -beamtinnen, festgelegt und dann zur Umsetzung übergeben werden. Dabei werden messbare Erfolgsfaktoren anhand der Umsetzung (Verbesserung der Situation) und etwaiger Veränderungen während des Umsetzungsprozesses ermittelt. Der zweite Ansatz hingegen folgt einer symbiotischen Implementierungsstrategie, bei der die Innovationen gemeinsam mit den Verantwortlichen (i. d. R. den Unterrichtenden) entwickelt und eingeführt werden. Hierbei stehen ebenfalls die Verbesserung der zu verändernden Situa-

tion, aber auch der Erfolg der Zusammenarbeit im Fokus der messbaren Erfolgsfaktoren (vgl. ebd.).

Bei der erfolgreichen Umsetzung von Bildungsprojekten sollten potenzielle Einflussfaktoren im Entwicklungsprozess auf den Implementationserfolg berücksichtigt werden (vgl. Schulte, Wegner 2021, S. 3). Diese Faktoren können auch als Hinweise dienen, um geeignete Forschungsfragen zu formulieren und die Erfolgsbedingungen näher zu untersuchen. In dieser Hinsicht identifiziert Jäger drei wesentliche Faktoren (vgl. Jäger, 2004). Der erste Faktor betrifft den inhaltlichen Aspekt. Ein attraktives Innovationsprojekt sollte gegenüber der bisherigen Praxis einen klaren Vorteil aufweisen, den Werten der Lehrkräfte entsprechen und gleichzeitig nicht zu komplex sein. Der zweite Faktor bezieht sich auf die Struktur. Bildungseinrichtungen haben ihre jeweils eigene Struktur. Entscheidend ist dabei die Beziehung zwischen der angestrebten Zielstruktur und der bestehenden Ausgangsstruktur. Idealerweise sollten diese beiden Aspekte nicht zu weit voneinander entfernt sein. Der dritte Punkt betont die verantwortlichen Personen, ihre Zusammenarbeit und Interaktion als entscheidende Erfolgsfaktoren bei der Umsetzung von Innovationen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Gelingensbedingungen für die Umsetzung von Bildungsinnovationen ein messbares Konstrukt darstellen. Die Art und Weise ihrer Untersuchung variiert je nach dem gewählten Umsetzungsansatz (top-down oder symbiotisch). Die zentralen Faktoren sind der inhaltliche Aspekt, die (notwendigen) strukturellen Änderungen und die zwischenmenschlichen Faktoren (Zusammenarbeit zwischen den Verantwortlichen, Interaktionen). Diese Faktoren bilden das Grundgerüst für die Bewertung und Weiterentwicklung von Bildungsinnovationen und helfen, einen praxisorientierten Ansatz für die Implementierung neuer Bildungskonzepte zu entwickeln.

3 Untersuchung der Gelingensbedingungen

3.1 Untersuchungsdesign

Angesichts der Fragestellungen (vgl. 1.3), der entsprechend großen Stichprobe (alle Studierenden, die die Praxiskurse besuchen, n = 38) und des standardisierbaren Konstrukts Gelingensbedingung erfolgt die Untersuchung mit quantitativen Methoden nach dem Phasenmodell eines Forschungsablaufs von Raithel (vgl. 2008). Unter Berücksichtigung der gestellten Forschungsfragen wird dazu zunächst der Rahmen für die empirische Untersuchung festgelegt. Zur Datenerhebung werden Befragungen durchgeführt (vgl. Raithel, 2008 S. 27 ff.). In der einschlägigen Literatur wird dabei zwischen einer mündlichen und einer schriftlichen Befragung unterschieden (vgl. Döring 2023, S. 393 ff.; Hug, 2015 S. 122 ff.; Raithel 2008, S. 66 ff.), wobei sich die schriftliche Befragung aufgrund der Strukturierung des Konstrukts Gelingensbedingung, der Einschränkung freier Antworten, der Anonymität und des entsprechenden Organisationsaufwandes für das Forschungsvorhaben qualifiziert (vgl. Hug, 2015, S. 122 ff.).

Bei der Erstellung des Fragebogens werden die Konstruktionskriterien von Raithel (2008) herangezogen, die sich mit der Form, der Struktur, der Funktion und der Formulierung der Fragen beschäftigen (vgl. Raithel 2008, S. 68 ff.). Da im Rahmen des Forschungsvorhabens die Implementierung der AR-Umgebung zu Beginn und zum Ende des Semesters untersucht wird, ist die Vergleichbarkeit der Daten entscheidend. Deshalb werden die Fragen in geschlossener Form formuliert, da sie die Vergleichbarkeit erhöht, eine höhere Durchführungs- und Auswertungsobjektivität ermöglicht und einen geringeren Zeit- und Arbeitsaufwand mit sich bringt (vgl. Raithel 2008, S. 68 f.). Die Vergleichbarkeit der Daten wird durch den Einsatz von Ratingskalen mit einer 6-stufigen, endpunktorientierten Likert-Skala und Ja-Nein-Fragen verstärkt (vgl. Döring, Bortz 2006, S. 224; Hollenberg 2016, S. 15). Das Minimum der Skala (1) stellt dabei die höchste/positivste Antwort zu einer Aussage und das Maximum der Skala (6) die geringste/negativste Antwort zu einer Aussage dar. Dadurch konnten die so gewonnenen Daten mit Methoden für intervallskalierte Daten ausgewertet werden (vgl. Hollenberg 2016, S. 19 f.).

Die Hypothesen leiten sich von den Fragen ab. Die erste Fragestellung lautet: Was sind Hindernisse für das Gelingen der Implementierung einer AR-Umgebung? Wie aus der Theorie der Gelingensbedingung hervorgeht (vgl. 2.3), können sich Hindernisse aus Struktur, den Personen oder den Inhalten ergeben:

1. Die Struktur ist ein Hindernis bei der Nutzung der AR-Umgebung.
2. Die Dozierenden in den Praxismodulen sind ein Hindernis bei der Nutzung der AR-Umgebung.
3. Die Inhalte in den Modulen sind ein Hindernis bei der Nutzung der AR-Umgebung.

Struktur meint in diesem Kontext, dass die Studierenden durch eine geeignete organisatorische Struktur innerhalb der Bildungseinrichtung Einweisung und Zugang zur AR-Umgebung bekommen. Inhalt bezieht sich darauf, dass die AR-Umgebung Inhalte bietet, die zu den Anforderungen der Studierenden passen. Die Dozierenden meint, dass die Dozierenden die Studierenden auch aktiv in die Nutzung der AR-Umgebung in ihren Unterricht einbinden.

Die zweite Fragestellung lautet: Verändert sich die Akzeptanz der Nutzung der AR-Umgebung innerhalb der Implementierungszeit? Daraus ergibt sich die Hypothese:

4. Die Nutzungshäufigkeit der AR-Umgebung steigt bei den Studierenden im Untersuchungszeitraum.

Zur Verbesserung der Bearbeitung des Fragebogens wurden Themenblöcke entwickelt, in denen die verschiedenen Items enthalten sind (vgl. Raithel 2008, S. 75 ff.). Die Blöcke orientieren sich an den Hypothesen. Durch eine Voruntersuchung wurden die Fragebögen im Vorfeld getestet.

Durch die Anwendung dieses Quotaverfahrens wird sichergestellt, dass die Stichproben eine annähernd gleiche Verteilung wie die Zielgruppe aufwiesen (vgl. Hollen-

berg 2016, S. 26). Zusätzlich wird für jeden T-Test-Vergleich die erforderliche Stichprobengröße berechnet, um die Repräsentativität der Daten zu gewährleisten (vgl. Hollenberg 2016, S. 27). Im Ergebnis zeigt sich, dass die aus den Ergebnissen dieser Untersuchung zuordenbaren 38 Vergleichspaare ausreichen, um die Ergebnisse der zwei Untersuchungszeitpunkte mit t-Tests zu vergleichen (vgl. Schwarz 2023).

3.2 Ergebnisse

Bezüglich der ersten Hypothese (Die Struktur ist ein Hindernis bei der Nutzung der AR-Umgebung.) werden die Fragen zur Annahme der Systeme ausgewertet. Dabei zeigt sich, dass nahezu alle Studierenden (97,4 %) angeben, eine Einweisung für die App erhalten zu haben. Zudem zeigt sich, dass die Mehrzahl (68,4 %) die App aktiv heruntergeladen und auf dem Smartphone installiert hat. Somit kann diese Hypothese verworfen werden. Die organisatorische Struktur stellt erfolgreich sicher, dass die Studierenden mit der AR-Umgebung vertraut gemacht werden.

Hinsichtlich der zweiten Hypothese (Die Dozierenden in den Praxismodulen sind ein Hindernis bei der Nutzung der AR-Umgebung.) sind die Fragen zu den Dozierenden auszuwerten. Dabei zeigt sich, dass diese zu wenig auf die AR-Umgebung hinweisen (Mittelwert von M=4,74; Standardabweichung von SD=1,41) und auch zu wenig Zeit zur Nutzung der AR-Umgebung in den Phasen des selbstgesteuerten Lernens bereitstellen (M=4,91; SD=1,35). Dies gilt für alle Werkstätten, weshalb sich die Hypothese als richtig erweist. Nach Rücksprache mit den Verantwortlichen zeigt sich, dass hier vor allem Gewohnheit und ein noch zu wenig geänderter Unterrichtsverlauf verantwortlich gemacht werden können. An diesen Stellen wird dementsprechend nochmals nachjustiert.

Zur Untersuchung der dritten und vierten Hypothese werden die Ergebnisse der 38 Vergleichspaare (vgl. 3.1) zu den jeweiligen Items (siehe Tab. 2 und Tab. 3) aus der Untersuchung zu Beginn der Semesters und der Untersuchung zum Ende auf Veränderung anhand eines t-Tests verglichen. Die in den Tabellen dargestellten Paare zeigen die Ergebnisse des Vergleichs der Mittelwerte der ersten und zweiten Untersuchung. Daraus ergibt sich, dass die dritte Hypothese (Die Inhalte in den Modulen sind ein Hindernis bei der Nutzung der AR-Umgebung.) nicht eindeutig beantwortet werden kann. In der Auswertung der Fragen zur inhaltlichen Nutzung der AR-Umgebung zeigt sich für die Paare 1, 3 und 5 eine signifikante Steigerung über den Untersuchungszeitraum. Die Studierenden nutzen das System signifikant mehr (siehe Tab. 2), um sich Inhalte zu erarbeiten ($t(37)=4{,}472$; $p<0{,}001$; $d=0{,}76$), sich Informationen einzuholen ($t(37)=3{,}713$; $p<0{,}001$; $d=0{,}95$) und um sich einen Wissensvorteil zu verschaffen ($t(37)=2{,}890$; $p=0{,}006$; $d=0{,}80$). Mit einer Effektstärke nach Cohens von $d > 0{,}5$ ist bei allen Items ein starker Effekt zu erkennen (Schwarz, 2023). Somit scheinen Inhalte, wie Videotutorials oder wichtige Informationen zu Werkzeugen (vgl, 1.3), innerhalb der AR-Umgebung passend ausgewählt worden zu sein. Bei Paar 2 und 4 ist dies allerdings nicht der Fall. Somit scheinen die Studierenden die Inhalte der AR-Umgebung nicht dazu zu nutzen, Vorwissen zu überprüfen oder zu festigen.

Tabelle 2: Gründe zur Nutzung der AR-Umgebung

		Gepaarte Differenzen							Signifikanz	
					95 % Konfidenzintervall der Differenz					
		M.-Wert	Std.-Abweichung	Std.-Fehler des Mittelwertes	Unterer Wert	Oberer Wert	T	df	Eins. p	Zweis. p
Paar 1	Erarbeiten von Inhalten	,52632	,72548	,11769	,28786	,76477	4,472	37	<,001	<,001
Paar 2	Vorwissen festigen	,21053	,70358	,11414	-,02073	,44179	1,845	37	,019	,037
Paar 3	Informationen einholen	,50000	,83017	,13467	,22713	,77287	3,713	37	<,001	<,001
Paar 4	Vorwissen überprüfen	,23684	1,19536	,19391	-,15606	,62975	1,221	37	,115	,230
Paar 5	Wissensvorteil verschaffen	,36842	,78572	,12746	,11016	,62668	2,890	37	,003	,006

Bezüglich der vierten Hypothese (Die Nutzung der AR-Umgebung steigt bei den Studierenden im Untersuchungszeitraum.) ist die Auswertung der Fragen zu Nutzungshäufigkeiten in den Werkstätten entscheidend. An der Universität gibt es vier Werkstätten. Es zeigt sich, dass es außer im Fertigungslabor (einer Art Maker-Lab mit 3D-Druckern und Lasercuttern), in der Holzwerkstatt ($t(37)=2{,}044$; $p=0{,}048$; $d=0{,}33$), der Metallwerkstatt ($t(37)=2{,}162$; $p=0{,}037$; $d=0{,}35$) und der Elektrowerkstatt ($t(37)=2{,}242$; $p=0{,}031$; $d=0{,}36$) einen, wenngleich auf niedrigem Niveau, signifikanten Anstieg in der Nutzung gibt (siehe Tab. 3). Die Hypothese wird damit bestätigt, die Nutzung der AR-Umgebung steigt mit der Zeit. Der nicht signifikante Anstieg im Fertigungslabor erklärt sich dadurch, dass in diesem im untersuchten Semester kaum Lehre stattfand.

Tabelle 3: Nutzungsverhalten der AR-Umgebung

		Gepaarte Differenzen							Signifikanz	
					95 % Konfidenzintervall der Differenz					
		M.-Wert	Std.-Abweichung	Std.-Fehler des Mittelwertes	Unterer Wert	Oberer Wert	T	df	Eins. p	Zweis. p
Paar 1	Holzwerkstatt	,23684	,71411	,11584	,00212	,47157	2,044	37	,024	,048
Paar 2	Metallwerkstatt	,23684	,67521	,10953	,01491	,45878	2,162	37	,019	,037
Paar 3	Elektrowerkstatt	,26316	,72351	,11737	,02535	,50097	2,242	37	,016	,031
Paar 4	Fertigungslabor	,39474	1,36638	,22166	-,05438	,84386	1,781	37	,042	,083

Insgesamt gilt für die Untersuchung, dass die Implementierung in einem Zeitraum von drei Monaten untersucht wurde. Hierbei ist zu beachten, dass der Zeitraum auch ein limitierender Faktor bei Akzeptanz von Neuem ist. Dies kann auch als Aspekt für das noch wenig auf die AR-Umgebung Hinweisen durch die Dozierenden, wie in Hypothese 2 beschrieben, und für die Interpretation der signifikanten, aber niedrigen Nutzungssteigerung mitbetrachtet werden. Eine weitere Untersuchung ist im kommenden Semester geplant.

4 Zusammenfassung und Fazit

Die Untersuchung konzentriert sich auf die Implementierung von Augmented Reality zur Unterstützung selbstgesteuerter Lernprozesse in der fachpraktischen Ausbildung im Studium der allgemeinen Technischen Bildung. Zur Bestimmung der Gelingensbedingungen wurde eine quantitative schriftliche Befragung genutzt. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten, wenn auch geringen Anstieg in der Nutzung der AR-Umgebung über den Untersuchungszeitraum. Die Hypothese, dass Dozierende ein Hindernis darstellen, wurde bestätigt, da sie die Studierenden zu wenig auf die AR-Umgebung hinwiesen und nicht genügend Zeit für die Nutzung einräumten. Die Hypothese, dass die Inhalte der Module als unpassend ein Hindernis darstellen, konnte nicht vollständig widerlegt werden, da die Studierenden die Umgebung noch nicht in allen Bereichen nutzen, für die sie geschaffen wurde. Die Hypothese, dass die organisatorische Struktur zur Implementierung ein Hindernis darstellt, kann jedoch klar widerlegt werden, sodass diese als geeignet gilt. Die hier dargestellten Untersuchungen geben erste Hinweise darauf, dass der Einsatz von AR zur Unterstützung selbstgesteuerter Lernprozesse in der fachpraktischen Techniklehrkraftausbildung Potenzial zeigt. Es erfordert aber aufseiten der Lehrenden ein Aufbrechen gewohnter Strukturen hin zu einer stringenten Implementierung einer AR-Umgebung in die Ausbildung. Außerdem zeigt sich, dass die Implementierung eines solchen Systems technisch aufwendig ist, viele Faktoren berücksichtigt werden müssen und dass es Hinweise darauf gibt, dass es einige Zeit braucht, bis die Studierenden eine solche Umgebung nutzen.

Quellen

Azuma, R. T. (1997): A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6 (4), S. 355–385.

Bastian, Johannes (2007): Einführung in die Unterrichtsentwicklung. Weinheim: Beltz.

Bleher, Werner (2001): Das Methodenrepertoire von Lehrerinnen und Lehrern des Faches Technik: Eine empirische Untersuchung an Hauptschulen in Baden-Württemberg. Hamburg: Verlag Dr. Kovac (Didaktik in Forschung und Praxis 3).

Boekaerts, Monique (1999): Self-regulated learning: where we are today. International Journal of Educational Research 31 (6), S. 445–457.

Bünning, Frank/Haverkamp, Henrike/Lang, Martin/Pohl, Marion/Röben, Peter (2018): Lehramtsstudierende mit dem Unterrichtsfach Technik. Eine ausbildungsstandortübergreifende Analyse. In: Journal of Technical Education (JOTED), 6(4), S. 52–66.

Bohl, Thorsten/Kucharz, Dietmut (2010): Offener Unterricht heute. Konzeptionelle und didaktische Weiterentwicklung. Weinheim: Beltz.

Dietrich, S. & Fuchs-Brüninghoff, E. (1999): Selbstgesteuertes Lernen. Auf dem Weg zu einer neuen Lernkultur (Materialien für Erwachsenenbildung, 18). Frankfurt: Deutsches Institut für Erwachsenenbildung. Zugriff am 14.11.2022. Verfügbar unter: http://www.die-bonn.de/esprid/dokumente/doc-1999/dietrich99_01.pdf.

Döring N. & Bortz, J. (2016): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. Heidelberg: Springer.

Döring, Nicole (2023): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften (6., vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage.). Heidelberg: Springer.

Dörner, R., Broll, W., Grimm, P. & Jung, B. (Hrsg.) (2019): Virtual und Augmented Reality (VR/AR). Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität. Berlin, Heidelberg: Springer.

Dyrna, Jonathan/Riedel, Jana/Schulze-Achatz, Sylvia/Köhler, Thomas (Hrsg.) (2021): Selbstgesteuertes Lernen in der beruflichen Weiterbildung: ein Handbuch für Theorie und Praxis. Münster: Waxmann.

Ermel, Dorothee/Riese, Jakob (2022): Entwicklung und Evaluation eines Fachpraktikums für das Techniklehramt. In: Journal of Technical Education (JOTED), 10(1), S. 25–47.

Geißel, Bernd/Geschwendtner, Tobias/Nickolaus, Reinhold (2020): Technik in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Das Fach im allgemeinbildenden und berufsbildenden Schulwesen. In: Cramer, Colin/König, Johannes/Rothland, Martin/Blömeke, Sigrid (Hrsg.): Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Bad Heilbrunn: UTB, S. 557–564.

Gräsel, C., Parchmann, I. (2004): Implementationsforschung – oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern. Unterrichtswissenschaft 32 (3), S. 196–214.

Hamann, K., Kannewurf, A., Link, M., Münzinger, A. & Schnalzer, K. (2020): Lernen mit Virtual und Augmented Reality. Zugriff am: 14.11.2022. Verfügbar unter: https://www.transwork.de/wp-content/uploads/2021/03/Hamann-et-al_2020_Arbeitspapier_LernenmitVRAR-1.pdf.

Hanft, Anke (2015): Heterogene Studierende – homogene Studienstrukturen. In: Hanft, Anke/Zawacki-Richter, Olaf/Gierke, Willi (Hrsg.): Herausforderung Heterogenität beim Übergang in die Hochschule. Münster: Waxmann, S. 13–29.

Hollenberg, S. (2016): Fragebögen. Fundierte Konstruktion, sachgerechte Anwendung und aussagekräftige Auswertung. Wiesbaden: Springer.

Hüttner, Andreas (2009): Technik unterrichten: Methoden und Unterrichtsverfahren im Technikunterricht. (3. Auflage). Haan-Gruiten: Verlag Europa-Lehrmittel.

Hug, Theo (2015): Empirisch forschen: die Planung und Umsetzung von Projekten im Studium (2., überarbeitete Auflage, Online-Ausgabe.). Stuttgart/Konstanz: utb.

Jäger, M. (2004): Transfer in Schulentwicklungsprojekten. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.

Kaiser, Arnim (Hrsg.) (2003): Selbstlernkompetenz. Metakognitive Grundlagen selbstregulierten Lernens und ihre praktische Umsetzung. (Grundlagen der Weiterbildung) München: Luchterhand.

Klafki, W. (2007): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik. Weinheim: Beltz.

Marx, Andreas/Wiesmüller Christian (2019): Ohne geht es nicht: Der Maschinenraum für den Technikunterricht. In: TU – Technik im Unterricht, 174(4), S. 34–35.

Mehler-Bicher, A., Steiger, L. (2022): Augmented Reality. Theorie und Praxis. München, Wien: De Gruyter Oldenbourg.

Messner, Helmut (2009): Hochschule als Ort des Selbststudiums. Spielräume für selbstgesteuertes Lernen. In: Beiträge zur Lehrerbildung 27 (2), S. 149–162.

Milgram, P. & Kishino, F. (1994): A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information and Systems 12 (12), S. 1321–1329. Zugriff am: 14.11.2022. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/231514051_A_Taxonomy_of_Mixed_Reality_Visual_Displays.

Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. & Kishino, F. (1994): Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering 2351, S. 282–292.

Nepper, H. H. (2021): Virtuelle Rundgänge für den Technikunterricht gestalten. tu – Zeitschrift für Technik im Unterricht 46(180), S. 43–46.

Röben, Peter (2018): Technikdidaktik: Chancen und Risiken in einem kleinen Fach mit grossem Potential. In: Geißel, Bernd/Gschwendtner, Tobias (Hrsg.): Wirksamer Technikunterricht. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag, S. 96–108.

Schulte, A., Wegner, C. (2021): Gelingensbedingungen für die Implementation von Unterrichtsmodellen aus der Perspektive der Lehrpersonen am Beispiel von Science-Klassen. Bildungsforschung, 1, S. 1–23.

Schwarz, Jürg (2023): Methodenberatung – Datenanalyse mit SPSS. Verfügbar unter: https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/unterschiede/zentral/ttestabh.html (Abfrage: 13.10.2023).

Stiftung Innovation in der Hochschulbildung (2022): Förderentscheidung „Freiraum 2022“. Zugriff am 14.11.2022. Verfügbar unter: https://stiftung-hochschullehre.de/wp-content/uploads/2022/08/stil_foerderentscheidung-freiraum_liste.pdf.

Universität Oldenburg: 2 Fächer Bachelor, uol.de/technische-bildung/das-technikstudium/projekte (Abfrage: 11.10.2023).

Wiemer, Tobias/Haverkamp, Henrike (2020): Das Forschungsprojekt „TeGym – Technik am Gymnasium“. In: Binder, Martin/Wiesmüller, Christian/Finkbeiner, Timo (Hrsg.): Leben mit der Technik. Welche Technik wollen ‚Sie‘? 22. Tagung der DGTB in Paderborn 17.–18. September 2020, S. 102–118.

Wiemer,T. & Rothe, M. (2022): Augmented Reality zur Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens in der praktischen Techniklehrkräfteausbildung. Vorstellung des Projekts SelTecAR und erste Befunde zu Unterstützungsbedarfen bei Studierenden. In: technik-education (tedu) – Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht, 4(2), S. 15–22.

Autoren



Wiemer, Tobias, Dr., wissenschaftlicher Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Technische Bildung am Institut für Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Arbeits- und Forschungsschwerpunkt: Lehramtsausbildung, Technikraumgestaltung, Digitale Lernmedien, Berufsorientierung, Maker Education.
tobias.wiemer@uol.de



Rothe, Marius, M. Ed., wissenschaftlicher Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Technische Bildung am Institut für Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Forschungsschwerpunkt: Forschendes Lernen, Lehramtsausbildung, Selbstgesteuertes Lernen im Technikstudium, Digitale Lernmedien, CAD.
marius.rothe1@uol.de



Rohlfs, Lennart, M. Ed., wissenschaftlicher Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Technische Bildung am Institut für Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Forschungsschwerpunkt: Bildung für nachhaltige Entwicklung und Wasserwirtschaft.
lennart.rohlfs@uol.de

Vom Escape Room in den digitalen Raum – Möglichkeiten immersiver Lernumgebungen in der arbeitsorientierten, vorberuflichen Bildung

Lorenza Wand, Kai Fischer

Abstract

Das Forschungsprojekt *Booster Game digital* untersucht beispielhaft den Einsatz von Game-based Learning im schulischen Kontext zur Förderung der Berufs- und Studienorientierung an sächsischen Sekundarschulen. Zu diesem Zweck wurde zunächst ein Escape Room für den Bereich Ernährung und Hauswirtschaft entwickelt, der Jugendlichen fachwissenschaftliche Grundlagen näherbringen soll. Um die physische Begrenzung zu überwinden, wurde in Kooperation zwischen einem Berufsschullehramt und einem Oberschullehramt eine ortsunabhängige, digitale 360°-Lernumgebung entwickelt. Diese virtuelle Umgebung schafft einen höheren Grad an Barrierefreiheit und ermöglicht vielen Schüler:innen eine immersive Teilnahme. Der Schwerpunkt des Projekts liegt auf der Untersuchung nachhaltiger und barrierefreier Ansätze sowie auf technischen und didaktischen Aspekten. Ein weiterer Fokus liegt auf dem Wissenstransfer vom realen in den digitalen Raum. Die Forschung schlägt eine innovative Brücke zwischen vorberuflicher und beruflicher Bildung, unterstreicht die Bedeutung der Digitalisierung im Bildungsbereich und betont die Vernetzung von Wissen in verschiedenen Dimensionen.

The *Booster Game digital* research project exemplary investigates the use of game-based learning in a school context to promote career and study orientation at secondary schools in Saxony. An Escape Room was developed for the area of nutrition and home economics, which is intended to give young people an understanding of the basics of the subject. To overcome the physical limitation, a location-independent, digital 360° learning environment was developed in cooperation between two branches of study in teacher training: vocational schools and secondary schools. This virtual environment creates a higher degree of accessibility and enables immersive participation for many students. The project focuses on the investigation of sustainable and accessible approaches as well as on technical and didactical aspects. Another focus is on the transfer of knowledge from the physical to the digital space. The research builds an innovative bridge between proto-vocational and vocational education, underlines the importance of digitalisation in education and emphasises the interconnectedness of knowledge in different dimensions.

Schlagworte: Escape Room; vorberufliche Bildung; berufliche Bildung; immersive Bildung; Game-based Learning

1 Einleitung

Der Ausgangspunkt des ursprünglichen Forschungsprojekts der Juniorprofessur für Ernährungs- und Haushaltswissenschaft sowie die Didaktik des Berufsfeldes (EuH BBS) der TU Dresden, das *Booster Game*[1], bildete die Überlegung, wie Schüler:innen unterschiedlicher Schulformen für bestimmte Berufsfelder interessiert werden können. Dabei lag der Fokus auf dem Einsatz von Game-based Learning[2] als didaktischem Instrument im schulischen Kontext (vgl. Schrader 2023, S. 1256 f.). Insbesondere sollte damit die Berufs- und Studienorientierung an Oberschulen, Gymnasien und im Kontext von Berufsschulen verbessert werden. Hierfür wurde ein mobiler Escape-Room[3] entwickelt, der im Bereich der beruflichen Bildung im Berufsfeld Ernährung und Hauswirtschaft für Jugendliche und junge Erwachsene eingesetzt werden kann. Das *Booster Game* bietet nicht nur eine spannende Hintergrundgeschichte, sondern auch vertiefende Einblicke in die fachwissenschaftlichen Grundlagen der Ernährungs- und Hauswirtschaftswissenschaften, wobei der Schwerpunkt auf Nahrungsmittelsicherheit liegt.

Dabei erwies sich die räumliche Begrenzung des Live Escape Games als hinderlich für eine simultane Teilnahme einer großen Anzahl von Schüler:innen. Um dieser und anderen Herausforderungen zu begegnen, entwickelte das Fach Wirtschaft, Technik und Haushalt/Soziales (WTH/S) der TU Dresden in Zusammenarbeit mit der Juniorprofessur EuH BBS eine innovative Lösung: ein digitales, interaktives 360°-Escape Game als Lernumgebung, basierend auf dem originalen Escape Room. Diese webbasierte Plattform ermöglicht Schüler:innen ein ortsunabhängiges Eintauchen in die Welt des *Booster Games* und schafft somit eine höhere Barrierefreiheit für eine größere Anzahl von Schüler:innen. Das digitale Szenario kann zudem an die aktuelle Forschungslage angepasst werden und unterstützt somit Nachhaltigkeitsaspekte.

Entsprechend des hier eröffneten Problemhorizonts erörtert der vorliegende Beitrag nicht nur die Verbindung zwischen vorberuflicher und beruflicher Bildung, sondern auch die damit zusammenhängenden Aspekte der Nachhaltigkeit und Barrierefreiheit. Dazu ist es notwendig, die technischen, sozialen und didaktischen Potenziale der beiden unterschiedlichen Escape-Room-Szenarien darzustellen und hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile zu bewerten. Zudem bietet sich die 360°-Lernumgebung als innovatives Beispiel für die Digitalisierung im Bildungsbereich an, da sie zeigt, wie vernetztes Wissen vom physischen in den digitalen Raum transferiert werden kann.

1 Weitere Informationen zum *Booster Game* unter: tu-dresden.de/gsw/ew/ibbd/eh/forschung/projekte-1/abgeschlossene-projekte (Abfrage: 30.01.2024).

2 Weitere Informationen zum Konzept des Game-based Learning, auf dem Portal des Leibniz-Instituts für Wissensmedien (e-teaching.org): www.e-teaching.org/didaktik/konzeption/methoden/lernspiele/game_based_learning (Abfrage: 30.01.2024).

3 Im Folgenden werden verschiedene Begrifflichkeiten für ein ähnliches Konzept verwendet: Escape Game für eine digitale Version eines Spielszenarios, aus dem durch das Lösen von Rätseln ein „Raumwechsel" möglich und damit das Spiel absolviert wird, sowie Escape Room oder Live Escape Game für ein reales, ortsgebundenes Escape Game.

2 Das ursprüngliche Projekt – der Escape Room

Im Berufsfeld Ernährung und Hauswirtschaft ist der Fachkräftemangel seit Langem ein Problem. Es stellt sich die Frage, wie zukünftig Arbeitnehmer:innen für dieses Berufsfeld gewonnen und wie Jugendliche, also Schüler:innen, dafür begeistert werden können. Wichtig ist die Vermittlung der Inhalte des Berufsfeldes in einer Art und Weise, die ein nachhaltiges Interesse weckt. Der ursprüngliche Plan sah vor, einen Escape Room zu entwickeln, der wissenschaftliche Grundlagen des Fachs Ökotrophologie vermittelt. Das Projekt sollte einen wissenschaftskommunikativen Fokus haben und sich an angehende Praktiker:innen, Lehrer:innen und Schüler:innen richten. Das Projekt wurde im Jahr 2020 von der VW-Stiftung in der Förderlinie Wissenschaftskommunikation angenommen. Die konkrete Umsetzung des *Booster Games* erfolgte in Kooperation mit einem kommerziellen Entwickler von Live Escape Games. Im Deutschen Hygiene-Museum in Dresden war der Raum im Juli und August 2022 erstmals zu sehen. Danach reiste er zu den Stationen FH Münster, Pädagogische Hochschule Heidelberg und Universität Bonn. Mit Beginn des Jahres 2024 ist der Escape Room in den Räumlichkeiten der Leipziger VDI-GaraGe[4] aufgebaut worden und wird ein Jahr lang dort erlebbar sein. Anhand des zeitlichen Abstands zwischen Bewilligung und erster öffentlicher Nutzung lässt sich erkennen, dass die Umsetzung auf Schwierigkeiten stieß. Eine grundsätzliche Herausforderung, die bis zur Eröffnung des Live Escape Rooms nicht zufriedenstellend gelöst werden konnte, war die Implementierung angemessener Rätsel. Um die spezifische Schwierigkeit zu verdeutlichen, ist es wichtig, ein grundsätzliches Verständnis darüber zu haben, was ein Escape Room ist und welche Funktion die Rätsel in der Regel haben.

3 Was ist und wie funktioniert ein Escape Room?

Escape Rooms sind eine zunehmend beliebte Form der Freizeitgestaltung. Als Begründer dieser Spielform gilt der Japaner Toshimitsu Takagi, der im Jahr 2004 das Online-Escape Game *Crimson Room* entwickelt hat.[5] 2007 eröffnete der erste Escape Room in Japan, in Deutschland im Jahr 2013 in München. Im Allgemeinen weist ein Escape Game ein spezifisches Thema auf, das häufig um ein zentrales Rätsel konzipiert ist. Das Ziel ist, dass es einer Gruppe von Spielerinnen und Spielern innerhalb einer vorgegebenen Zeit gelingt, den „Raum", ob nun digital oder real, zu verlassen. Auch der Ablauf ist beinahe immer identisch: Ein:e Spielleiter:in begrüßt die Gruppe, führt in die Hintergrundgeschichte oder Rahmenhandlung ein und erläutert die raumspezifischen Spielregeln. Sobald die Gruppe das (Live) Escape Game betreten hat, beginnt die vorgegebene Zeit abzulaufen. Während die Spieler:innen versuchen, den Ausgang zu

4 Weitere Informationen zur VDI-GaraGe unter: https://www.g-a-r-a-g-e.com (Abfrage: 30.01.2024).
5 Weitere Informationen zur Geschichte des Escape Games unter: www.livingroomescape.com/2021/07/06/die-geschichte-der-escape-rooms/ (Abfrage: 30.01.2024).

öffnen, erfahren sie immer mehr Einzelheiten zur Spielgeschichte, indem sie Aufgaben und kleinere Rätsel lösen.

Um ein konsistentes Engagement der Spieler:innen zu gewährleisten, sollte das Spiel so aufgebaut sein, dass die Spieler:innen immer wieder den „Ask Why"-Ansatz verfolgen. Auf diese Weise wird die Motivation gefördert, ohne dass zu sehr auf den Wettbewerbscharakter des Spiels gesetzt werden muss; ein Umstand, der besonders dann eine Rolle spielt, wenn in Bildungszusammenhängen gespielt wird (Nicholson 2016). Dabei spielt die Gruppe nicht nur gegen die Uhr, sondern auch gegen andere Gruppen, da bei kommerziellen Anbietern häufig ein High-Score geführt wird. Während des Spiels wird die Gruppe in einem Escape Room mithilfe von Kameras überwacht, was insofern hilfreich ist, als dass auf Regelverstöße und Beschädigungen reagiert werden kann, sowie die Möglichkeit besteht, der Gruppe zu helfen, sofern sie bei einem Rätsel oder einer Aufgabe nicht weiterkommt.

4 Die Gestaltung des Escape Rooms als Lernumgebung – das *Booster Game*

Die ebenfalls zunehmende Beliebtheit von Escape Rooms als pädagogisches Werkzeug hat verschiedene Initiativen inspiriert, die sich mit der Integration dieser Konzepte in Bildungsumgebungen befassen. Ein Beispiel hierfür ist das universitätsübergreifende Projekt *School Break*[6], das im Jahr 2019 ins Leben gerufen wurde. Es erforscht die Möglichkeiten des Lernens von Schüler:innen durch das Spielen und Gestalten von Escape Room-ähnlichen Lernumgebungen. Im Rahmen des Projekts wurden eine Reihe von Handbüchern zur Gestaltung und Planung von Educational Live Escape Games veröffentlicht, worin folgende Projekte und Publikationen als Grundlage für die Forschung genannt werden (Botturi et al. 2021, S. 3 f.):

- die Entwicklungen des Kanadiers Scott Nicholson[7] und besonders die Publikation in Zusammenarbeit mit der Britin Liz Cable (2021)
- das EscapED Framework von Samantha Clarke et al. (2017)
- das Handbuch von Christian Negre und Salvador Carrión (2020).

Die Projektverantwortlichen haben ähnliche Herausforderungen wie die Entwickler:innen des *Booster Games* festgestellt, die in Kapitel 7 diese Texts ergründet werden. Die Entwicklung von Escape Rooms als Lernumgebungen erfordert sowohl Kenntnisse im Spiel- als auch im Lerndesign, während die Durchführung zeit- und personalintensiv sowie die Anschaffung eines robusten und teuren Basis-Sets notwendig ist (Botturi et al. 2021, S. 6).

Da Escape Games thematisch bestimmt sind, beginnt die Planung eines Escape Rooms, wie im vorliegenden Beispiel, mit der Kreation der Hintergrundgeschichte

6 Weitere Informationen zum von der EU durch das Erasmus+ Programm geförderten Projekt *School Break* unter: www.school-break.eu (Abfrage: 30.01.2024).
7 Weitere Informationen von und über Scott Nicholson unter: https://scottnicholson.com (Abfrage: 30.01.2024).

und damit der Entwicklung der Rahmenhandlung. Die Geschichte des *Booster Games* handelt davon, dass ein bekannter Influencer bei der Vorstellung eines neuen Energydrinks in einem Hotel stirbt. Um ein Selbstverschulden auszuschließen, engagiert der Hotelbesitzer eine Gruppe von Fachleuten zur Nahrungsmittelsicherheit bzw. Nahrungsmittelhygiene, die die Hotelküche auf mögliche Ursachen für den plötzlichen Tod des Influencers untersuchen sollen. Dabei stellen die Spieler:innen die Expertengruppe dar; die Rolle des Hotelbesitzers wird zur Einführung von der Spielleitung übernommen. Die Gruppe ist dann aufgefordert, innerhalb der vorgegebenen Stunde den Fall des toten Influencers zu lösen bzw. herauszufinden, ob das Hotel aufgrund mangelnder Hygiene (mit-)verantwortlich für dessen Ableben ist. Im Spielverlauf sind die Spieler:innen dann aufgefordert, unterschiedliche Rätsel zu lösen, und hierin liegt die im Folgenden erläuterte Schwierigkeit für die Nutzung eines Escape Rooms in einem Bildungskontext; eine Schwierigkeit, die in der Zusammenarbeit mit dem kommerziellen Anbieter bis zuletzt nicht zufriedenstellend aufgelöst werden konnte.



Abbildung 1: Blick aus dem Flur in zwei Räume des *Booster Games* (eigene Darstellung)

Geht es bei dem kommerziellen Angebot eines Live Escape Games in erster Linie darum, den Spielerinnen und Spielern eine spannende Geschichte zu erzählen, die über das Lösen von Rätseln immer weiter entfaltet wird, um schließlich in der „Flucht" aus dem Raum ihren Abschluss zu finden, oder sollen die Spieler:innen des vorliegenden Raums auch etwas Inhaltliches mitnehmen, d. h. sollen sie etwas lernen? Dazu reicht es nicht aus, dass die Rätsel im Spielverlauf aufeinander aufbauen und auf diese Weise die Geschichte vorantreiben; sie müssen mehr leisten. Doch wie?

Um einen angemessenen Eindruck davon zu bekommen, wird dies kurz an einem Rätselbeispiel illustriert: Ein Rätsel thematisiert die Bestimmung des pH-Wertes von Flüssigkeiten. In drei mit jeweils einer Zahl versehenen Fläschchen befinden sich nicht gekennzeichnete Flüssigkeiten. Um zu ermitteln, ob es sich um eine basi-

sche, saure oder neutrale Lösung handelt, verwenden die Spieler:innen jeweils einen Lackmusteststreifen. Die Verfärbung zeigt nicht nur an, welchen pH-Wert die Lösung hat, sondern gibt auch die Reihenfolge an, in der die Zahlen auf dem zugehörigen Schloss eingegeben werden müssen.

Fraglich ist nun, welches Wissen hier vermittelt wird bzw. ob hier überhaupt Wissen vermittelt wird/werden kann? Oder lässt sich das Rätsel nur durch eine Aktivierung von Vorwissen lösen, sodass durch das Rätsel selbst kein „neues" Wissen vermittelt wird? Eine Möglichkeit, den Spielerinnen und Spielern eine Art didaktischen Schluss mitzugeben, besteht in einem obligatorischen Debriefing, in dem durch die Spielleiter:innen nochmals Bezug auf Inhalte genommen wird, sodass ggf. Fragen beantwortet werden können oder eine nochmalige Überprüfung vorgenommen werden kann (Nicholson 2012). Während des ersten Aufbaus des Escape Rooms im Deutschen Hygiene-Museum in Dresden hatten die Spieler:innen zudem die Gelegenheit, kostenfrei die ständige Ausstellung zu besuchen, um in dem Ausstellungsraum, der dem Thema Ernährung gewidmet ist, noch einmal weiterführende Informationen zu ausgewählten Aspekten zu erhalten. Die digitale Version des Spiels bietet dagegen nicht nur andere Möglichkeiten der Wissensvermittlung während des eigentlichen Spielverlaufs, sondern sie ermöglicht die inhaltliche Optimierung des Spiels, die inhaltliche Anpassung an unterschiedliche Lernniveaus sowie eine erweiterte, barrierefreiere Teilhabe von Spielerinnen und Spielern.

5 Das Booster Game digital

In den Modulen *Gestaltung von Lernumgebungen* sowie *Situationsbezogenes Projekt* des Studiengangs WTH/S haben die Studierenden vielfältige Möglichkeiten, digitale Lernressourcen selbst zu erstellen. Durch die intensive Zusammenarbeit mit dem Makerspace der Sächsischen Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden (SLUB) stehen den Studierenden des Faches, den angehenden Oberschullehrkräften – wie auch allen anderen Interessierten – Hard- und Softwarelösungen zur Verfügung, die z. B. eine professionelle Umsetzung digitaler Lernressourcen ermöglichen.

Im Rahmen des Moduls *Gestaltung von Lernumgebungen* wurden 2022 verschiedene immersive 360°-Touren sowie Lernumgebungen mit 360°-Panoramen und Videos der Fachräume und Labore des Studiengangs entwickelt (vgl. Wand, Tiepmar 2023). Aus diesem Projekt heraus entstand die Idee, das *Booster Game* der Juniorprofessur EuH BBS ins Digitale zu transferieren. Darüber hinaus ist die Entwicklung und Evaluation all dieser digitalen Lernressourcen in ein Promotionsvorhaben eingebettet. So ist es möglich, im Rahmen der Lehre in diesen Modulen des Faches WTH/S Studierendengruppen zusammenzustellen und mit diesen Studierenden in kleinen, zeitlich begrenzten Aktionsforschungsprojekten digitale Lernumgebungen zu entwickeln und zu evaluieren. Diese Projekte sind durch die Betreuung in den Modulen primär studentische Projekte, demnach Projekte von Lernenden für Lernende. Den Studierenden

wird hiermit auch die Möglichkeit eröffnet, ihre spätere Rolle als Lehrende der eigentlichen Zielgruppe zu erproben und zu reflektieren.

Das Projekt *Booster Game digital* wurde in seiner ersten Version von einer einzelnen Studentin im Rahmen ihrer Staatsexamensarbeit umgesetzt. Auch die Entwicklung des Escape Games beinhaltet einige Herausforderungen und Grenzen, die im weiteren Verlauf näher erläutert werden.

Während der Ausstellung des *Booster Games* im Dresdner Hygiene-Museum wurden zunächst alle Räume des Live Escape Games in Form von Panoramen mit einer 360°-Kamera abgelichtet. Zusätzlich wurden alle verfügbaren Rätsel sowie einige Details fotografiert, die den Spielverlauf beeinflussen oder beeinträchtigen könnten. Bei der digitalen Umsetzung des Spiels wurde versucht, sich näher an dem ursprünglichen Konzept zu orientieren. Die Rätsel sollen im Wesentlichen ernährungswissenschaftliche Inhalte vermitteln und weniger den Escape-Faktor betonen; der Versuch, den Raum schnellstmöglich zu verlassen, steht bei der Lösung also nicht im Vordergrund. Das erlaubt die Kennzeichnung der digitalen Übersetzung des Escape Rooms als Serious Game: ein Spiel im Sinne einer Simulation, basierend auf einer realen Situation, die sich zu einem Spiel mit pädagogischem Zweck entwickelt (vgl. Abt 1970, zitiert in Manojlovic 2022, S. 178). Durch die Abbildungen von realen Räumen wird ein niedriger Abstraktionsgrad der Visualisierung gewährleistet. Im Gegensatz dazu stehen bspw. digital nachgebaute, grafisch manipulierte oder gezeichnete Räume. Da die Rätsel des *Booster Games* bereits didaktisch reduziert und somit auf die Zielgruppen der Schüler:innen sowie der potenziellen Auszubildenden oder Studierenden zugeschnitten sind, bestand die Hauptaufgabe des Projekts darin, die konzeptionellen Inhalte und vorhandenen Artefakte zu digitalisieren bzw. zu übersetzen.



Abbildung 2: Panoramaaufnahme einer 360°-Kamera (eigene Darstellung)

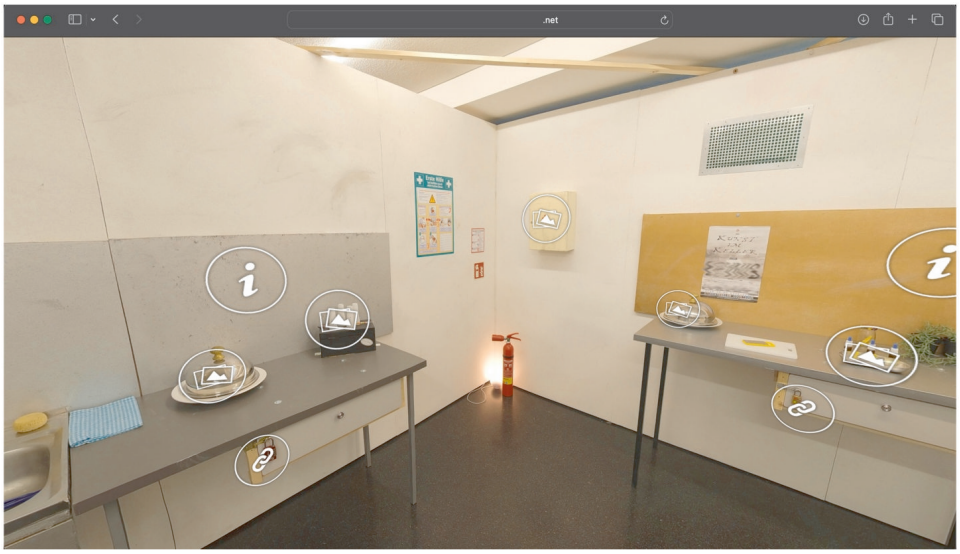


Abbildung 3: Screenshot des digitalen *Booster Games* mit interaktiven Piktogrammen

Eine Navigation durch das Escape Game wurde über verschiedene Elemente möglich gemacht: die Panoramen enthalten Navigationspunkte (Pfeile) sowie andere Piktogramme oder Symbole (z. B. das kleine „i“, das Linkzeichen, etc.; siehe Abb. 3), die mit verschiedenen Aktionen verknüpft sind, mit denen die Nutzer:innen per Klick interagieren. Die Spieltechnik erinnert typischerweise an ein Point-and-click Adventure der 1980er- und 1990er-Jahre, in denen Spieler:innen die Umgebung erkunden, Gegenstände finden, diese Gegenstände auf ungewöhnliche Weise kombinieren, um Hindernisse zu überwinden und Rätsel zu lösen (vgl. Nicholson 2015, S. 4).

Die Spielleitung, die im *Booster Game* durch eine Person erfolgt ist, wird im digitalen Spiel durch die textliche Einführung der Rahmenhandlung übernommen (Abb. 4 als kurzer Auszug). Eine Schwierigkeit besteht darin, dass in der digitalen Alpha-Version[8] des Spiels die Rätsel teilweise noch durch Ausprobieren gelöst werden können, ohne dabei der Rahmenhandlung oder den Rätseln die notwendige Aufmerksamkeit zum Wissenserwerb oder zur Wissensanwendung zu schenken. Die Handlung wird größtenteils durch Text, aber auch durch Audio- und Videoeinspielungen präsentiert.

8 Weitere Informationen zu den Phasen der Softwareentwicklung nach Kampe (2007) im Folgenden. Die hier verwendeten Begrifflichkeiten: Alpha-Version = teilweise fehlerhafte Entwicklungs- und Testversion für einen eingeschränkten Nutzerkreis; Beta-Version = fast fertige veröffentlichte Softwareversion, ebenfalls noch in Testphase.

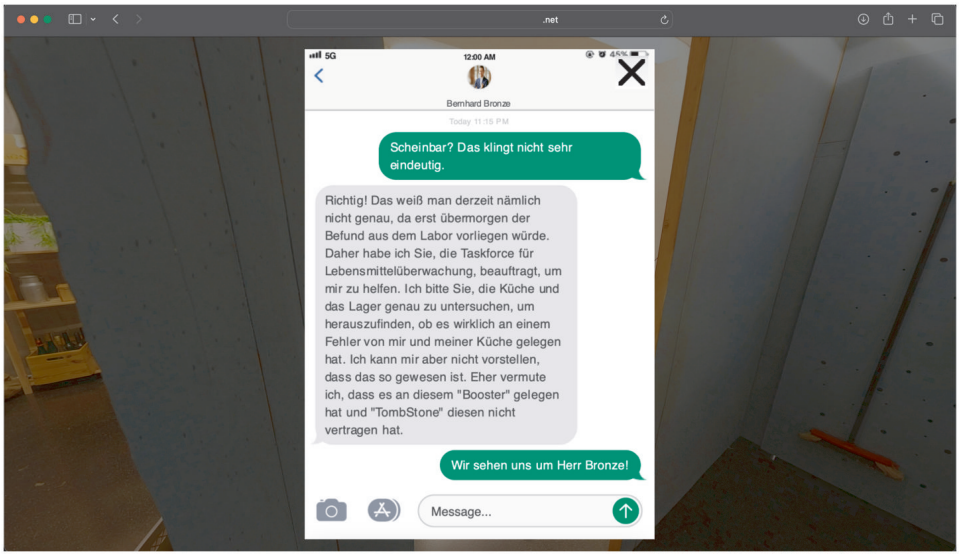


Abbildung 4: Screenshot des digitalen *Booster Games* mit Textnachricht-Popup zur Einführung der Rahmenhandlung

6 Die digitale Transformation im Beispiel

Zur Verdeutlichung der meist technischen Grenzen und Herausforderungen einer Übersetzung des Escape Rooms ins Digitale werden im Folgenden zwei Rätsel vorgestellt. Wie in diesem Teil deutlich wird, ergeben sich bei einer Übersetzung verschiedene Schwierigkeiten, die im jeweiligen Rätseltyp begründet sind. Rätsel, bei denen es eine haptische oder olfaktorische Komponente gibt, müssen verständlicherweise anders ins Digitale übersetzt werden als Rätsel, bei denen die Vermittlung von Wissen im Vordergrund steht oder rein kombinatorische Kompetenzen gefragt sind. Hier zeigt sich dann auch, dass unterschiedliche Übersetzungsleistungen erforderlich sind. Während die wissensvermittelnden oder kombinatorischen Rätsel digital nachgeahmt oder simuliert werden können, muss bei Rätseln, die ursprünglich eine spezifische Sinnesleistung erfordert haben, eine umfassende Neukonzeptionierung erfolgen, die dann wiederum sinnvoll in den Spielablauf eingepasst werden kann. Anhand zweier Rätsel wollen wir kurz illustrieren, inwieweit eine Übersetzung ins Digitale überhaupt sinnvoll ist bzw. wie eine Neukonzeptionierung aussehen kann.

6.1 Holey Moley Bowling

Im Spielverlauf des *Booster Games* folgt das Rätsel *Holey Moley Bowling* auf das erste Rätsel des Spiels: die *Warenannahme*. Haben die Spieler:innen Letzteres gelöst, erhalten sie eine Zahlenkombination, mit der sie eine Holzkiste öffnen können, in der sie neun Holzstäbchen finden. Diese neun Holzstäbchen müssen in ein hölzernes Ge-

stell gesteckt werden, und zwar so, dass sämtliche Stäbchen dieselbe Höhe anzeigen (s. Abb. 5). Auf diese Weise erhalten die Spieler:innen eine dreistellige Zahlenkombination, die die Geheimtür zur Küche öffnet.

Eine Umsetzung ins *Booster Game digital* bietet sich bei diesem kombinatorischen Rätsel aus zwei Gründen nicht an: Erstens wäre die technische Übersetzung des Rätsels herausfordernd und zeitaufwendig. Zweitens lohnte sich dieser Aufwand nicht, da das Rätsel keine inhaltliche Verbindung zur Rahmenhandlung hat, d. h. dieses spezielle Rätsel keinen inhaltlichen oder didaktischen Wert hat, der über die erzählerische Funktion hinausgeht.

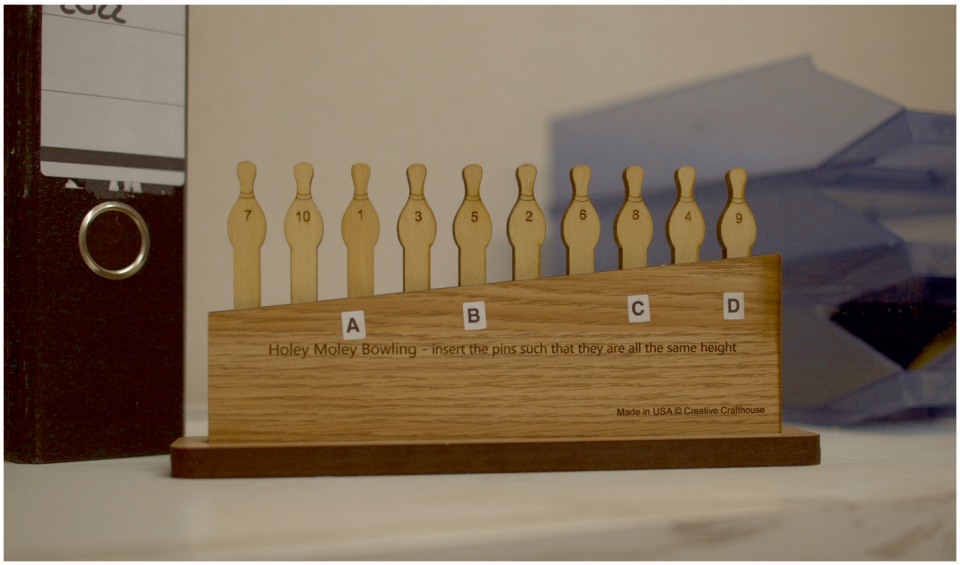


Abbildung 5: Lösung des Rätsels *Holey Moley Bowling* inkl. Schlosskombination (ABCD = 1589)

6.2 Olfaktorische Wahrnehmung

Für den *Geruchstest* des *Booster Games* haben die Spieler:innen insgesamt sechs Fläschchen mit Gewürzsäckchen durch ein vorausgehendes Rätsel in der Küche gefunden. In der Nähe des Rätsels entdecken sie einen Aufsteller mit kleinen kreisrunden und mit Gewürzbezeichnungen beschrifteten Abstellflächen, die genau dem Durchmesser der Geruchsproben entsprechen. Drei der Fläschchen sind mit Magneten ausgestattet. Wenn die Gerüche richtig erkannt werden und die Proben korrekt auf den beschrifteten Abstellflächen platziert werden, öffnet sich die Schublade, indem Metallbolzen durch die Magnete hochgezogen werden. Die Spieler:innen finden hinten in der Schublade ein Puzzleteil zur Lösung eines weiteren Rätsels.



Abbildung 6: Lösung des Geruchsrätsels

Da die olfaktorische Wahrnehmung in der digitalen Spielversion nicht möglich ist, wird ein anderer Sinn angesprochen. Im übersetzten Rätsel befinden sich die Spieler:innen ebenfalls in der Küche und blicken auf einen Spritzschutz hinter einer Arbeitsfläche mit Schneidebrettern, Küchenwaage und Obst – ein Szenario, das keine inhaltlichen Hinweise verbirgt. Auf dem Spritzschutz befinden sich drei Kopfhörerpiktogramme, die mit ca. 30 Sekunden langen Audiodateien verknüpft sind. Die Audiodateien beschreiben jeweils ein Gewürz. Hier zum Beispiel der vertonte Text, der mit dem linken Piktogramm verknüpft ist:

> Dieses erfrischende Gewürz gehört zu den beliebtesten Kräutern weltweit. Mit seinen leuchtend grünen Blättern verströmt es einen erfrischenden Duft und verleiht Speisen und Getränken eine angenehme Kühle. Sein Geschmack ist belebend und erfrischend zugleich, mit einer leichten mentholartigen Note. Es wird oft in Tees, Cocktails und erfrischenden Sommergetränken verwendet, um eine aromatische Frische zu erzeugen. Es ist auch eine beliebte Zutat in vielen kulinarischen Traditionen rund um den Globus.[9]

Die Dateien können beliebig oft abgespielt und jederzeit gestoppt werden, beginnen jedoch jedes Mal wieder von vorne: ein Aspekt, der im Spiel einen „Zeitfresser" darstellen kann, zumindest wenn das Spiel nur innerhalb eines bestimmten Zeitraums gespielt werden kann. Das Rätsel wird gelöst, indem die Spieler:innen auf das Link-Piktogramm[10] klicken, das ein Schloss symbolisieren soll, und im erscheinenden Pop-up-

9 Wenn Sie erraten haben, um welches Gewürz es sich handelt, können Sie die Lösung gerne an den Autor oder die Autorin schicken. Sie erhalten dann den Link zur aktuellen Version des digitalen *Booster Games*.

10 Hinweis: Es handelt sich hierbei um eine in der Entwicklung nicht geglückte grafische Interpretation. Ein Schlosssymbol war in der Gif- und Piktogrammsammlung der Entwicklungssoftware nicht vorhanden und konnte von der Entwicklerin nicht selbst erstellt werden.

Fenster die richtige aus sechs Gewürzreihenfolgen auswählen. Wenn die korrekte Reihenfolge gewählt wurde, erscheint ein neues Pop-up-Fenster mit einem textbasierten Hinweis zur Lösung des Spiels.

7 Original und Digitalisierung im Vergleich

Um eine nachhaltige Nutzung zu gewährleisten, wurde der Escape Room modular geplant, sodass er an verschiedenen Orten und Bildungseinrichtungen aufgebaut werden kann. Dazu müssen vor allem zwei Bedingungen erfüllt werden: Erstens darf das Gewicht der einzelnen Teile nicht so groß sein, dass die Teile von mehr als zwei Personen getragen werden müssen. Zweitens darf die Konstruktion bzw. Montage der einzelnen Teile nicht so kompliziert sein, dass sie von Drittanbietern nicht durchgeführt werden kann, sofern diesen ein Aufbauplan zur Verfügung gestellt wird.

Gewicht, Konstruktion/Montage und Größe sind Aspekte, die dem Ziel der nachhaltigen Nutzung einerseits nahekommen, indem diese Nutzung eben an unterschiedlichen Orten ermöglicht wird, andererseits aber auch im Konflikt mit einer nachhaltigen Nutzung stehen können.

Das geringe Gewicht der Bauteile und Requisiten wurde durch den Einsatz preiswerten Verbundmaterials erreicht. Allerdings kann dieses Material bei wiederholtem Auf- und Abbau an Festigkeit verlieren, reißen und splittern. Auch die Schraub- und Bohrlöcher können verschleißen, wenn minderwertige Schrauben und Bits verwendet werden, die nicht für mehrmaliges Eindrehen geeignet sind, da sich die Schraubenköpfe abnutzen und die Bits brechen können. Das kann dazu führen, dass größere Bauteile möglicherweise nicht mehr demontiert oder montiert werden können. Ein weiteres Problem ist die damit verbundene höhere Verletzungsgefahr sowohl für Spieler:innen als auch für Monteurinnen und Monteure.

Der Transport der Raumteile (Höhe 2,30 m) erfordert einen 3,5 t-LKW, was bei den entsprechend großen Entfernungen zwischen den einzelnen Orten wenig nachhaltig ist (oder es müsste eine längere Stehzeit eingeplant werden, um die Fahrten von bis zu 1.000 km pro Ab-/Aufbau/Transport überhaupt zu rechtfertigen). Technische Bestandteile des Escape Rooms – Lampen, Bildschirme, Computer, Kameras – verursachen längere Phasen des Stromverbrauchs.

Auf diese Weise wird durch den wiederholten Aufbau eine nachhaltige Nutzung gewährleistet; zudem kann eine deutschlandweite Teilhabe an dem Spiel ermöglicht werden, wobei die jeweiligen Bildungsinstitutionen vor Ort einen nicht gering zu schätzenden organisatorischen Aufwand in Kauf nehmen müssen. Um möglichst eine Vielzahl von Schülergruppen mit unterschiedlichen Kompetenzniveaus an dem Spiel teilnehmen lassen zu können, können der Escape Room bzw. einzelne Rätsel und Aufgaben entsprechend angepasst werden. So hat bspw. die Gruppe an der PH Heidelberg eine schriftliche Erläuterung in einfacher Sprache zu dem bereits vorgestellten pH-Test-Rätsel an die Wand geklebt, sodass die Schüler:innen die Möglichkeit hatten, ohne weitere Anweisung durch die Spielleitung von außen die Aufgabe zu lösen. Da-

rüber hinaus kann ein:e erfahrene:r Spielleiter:in über den im Büro stehenden Bildschirm Anweisungen und Hinweise geben; durch die kontinuierliche Beobachtung der jeweiligen Gruppen bekommt man ein Gespür dafür, ob bzw. zu welchem Zeitpunkt ein Hinweis gegeben wird. Auch kann eine vorherige Absprache mit der Lehrkraft hilfreich sein, um einen Eindruck von den Stärken und Schwächen einer Klasse bzw. Gruppe zu bekommen. Letztlich besteht auch die Möglichkeit, dass die Lehrkraft mit der Gruppe den Raum spielt, sodass diese (vielleicht) eine Hilfe sein kann.

Im *Booster Game* bewegt sich also eine Gruppe von Lernenden örtlich gebunden, körperlich durch die Räume. Die Atmosphäre der Räumlichkeiten und das Erlebte werden untereinander geteilt. Die Handlung und die Rätsel werden durch kognitive Fertigkeiten und haptische Tätigkeiten der Spieler:innen im Verlauf bestimmt. Artefakte können gegriffen, gefühlt und bewegt werden und die Durchführung von Experimenten, also bspw. ein Versuchsaufbau, ist möglich und real erfahrbar.

Im *Booster Game digital* übernimmt eine Einzelperson die Rolle der Betrachterin bzw. des Betrachters und der Akteurin bzw. des Akteurs am Bildschirm. Die notwendigen Artefakte sind hierbei ein Endgerät zur Visualisierung und ein Eingabegerät. Wie im Original können Abläufe erlebbar gemacht werden, jedoch ist der Abstraktions- und damit auch der Immersionsgrad erhöht, da es sich bei den Panoramen um Abbilder handelt und diese natürlich fachlich korrekt sein und auch korrekt dargestellt werden müssen. Eine Überarbeitung der Inhalte des *Booster Game digital* ist durch weitere Entwickler:innen (Studierende in Anschlussprojekten) jederzeit möglich. Neueste wissenschaftliche Erkenntnisse können die Erfahrung optimieren und zeitnah als aktuelle Version eingepflegt werden. Das Spiel ist plattformunabhängig und über jeden Browser (Internet erforderlich) oder als Standalone-Version zugänglich.

Das Escape Game bietet nicht nur eine Lösung für die Pandemie, sondern kann auch kranke oder motorisch eingeschränkte Nutzer:innen einbinden. Es ist jederzeit und unabhängig vom Ort erlebbar und ermöglicht einer Vielzahl von Teilnehmenden ein immersives Erlebnis, auch wenn dieses durch den Einzelspielermodus (noch) nicht im Spiel geteilt werden kann. Ein höherer Grad an Barrierefreiheit wird durch die kostenlose Verfügbarkeit von Hardware- und Softwarezugängen über den Makerspace der SLUB erreicht, was eine schnellere Aktualisierung des Spiels ermöglicht. Es kann festgehalten werden, dass die Inhalte des *Booster Games* für eine bestimmte Zielgruppe didaktisiert wurden: Schüler:innen, also potenzielle Auszubildende oder Studierende. Durch die digitale Umsetzung wäre es möglich, verschiedene Versionen desselben Spiels für unterschiedliche Zielgruppen zu entwickeln. Dabei könnten spezifische Differenzierungen in den Aufgabenstellungen berücksichtigt werden, ebenso das Alter oder eine bestimmte Klassenstufe.

8 Ausblick und Überlegungen

Ausgehend von den Erfahrungen bei der Entwicklung und Erforschung des digitalen *Booster Games* sind folgende Aspekte für die nächsten Überarbeitungen des Spiels zu berücksichtigen oder könnten in Betracht gezogen werden.

Gamifizierung durch Implementierung spielerischer Elemente: Wie im Text erwähnt, könnten Hintergrund- und Klickgeräusche, Fortschrittsanzeiger (Fehlercounter) und Zeitablaufanzeiger hinzugefügt werden, um das Spielerlebnis zu verbessern. Die Integration von Belohnungen oder Auszeichnungen im Spiel kann die Motivation der Spieler:innen steigern. Dies könnte in Form von virtuellen Abzeichen oder Trophäen geschehen, die Spieler:innen für ihre Leistungen im Spiel erhalten (vgl. Obrien, Pitera 2019, S. 3 f.).

Optimierung des Spielverlaufs: Basierend auf den gesammelten Anregungen aus fortlaufenden Testungen mit Expert:innen könnten Anpassungen am Spielverlauf vorgenommen werden, um das Spielerlebnis interessanter und herausfordernder zu gestalten.

Überarbeitung der Leitfragen: Die im Text erwähnten Leitfragen werden wie das Spiel fortlaufend überarbeitet um sicherzustellen, dass sie relevante und problemlösungsorientierte Antworten in den Expert:inneninterviews liefern.

Durchführung von Tests und Evaluation mit Lernenden: In der Betaphase[11] werden Tests mit Lernenden (die Zielgruppe des Spiels) durchgeführt, um technisches sowie inhaltliches Feedback zum *Booster Game digital* zu erhalten. Dieses Feedback könnte dann genutzt werden, um weitere Anpassungen und Verbesserungen vorzunehmen.

Dokumentation und Auswertung der Ergebnisse: Die Ergebnisse der verschiedenen Tests und Aktivitäten wurden und werden innerhalb der Aktionsforschungen akribisch dokumentiert und ausgewertet. Dies wird auch in den nächsten Entwicklungsstufen helfen, Muster im Feedback der Nutzer:innen zu erkennen und gezielte Verbesserungen vorzunehmen.

Schulung und Unterstützung für die Entwickler:innen: Da die ursprüngliche Version von einer Studentin ohne Programmier- oder Aufnahmetechnikkenntnisse erstellt wurde, könnte den nächsten Entwickler:innen (Studierende) eine Schulung und Unterstützungsmaterial angeboten werden, um ihre Fähigkeiten zu verbessern und die Qualität der Lernumgebung zu erhöhen. Dazu müsste jedoch zunächst ein Schulungskonzept entwickelt werden.

Kontinuierliche Weiterentwicklung: Das digitale *Booster Game* sollte kontinuierlich überarbeitet und verbessert werden. Feedback der Nutzer:innen sollte ernst genommen und regelmäßige Aktualisierungen könnten eingeführt werden, um das Spielerlebnis kontinuierlich zu optimieren.

Für die Weiterentwicklung des Spiels gibt es weitere Möglichkeiten mit universellem Charakter, die bspw. jedoch durch die für die Entwicklung des digitalen *Booster*

11 Siehe Fußnote Alpha-Version.

Games verwendete Entwicklungssoftware eingeschränkt oder nicht vorgesehen sind. Trotzdem können die folgenden Impulse zur Optimierung von (digitalem) Game-based Learning genutzt werden.

Es können bspw. soziale Funktionen integriert werden, die es den Spielerinnen und Spielern erlauben, sich zu vernetzen und in Teams zu spielen, was die Bindung der Spieler:innen stärkt. Die Personalisierung durch anpassbare Charaktere könnte die Bindung und das Engagement der Spielenden fördern. Zudem könnte das Spiel durch packende Geschichten und Szenarien emotional aufgeladen und interessanter gestaltet werden. Lehrplanbasierte Inhalte können den Lernprozess unterstützen.

Durch die Implementierung von Spielerstatistiken und Ranglisten könnte ein Anreiz für die Spieler:innen geschaffen werden, sich zu verbessern und sich zu messen. Eine mobile Version würde es ermöglichen, eine breitere Zielgruppe anzusprechen, da mobile Spiele leichter zugänglich sind. Barrierefreiheit durch Funktionen wie Untertitel und Farbanpassung könnte sicherstellen, dass das Spiel für eine noch größere Gruppe von Spielerinnen und Spielern zugänglich ist.

Die Schaffung einer Community-Plattform könnte den informellen Austausch unter den Spielerinnen und Spielern fördern und das Spielerlebnis durch gemeinschaftliches Engagement verbessern. Social Media oder direkte Umfragen im Spiel könnten es ermöglichen, das Spiel an die Bedürfnisse der Spieler:innen anzupassen. Es kann von Bedeutung werden, weitere Nachhaltigkeitsaspekte zu berücksichtigen, indem zukünftig auf Energieeffizienz und am Beispiel der Browser-basierten Version auf eine umweltfreundliche Serveroption gesetzt wird. Die Einbettung neuer Technologien wie Virtual und Mixed Reality könnte das Spielerlebnis auf innovative Weise erweitern. Die Software, die für die Entwicklung des Spiels verwendet wurde, bietet die Möglichkeit, die Lernumgebung in einer Virtual Reality-Version auszugeben. Jedoch sind die virtuellen Interaktionsformen aktuell im Gegensatz zur Browser-basierten oder zur Stand-Alone-Version noch eingeschränkt.

Diese Maßnahmen können dazu beitragen, das Spiel nicht nur zu verbessern, sondern auch einer vielfältigeren Nutzergruppe zugänglich zu machen.

Literaturverzeichnis

Botturi, Luca/Whitton, Nicola/Juarez, Dani/Seeber, Günther/Mulvey, Julie/Pelliccioni, Sergio/Remmele, Bernd (2021): Using escape rooms in teaching – School Break Handbook #1, www.school-break.eu/wp-content/uploads/2020/03/SB_Handbook_1_eER_use_in_teaching.pdf (Abfrage: 30.01.2024).

Clarke, Samantha Jane/Peel, Daryl J./Arnab, Sylvester/Morini, Luca/Keegan, Helen/Wood, Oliver (2017): EscapED: A Framework for Creating Educational Escape Rooms and Interactive Games to For Higher/Further Education. In: International Journal of Serious Games 4, H. 3, S. 73–86, doi.org/10.17083/ijsg.v4i3.180 (Abfrage: 30.01.2024).

Kampe, Mark (2007): Release Phases and Criteria, web.archive.org/web/20141230082930/http://www.cs.pomona.edu/classes/cs181f/supp/relphases.html (Abfrage: 30.01.2024).

Manojlovic, Helena (2022): Escape room as a teaching method. In: Opus et Educatio 9, H. 33, S. 178–188.
Negre, Christian/Carrión, Salvador (2020): Desafío en el aula: Manual práctico para llevar los juegos de escape educativos a clase. Ediciones Paidós.
Nicholson, Scott (2012): Completing the Experience: Debriefing in Experiential Educational Games. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Society and Information Technologies. Winter Garden, Florida: International Institute of Informatics and Systemics, S. 117–121, scottnicholson.com/pubs/completingexperience.pdf (Abfrage: 30.01.2024).
Nicholson, Scott (2015): Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities. (White Paper), www.scottnicholson. com/pubs/erfacwhite.pdf (Abfrage: 30.01.2024).
Nicholson, Scott (2016): Ask Why: Creating a Better Player Experience Through Environmental Storytelling and Consistency in Escape Room Design, www.scottnicholson.com/pubs/askwhy.pdf (Abfrage: 30.01.2024).
Nicholson, Scott/Cable, Liz (2021): Unlocking the Potential of Puzzle-based Learning: Designing Escape Rooms and Games for the Classroom, Corwin UK.
O'Brien, Kelsey/Pitera, Jenna (2019): Gamifying Instruction and Engaging Students With Breakout EDU. In: Journal of Educational Technology Systems 48, H. 2, S. 1–21.
Schrader, Claudia (2023): Serious Games and Game-Based Learning. In: Zawacki-Richter, Olaf/Jung, Insung (Hrsg.): Handbook of Open, Distance and Digital Education. Oldenburg/Seoul: Springer, S. 1255–1268.
Wand, Lorenza/Tiepmar, Jonas (2023): Immersive 360°-Lernressourcen als Werkzeuge in der protoberuflichen Bildung. In: Bibliothek Forschung und Praxis 47, H. 2, S. 262–271.

Autorin und Autor



Wand, Lorenza, wissenschaftliche Mitarbeiterin des Fachs Wirtschaft, Technik und Haushalt/Soziales, Technische Universität Dresden. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Lehramtsausbildung und -weiterbildung für das Lehramt an sächsischen Oberschulen, Immersive Bildung, Bildungstechnologie, Technische Bildung, Digitalisierung. lorenza.wand@tu-dresden.de



Fischer, Kai, Dr., Lehrkraft für besondere Aufgaben an der Professur für Ernährungs- und Haushaltswissenschaft sowie Didaktik des Berufsfeldes, Technische Universität Dresden. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Lehramtsausbildung für berufliches Lehramt, Bildung für nachhaltige Entwicklung, Wirtschaftslehre des Berufsfelds EuH, Arbeit in historischer und systematischer Perspektive.
kai.fischer@tu-dresden.de

Digitalisierung im Unterricht zur Förderung gesellschaftlicher und beruflicher Teilhabe

Darstellung der Umsetzung an einem Unterrichtsbeispiel aus dem Fach Wirtschaft – Arbeit – Technik

Marco Albrecht, Mareen Derda, Marco Wedel

Abstract

Die Digitalisierung ist ein Fakt, der unabhängig von der persönlichen Einstellung der Lehrenden im Bildungssystem Einzug gehalten hat bzw. noch verstärkt Einzug halten wird und für den Unterricht Konsequenzen nach sich zieht. Unbestritten ist auch, dass Digitalisierung in all ihren Dimensionen große materielle, strukturelle und persönliche Herausforderungen mit sich bringt. Allerdings bedeutet Digitalisierung auch, dass Lernenden die Teilhabe am gesellschaftlichen und beruflichen Leben verstärkt ermöglicht wird. Dazu muss der Unterricht jedoch allen Dimensionen, die die Digitalisierung mit sich bringt, Rechnung tragen und unter Beachtung der qualitätsbestimmenden Tiefenstrukturen geplant, umgesetzt und evaluiert werden. Wie dies gelingen kann, stellen wir an einem Unterrichtsbeispiel aus dem Fach Wirtschaft – Arbeit – Technik in einer Integrierten Sekundarschule dar.

Digitisation is a fact that has entered or will increasingly enter the education system, regardless of the personal attitude of the teachers, and that has consequences for teaching. It is also undisputed that digitisation in all its dimensions brings with it great material, structural and personal challenges. However, digitisation also means that learners are increasingly enabled to participate in social and professional life. For this to happen, however, teaching must taken into account all the dimensions that digitisation brings with it and be planned, implemented and evaluated with due regard for the deep structures that determine quality. How this can be achieved is illustrated by a lesson example from the subject of business – work – technology in an integrated secondary school.

Schlagworte: Digitalisierung; Unterrichtsbeispiel; Tiefenstrukturen; Kompetenzentwicklung

1 Einleitung

Die stetige Weiterentwicklung technischer und digitaler Möglichkeiten macht bekanntermaßen nicht vor der Schule und damit auch nicht vor dem Klassenzimmer halt. Auf diese wohl nicht zu widerlegende Tatsache ist bereits durch verschiedene politische Maßnahmen, Regelungen und Empfehlungen (vgl. BMBF 2019, KMK 2021) reagiert worden. Damit verbunden sind Herausforderungen, aber auch viele Chancen, die unterrichtlich genutzt und aufgenommen werden müssen (vgl. hierzu Wedel 2023; Wedel, Albrecht, Derda 2023; Albrecht, Wedel, Derda 2022).

Insbesondere durch die pandemiebedingte Einschränkung des herkömmlichen Unterrichts im Klassenzimmer wurde die Nutzung digitaler Medien durch die Umsetzung des Unterrichts im **s**chulisch **a**ngeleiteten **L**ernen **z**u **H**ause (saLzH) oder in hybriden Unterrichtsformaten stark gehypt. Nach unserer Einschätzung ist anzumerken, dass trotz der damit verbundenen Vorteile durch diese Formen des Lehrens und Lernens auch erhebliche Probleme in Bezug bspw. auf inklusive Unterrichtsgestaltung zutage treten.

Nun gilt es, digitale Formate und Medien so in den Unterricht zu integrieren, dass sie zum einen von Lernenden als organischer Bestandteil von Unterricht wahrgenommen und zum anderen von Lehrenden bei der Planung von Unterricht unter Berücksichtigung der verschiedenen Dimensionen selbstverständlich und selbstbewusst berücksichtigt werden. Konsequent umgesetzt muss Digitalisierung die Qualität von Unterricht steigern und damit das Lernen befördern. Das bedeutet, dass die Qualitätsmerkmale guten Unterrichts – kognitive Aktivierung, konstruktive Unterstützung, Klassenführung (Kunter, Voss 2011, S. 85 ff.) – weiterhin Grundlage von Planung, Durchführung und Evaluation sein müssen, um damit die Umsetzung schulischer Inklusion zu gewährleisten. Digitalisierung darf nicht um ihrer selbst willen im Unterricht Einzug halten, sondern muss zwingend dem Primat des Pädagogischen folgen. Nur so kann die Teilhabe aller am Unterricht teilnehmenden Lernenden sichergestellt werden.

Da Digitalisierung nicht auf die Nutzung digitaler Tools beschränkt bleiben darf, sondern im Sinne des Dagstuhl-Dreiecks auch die technologische und die gesellschaftlich-kulturelle Perspektive (Gesellschaft für Informatik 2016, S. 3 f.) berücksichtigt werden sollte, damit Teilhabe auch beim Unterrichten in digitalen Formaten gesichert werden muss, sind Unterrichtskonzepte zu entwickeln, die beide Aspekte synergetisch miteinander verbinden. Ziel eines solchen Unterrichts muss es dabei sein, digitale Kompetenzen sowohl fachlich zu fördern als auch fachliche Kompetenzen digital zu fördern (es handelt sich um zwei Seiten einer Medaille), sodass sich die Lernenden in der digitalen Welt von morgen sicher, selbstbestimmt und verantwortungsbewusst bewegen und daran teilhaben können. In unserem Beitrag zeigen wir Möglichkeiten des Lernens mit Digitalisierung und des Lernens über Digitalisierung auf.

2 Bildung für und in einer digitalen Welt

Unsere Gesellschaft befindet sich in Transformationen, die mittelbar und unmittelbar Einfluss auf das Leben der Menschen haben, wie etwa die Realisierung der gesellschaftlichen und beruflichen Teilhabe aller Menschen (Inklusion) oder die Wandlung zu einer ressourcenschonenden Lebensweise in allen Bereichen des privaten und öffentlichen Lebens. Ein weiterer tiefgreifender Transformationsprozess ist die Digitalisierung, die insbesondere einen Wandel von Leben, Arbeiten und Lernen in den Schulen erzeugt. Lernende in jeder Schulform kommunizieren über Social Media Dienste, Zeugnisse werden digital erstellt, hybride oder komplett digitale Medien sind spätestens seit Corona alltägliche Begleiter beim Lernen. Somit stellt sich nicht länger die Frage, ob Lernende (und Lehrende) auf ein Leben in der digitalen Welt vorbereitet werden müssen, sondern wie eine Teilhabe aller Beteiligen für ein Lehren und Lernen in ebendieser Welt gelingen kann. Dies betrifft ebenso die anwendungsbezogene Perspektive (Gesellschaft für Informatik 2016, S. 3 f.) und damit den Umgang mit digitalen Tools, wie auch die gesellschaftlich-kulturelle Perspektive und die Frage nach der Wirkung von Digitalisierung sowie letztlich auch die technologische Perspektive, welche die Funktionsweise von digitalen Tools betrachtet. Bei der Umsetzung von Digitalisierung in der Schule und letztlich im Unterricht sollen alle drei Perspektiven abgebildet und für Lernende didaktisch aufbereitet werden. Dies bedeutet auch, dass die mit den Perspektiven einhergehenden Fragestellungen dem Kompetenzstand der Lernenden anzupassen sind.

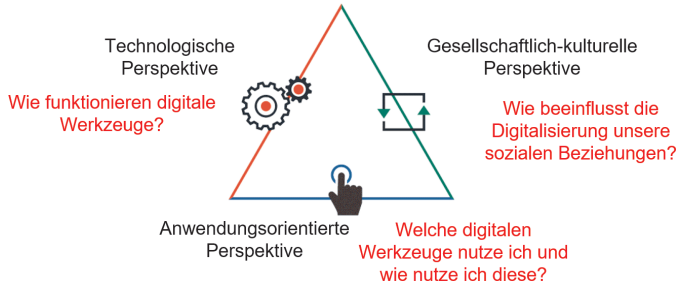


Abbildung 1: DPCK-Modell und Dagstuhl-Dreieck; ergänzte Darstellung nach Gesellschaft für Informatik (2016, S. 3 und KMK 2021, S. 24 f.)

Solcherlei Anforderungen wurden zwar bereits vor einiger Zeit in verschiedenen Strategien wie der „Bildung in der digitalen Welt“ (vgl. KMK 2016) oder „Berufliche Schulen 4.0 – Weiterentwicklung von Innovationskraft und Integrationsleistung der beruflichen Schulen in Deutschland in der kommenden Dekade“ (vgl. KMK 2017) formuliert und in Rahmenlehrplänen (vgl. SenBJF 2015) konkretisiert. Es gilt, Formen der Umsetzung zu entwickeln, im Hinblick auf die Bildung aller Schüler:innen zu reflektieren und weiterzuentwickeln.

Die Umsetzung im Unterricht muss dabei wie oben bereits erwähnt immer dem Primat des Pädagogischen folgen. Nur so kann gewährleistet werden, dass Lernende für eine selbstbestimmte, reflektierte Teilhabe am Leben in der digitalen Welt vorbereitet werden. Genau an dieser Stelle scheint es in der Umsetzung zu hapern. Es ist nicht zieldienlich die Integration von Digitalisierung ex ante in den Unterricht hineinzuinterpretieren. Vielmehr muss diese Integration bewusst und willentlich bereits bei der Unterrichtsplanung integrativ berücksichtigt werden.

Nach unserer Ansicht sollte die Auswahl der zu integrierenden Bestandteile der Digitalisierung als Teil der gesamten zu planenden Kompetenzentwicklung begriffen und damit gleichberechtigt mit anderen zu entwickelnden Kompetenzen in verschiedenen Kompetenzbereichen betrachtet sowie hinsichtlich bestehender Überschneidungen und damit auf bestehende Synergien hin überprüft werden. Hier stellt etwa das DPCK-Modell ein gutes Modell dar, um zu zeigen, welche Kompetenzen bei Lehrkräften benötigt werden, um eine Integration digitaler Medien in den Unterricht auf allen relevanten Ebenen zu fördern (vgl. KMK 2021, S. 24 f.).

3 Förderung gesellschaftlicher und beruflicher Teilhabe

3.1 Synergien erschließen – Teilhabe durch Digitalisierung

Der gesellschaftliche Umgang mit der Coronapandemie hat gezeigt, dass die Welt und damit die Art und Weise, wie wir Menschen miteinander kommunizieren, von einem auf den anderen Tag tiefgehende Veränderungen erfahren kann. Diese Veränderungen machen nicht vor dem Schultor halt, sondern verändern Schule sowie die in der Schule beteiligten Akteure und haben Einfluss auf das Wesen des Unterrichts. Zudem haben Erfahrungen aus unserer Berufspraxis während der Coronapandemie gezeigt, dass viele Lehrer:innen in der Lage sind, die durch die Situation an sie gestellten Herausforderungen zu meistern. Insbesondere die durch die neuen Unterrichtsformen wie Distanzunterricht, hybride Unterrichtsformen oder asynchrone Formate des Unterrichts einhergehende Digitalisierung hat nachhaltige Spuren hinterlassen und wurde teilweise in die nun wieder „normalisierte“ Unterrichtswelt hinübergerettet. Trotz der bemerkenswerten Leistungen der Kolleginnen und Kollegen in den Schulen und gerade wegen der Auswirkungen, die die Digitalisierung des Unterrichts mit sich bringt, drängt sich die Überlegung auf, ob hier „alles Gold ist, was digital glänzt“.

Ein wesentliches Ziel von Schulen muss es sein, den Lernenden die Möglichkeit zu geben, Kompetenzen zu entwickeln, die ihnen die Teilhabe am gesellschaftlichen und beruflichen Leben ermöglichen. Diese Anforderung gilt, neben anderen in die Schule und den Unterricht zu integrierenden gesellschaftsrelevanten Themen, auch für die Umsetzung von Digitalisierung. Den damit einhergehenden Herausforderungen ist auf allen Ebenen von Schule zu begegnen, etwa Unterrichtsgestaltung, Infrastruktur oder Schulorganisation. Weiterhin muss die Unterstützung der entsprechenden Bildungsverwaltung und etwa bei der Lehrendenbildung gewährleistet werden (vgl. SWK 2021).

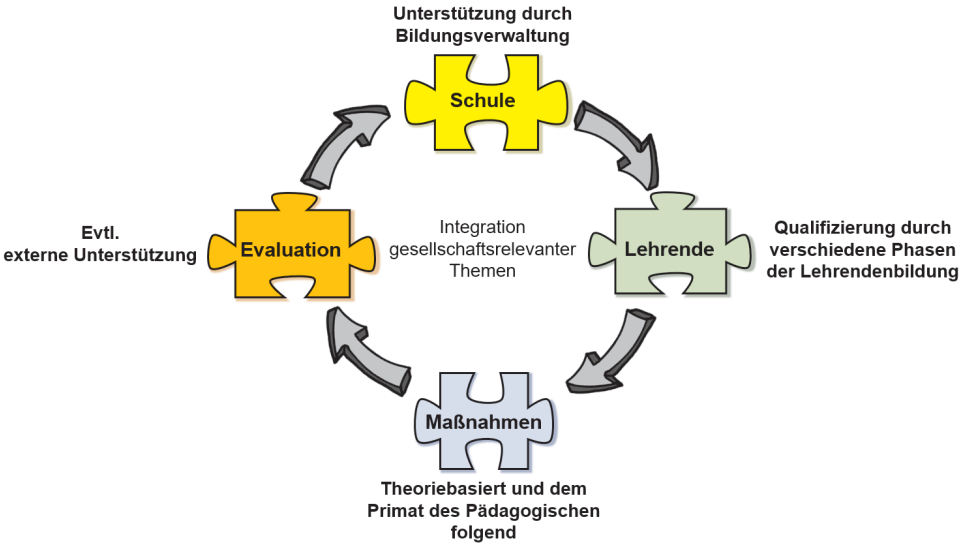


Abbildung 2: Bedingungen für die Integration gesellschaftsrelevanter Themen in Schule und Unterricht

Bei der Umsetzung der neuen Themenfelder, wie etwa Nachhaltigkeit, Demokratie und eben Digitalisierung im Unterricht, kann nicht jedes Thema als eigenständig umzusetzender und für jedes Unterrichtsfach singulär betrachteter Unterrichtsinhalt behandelt werden. Vielmehr müssen u. E. innerhalb der Schule zwischen den verschiedenen Fachbereichen und Jahrgängen Aufgaben verteilt werden, die eine gemeinsame Umsetzung verfolgen und damit eine breitere Gültigkeit und letztlich die Entwicklung von Handlungskompetenz bei den Lernenden intendieren.

Des Weiteren kann die Integration gesellschaftsrelevanter Themen in all ihren Dimensionen nur gelingen, wenn zwischen den Themen Anknüpfungspunkte und Überschneidungen identifiziert und damit Möglichkeiten gegenseitiger Unterstützung geschaffen werden. Dies gilt auch für die Umsetzung von Digitalisierung im Unterricht vor dem Leitziel der Inklusion und damit der Befähigung zur gesellschaftlichen und beruflichen Teilhabe aller Lernenden auf Grundlage ihrer individuellen Voraussetzungen.

Beim Lernen im institutionellen Kontext Schule werden durch die Lehrenden Erfahrungsräume geplant. Für diese Erfahrungsräume sind Aufgaben, Probleme, Lerngegenstände oder Anwendungssituationen zu planen, welche die Lernenden (vgl. Schratz et al. 2012) nutzen. Dies kann gelingen, wenn die Lernenden innerhalb des Erfahrungsraums auf Grundlage ihrer individuellen Voraussetzungen einen Bezug zu den zu lernenden Gegenständen entwickeln. Hilfreich sind dafür vielfältige mediale Zugänge, verschiedene Darstellungsformen (Leisen 2005, S. 9–11) und damit die Möglichkeit für die Lernenden, ihr Wissen in verschiedenen Repräsentationen (vgl. Hohn 2012) darzustellen. Zudem sollten Aufgaben so komplex gestaltet werden, dass die Lernenden verschiedene Lernwege beschreiten und individuelle Lösungen erstellen können. Hier ergeben sich Synergien bei der Umsetzung von Digitalisierung. Insbeson-

dere die verschiedenen medialen Zugänge ermöglichen Erfahrungsräume. Die Lehrkräfte können mithilfe verschiedener medialer Zugänge individuelle Zugänge (Videos, Flash-Folien, Grafiken, Lernspiele etc.) für Lernende bereitstellen, die sowohl lehrseits als auch lernseits verschiedene, leicht umzusetzende und anzupassende Darstellungsformen in verschiedenen Graden der Komplexität (Bilder, schriftsprachlich, Grafiken) ermöglichen und auf Grundlage der Vielfältigkeit eine adaptivere Planung von Unterricht zulassen.

3.2 Teilhabe durch guten Unterricht (Tiefenstrukturen)

Die Frage nach gutem Unterricht wurde in der Vergangenheit bereits von verschiedenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie Unterrichtspraktikerinnen und -praktikern gestellt und wahrscheinlich von ebenso vielen Forschenden beantwortet (vgl. Meyer 2004, Helmke 2007, Weinert 1998, Brophy 2010). Dabei wird außer Acht gelassen, dass die Kunst des Lehrens keiner algorithmischen Logik folgt, sondern als Teil einer sozialen Praxis begriffen werden muss. Unterricht findet nicht unter Laborbedingungen statt. Vielmehr folgt Unterricht einer Struktur, die aus einem sich ständig und dynamisch ändernden Zusammenspiel zwischen Lerninhalten, zu entwickelnden Kompetenzen, lehrenden und lernenden Persönlichkeiten, deren Voraussetzungen und infrastrukturellen Gegebenheiten besteht. Dieses Zusammenspiel wird sowohl von innen (persönliche Ereignisse etc.) als auch von außen (politische Vorgaben, Schulleitung, Krankenstand von Lehrenden und Lernenden etc.) beeinflusst. Dennoch muss es möglich sein, die Frage „Was ist guter Unterricht?“ zu beantworten. Unsere Antwort auf die Frage lautet: Er ist adaptiv. Unterricht kann nur die gewünschten Erfolge bei Lernenden erzielen, wenn Lehrende in der Lage sind, Unterricht so zu planen und durchzuführen, dass er der jeweiligen Lerngruppe gerecht wird. Letztendlich geht es im Unterricht um die Menschen (Lernende und Lehrende), die sich nur auf Grundlage ihrer individuellen Voraussetzungen entwickeln können.

Dies bedeutet, dass Unterricht so gestaltet werden muss, dass ebendiese individuellen Voraussetzungen genutzt werden und Unterricht aufgrund seiner planbaren und sich aktuell entwickelnden Gegebenheiten adaptiv gestaltet wird. Dazu sind insbesondere drei Dimensionen des Unterrichts wichtig, die Einfluss auf das soziale Gefüge, auf einzelne Lernende und letztendlich auf die Kompetenzentwicklung der Lernenden ausüben (Kunter, Trautwein 2013, S. 76–103).

Diese als Tiefenstrukturen bezeichneten Dimensionen sind insbesondere:

- Die *Klassenführung* und damit der Umgang mit den sozialen Interaktionen innerhalb einer Lerngruppe im Hinblick auf die Ziele des Unterrichts oder des Bildungsganges,
- die *kognitive Aktivierung* und damit die Möglichkeiten des Zugangs für die Lernenden zu den Lerngegenständen und damit die Chance auf Entwicklung von Kompetenzen sowie
- die *konstruktive Unterstützung,* die Lernende in Anspruch nehmen können.

Die Kenntnis um diese Tiefenstrukturen allein reicht jedoch nicht aus, damit Lernende im Unterricht wirksam Fähigkeiten nutzen und Fertigkeiten entwickeln können. Vielmehr müssen diese Tiefenstrukturen mit Leben gefüllt werden (Klieme, Rakoczy 2008, S. 222 ff.), um ihre Wirkstärke entfalten zu können:

- *Kognitive Aktivierung*: Innerhalb von Unterricht in verschiedenen Lerngruppen, die innerhalb der gleichen Sichtstrukturen (z. B. Medien und Methoden) ablaufen, kann es zu variierenden kognitiven Aktivierungen kommen. Die kognitive Aktivierung muss zum Ziel haben, dass die unterschiedlichen Vorwissensbasen der Lernenden einbezogen und der Lernprozess auf Grundlage der individuellen Kompetenzen der Lernenden initiiert wird. Die Gewährleistung erfolgt durch Lernaufgaben (vgl. Albrecht 2020), Impulse der Lehrenden, aber auch verständnisorientierte und damit konstruktive Unterrichtsgestaltung.
- *Konstruktive Unterstützung*: Das können geplante Unterstützungsangebote durch den Lehrenden sein, wie bspw. gestufte Hilfen (vgl. Stäudel 2010), aber auch kokonstruktive Unterstützung durch andere Lernende innerhalb eines kooperativ angelegten Unterrichts (vgl. Brüning, Saum 2015).
- *Klassenführung*: Unterricht muss möglichst störungsarm ablaufen. Dies kann durch eine stringente Klassenführung gewährleistet werden. Dazu gehören Regeln und Rituale, angemessener Umgang mit Störungen ebenso wie die konsequente Vorbereitung von Unterricht. Letzteres betrifft ebenso die didaktische und pädagogische Vorbereitung des Unterrichts als auch die Bereitstellung von Unterrichtsmaterial (nur wenig stört den Unterricht mehr, als wenn die Lehrkraft während des Unterrichts kopieren geht).

Die Beachtung von Tiefenstrukturen bei der Planung von Unterricht muss auch erfolgen, wenn Unterricht in einem digitalen oder hybriden Format stattfindet. Sei es, dass Regeln in der digitalen Kommunikation festgelegt und eingehalten werden müssen, die umfangreichen Möglichkeiten an äußeren Repräsentationen ausgewählt und die Auseinandersetzung mit diesen Repräsentationen mit einer Lernaufgabe gesteuert wird. Darüber hinaus können auch Möglichkeiten der kooperativen Auseinandersetzung während des Unterrichts in Distanz oder im asynchronen Format geschaffen werden, die den Lernenden weitere Zugänge zu den Lerngegenständen bieten.

4 Das Unterrichtsbeispiel

Lehrende müssen den von ihnen zu gestaltenden Unterricht gründend auf ihrem Erfahrungswissen evidenzbasiert gestalten. Dies betrifft didaktische, pädagogische sowie lernpsychologische Erkenntnisse. Die Integration aktueller gesellschaftsrelevanter Themen wie die Digitalisierung erfolgt ebenfalls vor diesem Hintergrund.

Da neben der Digitalisierung auch weitere Querschnittsthemen zu unterrichten und die entsprechenden Kompetenzen durch die Lernenden zu entwickeln sind, scheint die Umsetzung durch ein Unterrichtsfach allein schwer realisierbar. Die Abbil-

dung der Querschnittsthemen in der notwendigen Komplexität muss deshalb Aufgabe des gesamten Kollegiums einer Schule und damit aller Fachbereiche sein. Das Unterrichtsbeispiel ist deshalb ein Ansatz, wie die Umsetzung eines Ausschnitts der Digitalisierung im Unterricht erfolgen kann. Aufgabe des gesamten Kollegiums sollte es sein, Festlegungen bzw. Konkretisierungen der politischen Vorgaben (Rahmenlehrpläne) hinsichtlich der Kompetenzentwicklung der Lernenden zu planen und Verantwortlichkeiten für die Übernahme einzelner Teilbereiche der gesellschaftsrelevanten Querschnittsthemen für die einzelnen Fachbereiche einer Schule zu definieren.

4.1 Einordnung des Unterrichtsbeispiels (geplante Kompetenzentwicklung, Strukturierung)

Die Lernsituation steht am Beginn des Unterrichts einer Lerngruppe der Klassenstufe 7 im Fach Wirtschaft – Arbeit – Technik an einer Berliner Sekundarschule. Das Themenfeld P7 „Berufs- und Lebenswegplanung: Einstimmen und Erkunden" des Rahmenlehrplans Teil C Wirtschaft – Arbeit – Technik (SenBJF 2015, S. 36) definiert neben den zu konkretisierenden Standards die Lerngegenstände. Diese geben den inhaltlichen Rahmen des zu planenden Erfahrungsraums vor. Die aus dem Themenfeld abgeleitete Aufgabe der Lernenden ist es, bis zum Ende der Lernsituation eine selbstgewählte digitale Grafik zu entwickeln, in der sie darstellen, wie Digitalisierung ihr aktuelles und zukünftiges Leben beeinflusst. Die Arbeitsaufgabe lautet *„Stelle in einer digitalen Grafik dar, wie Digitalisierung dein Leben beeinflusst."*. Damit eigene Lernwege durch die Lernenden beschritten werden können, ist die Arbeitsaufgabe nur mit wenigen Informationen formuliert. Dadurch kann eine notwendige Offenheit (vgl. Albrecht 2020) bzw. Komplexität erreicht werden, durch welche die Lernenden die Möglichkeit erhalten, auf Grundlage ihrer individuellen Voraussetzungen, Motivationen und Erfahrungen zu lernen.

Die Einheit ist für einen Zeitumfang von zehn Stunden (45 min.) ausgelegt. Die einzelnen Unterrichtsstunden werden durch Lernaufgaben strukturiert, welche die jeweilige Kompetenzentwicklung steuern. Die Lernaufgaben sind zudem so zu formulieren, dass die Erfüllung der Arbeitsaufgabe Schritt für Schritt erreicht werden kann.

Tabelle 1: Planung der Lernsituation

Arbeitsaufgabe für die gesamte Einheit: ***Stelle in einer digitalen Grafik dar, wie Digitalisierung dein Leben beeinflusst.***		
Stunde	**Thema**	**Lernaufgabe**
1–2	Was bedeutet Digitalisierung?	Erkläre den Begriff Digitalisierung und beschreibe den Einfluss von Digitalisierung auf deinen Tagesablauf.
3	Mein Leben und Digitalisierung	Beurteile mithilfe der digitalen Umfrage, wie Digitalisierung schon heute dein Leben beeinflusst.
4–5	Digitalisierung und Berufswelt	Führe ein Interview mit einem berufstätigen Menschen und befrage ihn, wie Digitalisierung sein Leben beeinflusst. Formuliere dafür mindestens fünf Fragen, die verschiedene Bereiche der Digitalisierung betreffen.

(Fortsetzung Tabelle 1)

Arbeitsaufgabe für die gesamte Einheit: ***Stelle in einer digitalen Grafik dar, wie Digitalisierung dein Leben beeinflusst.***		
Stunde	**Thema**	**Lernaufgabe**
6–7	Bildung, Bits und Bäume	Führe ein Interview mit verschiedenen Menschen auf der Tagung „Bildung, Bits und Bäume“ zum Thema „Digitalisierung und Beruf“.
8–10	Digitale Möglichkeiten der Textbearbeitung Digitale Grafik: Einfluss der Digitalisierung auf das persönliche Leben	Stelle in einer digitalen Grafik dar, wie Digitalisierung dein Leben beeinflusst. Nutze dafür die Ideen und Kenntnisse, die du im Laufe des bisherigen Unterrichts entwickelt oder von anderen Menschen erfahren hast.

In Stunde 3 setzen die Lernenden sich zunächst mit einer Umfrage auseinander, deren Fragen das Leben der Lernenden in Bezug auf Digitalisierung thematisieren. Hier erfolgt eine Auseinandersetzung der Lernenden mit verschiedenen Bereichen der Digitalisierung. Die Fragen hierzu wurden von den Lernenden in der vorherigen Stunde formuliert. Bei der Bearbeitung der Lernaufgabe der Stunde 4–5 ist das Ziel zunächst nicht, dass die Lernenden bereits das Interview führen. Vielmehr entwickeln die Lernenden Kompetenzen, die sie befähigen, ein solches Interview zu führen. Dazu müssen die Lernenden sich mit Möglichkeiten des Einsatzes von Digitalisierung im Berufsleben auseinandersetzen und Fragen für ein Interview entwickeln. Bei der Erarbeitung entwickelten die Lernenden u. a. folgende Fragen, die sie dann mithilfe eines digitalen Umfragetools und ihres Handys auf der Tagung „Bildung, Bits und Bäume“ durchführten.

- Fragen an die Lernenden (Stunde 3, Auswahl)
  Welche digitalen Tools nutzt du?
  An welchen Stellen sind die Schule und der Unterricht bereits digital?
  Weshalb wird der Beruf, den du später mal ergreifst, etwas mit Digitalisierung zu tun haben?
- Fragen von den Lernenden (Stunden 4–5; Auswahl)
  Wie verändert sich Ihr Leben mit Digitalisierung?
  Was hat Digitalisierung mit Ihrem Berufsfeld zu tun?
  Welche Berufe werden aufgrund der Digitalisierung bald überflüssig?

Lernaufgaben übernehmen im Kontext eines Lernprozesses verschiedene Funktionen, die Einfluss auf den Lernprozess haben (vgl. Leisen 2010, Albrecht 2020).

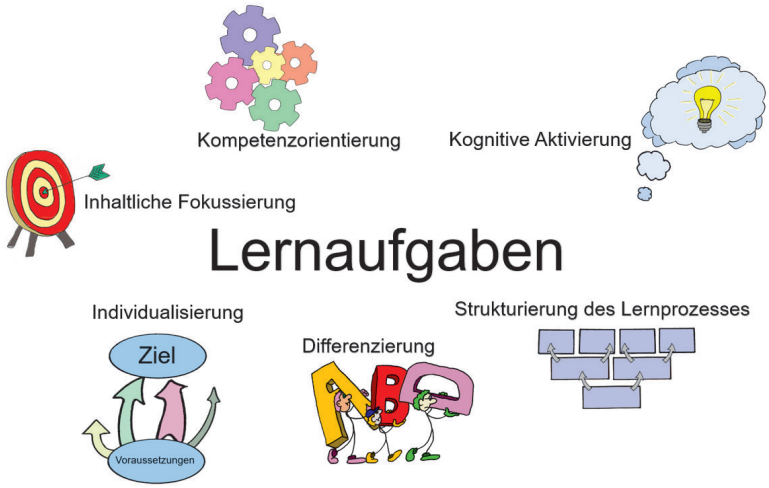


Abbildung 3: Funktionen von Lernaufgaben in Lernsituationen

Die oben beschriebenen Tiefenstrukturen werden durch die Lernaufgaben aus der Theorie in die Praxis und damit ins Klassenzimmer transportiert. Dies gilt unabhängig davon, ob der Unterricht im herkömmlichen Klassenzimmer, im hybriden Format oder komplett im digitalen Erfahrungsraum stattfindet. Die Tiefenstrukturen werden dabei durch die Lernaufgaben entweder direkt an die Lernenden übertragen oder dienen als Grundlage für deren Wirksamkeit.

- *Kognitive Aktivierung:* Lernende werden durch die Lernaufgaben darüber in Kenntnis gesetzt, welche Lerngegenstände sie zu erlernen, welche Probleme sie zu lösen, welche Kompetenzen sie zu entwickeln haben. Dabei ist es notwendig, dass den Lernenden transparent vermittelt wird, welche Handlungen (Operatoren) sie auszuführen, welche Lernprodukte sie zu erstellen und welche inhaltlichen Lerngegenstände und Zusammenhänge sie zu verstehen haben. Erst im Zusammenspiel dieser drei Faktoren können die Lernenden durch die Lernaufgaben kognitiv aktiviert werden.
- *Konstruktive Unterstützung:* Durch den Grad der Offenheit und die gewählte Komplexität erhalten die Lernenden die Möglichkeit, eigene Lernwege zu beschreiten und individuelle Ideen zu entwickeln. Dadurch können Lernende auf Grundlage ihrer individuellen Voraussetzungen lernen. Dies ist zugleich Voraussetzung zur Vorbereitung der Lernenden auf die Teilhabe am gesellschaftlichen und beruflichen Leben.
- *Klassenführung:* Damit Lernende weitgehend störungsfrei lernen können, ist es notwendig, Strukturen in den verschiedenen Bereichen schulischer Bildung zu etablieren. Dies erfolgt durch Rahmenlehrpläne, Stundenpläne, Klassenzusammensetzung oder die Artikulation des Unterrichts. Die Strukturierung des Lernens darf aber nicht nur aufseiten der Lehrenden stattfinden, sondern muss zwingend auch auf der Seite der Lernenden etabliert werden. Dies kann durch

Lernstrategien direkt durch die Lernenden erfolgen oder indirekt durch die mehr oder weniger vorgegebene Struktur mittels Lernaufgaben. Innerhalb der Lernaufgabe kann die Struktur des Lernens durch den Operator, das Lernprodukt, die Teilaufgaben oder durch die Unterrichtsmoderation beeinflusst werden.

4.2 Fokussierung auf ausgewählte Unterrichtsinhalte

Die Abbildung aller Dimensionen von Digitalisierung und darüber hinaus die zielgerichtete Entwicklung digitaler Kompetenzen bei den Lernenden in nur einem Unterrichtsfach würde aufgrund der Komplexität und des Umfangs des Themas „Digitalisierung" wahrscheinlich zu einer Überforderung der Lernenden und der Lehrenden führen. Aus diesem Grund muss, wie in jedem Unterricht und bei jedem Thema, eine begründete Auswahl getroffen werden, welche Lerngegenstände thematisiert und welche digitalen Kompetenzen durch die Lernenden entwickelt werden sollen. Wichtig ist, die gewählten Themen stets aus gesellschaftlich-kultureller, anwendungsbezogener und technologischer Perspektive zu betrachten.

Im dargestellten Unterricht liegt der Fokus stark auf der gesellschaftlich-kulturellen Perspektive. Insbesondere die Auseinandersetzung mit der Bedeutung von Digitalisierung für das eigene und zukünftige Leben steht im Vordergrund. Die anderen beiden Perspektiven werden durch die Erstellung der digitalen Grafik jedoch auch berücksichtigt.

Die Lernenden ...

- reflektieren den Einfluss von Digitalisierung auf sich und ihre Umwelt
- sammeln Informationen zum beruflichen Leben mit Digitalisierung und imaginieren darauf aufbauend, wie ihr eigenes berufliches Leben im digitalen Zeitalter aussehen wird
- entwickeln Vorstellungen über ihre eigene berufliche Zukunft mit Digitalisierung
- erstellen Lernprodukte mithilfe digitaler Tools
- diskutieren die Qualität der eigenen Kompetenzen im Hinblick auf den Umgang mit digitalen Lerngegenständen und Lernprodukten.

In einem kompetenzorientierten Unterricht lernen die Schüler:innen in von den Lehrenden didaktisch und pädagogisch aufbereiteten Erfahrungsräumen. Aus der Auseinandersetzung mit den im Erfahrungsraum befindlichen Gegenständen, der Umwelt und den Personen können Informationen über die Wirksamkeit des Lernprozesses gezogen werden. Dieser immer wieder zu durchlaufende Kreislauf des Unterrichts kann und wird durch die Digitalisierung erweitert. Diese Erweiterung wird in Form verschiedener digitaler Tools an die Lernenden übertragen. Die Planung, Durchführung und Reflexion des Unterrichts dürfen aber nicht auf der Ebene der Tools stehen bleiben, sondern müssen zwingend auch in die Auseinandersetzung mit der Technologie und deren Wirkung auf den Menschen und die soziale Beziehung münden. Diese Auseinandersetzung erfolgt immer vor dem Hintergrund des Pädagogischen und da-

mit unter Beachtung der beschriebenen Qualitätsdimensionen von Unterricht. Nur so kann Digitalisierung dazu beitragen, dass alle am Unterricht beteiligten Lernenden für die Teilhabe am gesellschaftlichen und späteren beruflichen Leben befähigt werden.

5 Fazit

Aufgabe von Schule und Unterricht ist es, allen Lernenden auf Grundlage ihrer individuellen Kompetenzen die zukünftige gesellschaftliche und berufliche Teilhabe zu ermöglichen. Hierzu kommt neben anderen gesellschaftsrelevanten Themen auch der Digitalisierung eine wesentliche Bedeutung zu. Dabei sollte Digitalisierung nicht Selbstzweck sein, sondern synergetisch mit dem Unterricht und anderen Themen, wie Inklusion, erschlossen werden. Hierbei sind im Sinne des Dagstuhl-Dreiecks (Gesellschaft für Informatik 2016, S. 3) neben der anwendungsbezogenen Perspektive auch die technologische und gesellschaftlich-kritische Perspektive zu betrachten. In diesem Beitrag wurde an einem Unterrichtsbeispiel aus dem Wirtschaft – Arbeit – Technik-Fachunterricht dargestellt, wie dies gelingen kann. Bei der Darstellung wurde sowohl auf die bei den Lernenden anvisierte Kompetenzentwicklung eingegangen als auch auf ausgewählte Unterrichtsinhalte fokussiert. Damit Unterricht wie in diesem Beispiel übergreifend realisiert werden kann und entsprechende Unterrichtskonzepte entwickelt werden können, ist neben regelmäßigem fachlichen Austausch der Beteiligten in den Schulen auch deren Unterstützung durch die politische Ebene und eine Fokussierung dieser Themen bereits in der Lehrkräftebildung nötig. In allen Phasen der Lehrkräftebildung sind Kompetenzen zur Unterrichtsgestaltung sowie Integration gesellschaftsrelevanter Themen auszubilden.

In Anlehnung an Wittgenstein, der feststellte, dass „das Subjekt nicht zur Welt gehört, sondern eine Grenze der Welt“ (1921/2022, S. 58) darstellt, ist es zwingend notwendig, dass Lernende für sich feststellen, dass die Nutzung aller vom Menschen gemachten Dinge nur durch sie selbst begrenzt wird. Damit Lernende zunehmend in der digitalen Welt handelnd tätig sein können, ist es Voraussetzung, dass sie über die Anwendungsperspektive hinaus digitale Kompetenzen entwickeln. Dies haben wir versucht in der dargestellten Unterrichtseinheit umzusetzen. Nur so können die Lernenden selbstbestimmt, achtsam und verantwortungsbewusst an der heutigen und zukünftigen Welt teilhaben.

Literatur

Albrecht, Marco (2020): Sprachförderung im Werkstattunterricht. Möglichkeiten der Umsetzung von sprachförderndem Unterricht in der Holzwerkstatt. In: Forum Arbeitslehre 24, H. 1, S. 55–61.

Albrecht, Marco/Derda, Mareen/Wedel, Marco (2022): Individualisierung durch Digitalisierung – eigene Lernwege digital beschreiten. In: Stein, Martin/Jungwirth, Martin/Harsch, Nina/Noltensmeier, Yvonne/Willenberg, Nicola (Hrsg.): *Diversität Digital Denken – The Wider View. Tagungsband*. Münster: WTM, S. 291–299. doi.org/10.37626/GA9783959871785.0.27 (Abfrage: 29.01.2024).

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2019): Verwaltungsvereinbarung DigitalPakt Schule 2019–2024, www.digitalpaktschule.de/de/was-ist-der-digitalpakt-schule-1701.html (Abfrage: 19.09.2023).

Brophy, Jere (2010): Was wissen wir darüber, wie guter Unterricht gelingt? In: Eikenbusch, Gerhard/Heymann, Hans Werner (Hrsg.): Was wissen wir über guten Unterricht? Hamburg: Bergmann & Helbig, S. 77–104.

Brüning, Ludger/Saum, Tobias (2015): Erfolgreich unterrichten durch kooperatives Lernen – Strategien der Schüleraktivierung (10. Aufl.). Essen: NDS-Verlag.

Gesellschaft für Informatik e.V. (2016): Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt, gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Themen/Dagstuhl-Erkla__rung_2016-03-23.pdf (Abfrage: 09.11.2023).

Helmke, Andreas (2007): Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern (5. Aufl.). Seelze: Kallmeyer.

Hohn, Katharina (2012): Gegeben, Gesucht, Lösung? Selbstgenerierte Repräsentationen bei der Bearbeitung Problemhaltiger Textaufgaben. Landau: Universitätsbibliothek Landau.

Klieme, Eckhard/Rakoczy, Katrin (2008): Empirische Unterrichtsforschung und Fachdidaktik. Outcome-orientierte Messung und Prozessqualität des Unterrichts. In: Zeitschrift für Pädagogik 54, H. 2, S. 222–237.

KMK – Kultusministerkonferenz (2016): Strategie der Kultusministerkonferenz: „Bildung in der digitalen Welt“, www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2018/Strategie_Bildung_in_der_digitalen_Welt_idF_vom_07.12.2017.pdf (Abfrage: 12.10.2023).

KMK – Kultusministerkonferenz (2017): Berufliche Schulen 4.0 – Weiterentwicklung von Innovationskraft und Integrationsleistung der beruflichen Schulen in Deutschland in der kommenden Dekade (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.12.2017). Berlin, www.kmk.org/fileadmin/user_upload/Erklaerung_Berufliche_Schulen_4.0_-_Endfassung.pdf (Abfrage: 06.07.2023).

KMK – Kultusministerkonferenz (2021): Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Die ergänzenden Empfehlungen zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt“, www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf (Abfrage: 30.09.2023).

Kunter, Mareike/Trautwein, Ulrich (2013): Psychologie des Unterrichts. Paderborn u. a.: Schöningh.

Kunter, Mareike/Voss, Thamar (2011): Das Modell der Unterrichtsqualität in COACTIV: Eine multikriteriale Analyse. In: Kunter, Mareike/Baumert, Jürgen/Blum, Werner/Klusmann, Uta/Krauss, Stefan/Neubrand, Michael (Hrsg.): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster u. a.: Waxmann, S. 85–113.

Leisen, Josef (2005): Wechsel der Darstellungsformen. Ein Unterrichtsprinzip für alle Fächer. In: Der fremdsprachliche Unterricht. Englisch 39, H. 78, S. 9–11.

Leisen, Josef (2010): Lernprozesse mithilfe von Lernaufgaben strukturieren. Informationen und Beispiele zu Lernaufgaben im kompetenzorientierten Unterricht. In: Naturwissenschaften im Unterricht. Physik 21, H. 117/118, S. 9–13.

Meyer, Hilbert (2004): Was ist guter Unterricht? (2. Aufl.). Berlin: Cornelsen Skriptor.

Schratz, Michael/Schwarz, Johanna F./Westfall-Greiter, Tanja/Meyer-Drawe, Käte/Rumpf, Horst; Tomlinson, Carol Ann; Rose, Mike (2012): Lernen als bildende Erfahrung, Vignetten in der Praxisforschung. Innsbruck u. a.: Studien-Verlag.

SenBJF – Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie (2015): Rahmenlehrplan Teil B: Überfachliche Kompetenzentwicklung: Sprach- und Medienbildung, bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_B_2015_11_10_WEB.pdf (Abfrage: 12.10.2023).

SWK – Ständige wissenschaftliche Kommission (2021): Stellungnahme zur Weiterentwicklung der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“, www.kmk.org/de/kmk/staendige-wissenschaftliche-kommission/veroeffentlichungen.html (Abfrage: 13.11.2023).

Wedel, Marco (2023): Digitalisierung, Künstliche Intelligenz und die Rolle der Arbeitslehre. Ein methodischer Ansatz für eine Kritikalitätsbewertung von KI im Unterricht. In: Bartsch, Silke/Friese, Marianne (Hrsg.): Fachdidaktik Arbeitslehre. Grundlagen und Impulse. Bielefeld: wbv Publikation, S. 67–83. doi.org/10.3278/9783763974559 (Abfrage: 29.01.2024).

Wedel, Marco/Albrecht, Marco/Derda, Mareen (2024, in Druck): Analoges Lernen digital aufbereiten – die Unterstützung der digitalen Lehre durch Elemente analogen Lernens. In: Lernen und Studieren in Lernwerkstätten. Digitale und analoge Lernräume – Welchen Raum brauchen Hochschullernwerkstätten? Tagungsband zur 15. Internationalen Hochschullernwerkstättentagung. Frankfurt: Julius Klinkhardt.

Weinert, Franz E. (1998): Neue Unterrichtskonzepte zwischen gesellschaftlichen Notwendigkeiten, pädagogischen Visionen und psychologischen Möglichkeiten. In: Bayerisches Staatsministerium für Unterricht, Kultur, Wissenschaft und Kunst (Hrsg.): Wissen und Werte für die Welt von morgen (Dokumentation zum Bildungskongress am 29./30. April 1998). München: Bayerisches Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst, S. 101–125.

Wittgenstein, Ludwig (1921/2022): Tractatus Logico-Philosophicus 38. Berlin: Suhrkamp, S. 58.

Autorin und Autoren



Albrecht, Marco, Lehrer für die Fächer Wirtschaft – Arbeit – Technik und Chemie an der Max-Beckmann-Schule Berlin
Forschungsschwerpunkte: Inklusion und deren Umsetzung im Unterricht, Gemeinsame Umsetzung gesellschaftsrelevanter Themen, insb. Digitalisierung und Inklusion im Unterricht
marcoalbrecht.tuberlin@gmail.com



Derda, Mareen, Dr.in, Prodekanin für Studium und Lehre sowie Gleichstellung. Fak. V der Technischen Universität Berlin
Forschungsschwerpunkte: Integration gesellschaftsrelevanter Themen, wie Digitalisierung, Diversität, Nachhaltigkeit und Ethik sowie die Gestaltung interdisziplinärer Lehre
mareen.derda@tu-berlin.de



Wedel, Marco, Dr., Politologe und wissenschaftlicher Mitarbeiter, Lehrstuhl für Arbeitslehre an der Technischen Universität Berlin. Mitherausgeber des Journals „Innovation – The European Journal of Social Science Research“ und Fellow am „FemAI – Center for Feminist Artificial Intelligence“
Forschungsschwerpunkte: Digitalisierung der Lebenswelten
marco.wedel@tu-berlin.de

Diversitätssensible fachbezogene Bildung

Perspektiven für ein gemeinsames Handeln von Schülerinnen und Schülern im technikbezogenen Unterricht

Timo Finkbeiner

Abstract

Eine der zentralen Herausforderungen im Zusammenhang von Unterricht in heterogenen Lerngruppen ist die Gestaltung adäquater Lernumgebungen. Bedeutsam dabei kann es sein, einen intersubjektiven Raum (vgl. Steffens, 2019) zu schaffen, der von kognitiven und emotionalen Aspekten begleitet wird. Der Beitrag greift diese Forderung auf und diskutiert auf der Grundlage exemplarischer Ergebnisse einer empirischen Studie zu gemeinsamen Problemlösesituationen von Schülerinnen und Schülern im Unterricht der Grundschule mögliche Implikationen für eine an Inklusion orientierte technikbezogene Fachdidaktik. Ausgangspunkt bilden dabei kooperative Momente, die sich mit Fokus auf (Aus-)Handlungen der Lernenden in sogenannten Mikroprozessen (vgl. Schulte, Kurnitzki, Lütje-Klose, Miller, 2019; Sujbert, Sunnen, Arend & Fixmer 2014) zeigen und aus fachdidaktischer Perspektive (vgl. de Boer & Last, 2022) für einen technikbezogenen Unterricht Orientierung geben.

One of the central challenges associated with teaching in heterogeneous learning groups is the design of adequate learning environments. It can be important to create an intersubjective space (cf. Steffens, 2019) that is accompanied by cognitive and emotional aspects. The article takes up this requirement and, based on exemplary results of an empirical study on common problem-solving situations among students in primary-school-lessons, discusses possible implications for inclusion-oriented technology-related didactics. The starting point are cooperative moments that focus on the (out)actions of the learners in so-called micro-processes (cf. Schulte, Kurnitzki, Lütje-Klose, Miller, 2019; Sujbert, Sunnen, Arend & Fixmer 2014) and from a didactic perspective (cf. de Boer & Last, 2022) provide orientation for technology-related lessons.

Schlagworte: Technische Bildung; Kooperation; Primarstufe; Videointeraktionsanalyse; Inklusion

Technische Herausforderungen bewältigen

In der Auseinandersetzung von Schüler:innen mit Technik lassen sich häufig subjektive Erfahrungen, individuelle Fertigkeiten und mit dem Lerngegenstand verbundene Vorstellungen beobachten. Obgleich ein technischer Problemlöseprozess im Unter-

richt Lernenden vielfältige Möglichkeiten bietet, liegt in Bezug auf heterogene Lerngruppen jedoch häufig die Vermutung nahe, dass dieser als „herausfordernde Situation" (Lange-Schubert & Steinmann, 2023, S. 100) und von Lehrpersonen als kognitiv überaus anspruchsvoll (Fast, & Finkbeiner, 2019, S. 32) wahrgenommen wird.

Dies erscheint insbesondere für die Primarstufe als ein zentraler Aspekt, da die Lernenden zwischen sechs und zehn Jahren eine noch weitestgehend heterogene Gruppe darstellen (vgl. Trautmann & Wischer, 2011), und verstärkt dann, wenn es um einen gemeinsamen Unterricht von Schülerinnen und Schülern mit und ohne sogenannten sonderpädagogischen Förderbedarf geht.

Wenngleich, wie etwa im Grundsatzpapier der DGTB (vgl. 2018, S. 1) dargestellt, die Forderung besteht, das Allgemeine im Kontext von Bildung und damit „die Förderung des gesamten Spektrums menschlicher Fähigkeiten" zu berücksichtigen, erscheint dies bis heute, bezogen auf eine technische Bildung, nur marginal eingelöst. Eine produktive Diskussion um konkrete didaktische Überlegungen, die insbesondere die vielfältigen Lernausgangslagen von Schülerinnen und Schülern in heterogenen Lerngruppen berücksichtigt und damit eine wesentliche Grundlage schafft, Lerngelegenheiten zu konzipieren, die ein hohes Maß an Partizipation ermöglichen, bestimmt die derzeitige Fachcommunity nur am Rande.

Technikbezogener Unterricht in der Grundschule verknüpft, wie häufig im Unterrichtsgeschehen, inhalts- und prozessbezogene Aspekte. Darunter fallen exemplarisch die bekannten Bereiche „Nutzen, Verstehen, Herstellen und Bewerten" (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein, 2012), aber auch das Kommunizieren von Technik, welches Schülerinnen und Schülern erlaubt, Wahrnehmungen und Analysen, etwa in einem Problemlöseprozess, mit anderen auszutauschen und zu bewerten.

Ähnlich argumentiert Greinstetter (vgl. 2018, S. 11–12) im Rahmen der an mehreren Ebenen orientierten didaktischen Überlegungen zur Entwicklung und Gestaltung unterrichtsrelevanter technikbezogener Lerngelegenheiten in der Primarstufe. Gelingt es Schülerinnen und Schülern etwa auf der *Inhaltsebene,* die Vorerfahrungen miteinzubeziehen, ermöglicht die *Prozessebene*, dass

> „[...] konkret handelnd technische Erfahrungen gesammelt werden können, unterschiedliche Lösungswege initiiert und durchgeführt werden, [und] im Austausch mit anderen zu speziellen, übergreifenden Fragestellungen nachgedacht und diskutiert wird, [sowie] unterschiedliche Dispositionen der Schülerinnen und Schüler mitberücksichtigt und behutsam offengelegt werden." (Greinstetter, 2018, S. 12).

So erscheint es generell zielführend, Lerngelegenheiten im Unterricht so zu arrangieren, dass Merkmale wie Kognitionen, Handlungen oder sprachliche und emotionale Aspekte eine Berücksichtigung finden. Technikbezogener Unterricht[1], insbesondere

1 Da Technik als Bildungsinhalt im Unterricht einer häufig wechselnden Bezeichnung unterliegt, wird mit der Kennzeichnung technikbezogener Unterricht dem Umstand insofern Rechnung getragen, als dass hier Anknüpfungspunkte an die jeweiligen regionalen und internationalen Begriffe (Technikunterricht, Werkunterricht, Technik & Design, Technisches Gestalten ...) getroffen werden können.

in der Grundschule, beachtet demnach vielfältige Anknüpfungspunkte, die impulsgebend für didaktische Überlegungen werden sollten.

Technisches Problemlösen in der Grundschule

Ein technikbezogener Unterricht in der Grundschule wird häufig mit dem Problemlösen als eine „zentrale Methode der Technik" (vgl. u. a. Mammes & Zolg, 2015, S. 146) in Verbindung gebracht. Im Rahmen einer technischen Bildung im Sachunterricht werden Problemlöseprozesse u. a. im Zusammenhang mit dem Aufbau selbstbezogener Kognitionen bei Kindern betrachtet (2015, S. 145), was mitunter plausibel erscheint, jedoch nur in Teilen das berücksichtigt, was der Bildungsauftrag an Grundschulen einfordert und sich etwa in den Leitvorstellungen abbildet, die „sowohl kognitive als auch emotionale und soziale Aspekte" berücksichtigen (vgl. BMBWF, 2023, S. 8). Partielle Hinweise dazu finden sich etwa in den Ergebnissen der Studie von Wyss (2016), die u. a. aufzeigen, dass emotionale Aspekte in einer unmittelbaren Verbindung mit dem Design- oder Problemlöseprozess von Sechs- und Achtjährigen stehen.

Das Lösen eines Problems wird somit, wie etwa Heufler im Zusammenhang mit Verfahren aus dem Bereich Design, im Speziellen der Produktgestaltung, aufzeigt (2012, S. 75), zu einem Prozess, der sowohl von rational-analytischen als auch intuitiven und emotionalen Aspekten geprägt ist.

Weitere Anknüpfungspunkte in Bezug auf das Problemlösen lassen sich auch im Konzept des Design-Thinking (vgl. Dekker, 2021) erkennen, das sich als eine Denk- und Arbeitsweise, gleichzeitig aber auch als ein Projektansatz oder Werkzeug versteht (vgl. ebd., 2021, S. 9). Wesentlich dabei sind der Design-Prozess und die damit verbundenen Phasen (vgl. ebd., 2021, S. 55 ff.).

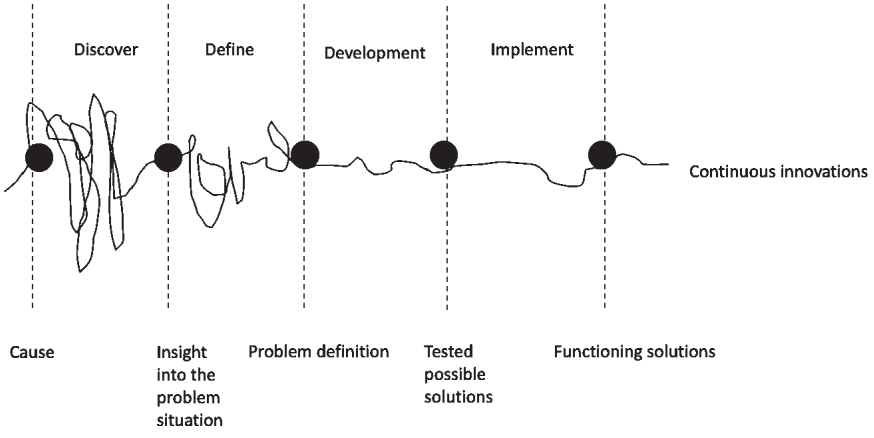


Abbildung 1: The design process in phases and milestones (Dekker, 2021, S. 46), eigene Abbildung

Das Problemlösemodell des Design-Thinking (vgl. Dekker 2021) berücksichtigt gemeinsame, aber auch individuelle Phasen, was mit Blick auf heterogene Lerngruppen im technikbezogenen Unterricht als entscheidender Hinweis verstanden werden kann.

> „Cooperation in a design thinking context does not always mean that everything is a group effort. By working separately on a regular basis, everyone can contribute their own specialized subject matter expertise and unique qualities to the design process." (Dekker 2021, S. 33)

Eine Teamleistung zeichnet sich dabei durch gemeinsame, aber auch durch individuelle (Teil)-Arbeitsschritte aus.

In Anbetracht mehrperspektivischer technikdidaktischer Überlegungen (vgl. u. a. DGTB, 2018) wird dies etwa im Zusammenhang mit Bewertungen und Entscheidungen deutlich.

> „Eine technische Lösung wird aufgrund ihrer finalen Ausrichtung und der vielfachen Umsetzungsmöglichkeiten nicht nach dem Kriterium 'richtig' und 'falsch' bewertet, sondern nach ihrer Zweckmäßigkeit in Bezug auf die verfolgten Ziele. Unterschiedliche Akteure können daher eine bestimmte Lösungsvariante diametral entgegengesetzt bewerten." (2018, S. 4)

Somit bieten sich den Lernenden Möglichkeiten, eigene Ideen und Vorstellungen in der Kooperation mit anderen zu realisieren und Ergebnisse zu reflektieren.

Anknüpfungspunkte für eine konkrete Unterrichtsgestaltung lassen sich aktuell in der Studie von Andreas Stettler (2023) identifizieren. Insbesondere das Format der offenen Aufgabenstellung (vgl. ebd., S. 48–50) erscheint richtungsweisend, da es Schülerinnen und Schülern eine Vielfalt an Anforderungen (formal-ästhetisch, konstruktiv und funktional) bietet, ohne strukturlos zu erscheinen.

Dies zeigt sich u. a. im Zusammenhang mit dem Anfangs- und Zielzustand einer Aufgabe, aus dem sich vielfältige Variationen der Zielerreichung ergeben, die in Abhängigkeit der Unterrichtstruktur ein hohes Maß an Eigenaktivität auf dem Weg zu individuellen Lösungen bieten.

Teilhabe an gemeinsamen Problemstellungen

Ein Lernen in der Grundschule geht über das individuelle Aneignen von Wissen hinaus und versteht sich als „ein aktiver Prozess [...,] Wissen und Können in Gruppen zur Problemlösung anzuwenden" (BMBWF, 2023, S. 8), auch und vor allem „nach dem Prinzip der inklusiven Pädagogik, die [eine] soziale Integration von Kindern mit Behinderung" (ebd., 2023, S. 8) anstrebt.

Wie zuvor am Konzept des Design-Thinking (vgl. Dekker, 2021) aufgezeigt wurde, ergeben sich im Rahmen von Problemlöseprozessen Möglichkeiten, sowohl individuelle als auch gemeinsame Anteile der Lernenden im Unterricht zu berücksichtigen. Damit eröffnen sich im Allgemeinen, aber insbesondere im Zusammenhang mit hete-

rogenen Lerngruppen Wege, inklusions- und sonderpädagogische sowie fachdidaktische Aspekte im Kontext technikbezogenen Unterrichts zu integrieren.

Eine an Inklusion orientierte Didaktik erkennt dabei die Vielfalt der Lernenden an und ermöglicht, dass sich für alle am Unterricht beteiligten Schüler:innen unabhängig ihrer Fähigkeiten und Bedürfnisse individuelle Zugänge zum Lerngegenstand ergeben. Dies reduziert sich nicht nur auf eine gegenseitige Unterstützung, sondern eröffnet auch ein Lernen voneinander, unabhängig davon, ob oder gerade weil unterschiedliche Fähigkeiten und Sichtweisen in den Prozess mit einfließen.

Aus der Perspektive einer inklusiven Didaktik kommt dabei der Kooperation eine wesentliche Bedeutung zu. Dies zeigt sich etwa in dem von Lew Vygotskij (vgl. 2002, S. 326 ff.) erarbeiteten Konzept *der Zone der nächsten Entwicklung*. Als ein Bereich, der sowohl kognitive als auch emotionale Perspektiven berücksichtigt, ist *die Zone der nächsten Entwicklung* in hohem Maße von „der gemeinsamen Kooperation oder Zusammenarbeit" (Jugel & Steffens, 2019, S. 81) geprägt. Auch in dem von Georg Feuser (1995) entworfenen Modell der *entwicklungslogischen Didaktik* findet dies im Rahmen der Kooperation am *gemeinsamen Gegenstand* (1995, S. 170) in umfassender Weise Berücksichtigung.

Im Hinblick auf einen technikbezogenen Unterricht in der Primarstufe, der von Schülerinnen und Schülern vornehmlich die Bearbeitung singulärer Aufgaben verlangt, die zumeist auf individuelle Tätigkeiten und klar abgrenzbare Leistungen zielen, sei an dieser Stelle die Frage nach kooperativen Formen des Lernens im Zusammenhang mit unterschiedlichen Lernausgangslagen gestellt, wie sie etwa in den bereits genannten Hinweisen und Modellen inklusiver Didaktik zu finden sind.

> „Wesentliches Moment der Realisierung von Kooperation ist die Möglichkeit der Übernahme der Leitungsfunktion durch jeden Kooperierenden. Ist dies aus Gründen der entwickelten Arbeitsteilung nicht möglich, so muss im Sinne umfassender Demokratisierung der Kooperation die Möglichkeit der Kontrolle dieser Funktion gegeben sein." (Jantzen, 2007, S. 222)

Ein möglicher Weg eröffnet sich im kooperativen Lernprozess, der als eine „interaktive Komponente von Lernen" verstanden wird und „sich durch die kollektive Herstellung von Bedeutung auszeichnet" (de Boer & Last, 2022, S. 67). Von Interesse sind dabei sogenannte Mikroprozesse, die berücksichtigen, „wie Schüler:innen durch die Verflochtenheit von Äußerungen und Handlungen [...] zu ihren Ergebnissen gelangen [...]" (2022, S. 67).

Bezogen auf die Frage nach Möglichkeiten der Zusammenarbeit von Lernenden mit unterschiedlichen Ausgangslagen im Kontext inklusiver Bildung bieten sich hier zentrale Anknüpfungspunkte.

Dabei gilt zu beachten, dass Kooperation im hier beschriebenen Zusammenhang nicht als methodische Orientierung, vergleichbar etwa einem Peer Learning, verstanden wird, sondern die Grundlage gemeinsamer Handlungs- und Problemlöseprozesse darstellt. Somit steht auch nicht die Unterstützungsleistung vermeintlich kompetenterer Peers im Vordergrund, sondern vielmehr der sich ergänzende Austausch von Perspektiven.

Lassen sich Kooperationen beobachten?

Die im Folgenden angeführten Aspekte stützen sich im Wesentlichen auf Ergebnisse aus dem Forschungs- und Entwicklungsprojekt *Kooperatives Lernen im inklusiven technikbezogenen Unterricht ‚KoLiTec'* (KPH Wien/Krems/PH Oberösterreich). Im Kern geht es um eine Integration allgemein- und sonderpädagogischer sowie fachdidaktischer Aspekte (vgl. Finkbeiner & Eibl, 2022; 2023). Dabei konnte auf Basis videografierter Beobachtungen gemeinsamer technikbezogener Problemlösesituationen gezeigt werden, dass sogenannte Mikroprozesse (vgl. Sujbert, Sunnen, Arend & Fixmer 2014) gemeinsamen Handelns und Problemlösens einen wesentlichen Beitrag in kooperierenden Lernsituationen darstellen.

Im Beitrag wird dazu exemplarisch auf die Analyse einer Sequenz zurückgegriffen, die einen Einblick in derartige Mikroprozesse gibt, verbunden mit dem Ziel, eine „Annäherung an die Perspektive" (de Boer, 2022, S. 15) von Schülerinnen und Schülern zu erlangen.

Ausgehend von den bereits aufgezeigten Herausforderungen, aber auch Möglichkeiten im Kontext heterogener Lerngruppen, welche sich auf der Ebene des Unterrichts u. a. dadurch kennzeichnen, dass Lerngelegenheiten häufig einen begrenzten Aufforderungscharakter (Fokus auf das Fertigen und Dekorieren) besitzen und dabei für Lernende wenige Lösungsvarianten berücksichtigen, wird in Absprache mit der Lehrperson an einem Schulstandort eine mehrphasige problemorientierte Aufgabenstellung entwickelt.

Die Lerngelegenheit soll dabei zum einen kognitive, handelnde als auch emotionale Aspekte integrieren und neben der gesprochenen Sprache die gemeinsamen und individuellen Tätigkeiten der Lernenden in die Beobachtung aufnehmen.

Um eine Laborsituation und damit einhergehende kontrollierte Bedingungen zu vermeiden, wird die Untersuchung im Regelunterricht einer öffentlichen Grundschule auf der 3. Schulstufe (6/2021) im Zeitraum von vier Wochen durchgeführt.

Der gesamte Prozess gliedert sich dabei in vier Phasen zu je zwei Unterrichtseinheiten (UE).

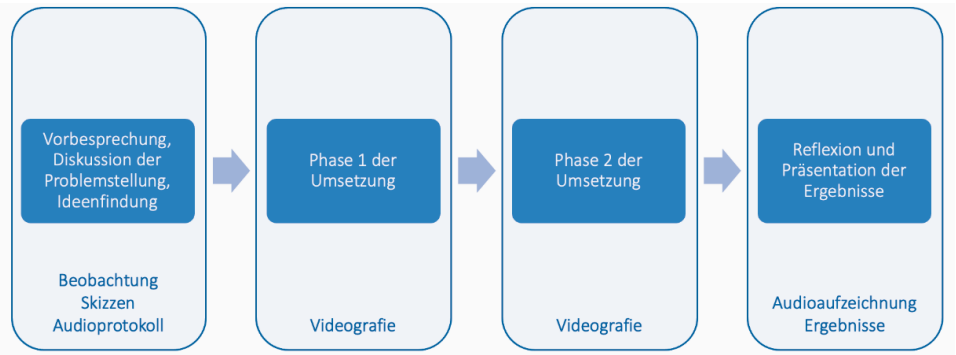


Abbildung 2: Die mehrphasige problemorientierte Aufgabenstellung

Für die Phase 1, Vorbesprechung, Diskussion der Problemstellung sowie Ideenfindung und Phase 4, Präsentation und Reflexion der Ergebnisse, liegen jeweils Audioaufzeichnungen der Gespräche bzw. Dokumente in Form von Skizzen und Modellen vor.

Die zentralen Phasen 2 und 3, der Kern der Umsetzung, finden im Fachraum (Werkraum) statt und werden durchgängig videografiert.

Zentrale Aufgabenstellung für die Schüler:innen ist es, ein Modell eines realen Spielgeräts im Freigelände des Schulstandortes zu entwickeln.

Da die Anschaffung eines solchen Gerätes ohnehin auf der Agenda der Schule steht, kann hier ein unmittelbarer Realitätsbezug hergestellt werden, bzw. können Entwurfsmodelle als mögliche weitere Argumentationsgrundlage dienen. Die Problemstellung eröffnet Anknüpfungspunkte an das Thema Spiel als ein bedeutsamer Aspekt der Lebenswelt der Kinder und fordert heraus, sich mit den grundlegenden Zielstellungen der Aufgabe auseinanderzusetzen. In der am Designprozess angelehnten Entwicklung des Modells[2] müssen dabei reelle Aspekte der Sicherheit berücksichtigt werden. Zudem soll das Spielgerät für Kinder aller Schulstufen in hohem Maße attraktiv und damit möglichst nachhaltig sein. Dieses Dilemma (Sicherheit vs. Spielfreude) kann als eine zentrale Vorerfahrung (der Spielplatz als bedeutsamer Ort der Freizeitgestaltung) aller Beteiligten betrachtet werden und initiiert dadurch möglicherweise eine spezifische und variantenreiche Umsetzung.

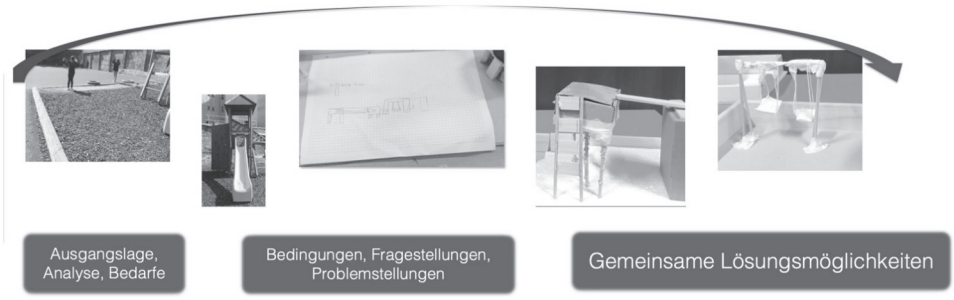


Abbildung 3: Skizzierter Problemlöseprozess der Schüler:innen

Mit Blick auf das „Interaktionsgeschehen" (Herrle, Rauin & Engartner, 2016, S. 8) bilden die videografierten Beobachtungen ein umfangreiches und zugleich komplexes Dokument, das dazu herausfordert, über die strukturelle und sequenzielle Bearbeitung hinaus eine Offenheit einzunehmen, um „eine Vielzahl an Dingen" (ebd.) zu berücksichtigen, die in den zuvor getroffenen Annahmen nicht verankert wurden. In Anbetracht der damit einhergehenden Dynamiken (vgl. de Boer & Last, 2022, S. 67) wird auf ein „zweischrittiges Vorgehen" (ebd.) zurückgegriffen, bei dem sich einer Beobach-

2 Hierfür wurden der Schulstufe entsprechende bekannte Werkmaterialien zur Verfügung gestellt. Mit der Handhabung der damit verbundenen Werkzeuge waren die Lernenden vertraut.

tung und Dokumentation des Unterrichtsgeschehens „die Rekonstruktion und das Nachvollziehen der Handlungen“ (ebd., S. 69) anschließt.

Die Aufgabenstellung kann, wie bereits dargestellt, dabei als offen (vgl. Stettler, 2023) beschrieben werden und fordert über die beschriebenen Phasen hinweg dazu auf, sich mit den je spezifischen Anforderungen (Ideenfindung, Problemklärung, Organisation, Entwurf, Herstellung, Begutachtung, Optimierung, Reflexion …) auseinanderzusetzen. Der Forschungsprozess wird dabei von der Annahme begleitet, dass sich insbesondere im Rahmen der Auseinandersetzungen mit der Problemstellung vielfältige Beobachtungen dokumentieren lassen. Eine im Vorfeld getroffene Prognose über etwaige Interaktionsprozesse ist jedoch nicht möglich, da diese alleinig durch die Lernenden initiiert und hergestellt werden.

Die Bearbeitung der Aufgabe kann allgemein, bezogen auf alle vier Phasen, als ein Prozess beschrieben werden, der sowohl gemeinsame als auch individuelle Situationen hervorbringt (vgl. Dekker, 2021), die sich auf sprachlicher, aber insbesondere auf der handelnden Ebene zeigen.

Zentrales Merkmal der im weiteren Verlauf stark verkürzt dargestellten Sequenz (siehe Abbildung 4; Fotogramm der Sequenz Sägen) ist das Ablängen einer Holzleiste.

Der Beginn wird dabei durch eine Interaktion zwischen den Lernenden K1 und K2 eingeleitet, bei der K1 die Leiste in den Schraubstock einspannt, die von K2 mit der Säge weiterbearbeitet wird. K2 und K3 behalten ihre Position während der Sequenz nahezu unverändert bei, während K1 den Tisch zum Ausführen von Teilhandlungen auch verlässt.



Abbildung 4: Fotogramm der Sequenz Sägen

Das Fotogramm stellt eine sequenzielle Abfolge dar, bei der sich die Interaktionen zwischen den Lernenden als aufeinander bezogene technische Handlungen beobachten lassen, die zu diesem Zeitpunkt primär von der Bewältigung autonomer Teilaufgaben bestimmt sind. So dokumentieren sich etwa domainspezifische Tätigkeiten, wie Planen und Kontrollieren (K3 skizziert durchgängig), Modellieren (K1 materialisiert seine Vorstellungen zum Modell) oder Sägen (K2 übernimmt dies alleinig). Die hohe individuelle Verantwortung für ihr Tun kann als eines der Grundelemente kooperativen Lernens betrachtet werden.

Eine weitere Form der Interdependenz zeigt sich etwa in der Interaktion von K2 und K3 und dem sich zu diesem Zeitpunkt der Beobachtung entwickelnden Perspektivenwechsel.

Waren die Interaktionen zu Beginn der Phase 2 häufig davon geprägt, dass K3 zumeist korrigierend die Handlungen von K2 unterbricht, behält K3 zwar weiterhin die Position des Beobachters bei, verbunden mit den Tätigkeiten Planen und Kontrollieren, agiert jedoch abweichend von seinem bisher gezeigten Muster. K3 gelingt es im Verlauf der Sequenz vermehrt, vom Standpunkt des K2 aus zu denken und zu agieren.

> „Die Rolle des Anderen zu übernehmen impliziert, dass wir uns von seinem Standpunkt aus den Zweck seines Verhaltens vorstellen, aber auch seine Reaktionen auf unser Verhalten antizipieren“ (Abels, 2020, S. 89).

Das Zutrauen in die Handlung von K2 wird auch von K1 bestätigt, der im Gegensatz zu den vorhergegangenen Sequenzen den Sägevorgang von K2 nicht mehr korrigierend unterbricht.

Hinweise dazu finden sich etwa im Videobild 5, in dem K1 erstmalig Blickkontakt mit K2 aufnimmt und ihm (von freudigem Gesichtsausdruck begleitet) Rückmeldung gibt, dass die abgelängte Leiste nun optimal auf den Karton (gedacht als Grundplatte für das Modell eines Spielgeräts) passt. Während die Interaktionen zwischen K2 und K3 nahezu ausschließlich aus aufeinander bezogenen Handlungen bestehen, teilt sich K1 vorzugsweise verbal mit. Ausführungen wie „Ich klebe schon“ können dabei als Hinweis verstanden werden, etwas für die Gruppe bereits erledigt zu haben. Die Bemerkung „Ich klebe schon“ wird von K1 innerhalb der Sequenz nicht nur wiederholt, sondern auch mit Nachdruck unterlegt. Hier deutet sich das Prinzip der Reflexivität an, „dass wir beim Handeln nicht nur handeln, sondern gleichzeitig immer auch andeuten oder darauf hinweisen und damit beobachtbar machen, wie unser Handeln verstanden werden soll“ (vgl. Tuma, Schnettler & Knoblauch, 2013, S. 90). Die weiteren Beobachtungen im Verlauf zeigen, dass K1 sich verstanden fühlt und seine Tätigkeit sich in den Gesamtprozess einfügt und er infolgedessen nun eine neue Teilaufgabe aufnimmt.

Die Bestätigung über den Abschluss der Teilaufgabe wird ebenfalls durch ein Feedback von K2 ergänzt, da auch er daran beteiligt ist. Diese „positive Interdependenz“ (Johnson & Johnson, zitiert nach Büttner, Warwas & Adl-Amini, 2012, o. S.) ist somit ein konkreter Hinweis in Bezug auf ein kooperatives Lernen, da das Ziel als gemeinsame Gruppen- bzw. Tandemleistung zustande gebracht wurde.

Die exemplarische Sequenz zeigt generell Anhaltspunkte, wie es den Schüler:innen gelingt, ein hohes Maß an Struktur zu produzieren. Zentral dabei ist, *wie* sie diese hervorbringen (vgl. de Boer & Last, 2022, S. 67). In den aufeinander bezogenen technischen Handlungen lassen sich Mikroprozesse beobachten, die „sich durch die kollektive Herstellung von Bedeutung" auszeichnen und es den Kindern ermöglichen, „durch die Verflochtenheit von Äußerungen und Handlungen" (2022, S. 67) ihre Tätigkeiten zu koordinieren und so letztlich an ihr Ziel zu gelangen.

Die Bedingung, dass „individuelle Ziele und Gruppenziele nur erreichbar sind, wenn somit der eigene Erfolg abhängig ist vom Erfolg aller anderen Gruppenmitglieder [...]" (vgl. Borsch, 2010, zitiert nach Büttner, Warwas & Adl-Amini, 2012), bestätigt sich in dieser Sequenz nicht. Vielmehr erfährt das eigene Tun eine vorrangige Bedeutung, da es als eine unmittelbare und daher für das jeweilige Kind subjektiv bedeutsame Tätigkeit aufgefasst wird.

Ausblick

Aus der Sequenz lassen sich zusammenfassend zwei wesentliche Aspekte festhalten. So sind die Interaktionen der Schüler:innen sowohl von Zusammenarbeit, etwa bei der Aushandlung eines gemeinsamen Themas und der Ideenfindung, als auch von individuellen Tätigkeiten bestimmt.

Zwar kann aus den Beobachtungen dabei auf keine bestimmten Abfolgen geschlossen werden, die etwa auf sich wiederholende Muster hinweisen, jedoch ist das kollektive Ziel, also das Modell, in dem sich die Intentionen widerspiegeln, stets präsent.

Generell lässt sich dabei eine Anerkennung und Würdigung der jeweils anderen Tätigkeiten insbesondere dann beobachten, wenn die eigenen Handlungen (auch wenn diese mitunter nur kurze Zeiträume umfassen) subjektiv weniger bedeutsam erscheinen und dadurch Offenheit für das Gemeinsame entsteht. Ein Beispiel dafür ist die Interaktion von K2 und K3 im Verlauf der Sequenz, aus der etwa ein Zuerkennen der jeweiligen Handlungen des Gegenübers beobachtet werden konnte. Dies erscheint gerade vor dem Hintergrund sogenannter inklusiver Lerngruppen von zentraler Bedeutung, da bedingt durch die heterogene Konstellation hier häufig konträre Ausgangssituationen erzeugt werden.

Bezogen auf den gesamten Beobachtungszeitraum zeigt sich, dass den im Prozess des Design-Thinking (vgl. Dekker, 2021) und technischen Problemlösen verorteten, kognitiven, handelnden und emotionalen Anteilen eine in gleichem Maße hohe Bedeutung zugemessen werden kann. So konnten sich die Schüler:innen der an sie gerichteten Aufgabenstellung aus unterschiedlichen Perspektiven nähern und somit für sie wichtige Anknüpfungspunkte entdecken.

Welche Perspektiven lassen sich daraus für mögliche inklusive Lernumgebungen in der pädagogischen Praxis erkennen?

Ausgehend von einer „gemeinsamen Kernidee“ (Sprenger & Hußmann, 2020, S. 894) eröffnen sich für alle am Prozess beteiligten Schüler:innen in hohem Maße Anknüpfungspunkte. Dies ermöglicht, Ideen und Vorstellungen in Kooperation mit anderen, aber auch über individuelle Teilaufgaben zu realisieren, um so am Kollektiven zu arbeiten.

Gemeinsame Angebote verstehen sich dabei als sinnvolle Erweiterung im Portfolio technikbezogener Lerngelegenheiten. Ein „Lernen am gemeinsamen Gegenstand“ (Feuser, 1995) oder die Gestaltung „gemeinsame[r] Lernsituationen“ (Sprenger & Hußmann, 2020, S. 893) sind daher mitnichten eine Perspektive für vorrangig heterogene Lerngruppen, als vielmehr eine Möglichkeit, „Interaktion und Kooperation innerhalb der Lerngemeinschaft“ (2020, S. 893) zu aktivieren.

Literatur

Abels, Heinz (2020): Soziale Interaktion. Wiesbaden: Springer VS.

BMBWF. Bundesministerium Bildung, Wissenschaft und Forschung (2023). Lehrplan der Volksschule und der Sonderschulen. https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009275 (Abfrage: 02.01.2024).

Büttner, Gerhard/Warwas, Jasmin/Adl-Amini, Katja (2012): Kooperatives Lernen und Peer Tutoring im inklusiven Unterricht. In: Zeitschrift für Inklusion (2012) 1–2, DOI:10.25656/01:5877

De Boer, Heike (2022): Beobachten im fachdidaktischen Kontext – aufgabenbezogene Beobachtungen. In: De Boer, Heike/Last, Sandra/Merklinger, Daniela (Hrsg.): Beobachten im fachdidaktischen Kontext. Schülerinnen- und Schülerperspektiven auf die Bearbeitung von Aufgaben. Wiesbaden: Springer VS. S. 13–38.

De Boer, Heike/Last, Sandra (2022): Mikroprozesse in der Fachdidaktik – Aufgabenbearbeitungen als komplexe Ko-Konstruktionen. In: De Boer, Heike/Last, Sandra/Merklinger, Daniela (Hrsg.): Beobachten im fachdidaktischen Kontext. Schülerinnen- und Schülerperspektiven auf die Bearbeitung von Aufgaben. Wiesbaden: Springer VS. S. 65–78.

Dekker, Teun den (2021): Design Thinking. [S. I.]: Routledge.

DGTB (Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung e.V.) (2018): Anliegen und Grundzüge Allgemeiner Technischer Bildung. Grundsatzpapier Nr. 1, dgtb.de/wp-content/uploads/2018/09/Grundsatzpapier-Nr_1_04-08-2018-final (Abfrage: 25.11.2023).

Fast, Maria/Finkbeiner, Timo (2019): Technische Bildung im fächerverbindenden Unterricht der Primarstufe – Eine qualitative Untersuchung zu Interessenförderung. In: tu Zeitschrift für Technik im Unterricht, 44/1, S. 26–44.

Finkbeiner, Timo/Eibl, Susanne (2022): Kooperative Prozesse im technikbezogenen Unterricht. In: Schimek, Bernhard/Kremsner, Getraud/Proyer, Michelle/Grubich, Rainer/Paudel, Florentine/Regina Grubich-Müller (Hrsg.): Grenzen.Gänge.Zwischen.Welten. Kontroversen – Entwicklungen – Perspektiven der Inklusionsforschung. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt. S. 280–286.

Finkbeiner, Timo/Eibl, Susanne (2023): Gemeinsames Handeln und Problemlösen im technikbezogenen Unterricht der Primarstufe. In: Hoffmann, Mirjam/Hoffmann, Thomas/Pfahl, Lisa, u. a. (Hrsg.): Raum. Macht. Inklusion. Inklusive Räume erforschen und entwickeln. Tagungsband. 35. Jahrestagung der Inklusionsforscher*innen-Tagung 2022 in Innsbruck. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt. S. 265–272.

Feuser, Georg (1995): Behinderte Kinder und Jugendliche zwischen Integration und Aussonderung. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Greinstetter, Roswitha (2018): Technische Bildung und Unterricht zu Technik. In: Greinstetter, Roswitha/Fast, Maria/Bramberger, Andrea (Hrsg.): Technische Bildung im fächerverbindenden Unterricht der Primarstufe. Forschung – Technik – Geschlecht. Hohengehren: Schneider Verlag. S. 7–15.

Herrle, Matthias/Rauin, Udo/Engartner, Tim (2016): Videos als Ressourcen zur Generierung von Wissen über Unterrichtsrealität(en). In: Rauin, Udo/Herrle, Matthias (Hrsg.): Videoanalysen in der Unterrichtsforschung – Methodische Vorgehensweisen und Anwendungsbeispiele. Weinheim: Beltz Juventa. S. 8–28.

Heufler, Gerhard (2012): Design basics. Von der Idee zum Produkt. Sulgen/Zürich: Niggli.

Jantzen, Wolfgang (2007): Allgemeine Behindertenpädagogik: 2 Teile in einem Band. Teil 1: Sozialwissenschaftliche und psychologische Grundlagen. Teil 2: Neurowissenschaftliche Grundlagen, Diagnostik, Pädagogik und Therapie (veränd. Neuaufl.). Berlin: Lehmanns.

Jugel, David/Steffens, Jan (2019): Didaktische Leitgedanken für die Entwicklung inklusiver Lernumgebungen. In: Langner, Anke/Ritter, Matthias/Steffens, Jan/Jugel, David (Hrsg.), Inklusive Bildung forschend entdecken. Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 77–112.

Lange-Schubert, Kim/Steinmann, Annett (2023): Das T in der MINT-Bildung: die Technik. In Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.): MINT-Bildung im Primarbereich – Qualität im Unterricht zu MINT-Themen stärken. Opladen • Berlin • Toronto: Barbara Budrich. S. 98–102.

Mammes, Ingelore/Zolg, Monika (2015): Technische Aspekte. In: Kahlert, Jochen/Fölling-Albers, Maria/Götz, Margarete/Hartinger, Andreas/Miller, Susanne/Wittkowske, Steffen (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. (2. aktual. u. erw. Aufl.) Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt. S. 143–149.

Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.) (2012): Fachanforderungen Technik. Primarstufe/Grundschule. fachportal.lernnetz.de(sh(faecher/technik/fachanforderungen.html (Abfrage: 25.11.2023).

Schulte, Friederike/Kurnitzki, Sarah/Lütje-Klose, Birgit/Miller, Susanne (2019): Mikroprozesse im inklusionsorientierten Sachunterricht: Gemeinsamkeit herstellen und den Lerngegenstand fokussieren. In: Pech, Detlef/Schomaker, Claudia/Simon, Toni (Hrsg.): *Inklusion im Sachunterricht. Perspektiven der Forschung.* Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt. S. 21–35.

Sprenger, Lara/Hußmann, Stephan (2020): Zieldifferente Lernumgebungen als inklusive Lernsettings. In: Siller, Hans-Stefan/Weigel, Wolfgang/Wörler, Jan Franz (Hrsg.):Beiträge zumMathematikunterricht. Münster: WTM-Verlag. S. 893–896.

Steffens, Jan (2019): Der Mensch lernt nicht mit einem Gehirn, sondern mit vielen Gehirnen in Gesellschaft. (Neuro-)Psychologische Grundlagen für die Gestaltung inklusiven Unterrichts. In: Langner, Anke/Ritter, Matthias/Steffens, Jan/Jugel, David (Hrsg.): Inklusive Bildung forschend entdecken. Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 31–76.

Stettler, Andreas (2023): Offenheit der Aufgabenstellung und Strukturiertheit des Unterrichtes im Technischen Gestalten. In: Binder, Martin/Wiesmüller, Christian/Wiemer, Tobias (Hrsg.): Technikunterricht konkret. Tagungsband der 24. Tagung der DGTB in Reutlingen. 23.–24. September 2022. Oldenburg: University of Oldenburg Press.

Sujbert, Monika/Sunnen, Patrick/Arend, Béatrice/Fixmer, Pierre (2014): Mit Video einen mikroanalytischen Blick auf gemeinsam konstruierte Lernprozesse von Kindern richten. In: Kopp, Bärbel/Martschinke, Sabine/Munser-Kiefer, Meike/Haider, Michael/Kirschhock, Eva-Maria/Ranger, Gwendo (Hrsg.): Individuelle Förderung und Lernen. Jahrbuch Grundschulforschung. Wiesbaden: Springer Fachmedien. S. 182–185.

Trautmann, Matthias/Wischer, Beate (2011): Heterogenität in der Schule. Eine kritische Einführung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften/Springer Fachmedien Wiesbaden.

Vygotskij, Lev Semenovič (2002): Denken und Sprechen. Psychologische Untersuchungen. Weinheim: Beltz.

Wyss, Barabara (2016): Gestalterisch-konstruktives Problemlösen von Sechs- und Achtjährigen. Theoretische Grundlagen und empirische Studie zur Technischen Gestaltung in Kindergarten und Unterstufe. opus.bibliothek.uniaugsburg.de/opus4/frontdoor/deliver/index/docId/37902/file/Wyss_Dissertation.pdf. (Abfrage: 25.11.2023).

Autor



Finkbeiner, Timo, Dr., Dipl.-Päd. Mag., BEd ist an der Kirchlichen Pädagogischen Hochschule Wien/Krems am Institut für Ausbildung tätig. Kern seiner Tätigkeit bilden Lehre und Forschung in den Bereichen der Inklusiven Pädagogik und der frühen Technischen Bildung. Damit aktuell verbundene Schwerpunkte fokussieren insbesondere Fragen der Didaktik sowie der Lehrer:innenbildung.
Kontakt: timo.finkbeiner@kphvie.ac.at

Technikbezogenen Sachunterricht inklusiv gestalten – eine empirische Untersuchung der Beschaffenheit und Berücksichtigung von Schülerbedürfnissen

Franz Schröer, Nele Schemel, Claudia Tenberge

Abstract

Der Parallelbericht des Instituts für Menschenrechte (2023) verleiht der *Entwicklungsaufgabe Inklusion* derzeit Nachdruck. Sachunterrichtsdidaktische Forschung hat diese Aufgabe aufgenommen und Merkmale inklusiven Sachunterrichts hervorgebracht und teilweise empirisch fundiert. Die Berücksichtigung der Bedürfnisse von Schülerinnen und Schülern stellt ein solches Merkmal dar. Speziell für den *technikbezogenen* Sachunterricht weisen bestehende Arbeiten auf persönlichkeits- und bedürfnisförderliche Potenziale hin (Tenberge 2002, Schröer 2020). Vor diesem Hintergrund fragt die vorgestellte Mixed-methods-Studie nach der Beschaffenheit der Bedürfnisse von Schülerinnen und Schülern in einem problemorientierten Unterricht zum Thema *Roboter*. Die Ergebnisse illustrieren die Heterogenität kindlicher Lernbedürfnisse und werden vor dem Hintergrund ihrer Berücksichtigung im Kontext technischen Lernens diskutiert.

The parallel report by the UN Institute for Human Rights (2023) has recently emphasized the developmental task *inclusion*. Research has taken up the issue and identified characteristics of inclusive technology education lessons at primary level, of which some have been empirically substantiated. One such characteristic is the consideration of pupils' needs. Studies point to potentials that promote personality development and needs, especially for technology-education lessons at primary level (Tenberge 2002, Schröer 2020). The mixed-methods study presented here examines the nature of pupils' needs in a problem-orientated unit on the topic of *robots*. The results illustrate the heterogeneity of children's learning needs. They are discussed with regard to their consideration in the context of inclusive technology education.

1 Theoretischer Bezugsrahmen und Stand der Forschung

1.1 Technisches Lernen im Sachunterricht

Technik verfolgt den Zweck, die Bewältigung des Alltags zu erleichtern und individuelles Leben zu bereichern (vgl. GDSU 2013, S. 63). Die Lebenswelt von Kindern ist von

Technik geprägt. Kinder bauen und konstruieren selbst technische Gegenstände, sie bedienen Technik und lösen technische Probleme (vgl. Ahlgrimm et al. 2018, S. 87). Sie sind von den Folgewirkungen von Technik wie Lärm und Umweltbelastungen betroffen (vgl. Möller 1998, S. 89). Somit bewegen sich Kinder im Spannungsfeld zwischen Lebenserleichterungen und Folgewirkungen der Technik (vgl. Mammes, Zolg, 2015, S. 144). Blümer (2021, S. 53 f.) hebt diesbezüglich problematisierend hervor, dass Kinder Technik zwar alltäglich bedienen und nutzen, diese basalen Handlungen jedoch oftmals ohne Einblick in zugrunde liegende Funktionsprinzipien erfolgen. Schüler:innen haben Interesse daran, Einsicht in das Verborgene der Technik zu erlangen (Mammes 2001). Eine frühe technische Bildung ist folglich sowohl aus sach- als auch aus kindorientierter Perspektive begründet (vgl. Hackbarth 2021, S. 6; Schröer, Tenberge 2023).

Technik ist, so Biester (1991), Bestandteil grundlegender Bildung. Dabei sind leitende Zielstellungen technischer Bildung in der Grundschule die Entwicklung und Förderung technischen Interesses, die planvolle Auseinandersetzung mit sowie die reflektierte Anwendung von Technik und die Entwicklung dafür erforderlicher selbstbezogener Kognitionen (vgl. Mammes, Zolg 2015, S. 144 f.). Zum Erreichen dieser Ziele werden durch interessengeleitetes technisch-produktives Handeln und Analysieren technische Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen an für die Schüler:innen gehaltvollen und zugänglichen Artefakten, Problemen, Prozessen, Wissensbeständen und Werten mit exemplarischer Bedeutung erschlossen (vgl. Möller, Wyssen 2018, S. 157).

Schüler:innen erwerben auf diese Weise Methoden- und Inhaltskompetenzen, die dazu beitragen, technische Alltagssituationen zu erschließen und zu bewältigen (vgl. Landwehr 2017, S. 3). Ferner wird eine kritische Haltung zur Technik aufgebaut (vgl. GDSU 2013, S. 64). Technische Bildung trägt so zur Persönlichkeitsentwicklung und Sensibilisierung für umwelt- und sozialverträgliche Techniknutzung, -gestaltung und -entsorgung bei. Leitend ist dabei das Ziel, Schüler:innen zur mündigen Teilhabe an einer von Technik geprägten Gesellschaft zu befähigen (vgl. Steinmann 2019, S. 115).

Die Lebenswelt von Kindern ist von technologischem Wandel geprägt. Die aus technologischem Wandel hervorgehenden Innovationen werden auch unter dem Einfluss von Automatisierung, Digitalisierung, Robotisierung und künstlicher Intelligenz in rasantem Tempo weiterentwickelt. Computational Thinking als Variante technischen Problemlösens, die die formalisierte Darstellung, Beschreibung und Lösung technischer Probleme in den Vordergrund rückt, kommt dadurch gehobene Relevanz zu (vgl. Wing 2017; Barendsen, Bruggink 2019). Die zugrunde liegenden Funktionsprinzipien technischer Artefakte, Probleme und Prozesse werden zunehmend komplexer. Durch die Verborgenheit insbesondere digital-technischer Prozesse und dadurch, dass diese ohne Messgeräte oder andere Hilfsmittel nur selten beobachtbar sind, bleiben sie für Schüler:innen oftmals intransparent. Die oben angeführte Einsicht der Schüler:innen in zugrunde liegende Prinzipien, wie beispielsweise die Weitergabe von Befehlen mittels elektronischer Steuerung und das Zusammenspiel von Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe, bedarf, da Kinder digitale technische Artefakte regelmäßig nutzen und bedienen, einer problemorientierten Förderung in der Primarstufe (vgl. KMK 2017; vgl. GDSU 2021; vgl. Scheibe et al. 2021).

1.2 Problemorientiertes Lernen im technologischen Wandel

Beinbrech (2015, S. 398) beschreibt Problemorientierung im Sachunterricht als ein Konzept für Lehr-Lernprozesse, aus dem für technikbezogenen Sachunterricht Gestaltungsprinzipien abgeleitet werden können. Als Ausgangspunkt eines problemorientierten Unterrichts dienen lebensweltbezogene Probleme, sodass eine Erörterung technischer Prinzipien und Funktionsweisen durch die Schüler:innen an vorhandenen Sinn- und Bedeutungsstrukturen erfolgt (vgl. Finkbeiner, Eibl 2023, S. 265). In Anlehnung an den Technikkreislauf nach Ahlgrimm u. a. (2018, S. 87) können sowohl technische Probleme als Inhalt als auch technisches Problemlösen als Denk-, Arbeits- und Handlungsweise die Befassung mit Technik im Sachunterricht leiten. Der Technikkreislauf dient dabei der didaktischen Elementarisierung und Rekonstruktion des Lösens technischer Probleme (ebd.). Technik wird so nicht nur reproduziert, sondern ihre elementaren Funktionsprinzipien dienen als Grundlage für eine konkretisierte Adaption auf ein für die Schüler:innen relevantes technisches Problem, das handelnd erschlossen wird (vgl. Schröer, Tenberge 2021, S. 324). Nach der Auswahl eines Problems wird dieses gemeinsam in Teilprobleme zerlegt, die an den Vorstellungen sowie Lösungsideen der Schüler:innen orientiert sind. Unter iterativer, durch die Lehrkraft unterstützter Bezugnahme auf das Ursprungsproblem werden die Teilprobleme von den Schülerinnen und Schülern gelöst (vgl. Beinbrech 2015, S. 398 f.).

Um diese Schritte ausführen zu können, sind Sach- und Handlungswissen, konditionales Wissen, Problemlösestrategien und selbstregulative Fähigkeiten auf Schülerseite erforderlich (vgl. Leutner et al. 2012, S. 36).

Da diese Wissensbestände und Fähigkeiten mit Blick auf Unterricht nicht als vorab erworben vorausgesetzt werden können, bedarf es einer prozessbegleitenden Diagnostik und Berücksichtigung von Lernvoraussetzungen (Fölling-Albers 2015). Aus der Berücksichtigung dieser Lernvoraussetzungen resultiert eine methodisch-didaktische Planung, die am Prozess des Problemlösens orientiert ist und in der Umsetzung adaptive Hilfeleistungen für die Schüler:innen nutzt (vgl. Zolg 2017, S. 18).

Ein solches Lernen bietet Schülerinnen und Schülern mit heterogenen Lernvoraussetzungen die Möglichkeit, positive Selbstwirksamkeitserwartungen auszubilden (vgl. Steinmann 2019, S. 119). Da die Berücksichtigung individueller Lernvoraussetzungen im Konzept der Problemorientierung bereits angelegt ist, eignet sich das Konzept, um es vor dem Hintergrund heterogener Lernvoraussetzungen auf seine Potenziale und Grenzen im Hinblick auf die Gestaltung inklusiven Sachunterrichts zu betrachten. So wird es durch die theoretische (Weiter-)entwicklung unter inklusionsbezogenen Unterrichtsmerkmalen, die das folgende Kapitel herausarbeitet, zu einem potenziell bildungswirksamen Leitprinzip für inklusiven Sachunterricht.

1.3 Sachunterricht inklusiv gestalten

Inklusion als Entwicklungsaufgabe tangiert eine Vielzahl an Lebensbereichen. Bildungssystem, Schule und Unterricht gelten als solche Teilbereiche mit Teilaufgaben, die in einem Mehrebenensystem das Thema Inklusion aufgreifen (vgl. Trumpa, Franz 2014). Die Entwicklung inklusiven Sachunterrichts unter dem Grundsatz, allen Schüle-

rinnen und Schülern gleichberechtigte und gleichwertige Teilhabe an Bildung in sozialer Zugehörigkeit zu ermöglichen, ist seit der Ratifizierung der UN-Behindertenrechtskonvention (UN-BRK) im Jahr 2009 zur Pflichtaufgabe des Unterrichts und der Schule geworden (vgl. Blömer-Hausmanns, Schnell 2022, S. 39). Doch trotz des politisch und normativ implementierten Veränderungsdrucks wird der Umsetzung inklusiver Bildung nur schleppend nachgekommen (vgl. Geiling, Simon 2022, S. 26).

Für den schulischen Kontext definieren Emmerich/Moser (2020, S. 78) Inklusion *„[…] als die schulorganisatorische und pädagogisch-professionelle Antwort auf die Frage […], wie angesichts vielfältiger sozialer Ungleichheiten und vielfältiger individueller Unterschiede eine gleichberechtigte Teilhabe aller Schülerinnen und Schüler an qualitativ hochwertiger Bildung und Erziehung strukturell und systematisch ermöglicht werden kann"*. Eine inklusive Didaktik wird dabei nicht als Spezialdidaktik verstanden. Sie erarbeitet stattdessen Impulse für eine kritische Reflexion bildungstheoretischer Grundideen unter inklusionsbezogenem Fokus. Dabei hebt sie die Heterogenität von Schülerinnen und Schülern in der (fach-)didaktischen Überlegung hervor und versteht Heterogenität als Bereicherung für Unterricht. Unter dieser Prämisse entwickelt und gestaltet sie eigene und reflektiert bestehende Lehr-Lern-Angebote (vgl. Dexel, Kratz 2022, S. 68).

Eine inklusive Gestaltung von Sachunterricht ist zwar wiederholt theoretisch-normativ beschrieben, aber insbesondere für den Bereich technischen Lernens noch nicht hinreichend empirisch beforscht (vgl. Pech, Simon 2022, S. 218). Hier setzt die vorliegende Untersuchung an und nimmt ein solches normatives Prinzip der Gestaltung inklusiven Sachunterrichts zum Anlass, um dessen Prämissen genauer zu beschreiben und empirisch abzusichern.

Wiederholt rufen die Sachunterrichts- wie auch die inklusive Didaktik die Berücksichtigung vielfältiger Bedürfnisse als Maxime und Gestaltungsmerkmal inklusiven Sachunterrichts auf (Schröer, Tenberge 2022). Nur wenige Studien verbinden dabei den Bedürfnisbegriff explizit mit einer theoretischen Grundlegung. Als an den Sachunterricht und dessen Didaktik anschlussfähige Grundlage kann diesbezüglich aufgrund der Studien von Tenberge (2002) und Beinbrech (2003) die Selbstbestimmungstheorie der Motivation (SDT) von Deci und Ryan (u. a. 2018) betrachtet werden.

Die SDT ist ein theoretischer Ansatz zur Motivation und Persönlichkeit, bei der das Selbst zentral ist (vgl. Ryan/Deci, 2000, S. 68). Sie stellt eine Metatheorie dar, die die Bedürfnisse von Schülerinnen und Schülern und deren Befriedigung als deren motivationsdeterminierenden Teil der Persönlichkeit einbettet (vgl. Legault 2017, S. 1).

Eine der sechs Subtheorien der SDT ist die Basic Psychological Need Theory (BPNT). In diesem Anteil der SDT wird der kausale Zusammenhang der universell angeborenen psychologischen Grundbedürfnisse für das Wohlbefinden spezifiziert (vgl. Legault 2017, S. 4). Zwar behandeln nur wenige Theorien den Zusammenhang von psychologischen Ursachen und Lernwirksamkeit (vgl. Krapp 2005, S. 627), doch kann bereits geschlussfolgert werden, dass die Befriedigung der Bedürfnisse essenziell ist, um eine Anpassung an die Lebenswelt sicherzustellen und psychologisches Wachsen, Integrität und schulisches Wohlbefinden zu ermöglichen (vgl. Legault 2017, S. 5; Ryan, Deci 2018, S. 101). Dabei stehen die Befriedigung eines Bedürfnisses und dessen

Auftreten miteinander in einer Wechselwirkung (vgl. Schröer, Tenberge 2021). Die drei psychologischen Grundbedürfnisse nach Deci und Ryan (u. a. 1993) sind Autonomie, Kompetenz und soziale Eingebundenheit (vgl. Ryan, Deci 1993, S. 229). Das Bedürfnis nach Autonomie wird durch das eigene Treffen von Entscheidungen sowie die Übereinstimmung von Gegebenheiten mit den individuellen Wünschen und Zielen befriedigt (vgl. Haase 2017, S. 93). Somit verdeutlicht das Bedürfnis der Autonomie „[...] das natürliche Bestreben, sich als eigenständiges ‚Handlungszentrum' zu erleben". (Krapp 2005, S. 635). In Studien konnte bereits herausgestellt werden, dass zwischen der Autonomieunterstützung und der intrinsischen Motivation eine starke Korrelation besteht und diese qualitativ hochwertiges Lernen fördert (vgl. Bieg, Mittag 2009 S. 137; Bieg, Backes, Mittag 2011, S. 132).

Das Bedürfnis nach Kompetenz äußert sich darin, dass Individuen eigene Handlungsfähigkeit anstreben (vgl. Krapp 2005, S. 635). Diese tritt auf, wenn Individuen sich selbst als produktiv erleben oder ihnen eine Kompetenz zugesprochen wird und steht wiederum eng in Verbindung zur Selbstwirksamkeit (vgl. Legault 2017, S. 5; vgl. Haase 2017, S. 93; vgl. Krapp 2005, S. 635).

Das Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit beruht darauf, dass Menschen ein Streben nach befriedigenden Sozialkontakten und Anerkennung haben (vgl. Krapp 2005, S. 636).

Kaiser/Seitz (2020) betonen den mit Blick auf die Gestaltung inklusiven Sachunterrichts universellen Charakter der Bedürfnisse von Schülerinnen und Schülern und den Bedarf, diese bei der Konzeption von Unterricht zu berücksichtigen (vgl. Kaiser, Seitz 2020, S. 16 f.). Auch bei Schumann (2009) und Simon (2014) spielen die Vielfalt kindlicher Bedürfnisse und deren Berücksichtigung eine besondere Rolle. Um die Bedürfnisse von Schülerinnen und Schülern zunächst definitorisch zu umreißen, bilden die grundlegenden psychologischen Bedürfnisse einen in der empirischen Bildungsforschung wiederholt aufgegriffenen Rahmen.

2 Zusammenfassung der Argumente und Fragestellung

Die beschriebene Ausgangslage zeigt das Forschungsdesiderat zur Berücksichtigung der psychologischen Grundbedürfnisse im inklusiven technikbezogenen Sachunterricht auf. Deshalb zielt dieses Forschungsprojekt auf die Konkretion einer Konzeption zur Bedürfnisberücksichtigung und deren Anwendung auf alltägliche schulische Kontexte im inklusiven Sachunterricht. In der Folge soll die Frage nach der Beschaffenheit von Lernbedürfnissen bei Schülerinnen und Schülern in einem technikbezogenen Sachunterricht zum technischen Problemlösen mit Lernrobotern methodisch aufgegliedert, beantwortet und vor dem Hintergrund der Berücksichtigung von Bedürfnissen diskutiert werden.

3 Methodische Ausrichtung

Zur Beschaffenheit von Bedürfnissen liegt zwar ein grundlegendes Theorem vor, jedoch ist dieses noch kaum vor dem Hintergrund von Unterrichtssituationen beforscht. Im Sinne der Fragestellung nach der Beschaffenheit von Bedürfnissen wählt die Studie eine qualitative methodologische Anlage. Die Stichprobengröße von *N=30* lässt dabei vorrangig Erkenntnisse über die betrachtete Stichprobe zu (vgl. Strauss, Corbin 2015, S. 4 ff.). Die methodische Gestaltung des Vorhabens erfolgt in Anlehnung an den Mixed-methods-Ansatz und ist aufgrund der Offenheit des empirischen Feldes durch eine explorative Herangehensweise gekennzeichnet (ebd.). Datenerhebung und -analyse bedingen dabei einander, da die quantitativ erhobenen individuellen Ausprägungen der psychologischen Grundbedürfnisse den Ausgangspunkt für die Konzeption der Unterrichtseinheit und das Auswahlkriterium für Probandinnen und Probanden für sich an den Unterricht anschließende leitfadengestützte Interviews bilden (vgl. ebd., S. 8).

3.1 Methodische Konkretisierung des eingesetzten Fragebogens

Der Fragebogen „AKSE“ (2023) dient der Erfassung der Ausprägung der psychologischen Grundbedürfnisse im Unterricht und beinhaltet die von Schröer (2020) erstmals erhobenen und weiterentwickelten Items (s. Abb. 1; Schröer 2020, S. 128 f.).

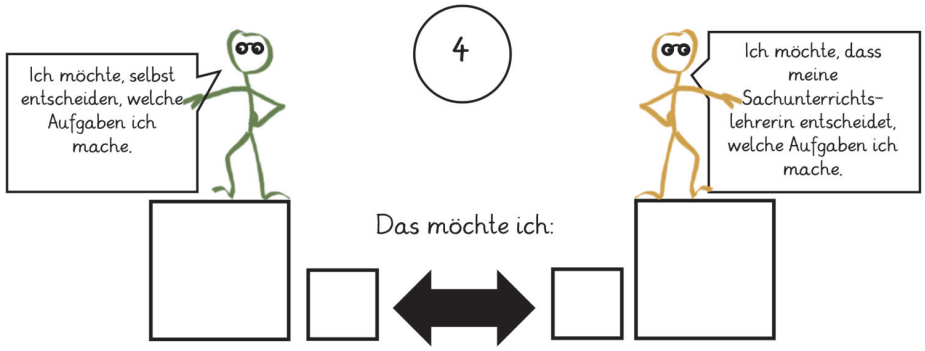


Abbildung 1: Beispielitem (Schröer 2020)

Der Fragebogen umfasst 36 geschlossene, vierstufige Forced-Choice-Items, die jeweils die Ausprägung eines der psychologischen Grundbedürfnisse erfassen. Innerhalb der Grundbedürfnisse wird ferner nach vier Objektdimensionen (Themen/Aufgaben, Ereignisse, Beziehungen/Personen, Gefühle) unterschieden. Dem Fragebogen sind drei Items zur Klärung der Vorgehensweise vorangestellt. Die 36 Items differenzieren sich in je zwölf Items zu den Bedürfnissen nach Autonomie, Kompetenzerleben und sozialer Eingebundenheit. In diesem Artikel wird in der Auswertung auf eine Differenzierung nach der Richtung der Bedürfnisse auf die o. g. Objektdimensionen aufgrund der Größe der Stichprobe verzichtet.

Die Items bestehen stets aus zwei Aussagen, die einem grün und einem gelb dargestellten Kind zugeordnet sind. Zwischen diesen Aussagen treffen die Schüler:innen

jeweils eine Entscheidung (vgl. Schröer 2020, S. 131). Die Ratingskala ist bipolar und ohne eine neutrale Mitte angelegt. Dabei repräsentieren die großen Vierecke die totale und die kleineren Vierecke eine teilweise Zustimmung/Ablehnung.

3.2 Durchführung des Fragebogens

Die Durchführung der Fragebogenerhebung erfolgte drei Wochen vor einer problemorientierten Unterrichtsintervention zum Thema *Roboter*. Die Stichprobe besteht aus zwei zweiten Schulklassen einer Schule im ländlichen Raum Nordrhein-Westfalens. Unter Einbezug forschungsethischer Aspekte wurde zuvor das Einverständnis der Erziehungsberechtigten eingeholt. Um sich von stigmatisierenden Zuschreibungen abzuwenden, werden typische Variablen *präskriptiver* Heterogenität wie sonderpädagogischer Förderbedarf, Alter und Geschlecht in dem weiteren Vorgehen nicht weiter berücksichtigt. Der Fragebogen wurde im Paper-Pencil-Format gemeinsam mit der testleitenden Person im Klassenverband ausgefüllt. Dabei wird mittels eines Instruktionsleiterheftes für die Testleitenden objektiviert vorgegangen. Werden bei Schülerinnen und Schülern Schwierigkeiten vermutet, so wird der Fragebogen im Einzelsetting durchgeführt, sodass etwa Unverständlichkeiten geklärt werden können.

Außerdem wird mehrfach daran erinnert, dass sich die Antworten auf das Fach Sachunterricht beziehen sollen.

3.3 Konzeption der Unterrichtsintervention

Die Unterrichtsintervention schließt an die Erhebung der psychologischen Grundbedürfnisse an. Die gewonnenen Ergebnisse sind Bausteine für deren Konzeption. Sie erfolgt auf theoretischer Grundlage des Prozessmodells Generativer Unterrichtsplanung Sachunterricht (GUS-Modell) (Tänzer et al. 2020) und des Angebots-Nutzungsmodells des Unterrichts (Helmke 2012). In Bezug auf das Angebots-Nutzungsmodell werden unter anderem die Kontextfaktoren berücksichtigt, sodass Rituale und Regeln der Klasse übernommen werden, eine fachliche Expertise einbezogen und eine wertschätzende Haltung verkörpert wird. Außerdem wird ein positives und lernförderliches Klima aufgebaut und die Anschlussfähigkeit für alle Schüler:innen intendiert. Für die didaktisch-methodische Konzeption werden verschiedene potenziell bedürfnisberücksichtigende Lehr-Lern-Handlungen einbezogen, um intrinsische Lernmotivation und Lernleistung sowie -qualität zu fördern (vgl. Großmann, Eckes, Wild 2022, S. 154). Konkret kann dies durch verschiedene methodisch-didaktische Maßnahmen umgesetzt werden. Hierzu zählen bspw. das Bereitstellen von Wahlmöglichkeiten, die Visualisierung des Lernzuwachses und die Vermittlung von Zugehörigkeitsgefühl (vgl. Schiefele 2009, S. 173). Eine Vielzahl an methodisch-didaktischen Maßnahmen für den Unterricht finden zusätzlich Anklang im problemorientierten Lernen, wodurch auch problemorientiertes Lernen mit seiner aktivierenden und handelnden Konzeption einen wichtigen Beitrag für die Bedürfnisberücksichtigung im Sachunterricht leistet.

Die Unterrichtsintervention wird in zwei Einheiten à 90 Minuten durchgeführt. Das Ziel des Unterrichts ist es, ein für die Lerngruppe adaptiertes bedürfnisberücksichtigendes Lehr-Lern-Arrangement zu schaffen, in dem alle Schüler:innen mit ihren

heterogenen Lernvoraussetzungen die Lern- und Bildungsziele erreichen können. Durch die Fragebogenerhebung können verschiedene Ausprägungen der Bedürfniskategorien herausgestellt werden. Diese werden bei der Konzeption der Unterrichtsintervention berücksichtigt. Damit dies gelingt, trägt eine auf Methodenvielfalt ausgerichtete Planung zu einer Berücksichtigung verschiedener Bedürfnisse und ihrer unterschiedlichen Ausprägung bei (vgl. Tenberge 2002, S. 192). Dabei gilt die Berücksichtigung der Bedürfnisse als Notwendigkeit der kompetenten und wertschätzenden Berücksichtigung der Heterogenität (vgl. Schröer, Tenberge 2021, S. 326).

Inhaltlich soll mittels der Lernaufgaben und den Impulsen des Unterrichts eine erste Einführung in das programmierende Lösen von Problemen mit Unplugged-Formaten und dem Lernroboter Bluebot™ erfolgen. Die theoretische Konzeption erfolgt entlang des Technikkreislaufes von Ahlgrimm et al. (2018). Dabei werden die Stunden durch die Ziele „Ich kann meinem Roboter eindeutige Befehle geben." und „Wir bauen unseren eigenen Klassenroboter und schreiben ein Programm." geleitet. Die Schüler:innen tätigen Erfahrungen im Kontext des Programmierens und können dabei individuell-differenzierte Lösungen für die Probleme finden, diese evaluieren und möglicherweise adaptieren.

3.4 Durchführung der Interviews

Im Anschluss an den beschriebenen Unterricht werden im Sinne einer sinnvollen Kontrastierung sechs Schüler:innen aufgrund ihrer angegebenen Bedürfnisausprägung im Fragebogen für Interviews ausgewählt (vgl. Emmel 2013). Dabei wird darauf geachtet, dass je die Schüler:innen mit einer starken beziehungsweise schwachen Bedürfnisausprägung in den Interviews befragt werden. Das Interview ist durch einen Leitfaden strukturiert. Ziel der Interviews ist die objektbezogene Darstellung und Evaluation der individuellen Bedürfnisse im inklusiven Sachunterricht mit Lernrobotern. Dabei wird auf die Dimensionen „Aufgaben", „Soziales Miteinander" und „Lehrperson" eingegangen. Dies ist gefolgt von der subjektiven Einschätzung des Kompetenzerwerbs und einer individuellen Beschreibung der Bedeutsamkeit der psychologischen Grundbedürfnisse. Den Schülerinnen und Schülern werden hierbei je vier Items aus dem Fragebogen vorgelegt, die sie mit einer begründeten Entscheidung für das grüne oder das gelbe Kind beantworten.

4 Ergebnisse

Im Zuge der Datenauswertung wurden zunächst die erhobenen Fragebogendaten (Prä-Erhebung) deskriptiv und inferenzstatistisch ausgewertet, um die Ergebnisse anschließend als Implikation für die Gestaltung des Unterrichts und für die Auswahl von Probandinnen und Probanden für Interviews zu nutzen. Die im Anschluss an den Unterricht geführten leitfadengestützten Interviews (Post-Erhebung) wurden qualitativ-inhaltsanalytisch (Kuckartz, Rädiker 2022) mit einem deduktiv aus der zugrunde liegenden BPNT hergeleiteten Kategoriensystem ausgewertet.

4.1 Analyseergebnisse des Fragebogens

Das folgende Ergebniskapitel geht chronologisch vor, orientiert an der Durchführung der Untersuchung. Dafür werden zunächst die Ergebnisse aus dem quantitativen Teil der Untersuchung präsentiert, um diese anschließend anhand der Interviewdaten genauer zu illustrieren und zu vertiefen.

Bei einer in die Bedürfniskategorien aufgetrennten Analyse ergeben sich die Mittelwerte

$M_{Kompetenz\ gesamt} = 2{,}35\ (SD_{Kompetenz\ gesamt} = 0{,}34)$,
$M_{Autonomie\ gesamt} = 3{,}08\ (SD_{Autonomie\ gesamt} = 0{,}13)$ und
$M_{Soziale\ Eingebundenheit\ gesamt} = 3{,}10\ (SD_{Soziale\ Eingebundenheit\ gesamt} = 0{,}44)$.[1]

Somit ist das Bedürfnis nach Sozialer Eingebundenheit in dieser Schülergruppe verglichen mit den anderen beiden Grundbedürfnissen am deutlichsten ausgeprägt und weicht deutlich vom Gesamt-Mittelwert und vom arithmetischen Mittel ab. Einzig das Bedürfnis nach Kompetenz liegt mit seinem Mittelwert unterhalb des arithmetischen Mittels. Insgesamt betrachtet hat das Item 22 zur Sozialen Eingebundenheit den höchsten Mittelwert mit einem Wert von $M_{SE\_B1\_22} = 3{,}77\ (SD_{SE\_B1\_22} = 0{,}63)$ erreicht. Anhand dieses Ergebnisses wird deutlich, dass die Schüler:innen hiermit das Bedürfnis bekunden, dass sich der/die Sachunterrichtslehrer:in die eigenen Ideen genau anhört. Den geringsten Mittelwert erreicht das Item 30 zum Kompetenzbedürfnis mit $M_{KOM\_B3\_30} = 1{,}87\ (SD_{SE\_B1\_22} = 1{,}17)$. Hierdurch zeigt sich, dass die Schüler:innen bei schwierigen Aufgaben die Lösungswege aufgezeigt bekommen möchten.

Bei der klassendifferenzierten Betrachtung des Autonomiebedürfnisses zeigt sich eine Abweichung der Mittelwerte. Die Schüler:innen der Klasse 1 haben einen Mittelwert von $M_{Klasse\ 1} = 3{,}14\ (SD_{Klasse\ 1} = 0{,}22)$ und die Schüler:innen der Klasse 2 einen Mittelwert von $M_{Klasse\ 2} = 3{,}00\ (SD_{Klasse\ 2} = 0{,}17)$ erreicht. Daraus geht hervor, dass das Autonomiebedürfnis in der Klasse 1 stärker ausgeprägt ist als in Klasse 2. Auch im Rahmen der Kompetenzbedürfniserhebung zeigen sich Unterschiede zwischen der Klasse 1 und der Klasse 2. Mit einem Mittelwert von $M_{Klasse\ 2} = 2{,}05\ (SD_{Klasse\ 2} = 0{,}6)$ und einem Mittelwert von $M_{Klasse\ 1} = 2{,}65\ (SD_{Klasse\ 1} = 0{,}6)$ liegt eine Differenz oberhalb einer Standardabweichung vor. Die klassenspezifische Analyse des Bedürfnisses nach Sozialer Eingebundenheit beschreibt jene Bedürfniskategorie, die in der Gesamtbetrachtung den höchsten Mittelwert erzielt. Insgesamt erreichen die Klassen eine Durchschnittsdifferenz von 0,28. Dabei zeigt die Klasse 2 mit einem Mittelwert von $M_{Klasse\ 2} = 3{,}26\ (SD_{Klasse\ 2} = 0{,}4)$ deskriptiv eine höhere Bedürfnisausprägung als die Klasse 1 mit $M_{Klasse\ 1} = 2{,}98\ (SD_{Klasse\ 1} = 0{,}5)$.

Die Prüfung der Reliabilität zur Erhebung des Autonomiebedürfnisses ($\alpha = 0{,}938$) und des Kompetenzbedürfnisses ($\alpha = 0{,}815$) ergeben zufriedenstellende Werte. Lediglich die Reliabilität des Bedürfnisses nach sozialer Eingebundenheit ist mit einem Wert von $\alpha = 0{,}557$ als nicht zufriedenstellend einzustufen.

Unter Berücksichtigung der Stichprobengröße ($N = 30$) und der bereits problematisierten Konsistenz gilt die folgende Korrelationsanalyse als begrenzt in ihrer Allge-

1 Die hier präsentierten Daten entstammen der Masterarbeit von Frau Nele Schemel. Die unveröffentlichten Teile des Datensatzes und auch die Arbeit können in der Arbeitsgruppe „Sachunterrichtsdidaktik mit sonderpädagogischer Förderung" der Universität Paderborn eingesehen werden.

meingültigkeit. Anhand der Berechnung des Spearmans-Roh-Wertes kann gezeigt werden, dass das Bedürfnis nach Autonomie mit dem Bedürfnis nach Kompetenz schwach negativ korreliert ($r_s = –0{,}014$). Ferner korrelieren auch die Bedürfnisse nach Autonomie und sozialer Eingebundenheit schwach negativ ($r_s = –0{,}146$). Zwischen den Bedürfnissen nach Kompetenz und sozialer Eingebundenheit zeigt sich eine moderat negative Korrelation ($r_s = -–0{,}014$).

4.1 Analyseergebnisse der Interviews

Die folgende Interviewanalyse ist nach den drei psychologischen Grundbedürfnissen nach Autonomie, Kompetenzerleben und Sozialer Eingebundenheit gegliedert. Für jedes der drei Grundbedürfnisse wird jeweils eine illustrierende Gegenüberstellung von zwei an der Studie beteiligten Schülerinnen und Schülern vorgenommen. Die Vornamen wurden dabei vollständig anonymisiert, aber im Sinne der besseren Lesbarkeit durch andere Vornamen ersetzt.

Ein essenzieller Bestandteil der Interviews ist die Überprüfung der Veränderlichkeit der Grundbedürfnisse in den Angaben der Schüler:innen. Diesem Aspekt soll folgend hauptsächlich Beachtung geschenkt werden.

Autonomie – die Bedürfnisse von Hannes und Nora (s. Tab. 1)

Die Interviews mit Hannes und Nora bezogen sich auf deren Bedürfnis nach Autonomie. Hannes gab in seinem Fragebogen ein hohes Autonomiebedürfnis an.

Nora erzielte ein gegenteiliges Ergebnis. In der Befragung hinsichtlich des Items 15 zum Bedürfnis Autonomie geben beide Schüler:innen eine geringe Bedürfnisausprägung an.

Tabelle 1: Fragebogen „AKSE" – Items 15, 4 & 29 – Autonomie – Schröer/Schemel 2023

Item	*Bedürfnisausprägung schwach*	*Proband:in*	*Bedürfnisausprägung stark*
15	Wenn ich etwas richtig gut kann, möchte ich, dass meine Sachunterrichtslehrerin Aufgaben für mich aussucht.	Hannes ☒ ☐ ☐ ☐	Wenn ich etwas richtig gut kann, möchte ich mir selbst Aufgaben für mich ausdenken.
		Nora ☒ ☐ ☐ ☐	
4	Ich möchte, dass meine Sachunterrichtslehrerin entscheidet, welche Aufgaben ich mache.	Hannes ☒ ☐ ☐ ☐	Ich möchte selbst entscheiden, welche Aufgaben ich mache.
		Nora ☒ ☐ ☐ ☐	
29	Wenn wir Partnerarbeit machen, soll meine Sachunterrichtslehrerin die Partner bestimmen.	Hannes ☒ ☐ ☐ ☐	Ich möchte, dass meine Sachunterrichtslehrerin mich meinen Partner selbst aussuchen lässt.
		Nora ☒ ☐ ☐ ☐	

Beide Schüler:innen führen an, dass der/die Sachunterrichtslehrer:in Aufgaben aussuchen würde, die schwerer sind und somit ein Lernzuwachs erfolgen würde. Bei Nora stimmt diese Angabe aus dem Interview (Post-Erhebung) mit der Selbsteinschätzung aus dem Fragebogen (Prä-Erhebung) überein. Hannes kommuniziert in seinem Fragebogen eine starke Bedürfnisausprägung, wodurch sich hier im Interview eine Abweichung ergibt. Auch bei Item 4 zum Bedürfnis Autonomie zeigt sich bei beiden eine geringe Bedürfnisausprägung.

Dies begründen sie damit, dass Aufgaben, die durch andere gestellt werden, bei der Erarbeitung des Lösungsweges lehrreicher seien. Hier liegt bei Hannes erneut eine deutliche Abweichung zwischen der Angabe im Fragebogen und der im Interview vor. Ebenfalls bei Item 29 zum Autonomiebedürfnis stimmen die Angaben von Hannes und Nora überein. Beide geben eine hohe Bedürfnisausprägung an.

Dabei formuliert Hannes erklärend: „Weil dann kann ich mir auch mal andere aussuchen, die sich vielleicht noch nicht so gut damit auskennen und dann lernen die was. Wenn ich das jetzt schon alles so gut kann und so. #00:15:31–1#“ (Z. 328 ff.). Nora erklärt ihre Bedürfnisausprägung dadurch, dass sie Partner:innen auswählen möchte, mit denen sie gut zusammenarbeiten kann.

Kompetenzerleben – die Bedürfnisse von Tjorge und Pia (s. Tab. 2)

Die Schüler:innen Tjorge und Pia sind aufgrund ihrer Kompetenzbedürfnisausprägung ausgewählt. Pia formuliert für das Item 36 zum Kompetenzbedürfnis genau wie im Fragebogen eine geringe Bedürfnisausprägung.

Tabelle 2: Fragebogen „AKSE“ – Items 36, 12 & 13 – Kompetenzerleben – Schröer/Schemel 2023

Item	*Bedürfnisausprägung schwach*	*Proband:in*	*Bedürfnisausprägung stark*
36	Es freut mich, wenn eine Frage ganz leicht zu beantworten ist.	Pia ☒ ☐ ☐ ☐ Tjorge ☐ ☐ ☐ ☒	Es freut mich, wenn eine Frage richtig schwer ist.
12	Ich möchte leichte Aufgaben haben, die ich schon gut kann.	Pia ☒ ☐ ☐ ☐ Tjorge ☐ ☐ ☐ ☒	Ich möchte schwere Aufgaben haben, die herausfordernd sind.
13	Wenn ich mit einer Sache fertig bin, möchte ich etwas Leichtes haben.	Pia ☐ ☐ ☐ ☒ Tjorge ☐ ☐ ☐ ☒	Wenn ich mit einer Sache fertig bin, möchte ich darin noch besser werden.

Dies begründet sie: „Weil, [...] dann dauert es nicht so lange, an der Aufgabe zu hängen und man kann schnell ein anderes Arbeitsblatt machen." (Z. 389 f.). Tjorge hingegen positioniert seine Meinung zwischen den beiden Formulierungen, da er beides als gewinnbringend klassifiziert. Damit weicht er von der Angabe im Fragebogen ab, da er hier eine überaus starke Bedürfnisausprägung äußert. In Bezug auf das Item 12 zum Kompetenzbedürfnis differenzieren sich die Schüler:innen erneut stark.

Pia entscheidet sich für eine geringe Bedürfnisausprägung und begründet dies mit dem Wunsch, die Arbeitsphase alsbald beenden zu können. Tjorge hingegen entscheidet sich für die starke Bedürfnisausprägung, da er so einen Lernzuwachs erreichen kann. Das Item 13 zum Kompetenzbedürfnis reflektieren beide Schüler:innen mit einer starken Kompetenzausprägung, da so ein Lernzuwachs erzielt werden könne.

Tjorge wiederholt hier die Angabe des Fragebogens, während Pia damit ein leicht gestiegenes Bedürfnis formuliert.

Soziale Eingebundenheit – Die Bedürfnisse von Milena und Benedict (s. Tab. 3)

Die Schüler:innen Milena und Benedict werden hinsichtlich des Bedürfnisses nach Sozialer Eingebundenheit befragt. Zu Beginn des Interviews wird das Item 27 zur Sozialen Eingebundenheit abermals erhoben.

Tabelle 3: Fragebogen „AKSE" – Items 27, 37, 21 & 8 – Soziale Eingebundenheit – Schröer/Schemel 2023

Item	*Bedürfnisausprägung schwach*	*Proband:in*	*Bedürfnisausprägung stark*
27	Ich möchte, dass meine Sachunterrichtslehrerin mich in Ruhe lässt.	Milena ☐ ☐ ☐ ☒ Benedict ☐ ☐ ☐ ☒	Ich möchte, das meine Sachunterrichtslehrerin sich um mich kümmert.
37	Ich freue mich, wenn ich allein lerne.	Milena ☐ ☐ ☐ ☒ Benedict ☐ ☐ ☒ ☐	Ich freue mich, wenn ich mit anderen zusammen lerne.
21	Wenn ich etwas gut kann, möchte ich allein daran weiter lernen.	Milena ☐ ☐ ☐ ☒ Benedict ☐ ☐ ☒ ☐	Wenn ich etwas gut kann, möchte ich anderen Kindern helfen.
8	Ich möchte, dass wir eine neue Aufgabe erst allein entdecken können.	Milena ☐ ☐ ☐ ☒ Benedict ☐ ☐ ☐ ☒	Ich möchte, dass wir eine neue Aufgabe mit allen Kindern gemeinsam entdecken.

Hier entscheidet sich Benedict für eine mittlere Ausprägung, da er in manchen Situationen Hilfe erhalten und in wieder anderen Situationen für sich allein sein möchte. Milena hingegen gibt eine starke Bedürfnisausprägung an und beleuchtet die positiven Aspekte des gegenseitigen Helfens. Diese Angaben reflektieren jene Angaben des Fragebogens. Bei Item 37 zur Sozialen Eingebundenheit wählen beide Schüler:innen die starke Bedürfnisausprägung, da beide das gegenseitige Helfen als besonders gewinnbringend erachten.

Die Angabe von Milena entspricht der Angabe, die sie im Fragebogen tätigt. Benedict hingegen positioniert seine Bedürfnisausprägung im Fragebogen als schwächer. Er weicht leicht positiv von der Angabe im Fragebogen ab. Darauffolgend wird das Item 21 zur sozialen Eingebundenheit erneut beantwortet.

Dieses wird von Benedict mit einer mittleren Bedürfnisausprägung bewertet. Er entscheidet sich für die Mitte, da beides Freude bereite. Er betont jedoch auch, dass er selbst die Aufgabe beherrschen möchte, bevor er anderen Schülerinnen und Schülern helfe. Milena entscheidet sich für die starke Bedürfnisausprägung, da gemeinsames Lernen Spaß bereite. Diese Ergebnisse sind konsistent mit den Ergebnissen des Fragebogens. Bei dem Item 8 zur Sozialen Eingebundenheit entscheiden sich beide Schüler:innen für eine starke Bedürfnisausprägung.

Zum einen wird dies darauf zurückgeführt, dass man gemeinsam mehr schaffen würde und man so voneinander lernen könne. Zum anderen liegt dem die Bedeutsamkeit der Lehrer:innen-Schüler:innen-Beziehung zugrunde. Lediglich Benedict weicht in seiner Angabe positiv ab und formuliert im Interview eine stärkere Ausprägung. Insgesamt fällt bei allen Schülerinnen und Schülern im Interview auf, dass mündlich eine stärkere Bedürfnisausprägung formuliert wird.

Insgesamt zeigen die Schüler:innen häufig Abweichungen zwischen den Angaben in dem Fragebogen und in den Interviews. Auch die teilweise auftretende Änderung der Angabe zur Bedürfnisausprägung während des Interviews lässt Spielraum für eine detailliertere Betrachtung der Kontinuität der Bedürfnisausprägung sowie der Einflussfaktoren der Veränderung. Die Aussagen der Schüler:innen in den Interviews geben deutlich Anlass zu der Vermutung, dass Bedürfnisausprägungen zwar individuell stabil, aber in hohem Maße von der jeweiligen Lernsituation abhängig sind.

5 Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse der vorliegenden Erhebung zeigen auf, dass die Berücksichtigung der psychologischen Grundbedürfnisse im Unterricht auch aus Schülerperspektive essenziell für das Lernen ist. Bei einer bedürfnisdifferenzierten Betrachtung der Ergebnisse zeigen sich, insbesondere bei den Bedürfnissen Soziale Eingebundenheit und Autonomie, deutlichere Abweichungen der Ergebnisse. Tenberge (2002) kann mit einem Mittelwert von $M_{Kompetenz\ gesamt} = 3{,}52\ (SD_{Kompetenz\ gesamt} = 0{,}45)$ eine auffallende Bedeutung für das Bedürfnis nach Kompetenz herausstellen. Auch Schröer (2020) unterstreicht mit einem Mittelwert von $M_{Kompetenz\ gesamt} = 2{,}7\ (SD_{Kompetenz\ gesamt} = 0{,}66)$ eine über-

durchschnittliche Ausprägung des Kompetenzbedürfnisses (vgl. Schröer 2020, S. 133). Somit können beide Erhebungen eine stärkere Bedeutung für das Kompetenzbedürfnis aufzeigen als in der hier dargelegten Untersuchung. Auch das Ergebnis des Autonomiebedürfnisses liegt weiterhin unter dem überdurchschnittlich hohen Autonomiebedürfnis, das Tenberge (2002) belegen kann ($M_{Autonomie} = 3{,}53$ ($SD_{Autonomie\ gesamt} = 0{,}54$)) (vgl. Tenberge 2002, S. 111). Äquivalent zu der Erhebung von Schröer (2020) ist die höchste Bedeutsamkeit des Bedürfnisses nach sozialer Eingebundenheit, auch wenn in der hier vorliegenden Erhebung ein höherer Mittelwert sowie eine geringere Standardabweichung herausgestellt werden können (vgl. Schröer 2020, S. 133). Diese Ergebnisse stehen konträr zu den Ergebnissen von Haase (2017), die eine besondere Bedeutung für die Bedürfnisse nach Autonomie und Kompetenz herausstellt (vgl. Haase 2017, S. 182). Zwar dokumentieren die Ergebnisse ebenfalls eine besondere Wirkung des Autonomieerlebens innerhalb des Unterrichts. Jedoch sei dieses nicht das bedeutsamste Bedürfnis für diese Schülergruppe.

In der vorliegenden Untersuchung werden zwei Parallelklassen untersucht. Da die psychologischen Grundbedürfnisse (Deci, Ryan u. a. 2018) universell bei jedem Individuum vorliegen (vgl. Legault 2017, S. 5), wird davon ausgegangen, dass die Allgemeingültigkeit für verschiedene Lerngruppen besteht. Vergleicht man die klassenspezifischen Mittelwerte, so können unterschiedliche Ausprägungen zwischen den Klassen herausgestellt werden, sodass die Allgemeingültigkeit für verschiedene Lerngruppen falsifiziert werden muss. Auch die Ausprägungen der Bedürfnisse sind, wie oben angeführt, nicht äquivalent.

Abschließend kann angenommen werden, dass die psychologischen Grundbedürfnisse universell vorliegen. Betrachtet man alle drei psychologischen Grundbedürfnisse, so liegt in dieser Stichprobe lediglich ein Schüler vor, der einen Mittelwert von $M_{Ole\ Kompetenz} = 1{,}0$ ($SD_{Ole\ Kompetenz} = 0{,}0$) erreicht, und somit kann angenommen werden, dass das Bedürfnis nach Kompetenz vollumfänglich abgelehnt wird. Die dargelegten Ergebnisse zeigen, dass somit zwar eine Allgemeingültigkeit für die psychologischen Grundbedürfnisse besteht, jedoch die Ausprägung stark variiert. So ist von einer unterschiedlichen Relevanz der Berücksichtigung der psychologischen Grundbedürfnisse im Unterricht auszugehen.

Abschließend lässt sich mit Blick auf die Fragestellung festhalten, dass die Bedürfnisse des Lernens vielfältig sind. Sowohl zwischen den Schülerinnen und Schülern als auch zwischen den Lerngruppen liegen unterschiedliche Bedürfnisausprägungen vor. So kommt es ebenfalls zu bedürfnisspezifischen heterogenen und meist überdurchschnittlich hohen Mittelwerten. Die Bestätigung des universellen Vorhandenseins der psychologischen Grundbedürfnisse bestätigt die Dringlichkeit der Berücksichtigung im Unterricht. Durch die Heterogenität der Bedürfnisausprägung wird deutlich, dass es wichtig ist, eine angemessene Berücksichtigung aller Bedürfnisse zu schaffen, damit jedes Kind durch die individuellen Bedürfnisse Zugang zum Lernen findet. Da herausgestellt wird, dass die Bedürfnisausprägung nicht nur individuenspezifisch, sondern auch lerngruppenspezifisch heterogen ist, sollten für die adaptive und passgenaue Konzeption des Unterrichts die Bedürfnisse der jeweiligen Lerngruppe erhoben werden.

Literatur

Ahlgrimm, A./Binder, M./Krekeler, H./Ploog, M./Wiesmüller, C. (2018): Technikkreis – ein Werkzeug für Fach- und Lehrkräfte, die Kinder beim Lösen technischer Probleme begleiten. In: Giest, H./Hartinger, A./Franz, U. (Hrsg.). *GDSU-Journal, Heft 8*, S. 79–89.

Barendsen, E./Bruggink, M. (2019): Het volle potentieel van de computer leren benutten: over informatica en computational thinking, https://repository.ubn.ru.nl/bitstream/handle/2066/213908/213908.pdf (Abfrage: 14.08.2023).

Batzdorfer, V./Kullmann, H. (2016): Neue Vielfalt im Klassenzimmer – Multiprofessionelle Kooperation als Herausforderung inklusiver Schulen. In: DIAGONAL – Zeitschrift der Universität Siegen 37, 1, S. 263–279.

Beinbrech, C. (2003). Problemlösen im Sachunterricht der Grundschule ([Electronic ed.].). Münster: Hochschulschrift (Dissertation). Zugriff am 1.10.2021. Verfügbar unter: https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:6-85659527270

Beinbrech, C. (2015): Problemorientierter Sachunterricht. In: Kahlert, J./Fölling-Albers, M./Hartinger, A./Miller, S./Wittkowske, S. (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts (2. Auflage). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 383–393.

Bergner, N./Hubwieser, P./Köster, H./Magenheim, J./Müller, K./Romeike, R./Schroeder, U./Schulte, C. (2018): Frühe informatische Bildung – Ziele und Gelingensbedingungen für den Elementar- und Primarbereich. Opladen/Berlin: Verlag Barbara Budrich. (Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der Kleinen Forscher"; 9).

Bieg, S./Backes, S./Mittag, W. (2011): The role of intrinsic motivation for teaching, teachers' care, and autonomy support in students' self-determined motivation. In: Journal for educational research online 3, 1, S. 122–140.

Bieg, S./Mittag, W. (2009): Die Bedeutung von Unterrichtsmerkmalen und Unterrichtsemotionen für die selbstbestimmte Lernmotivation. In: Empirische Pädagogik 23, 2, S. 117–142.

Binder, M. (2014). Technisches Handeln – Eine Studie zu einem zentralen Begriff Technischer Bildung. Weingarten: Hochschulschrift (Dissertation). Zugriff am 17.6.2022. Verfügbar unter: https://hsbwgt.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/147/file/Binder+-+Studie+zum+technischen+Handeln.pdf

Blömer-Hausmanns, S./Schnell, I. (2022): Inklusion – Recht – Elternpower. Ein Essay voll Empörung. In: Frohn, J./Bengel, A./Piezunka, A./Simon, T./Dietze, T. (Hrsg.): Inklusionsorientierte Schulentwicklung. Interdisziplinäre Rückblicke, Einblicke und Ausblicke. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 37–49.

Blumberg, E./Mester, T. (2017): Motivationale und selbstbezogene Lerneffekte im inklusiven naturwissenschaftlichen Sachunterricht. In: Hartinger, A./Tänzer, S./Giest, H. (Hrsg.): GDSU-Jahresband 2017 „Vielperspektivität im Sachunterricht". Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 143–151.

Blümer, H. (2021): Aufbau und Funktionsweise von Getrieben – Kinder ergründen das technische Prinzip der Kraftübertragung, In: Möller, K./Tenberge, C./Bohrmann, M. (Hrsg.): Die technische Perspektive konkret: Begleitband 5 zum Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, S. 51–63.

Bonanati, M./Skorsetz, N. (2021); Was ist Sache im inklusiven Sachunterricht? – Fachliches Lernen in inklusiven Lehr-/Lernsettings. In: Böhme, N./Dreer, B/Hahn, H./Heinecke, S./Mannhaupt, G./Tänzer, S. (Hrsg.): Mythen, Widersprüche und Gewissheiten der Grundschulforschung. Eine wissenschaftliche Bestandsaufnahme nach 100 Jahren Grundschule (Jahrbuch Grundschulforschung, Bd. 25). Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 181–187.

Consalter, M. (2008). Mehrperspektivische Erfassung der Lernbedürfnisse und Förderbedarfe hochbegabter Grundschüler (Jahrbuch Grundschulforschung). In: Ramseger, J.,Wagener, M. (Hrsg.): Chancenungleichheit in der Grundschule: Ursachen und Wege aus der Krise (1. Aufl., S. 163–166). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Deci, E. L./Ryan, R. M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: Zeitschrift für Pädagogik 39, 2, S. 223–238.

Dexel, T./Kratz, I. (2022): Kapitel 3: Inklusive Didaktik. In: Dexel, T. (Hrsg.): Inklusive (Fach-)Didaktik in der Primarstufe. Ein Lehrbuch. Münster/New York: Waxmann, S. 46–88.

Emmel, N. (2013): Sampling and choosing cases in qualitative research: a realist approach. London: SAGE.

Emmerich, M./Moser, V. (2020): Inklusion, Diversität und Heterogenität als Gegenstand der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In: Cramer, C./König, J./Rothland, M./Blömeke, S. (Hrsg.): Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, S. 76–84.

Feuser, G. (2011): Entwicklungslogische Didaktiken. In: Kaiser, A./Schmetz, D./Wachtel, P./Werner, B. (Hrsg.): Didaktik und Unterricht (Behinderung, Bildung, Partizipation. (Enzyklopädisches Handbuch der Behindertenpädagogik, Band 4). Stuttgart: Kohlhammer, S. 86–100.

Finkbeiner, T./Eibl, S. (2023): Gemeinsames Handeln und Problemlösen im technikbezogenen Unterricht der Primarstufe. In: Hoffmann, M./Hoffmann, T./Pfahl, L./Rasell, M./Richter, H./Seebo, R./Sonntag, M./Wagner, J. (Hrsg.): Raum. Macht. Inklusion. Inklusive Räume erforschen und entwickeln. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, S. 265–272.

Fölling-Albers, M. (2015). Kind als didaktische Kategorie (UTB Schulpädagogik). In: Kahlert, J./Fölling-Albers, M./Götz, M./Hartinger, A./Miller, S./Wittkowske, S. (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts (2., aktualisierte und erweiterte Auflage., Band 8621, S. 31–35). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

Geiling, U./Simon, T. (2022): Impulse für die inklusionsorientierte Schulentwicklung durch zeitgeschichtliche Reflexionen am Beispiel von Entwicklungen im geteilten Deutschland. In: Frohn, J./Bengel, A./Piezunka, A./Simon, T./Dietze, T. (Hrsg.): Inklusionsorientierte Schulentwicklung. Interdisziplinäre Rückblicke, Einblicke und Ausblicke. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, S. 25–37.

Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2021): Positionspapier Sachunterricht und Digitalisierung. Erarbeitet von der AG Medien & Digitalisierung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts – GDSU (Markus Peschel, Friedrich Gervé, Inga Gryl, Thomas Irion, Daniela Schmeinck, Philipp Straube). Online-Publikation, http://www.gdsu.de. (Abfrage: 22.04.2021).

Großmann, N./Eckes, A./Wild, M. (2022): Prädiktoren der Kompetenzwahrnehmung von Schülerinnen und Schülern im Biologieunterricht. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 36, 3, S. 153–165.

Haas, B./Bärmig, S. (2022): Inklusionsorientierte Schulentwicklungen und die Notwendigkeit einer Verallgemeinerung der Exklusionsvermeidung. In: Frohn, J./Bengel, A./Piezunka, A./Simon, T./Dietze, T. (Hrsg.): Inklusionsorientierte Schulentwicklung. Interdisziplinäre Rückblicke, Einblicke und Ausblicke. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, S. 129–139.

Haase, J. (2017): Selbstbestimmtes Lernen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Eine empirische Interventionsstudie mit Fokus auf Feedback und Kompetenzerleben. In: Niedderer, H./Fischler, H./Sumfleth, E. (Hrsg.): Studien zum Physik- und Chemielernen. Berlin: Logos Verlag, S. 1–257.

Hackbarth, Y. (2021): Technisches Lernen in der Grundschule. Eine Perspektive des Sachunterrichts. In: Praxis Grundschule 21, 2, S. 6–8.

Helmke, A. (2012): Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Seelze: Klett Kallmeyer.

Helmke, A./Helmke, T./Heyne, N./Hosenfeld, A./Kleinbub, I./Schrader, F.-W./Wagner, W. (2007): Erfassung, Bewertung und Verbesserung des Grundschulunterrichts: Forschungsstand, Probleme und Perspektiven. In: Möller, K./Hanke, P./Beinbrech, C./Hein, A. K./Kleickmann, T./Schages, R. (Hrsg.): Qualität von Grundschulunterricht entwickeln, erfassen und bewerten. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 17–35.

Institut für Menschenrechte – Monitoring-Stelle UN-Behindertenrechtskonvention (2023): Parallelbericht an den UN-Ausschuss für die Rechte von Menschen mit Behinderungen zum 2./3. Staatenprüfverfahren Deutschlands. Zugriff am 13.11.2023. Verfügbar unter: https://www.institut-fuer-menschenrechte.de/fileadmin/Redaktion/Publikationen/Parallelbericht/DIMR_Parallelbericht_an_UN-Ausschuss_fuer_die_Rechte_von_Menschen_mit_Behinderungen_2023.pdf

Jahnke, E. (2012): Fächerverbindende Themen in der Technischen Bildung. Bestandsaufnahme und Impulse am Beispiel „Textilien“, In: Müller, M./Schumann, S. (Hrsg.): Technische Bildung. Stimmen aus Forschung, Lehre und Praxis. Münster: Waxmann, S. 89–113.

Kattmann, U. (2007): Didaktische Rekonstruktion: eine praktische Theorie (Springer-Lehrbuch). In: Krüger, D./Vogt, H. (Hrsg.): Theorien in der biologiedidaktischen Forschung (S. 93–104). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

KMK (2017): Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. Berlin: KMK Berlin.

Krapp, A. (2005): Das Konzept der grundlegenden psychologischen Bedürfnisse. Ein Erklärungsansatz für die positiven Effekte von Wohlbefinden und intrinsischer Motivation im Lehr-Lerngeschehen. In: Zeitschrift für Pädagogik 51, 5, S. 626–641. doi: 10.25656/01:4772

Kuckartz, U./Rädiker, S. (2022): Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundlagentexte Methoden (5. Aufl.). Weinheim Basel: Beltz Juventa.

Kullmann, H./Lütje-Klose, B./Textor, A. (2014): Eine Allgemeine Didaktik für inklusive Lerngruppen – fünf Leitprinzipien als Grundlage eines Bielefelder Ansatzes der inklusiven Didaktik. In: Amrhein, B./Dziak-Mahler, M. (Hrsg.): Fachdidaktik inklusiv. Auf der Suche nach didaktischen Leitlinien für den Umgang mit Vielfalt in der Schule (LehrerInnenbildung gestalten, Bd. 3). Münster: Waxmann, S. 89–107.

Landwehr, B. (2017): Zwischen Mensch und Maschine: Roboter. Grundschule Sachunterricht 18, 74, S. 2–3.

Legault, L. (2017): Self-Determination Theory. In: Zeigler-Hill, V., Shackelford, T. (Hrsg.): Encyclopedia of Personality and Individual Differences. Springer, Cham, S. 1–9.

Leutner, D./Fleischer, J./Wirth, J./Greiff, S./Funke, J. (2012): Analytische und dynamische Problemlösekompetenz im Lichte internationaler Schulleistungsvergleichsstudie. Untersuchungen zur Dimensionalität, In: Psychologische Rundschau 63, 1, S. 34–42.

Lichtblau, M. (2014): Interessenentwicklung im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule unter selbstbestimmungstheoretischer Perspektive. In: Trumpa, S./Seifried, S./Franz, E./Klauß, T. (Hrsg.): Inklusive Bildung: Erkenntnisse und Konzepte aus Fachdidaktik und Sonderpädagogik. Weinheim und Basel: Beltz Juventa, S. 204–220.

Mammes, I. (2001). Förderung des Interesses an Technik: eine Untersuchung zum Einfluss technischen Sachunterrichts auf die Verringerung von Geschlechterdifferenzen im technischen Interesse (Europäische Hochschulschriften. Reihe XI, Pädagogik, Publications universitaires européennes. Série XI, Pédagogie ; European university studies. Series XI, Education). Frankfurt am Main, New York: P. Lang.

Mammes, I./Zolg, M. (2015): Technische Aspekte. In: Kahlert, J./Fölling-Albers, M./Hartinger, A./Miller, S./Wittkowske, S. (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts (2. Auflage). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, S. 143–150.

Möller, K. (1998): Kinder und Technik. In: Brügelmann, H. (Hrsg.): Kinder lernen anders. Vor der Schule, in der Schule. Lengwil am Bodensee: Libelle, S. 89–106.

Möller, K./Wyssen, H.-P. (2018): Technische Entwicklungen und Umsetzungen erschließen – und dabei Schülervorstellungen berücksichtigen, In: Adamina, M./Kübler, M./Kalcsics, K./Engeli, E./Bietenhard, S. (Hrsg.): „Wie ich mir das denke und vorstelle…“: Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft, Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, S. 157–175.

Monitoring-Stelle UN-Behindertenrechtskonvention (2023): www.institut-fuer-menschenrechte.de/fileadmin/Redaktion/Publikationen/Parallelbericht/DIMR_Parallelbericht_an_UN-Ausschuss_fuer_die_Rechte_von_Menschen_mit_Behinderungen_2023.pdf. (Abfrage: 13.11.2023).

Pech, D./Simon, T. (2022): Implikationen der Verkürzung – Inklusion & Sachunterrichtsdidaktik. In: Frohn, J./Bengel, A./Piezunka, A./Simon, T./Dietze, T. (Hrsg.): Inklusionsorientierte Schulentwicklung. Interdisziplinäre Rückblicke, Einblicke und Ausblicke. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 211–221.

Rohlfs, C. (2011): Bildungseinstellungen. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften | Springer Fachmedien Wiesbaden.

Ryan, R. M./Deci, E. L. (2018): Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness. New York: Guilford Publications.

Ryan, R. M./Deci, E. L. (2000): Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. In: American Psychological Association 55, 1, S. 68–78.

Scheibe, V./Stein, G./Tenberge, C./Bohrmann, M. (2021): Vom rollfähigen zum programmierbaren Fahrzeug. In: Möller, K./Tenberge, C./Bohrmann, M. (Hrsg.): Die technische Perspektive konkret (Begleitbände zum Perspektivrahmen Sachunterricht). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, S. 235–249.

Schiefele, U. (2009): Motivation. In: Wild, E./Möller, J. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg, S. 151–179.

Schröer, F. (2020): Technisches Lernen inklusiv gestalten. Zur Beschaffenheit von Lernbedürfnissen im Kontext technikbezogenen Sachunterrichts. In: Binder, M./Wiesmüller, C./Finkbeiner, T. (Hrsg.): Technikunterricht: handfest und geistreich. Der Beitrag technischer Bildung zur kulturellen Bildung. Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung e.V., S. 119–142.

Schröer, F./Tenberge, C. (2021): Technological and Inclusive Education. Considering Students' Needs Towards Technological Learning in Primary Schools. In: Techne Series A 28, 2, S. 322–331.

Schröer, F./Tenberge, C. (2022): Kapitel 7: Sachunterricht. In: Dexel, T. (Hrsg.): Inklusive (Fach-) Didaktik in der Primarstufe. Ein Lehrbuch. Münster/New York: Waxmann, S. 158–186.

Schröer, F./Tenberge, C. (2023). Inclusion and the Development of Technology Education – Thinking towards an inclusive curriculum for technology education in German primary schools. In: Wooff, D./Gill, D./McLain, M./Irving-Bell, D. (Hrsg.): Bloomsbury Handbook of Technology Education. London: Bloomsbury Publishing.

Schumann, B. (2009): Inklusion statt Integration – eine Verpflichtung zum Systemwechsel; Deutsche Verhältnisse auf dem Prüfstand des Völkerrechts. Sonderdruck Pädagogik 2, 61, S. 51–53.

Seitz, S./Simon, T. (2021): Inklusive Bildung und Fachdidaktik in Grundschulen. Erkenntnisse, Reflexionen und Perspektiven, In: ZfG 14, S. 1–14.

Simon, T. (2014): Diagnostik als Kernelement inklusiver Didaktik? Inklusionspädagogische Ansprüche an die Schulpraxis am Beispiel von Diagnostik und Didaktik. In: Schuppener, S./Bernhardt, N./Hauser, M./Poppe, F. (Hrsg.): Inklusion und Chancengleichheit – Diversity im Spiegel von Bildung und Didaktik. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, S. 238–243.

Steinmann, A. (2019): Individuelle Lernausgangslagen in technischen Gestaltungsprozessen des Elementar- und Primarbereichs – Förderungsorientierte Partizipation durch geeignete Aufgabenformate? In: Pech, D./Schomaker, C./Simon, T. (Hrsg.): Inklusion im Sachunterricht. Perspektiven der Forschung. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt, S. 113–129.

Strauss, A./Corbin, J. (2015): Basics of Qualitative Research. Los Angeles: Sage.

Tänzer, S./Lauterbach, R./Blumberg, E./Grittner, F./Lange, J./Schomaker, C. (Hrsg.) (2020): Sachunterricht begründet planen. Das Prozessmodell Generativer Unterrichtsplanung Sachunterricht (GUS) und seine Grundlagen. 2. Auflage. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

Tenberge, C. (2002): Persönlichkeitsentwicklung und Sachunterricht – eine empirische Untersuchung zur Persönlichkeitsentwicklung in handlungsintensiven Lernformen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht der Grundschule. [Diss., Westfälische Wilhelms-Universität Münster].

Trumpa, S./Franz, E.-K. (2014): Inklusion: Aktuelle Diskussionslinien auf Makro-, Meso- und Mikroebene des Bildungssystems. In: Trumpa, S./Franz, E.-K./Esslinger-Hinz, I. (Hrsg.): Inklusion – eine Herausforderung für die Grundschulpädagogik (S. 12–23). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

UN-Behindertenrechtskonvention [Praetor Intermedia] (o. D.): www.behindertenrechtskonvention.info/ (Abfrage 06.02.2024).

UNESCO (2005): www.unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000140224. (Abfrage 27.07.2022).

Wild, E./Gerber, J. (2006): Einführung in die Pädagogische Psychologie. Opladen/Farmington Hills: Barbara Budrich.

Wing, J. (2017): Computational thinking's influence on research and education for all, http://www.cs.cmu.edu/~wing/publications/Wing17.pdf (Abfrage: 14.08.2023).

Zolg, M. (2017): Technisch-praktisches Lernen mit Werkzeugen: Eine didaktische Begründung. In: Möller, K. (Hrsg.): Holz erleben – Technik verstehen: Praktische Unterrichtsideen und Materialien für die Grundschule. 2. Aufl. Seelze: Kallmeyer, S. 16–19.

Autorinnen und Autor



Tenberge, Claudia, Prof.in Dr.in, Professur für Sachunterrichtsdidaktik mit sonderpädagogischer Förderung, Fakultät für Naturwissenschaften, Universität Paderborn.
claudia.tenberge@uni-paderborn.de



Schemel, Nele, M. Ed., Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Arbeitsgruppe Sachunterrichtsdidaktik mit sonderpädagogischer Förderung, Fakultät für Naturwissenschaften, Universität Paderborn.
nele.schemel@uni-paderborn.de



Schröer, Franz, M. Ed., Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Arbeitsgruppe Sachunterrichtsdidaktik mit sonderpädagogischer Förderung, Fakultät für Naturwissenschaften, Universität Paderborn.
franz.schroeer@uni-paderborn.de

Sprachsensibler Fachunterricht am Beispiel der finanziellen Allgemeinbildung – theoretisch-konzeptionelle Überlegungen und unterrichtspraktische Umsetzung

Katharina Betker, Stephan Friebel-Piechotta, Anna-Lena Müller

Abstract

Die Befähigung der Individuen zur aktiven Teilhabe an der Gesellschaft stellt eine wichtige Aufgabe für das Bildungssystem dar. Hierbei muss über alle Fächer hinweg insbesondere die Ausbildung lebensweltbezogener und alltagspraktischer Kompetenzen sowie das Leitziel der Mündigkeit im Fokus stehen. Hierzu gehören auch entsprechende fachsprachliche Kenntnisse und Fähigkeiten, welche im Kontext der finanziellen Allgemeinbildung direkte Bedeutung für die aktuelle und zukünftige Lebenswelt der Schüler:innen haben. Im Fokus des Beitrags stehen Ansätze fachsprachlichen Lernens im Fachunterricht. Hierbei wird zunächst die Bedeutung von Fachsprache für die finanzielle Allgemeinbildung herausgearbeitet. Des Weiteren werden konkrete unterrichtliche Umsetzungsmöglichkeiten präsentiert und diskutiert.

Enabling individuals to actively participate in society is an important task for the education system. In this context, the focus across all subjects must be on the development of competencies related to the world of life and everyday practice, as well as on the guiding goal of maturity. This also includes appropriate technical language knowledge and skills, which in the context of general financial education are of direct importance for the current and future life of the students. The focus of this article is on approaches to language sensitive teaching in subject teaching. First, the importance of language sensitive teaching for general financial education is elaborated, and concrete possibilities for its implementation in the classroom are presented and discussed.

Schlagworte: Sprachsensibler Fachunterricht; Finanzielle Allgemeinbildung; sprachsensible Unterrichtsmaterialien; Verbraucherbildung

1 Einführung und Problemaufriss

Die ökonomische bzw. finanzielle Teilhabe wird als eine Dimension gesellschaftlicher Teilhabe durch Transformationsprozesse hinsichtlich sozialer Gerechtigkeit oder Digitalisierung erschwert. Vor diesem Hintergrund gewinnen u. a. finanzielle Kompeten-

zen an Bedeutung. Hinsichtlich deren Erwerb sind Schüler:innen aus sozioökonomisch schlechter gestellten Familien systematisch benachteiligt. So beeinflusst die geringe finanzielle Bildung bzw. ein geringeres Finanzwissen der Eltern nachteilig die Entwicklung der entsprechenden Fähigkeiten der Kinder und Jugendlichen. Zahlreiche Studien (vgl. u. a. De Beckker, De Witte, Holz 2020, S. 53 f.; OECD 2020; Rudeloff 2019, S. 249) konnten zeigen, dass Kinder und Jugendliche aus bildungsfernen Haushalten bzw. solchen mit einem geringeren sozioökonomischen Status nur über eingeschränkte Möglichkeiten verfügen, kritisches Wissen, einen reflektierten Umgang und umfangreiche Kompetenzen im Bereich der finanziellen Allgemeinbildung zu erlernen bzw. zu erwerben. Dies gilt insbesondere auch mit Blick auf die Entwicklung entsprechender fachsprachlicher Kenntnisse und Fähigkeiten, weil Eltern in den betroffenen Haushalten weniger häufig mit ihren Kindern über Finanzangelegenheiten sprechen als in sozioökonomisch besser gestellten Familien (vgl. OECD 2020, S. 84). Die gezielte Förderung fachsprachlicher Kenntnisse und Fähigkeiten ist vor diesem Hintergrund – aber auch weil Fachsprache fachliches Lernen zusätzlich erschweren kann – insbesondere mit Blick auf Schüler:innen an nicht-gymnasialen Schulformen im Kontext finanzieller Allgemeinbildung wie auch bezogen auf andere Themenfelder der Verbraucher:innenbildung und der Arbeitslehre bedeutsam.

Trotz der Relevanz des fachsprachlichen Lernens liegen bisher kaum entsprechende Unterrichtsmaterialien im Bereich der Arbeitslehre im Allgemeinen und in der finanziellen Allgemeinbildung im Speziellen vor (vgl. Campbell, Penning 2023).

Das Projekt „Ökonomie im Alltag – Sprachsensible finanzielle Bildung“ (gefördert vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen und der Konrad Adenauer Stiftung e.V.) setzt an dieser Stelle an. Es wurden Unterrichtsmaterialien entwickelt, die eine sprachsensible Vermittlung finanzieller Allgemeinbildung fokussieren. Konkrete Ausführungen zu den in einem Projektkontext entwickelten Unterrichtsmaterialien finden sich in Kapitel 4. Zielgruppe des Unterrichtsmaterials sind zwar Schüler:innen an nicht-gymnasialen Schulformen; die genutzten Strategien können jedoch sowohl für andere Schulformen als auch für andere Bereiche der Arbeitslehre adaptiert werden. Bevor diese Materialien sowie die zugrunde liegenden theoretisch-konzeptionellen Überlegungen beschrieben werden (4), wird zunächst die Bedeutung von Fachsprache und Sprachsensibilität für den Unterricht herausgearbeitet (2). Anschließend werden das zugrunde liegende Verständnis von finanzieller Allgemeinbildung definiert und die Besonderheiten der Fachsprache in deren Kontext dargelegt (3). Der Beitrag endet mit einem kurzen Fazit bzw. Ausblick (5).

2 Fachsprache und Sprachsensibilität

Den Schüler:innen begegnen im Fachunterricht verschiedene sprachliche Register, die in Teilen neu für sie sind und die sie erlernen müssen. Register stellen Varietäten einer Sprache dar, zu denen u. a. Alltagssprache, Jugendsprache oder Berufsfachsprache zählen. Die Sprache Deutsch ist somit von einer Vielzahl an Registern geprägt, die

in verschiedenen Situationen vorkommen. Registerkompetent ist eine Person, wenn sie bewusst abhängig von Adressat:innen und Situation zwischen Registern wechseln kann (vgl. Rösch 2022, S. 28). Im schulischen Kontext werden die Schüler:innen neben der Alltags- mit der Fach- und Bildungssprache konfrontiert. Im Gegensatz zur Bildungssprache, die überfachlich ist, unterscheidet sich die Fachsprache zwischen den verschiedenen Unterrichtsfächern, sodass es die Aufgabe eines jeden Fachunterrichts ist, diese den Schüler:innen kontextgebunden zu vermitteln (vgl. Campbell, Penning 2023, S. 60; Roelcke 2017, S. 86). Fachsprache als sprachliches Register ist u. a. durch Kontextentbundenheit, Distanz, Fachlichkeit, Informationsdichte und konzeptionelle Schriftlichkeit geprägt, was auf Wort-, Satz- und Textebene zu erkennen ist (vgl. u. a. Michalak, Lemke, Goeke 2015, S. 48; Riebling 2013, S. 116 ff.). So ist die Sprache des Wirtschaftsunterrichts geprägt von der Fachsprache der Wirtschaftswissenschaften, die für abstrakte und komplexe Inhalte eine entsprechende Fachsprache verwenden (z. B. im Bereich der privaten Finanzen Vorfälligkeitszinsen, eingeräumte Kontoüberziehung).

Besitzen und erwerben die Lernenden nicht die benötigten fachsprachlichen Fähigkeiten, wirkt sich dies auf das Lernen im Fach aus und kann dazu führen, dass fachsprachliche Schwierigkeiten das fachliche Lernen verhindern, wie auch an den Ergebnissen von Schulleistungsstudien wie PISA zu erkennen ist (vgl. Michalak 2017, S. 2; Pineker-Fischer 2017, S. 11). Eine Möglichkeit, diesem entgegenzuwirken und die fachsprachlichen Fähigkeiten aller Schüler:innen im Fachunterricht auszubilden, stellt der Sprachsensible Fachunterricht dar. Dieses Konzept geht auf Josef Leisen zurück und hat zum Ziel, das fachliche und sprachliche Lernen im Fachunterricht zu verknüpfen, sodass die Fähigkeiten in beiden Bereichen ausgebaut werden können. Voraussetzung dafür ist ein bewusster Umgang mit Fachsprache und ein paralleles Lernen von Sprache und Inhalt. Dabei sollten die fachsprachlichen wie die inhaltlichen Anforderungen leicht über dem Niveau der aktuellen Fähigkeiten der Schüler:innen liegen, um diese herauszufordern, aber nicht zu überfordern. Um entsprechend abgestimmte Unterrichtskonzeptionen entwickeln zu können, müssen zunächst die fachlichen und fachsprachlichen Lernvoraussetzungen der Lernenden diagnostiziert werden. Das rezeptive und produktive Erlernen und Nutzen von Fachsprache stellt dabei keine Zusatzaufgabe dar, „[…] denn Sprache ermöglicht erst das Lehren und Lernen im Fach“ (Leisen 2011, S. 18). Hieran angelehnt ist der Sprachsensible Fachunterricht im vorliegenden Beitrag durch drei Stufen gekennzeichnet.



Abbildung 1: Drei Wege für den Umgang mit Sprachhürden (in Anlehnung an Leisen 2023)

Schüler:innen, die sich auf Stufe eins befinden, weisen geringe fachsprachliche Kenntnisse und Fähigkeiten auf, mit denen sie die fachsprachlichen Anforderungen im Fachunterricht nicht selbstständig bewältigen können. Für diese Lernenden bedarf es vorübergehend einer fachsprachlichen Vereinfachung der Unterrichtsmaterialien sowie der Unterrichtskommunikation, ohne dass es zu einer übermäßigen Reduktion des inhaltlichen Anspruchs kommt. Dies ermöglicht den Schüler:innen, dem Unterrichtsinhalt folgen zu können, sodass das inhaltliche Lernen nicht durch den fachsprachlichen Anspruch verhindert wird. Entscheidend ist, dass nicht langfristig eine Reduktion des fachsprachlichen Anspruchs stattfindet, da ansonsten fachsprachliche Kompetenzen der Lernenden nicht ausgebaut werden und sie auf einem niedrigen Niveau fossilieren (vgl. Braun et al. 2017, S. 14). Die zweite Stufe stellt den mittelfristigen Weg dar; auch hier liegt weiterhin ein Gap zwischen den fachsprachlichen Fähigkeiten der Lernenden und dem fachsprachlichen Anspruch des Unterrichts vor. Ziel ist es hier, die Schüler:innen durch den gezielten – auf ihre fachsprachlichen Fähigkeiten abgestimmten – Einsatz sprachlicher Strategien bei der Bewältigung der fachsprachlichen Anforderungen zu unterstützen. Dies ist deshalb wichtig, weil eine fachsprachliche Reduktion nur bis zu einem bestimmten Punkt möglich ist und mit steigendem fachlichem Anspruch notwendigerweise auch der fachsprachliche Anspruch steigt (vgl. Pineker-Fischer 2017, S. 110). Da fachsprachliches und fachliches Lernen parallel verlaufen, muss für die Schüler:innen neben dem fachlich-inhaltlichen Lernen auch ein fachsprachliches Lernen stattfinden. Im Sinne von Scaffolds erhalten die Schüler:innen zunächst die fachsprachliche Unterstützung, die sie benötigen und die dann zu einem Ausbau fachsprachlicher Kenntnisse und Fähigkeiten führen kann. Ziel ist es, dass die Lernenden die dritte Stufe erreichen. An diesem Punkt sind sie in der Lage, basierend auf ihren gesteigerten fachsprachlichen Fähigkeiten eigenständig mit fachsprachlichen Herausforderungen umzugehen und diese bewältigen zu können. Um dies zu ermöglichen, bedarf es eines Unterrichts, der auf die Fähigkeiten der Schüler:innen sowie auf die Anforderungen des Faches ausgerichtet ist und den parallelen Zuwachs fachlicher und fachsprachlicher Fähigkeiten systematisch ermöglicht.

3 Fachsprache und finanzielle Allgemeinbildung

3.1 Finanzielle Allgemeinbildung im Arbeitslehreunterricht

Finanzielle Allgemeinbildung zielt – im hier zugrunde gelegten Verständnis – in Anlehnung an Klafkis Facetten der Persönlichkeitsbildung (Selbstbestimmung und soziale Verantwortung) (vgl. 1986, S. 458 ff.) erstens auf die Befähigung zur mündigen, selbstbestimmten Bewältigung finanziell geprägter Lebenssituationen ab (vgl. Kaminski, Friebel 2012; Lutter 2017). Zweitens sollen die Lernenden in die Lage versetzt werden, im Sinne ihrer sozialen Verantwortung an der Gestaltung gesellschaftlicher Rahmenbedingungen und Ziele zu partizipieren (vgl. Kaminski, Friebel 2012). Mit Blick auf diese Zielsetzungen wird zwar auch die Wirtschaftsbürger:innenperspektive adressiert, im Fokus finanzieller Allgemeinbildung (im Arbeitslehre-Unterricht) – wie auch im vorliegenden Beitrag – steht allerdings vor allem die Verbraucher:innenperspektive.

Aus dieser Perspektive heraus stehen auf der inhaltlichen Ebene vor allem vier Kernbereiche finanzieller Allgemeinbildung im Fokus (siehe Abb. 2) (vgl. hierzu Kaminski, Eggert 2008; Kaminski, Friebel 2012; Schlösser, Neubauer, Tzanova 2011). Die vier Kernbereiche lassen sich problemorientiert ausgehend von einer aus Schüler:innensicht lebensweltnahen Ausgangssituation (z. B. erste eigene Wohnung nach abgeschlossener Ausbildung) im Unterricht erschließen und miteinander verknüpfen, wobei die Auseinandersetzung mit der finanziellen Haushaltsplanung (Umgang mit Geld) als Erstes fokussiert werden sollte. In den durch die Kernbereiche abgebildeten Lebenssituationen bestehen zudem auch gemeinsame Anforderungen. Hierzu zählen insbesondere der Umgang mit Beratungs- bzw. Verkaufssituationen und den in diesen bestehenden Informationsasymmetrien zwischen Verkaufenden und Kund:innen sowie der Umgang mit Finanzinformationen. So sollten die Lernenden anbieterunabhängige Finanzinformationen (z. B. Verbraucherzentralen) kennen und diese inhaltlich und unter Berücksichtigung der angegebenen Quelle beurteilen. Hierzu zählt beispielsweise auch der Umgang mit Beiträgen in sozialen Netzwerken (Influencer:innen) und Online-Bewertungsportalen.

Diese Kernbereiche finanzieller Allgemeinbildung sind in weiten Teilen in schulischen Lehrplänen für die Arbeitslehre und verwandter Fächer verankert. Dies gilt insbesondere für den Bereich „Umgang mit Geld“, wobei vor allem die finanzielle Haushaltsplanung fester Bestandteil der Curricula ist (vgl. u. a. Niedersächsisches Kultusministerium 2023; Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur 2012). Auch in nahezu allen Curricula der Arbeitslehre wird der Kernbereich „Umgang mit Krediten/Verschuldung“ berücksichtigt (vgl. u. a. Die Senatorin für Bildung, Wissenschaft und Gesundheit Bremen 2012; Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur 2012), weniger häufig verankert sind hingegen die Bereiche „Sparen/Vermögensbildung“ und „Umgang mit Versicherungen“. In manchen Curricula werden alle vier Kernbereiche berücksichtigt (vgl. Niedersächsisches Kultusministerium 2023, Sächsisches Staatsministerium für Kultus 2019).

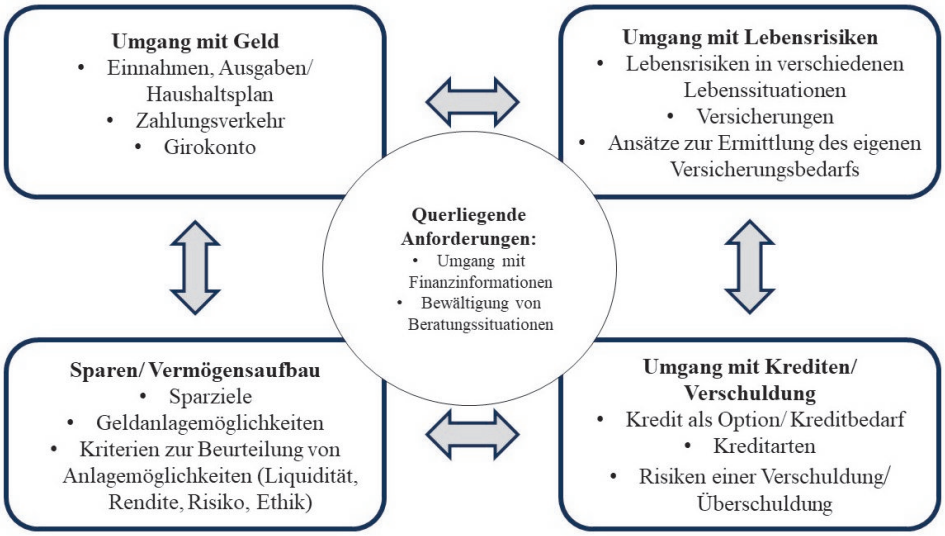


Abbildung 2: Kernbereiche finanzieller Allgemeinbildung (in Anlehnung an Kaminski, Eggert 2008, Kaminski, Friebel 2012)

In den Curricula für die Fächer der Arbeitslehre werden zudem vor allem implizit, aber auch explizit fachsprachliche Anforderungen formuliert (vgl. hierzu Betker, Friebel-Piechotta, Müller 2024/im Erscheinen), die auch auf Themen der finanziellen Allgemeinbildung zu beziehen sind. So sollen sich Schüler:innen „[...] grundlegende Ausdrucks- und Argumentationsweisen der jeweiligen Fachsprache an[eignen] und grundlegende Begriffe [sachgerecht verwenden]“ (Sächsisches Staatsministerium für Kultus 2019, S. 7). Die Relevanz derartiger fachsprachlicher Lernziele wird im Folgenden skizziert (siehe 3.2).

3.2 Sprachliche Relevanz am Beispiel finanzieller Allgemeinbildung

Die Bildungsrelevanz schulischer finanzieller Allgemeinbildung wurde bereits umfassend herausgearbeitet (vgl. für einen Überblick verschiedener Argumentationslinien Lutter 2017), im Folgenden soll daher ausschließlich die Relevanz finanzbezogener fachsprachlicher Kenntnisse und Fähigkeiten fokussiert werden.

Die im Unterricht verwendete Fachsprache ist sowohl Lernvoraussetzung, Lernmedium als auch Lerngegenstand (vgl. Prediger 2013, S. 167), woraus folgt, dass ein Wissenserwerb im Fachunterricht im Allgemeinen und bezogen auf die finanzielle Allgemeinbildung im Speziellen ohne Fachsprache nicht möglich ist (*lerntheoretisches Argument*) (siehe hierzu auch 2).

Fachsprachliche Kenntnisse und Fähigkeiten sind allerdings nicht nur Mittel zum Zweck fachlichen Lernens, sondern auch Selbstzweck, was sich wiederum ausgehend von bildungstheoretischen Überlegungen begründen lässt (*bildungstheoretisches Argument*) (siehe im Folgenden Abb. 3). So zeigt sich die Relevanz eines kompetenten Umgangs mit einer auf Finanzen bezogenen Fachsprache unter anderem

hinsichtlich der Bewältigung aktueller sowie zukünftiger finanzbezogener Lebenssituationen sowie im Hinblick auf die Befähigung zur gesellschaftlichen Teilhabe als Wirtschaftsbürger:in. So müssen Schüler:innen dazu befähigt werden, mit Informationsmaterialien für Verbraucher:innen umgehen zu können, die fachsprachliche Strukturen enthalten (z. B. zu Finanzdienstleistungen). Darüber hinaus ist es für die mündige, gesellschaftliche Teilhabe entscheidend, finanzbezogene Texte und Informationen, die fachsprachlich geprägt sind (z. B. Nachrichten, Zeitungsartikel), verstehen und einordnen zu können. Die passive, rezeptive Ebene ist aber nicht ausreichend, vielmehr ist auch eine aktive, produktive Verwendung von Fachsprache notwendig. So erfordert die selbstständige Bewältigung finanzbezogener Lebenssituationen, dass Individuen ihre Fragen und Bedarfe in Bezug auf Finanzprodukte sowie in Verkaufs- und Beratungssituationen artikulieren können. Zudem setzt eine Partizipation an finanzbezogenen Diskussionen einen kompetenten Umgang mit Fachsprache voraus.

	Bewältigung derzeitiger und zukünftiger ökonomisch/finanziell geprägter Lebenssituationen	**Beitrag zur Befähigung zur gesellschaftlichen Teilhabe (Wirtschaftsbürger:innen)**
Rezeptive Nutzung von Fachsprache	Umgang mit Informationsmaterialien für Verbraucher:innen, die fachsprachliche Strukturen und Begriffe enthalten (z. B. Informationen zu Finanzdienstleistungen)	Umgang mit finanzbezogenen fachsprachlich geprägten Texten/ Darstellungen (z. B. Zeitungsartikel)
Produktive Nutzung von Fachsprache	Artikulation eigener auf Finanzprodukte bezogener Fragen, Bedarfe in Verkaufs- und Beratungssituationen	Partizipation an inhaltlichen (auch fachsprachlich geprägten) Diskussionen mit Finanzbezug

Abbildung 3: Bildungsrelevanz finanzbezogener fachsprachlicher Kenntnisse und Fähigkeiten (eigene Darstellung)

4 Ideen zur unterrichtlichen Umsetzung am Beispiel der finanziellen Allgemeinbildung

4.1 Theoretisch-konzeptionelle Überlegungen

Den beschriebenen Herausforderungen in Bezug auf die im Fachunterricht benötigten fachsprachlichen Kenntnisse und Fähigkeiten kann auf unterschiedliche Art und Weise begegnet werden. Im Rahmen des Projektes „Ökonomie im Alltag – Sprachsensible finanzielle Bildung“ wurde das Konzept des Sprachsensiblen Fachunterrichts nach Josef Leisen (2013) gewählt. Dieses wurde ursprünglich für den Physikunterricht konzipiert, kann aber auch auf andere Fachdisziplinen übertragen werden.

Unter Sprachsensiblem Fachunterricht wird hier „der bewusste Umgang mit Sprache beim Lehren und Lernen im Fach“ (ebd., S. 3) verstanden. Dabei wird „Sprache *an* und *mit* der Sache (den Fachinhalten) gelernt“ (ebd., S. 6; Herv. im Original). Der Fokus liegt dabei darauf, „gezielt und geplant die sprachliche Handlungsfähigkeit der Lerner im jeweiligen Fach zu fördern“ (ebd., S. 29). Nach Leisen bedingen sich

„Fachlernen und Sprachlernen […] gegenseitig und sind so eng miteinander verknüpft, dass das eine nicht ohne das andere auskommt" (ebd., S. 29).

Die Unterrichtsmaterialien wurden daher so konzipiert, dass sowohl die fachlich-inhaltlichen als auch die fachsprachlichen Anforderungen graduell spiralcurricular ansteigen und die entsprechenden Fähigkeiten und Kenntnisse miteinander verschränkt vermittelt werden (vgl. Abb. 4).

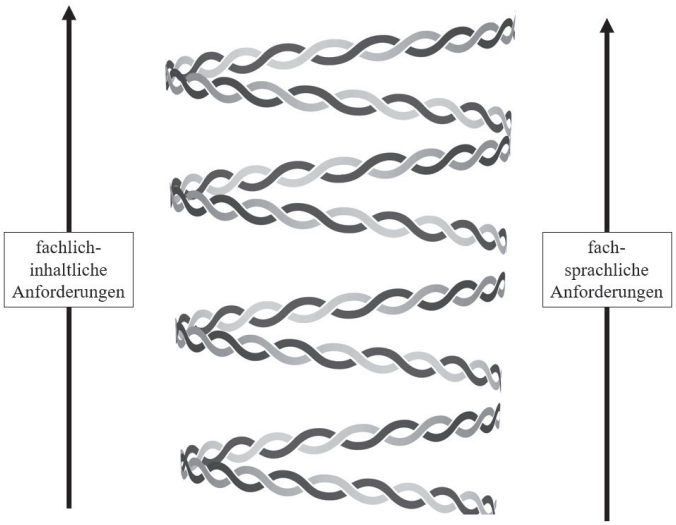


Abbildung 4: Parallele Progression fachlich-inhaltlicher und fachsprachlicher Anforderungen (eigene Darstellung)

Eine der Grundthesen des Sprachsensiblen Fachunterrichts besteht darin, dass die Lernenden „so wenige Sprachhilfen wie möglich, aber so viele, wie individuell zum erfolgreichen Bewältigen der Sprachsituation nötig [sind, erhalten]" (ebd., S. 3). Diese Grundthese wurde auch bei dem vorgestellten Projekt berücksichtigt. Im Rahmen gestufter Lernhilfen (vgl. ebd., S. 44) wurden für einige Aufgaben Tippkarten konzipiert, die die Schüler:innen bei Bedarf eigenständig nutzen können. In diesen werden fachliche und sprachliche Hilfen teilweise gemeinsam, teilweise voneinander getrennt gegeben (vgl. ebd.).

4.2 Exemplarische Vorstellung sprachsensibler Unterrichtsmaterialien

Im Rahmen des Projekts wurden Unterrichtsmaterialien[1] erstellt, von denen einige im Folgenden exemplarisch vorgestellt werden. In Anlehnung an die vier Kernbereiche der finanziellen Allgemeinbildung besteht das Material aus den Modulen „Umgang mit Geld und Haushaltsplanung", „Kredite und Schulden" sowie „Umgang mit Versicherungen", die aufeinander aufbauen, aber auch unabhängig voneinander verwendet werden können.

1 Die Materialien werden unter https://www.ioeb.de/de/material/sprachsensible-%C3%B6konomische-bildung.html kostenlos zur Verfügung gestellt

Die Ausgangssituation des Materials ist folgendes Szenario: Eine Person (Zoe) hat gerade ihre Ausbildung im Elektrohandwerk abgeschlossen und tritt nun ihre erste Stelle an. Sie ist in ihre erste eigene Wohnung gezogen und ist mit der Herausforderung konfrontiert, verschiedene finanzbezogene Entscheidungen treffen zu müssen.

Die Materialien sind durchgehend sprachsensibel gestaltet, indem unter anderem verschiedene Strategien des Sprachsensiblen Fachunterrichts nach Leisen (2013) eingesetzt sowie die Hinweise zur Erstellung von Lernmaterial im Sprachsensiblen Fachunterricht (vgl. Leisen 2013, S. 44) angewandt wurden. Generell wurden die Operatoren an den Anfang der Aufgabe gesetzt, damit den Schüler:innen direkt klar ist, was getan werden soll (vgl. ebd., S. 44). Weiterhin wurde darauf geachtet, neue Begriffe (z. B. Fixkosten und variable Kosten) und Sprachstrukturen nicht isoliert, sondern im inhaltlichen Kontext einzuführen (vgl. ebd., S. 185). Diese werden immer wieder verwendet, um sie zu festigen. Dabei wird zunächst die bewusste Näherung an die Bedeutung der Begrifflichkeiten ermöglicht, anschließend die rezeptive Nutzung der Begriffe (z. B. im Rahmen des Textverständnisses) fokussiert und in einem folgenden Schritt wird die produktive Verwendung der Begrifflichkeiten auf verschiedenen Anforderungsbereichen eingeübt.

Die Materialien sollen dabei sowohl die fachsprachlichen als auch die fachlichen Fähigkeiten aller Schüler:innen fördern und sind daher nach dem Prinzip der gestuften Lernhilfen aufgebaut. Es gibt eine grundlegende Version des Materials, die allen Schüler:innen zur Verfügung steht, und bei Bedarf kann auf Tippkarten zurückgegriffen werden. Auf diese Weise bleibt der fachliche und sprachliche Anspruch erhalten, die Schüler:innen erhalten aber eine Unterstützung dabei, ihre fachsprachlichen und fachlichen Fähigkeiten graduell auf- und auszubauen. Die Unterstützung ist dabei oftmals mehrstufig aufgebaut und die Schüler:innen können selbst entscheiden, wie viel Unterstützung sie benötigen. Für den Einsatz der Materialien im Unterricht bietet sich daher beispielsweise das Prinzip der Lerntheke an, bei dem die Materialien frei im Raum verteilt werden und die Schüler:innen eigenständig und in ihrem Tempo die Materialien und evtl. auch unterstützende Tippkarten auswählen (vgl. Joller-Graf 2010). Zwischendurch gibt es immer wieder Plenumsphasen, in denen im Rahmen einer sog. „Anschlusskommunikation" (vgl. Leisen 2013, S. 44) die Ergebnisse verglichen werden. So kann sichergestellt werden, dass alle Schüler:innen die korrekten Antworten notiert haben. Im Folgenden sollen einige Materialien exemplarisch vorgestellt werden.

Das erste vorgestellte Material (M3) stammt aus dem Themenblock 1: „Umgang mit Geld und Haushaltsplanung". Nachdem die Protagonistin Zoe eingeführt wurde, haben die Schüler:innen gesammelt, welche Ausgaben Zoe in ihrer neuen Wohnung zu erwarten hat, und haben erste Begriffe (z. B. Haushaltsplan, Einnahmen und Ausgaben, Saldo) kennengelernt. Im Weiteren erhalten alle Schüler:innen den ausgefüllten Haushaltsplan von Zoe für den Monat Mai in tabellarischer Form, in dem alle ihre Einnahmen und Ausgaben festgehalten sind. Eine Aufgabe besteht nun darin, den tabellarischen Haushaltsplan in ein Diagramm zu überführen (vgl. Abb. 5), um im Sinne Leisens (2013, S. 44) einen Darstellungswechsel vorzunehmen und zugleich die

Fähigkeit der Schüler:innen im Umgang mit statistischen Abbildungen zu fördern. Das Material ist so angelegt, dass die Lernenden das Diagramm nicht vollständig selbst entwickeln müssen, sondern eine Vorlage bekommen, die ausgefüllt werden soll. Die zu verwendenden Begriffe sind dabei vorgegeben. Damit können sie sich auf den entscheidenden Transfer der verschiedenen Daten des vorgegebenen Haushaltsplans in das Diagramm konzentrieren.

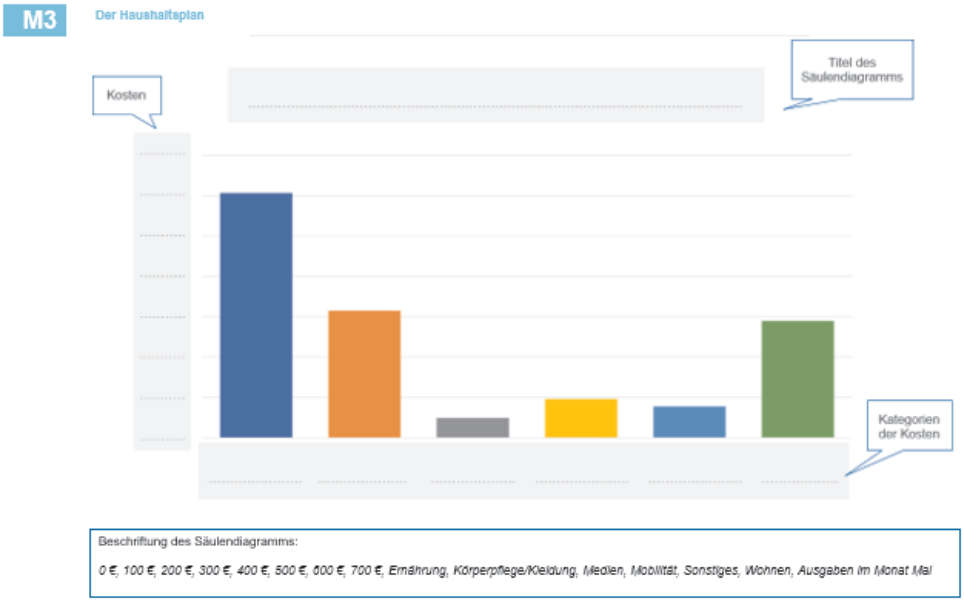


Abbildung 5: M3, Diagramm zum Beschriften

Die darauffolgende Aufgabenstellung (Aufgabe 3) baut auf dem Ergebnis auf: Die Schüler:innen sollen das Diagramm beschreiben. Dies erfordert von den Lernenden das Einhalten einer bestimmten fachsprachlichen Form und stellt für viele eine Herausforderung dar. Daher erhalten alle Schüler:innen Formulierungshilfen in Form eines Wortspeichers (vgl. Leisen ebd., S. 209), der die wichtigsten Begriffe und Strukturen enthält (vgl. Abb. 6).

Wortspeicher	
• am niedrigsten – am höchsten • am meisten – am wenigsten • ist höher als – ist niedriger als • sind gleich	• betragen • liegen bei • Kosten • Ausgaben

Abbildung 6: Wortspeicher zu M3, Aufgabe 3

Weiterhin gibt es für die Aufgabe eine Differenzierung in Form einer Tippkarte (vgl. Abb. 7), auf der Satzfragmente vorgegeben sind, die den Schüler:innen bei der Formulierung der Beschreibung des Diagramms helfen. Dies ist angelehnt an das Methodenwerkzeug Wortgeländer (vgl. Leisen 2011, S. 21) und ist geeignet, um die Schüler:innen beim Formulieren zu unterstützen und es ihnen zugleich zu ermöglichen, selbstständig die Aufgabenstellung zu bearbeiten. Sie lernen den typischen fachsprachlichen Satzbau kennen, üben diesen ein und setzen sich inhaltlich tiefer mit dem Diagramm auseinander. Fachsprachliches und fachliches Lernen erfolgen hier Hand in Hand.



M3 **Tippkarte zu M3, Aufgabe 3**

Aufgabe 3: Beschreibe mithilfe der Satzfragmente das Diagramm. Gliedere deine Beschreibung in drei Absätze (Einleitung, Hauptteil, Schluss).

Einleitung:

In dem Säulendiagramm sind Zoes Ausgaben für den … abgebildet.

Auf der x-/y-Achse sind … aufgeführt/angegeben.

Die Werte werden in … angegeben.

Hauptteil:

Die Ausgaben für den Bereich … liegen bei …

Die geringsten/höchsten Ausgaben sind dem Bereich … zuzuordnen.

Die Ausgaben für den Bereich … sind höher/niedriger als …

Während die Kosten für den Bereich … bei … liegen, betragen die Ausgaben für den Bereich … nur/sogar …

Im Gegensatz zu dem Bereich … sind die Kosten/Ausgaben für den Bereich ... besonders hoch/niedrig.

Schluss:

Es fällt auf, dass …

Insgesamt zeigt sich, dass …

Abbildung 7: Tippkarte zu M3, Aufgabe 3

Das daran anschließende Material (M4) stellt Zoes Ausgaben im Monat Juni ebenfalls in Form eines Diagramms dar. Die Schüler:innen sollen unter anderem die Ausgaben der beiden Monate miteinander vergleichen. DFer Vergleich verlangt zum einen eine intensive inhaltliche Auseinandersetzung und stellt zum anderen hohe sprachliche Anforderungen dar, da fachsprachliche Strukturen auf Wort- und Satzebene eingehalten werden müssen. Um die Lernenden hier zu entlasten und ihnen zu ermöglichen, die inhaltliche Aufgabe zu bewältigen, kann wieder eine Tippkarte genutzt werden (vgl. Abb. 8). Diese wurde in Anlehnung an die Filmleiste konzipiert (vgl. Leisen 2011,

S. 21): Die Schüler:innen bekommen eine Reihe von „Fotos“ gezeigt, in denen jeweils zu vergleichende Aspekte in einem „Foto“ abgebildet werden. Sie können nun einen Vergleich in kleineren Portionen durchführen, indem sie sich jeweils auf die Darstellung des „Fotos“ konzentrieren. Die Satzanfänge neben den Fotos helfen ihnen zudem dabei, fachsprachliche Phrasen korrekt zu verwenden.

M4 **Tippkarte M4, Aufgabe 3**

Aufgabe 3: Vergleiche Zoes Ausgaben aus dem Monat Mai (M3) mit denen aus dem Monat Juni (M4) und gehe dabei auf Auffälligkeiten ein. Formuliere dafür einen zusammenhängenden Text mithilfe der Filmleiste. In blau (links) ist jeweils die Höhe der Ausgabe für den Monat Mai zu sehen und in grün (rechts) ist jeweils die Höhe der Ausgabe für den Monat Juni zu sehen.

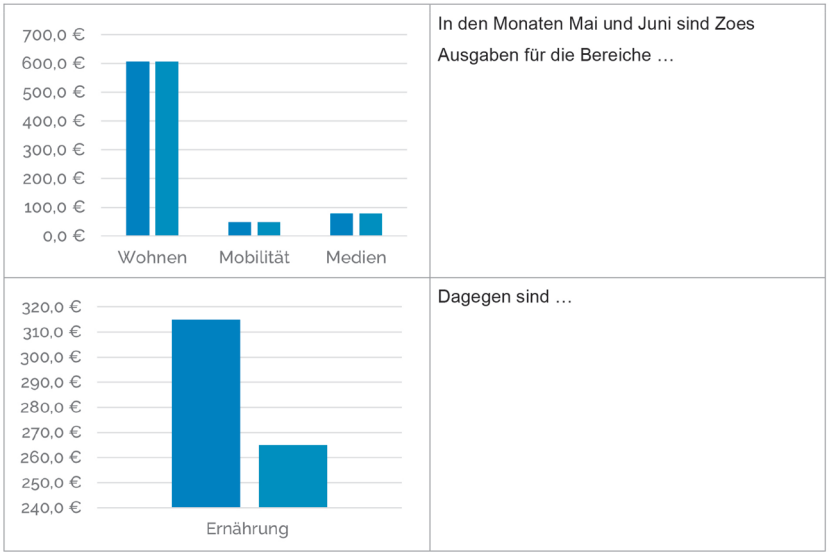


Abbildung 8: Tippkarte 1 zu M4, Aufgabe 3 (Ausschnitt)

Für Schüler:innen, die weitere Unterstützung benötigen, ist zudem eine weitere Tippkarte entwickelt worden (vgl. Abb. 9), in der der Vergleich bereits ausformuliert wurde und ihnen angelehnt an die Methode Textpuzzle (vgl. Leisen 2011, S. 21) Satzhälften vorgegeben werden. Sie müssen nun jeweils die zueinanderpassenden Satzhälften finden und miteinander verbinden. Dadurch werden sie fachsprachlich entlastet und können sich auf das inhaltliche Lernen konzentrieren, zugleich setzen sie sich aber auch rezeptiv mit fachsprachlichen Strukturen auseinander und entwickeln somit ein Bewusstsein für diese.

M4 **Tippkarte M4, Aufgabe 3**

Aufgabe 3: Vergleiche Zoes Ausgaben aus dem Monat Mai (M3) mit denen aus dem Monat Juni (M4) und gehe dabei auf Auffälligkeiten ein. Ordne dafür die passenden Satzteile einander zu. Verbinde im ersten Schritt die zueinander gehörenden Satzteile. Schreibe die Sätze anschließend vollständig in dein Heft.

1.	In den Monaten Mai und Juni hat	weniger Geld ausgegeben als im Monat davor.
2.	Die Ausgaben für die Bereiche	Zoe gleich viel für die Bereiche Wohnen, Mobilität und Medien bezahlt.
3.	Ihre Ausgaben für die Bereiche Körperpflege/Kleidung und Sonstiges sind im Juni	in beiden Monaten für den Bereich Mobilität.

Abbildung 9: Tippkarte 2 zu M4, Aufgabe 3 (Ausschnitt)

Im Themenblock „Kredite und Schulden“ wurde für die Einführung des Themenbereichs Kredite ein Dialog zwischen Zoe und einer Verkäuferin eines Möbelhauses, in dem Zoe Möbel für ihre neue Wohnung kaufen will, entwickelt und multimedial in Form einer eingesprochenen PowerPoint-Präsentation umgesetzt (vgl. Abb. 10).



Abbildung 10: Ausschnitt aus der interaktiven PowerPoint-Präsentation „Dialog im Möbelhaus“

Bei diesem multimedialen Format ist es möglich, jeden Teil des Dialogs beliebig oft abzuspielen. Weiterhin sind Untertitel eingefügt. Hierdurch erhalten die Schüler:innen die Möglichkeit, in ihrem individuellen Tempo den Dialog anzuhören sowie gleichzeitig zu lesen und sie können außerdem Stellen, die sie nicht verstanden haben, wiederholt ansehen bzw. hören. Hierbei wurde bewusst darauf geachtet, bei der Formulierung des Dialogs eine möglichst lebensweltnahe Sprechweise der Verkäuferin auszuwählen, da sich die Schüler:innen in ihrer Rolle als Verbraucher:innen in einem ebensolchen Dialog wiederfinden könnten, in dem sie mit der verwendeten Fachsprache umgehen können müssen.

5 Fazit und Ausblick

Für Schüler:innen stellt die Verwendung von Fachsprache im Fachunterricht eine Herausforderung dar, die in Teilen das fachliche Lernen verhindern kann. Es bedarf entsprechend Materialien, in denen sowohl die Inhalte als auch die Fachsprache bewusst thematisiert und parallel vermittelt werden, sodass ein Lernzuwachs in beiden Bereichen möglich wird. Fachsprachliches und inhaltliches Lernen müssen somit im Sinne des Sprachsensiblen Fachunterrichts aufeinander abgestimmt und miteinander verknüpft werden sowie an den individuellen Lernvoraussetzungen der Schüler:innen ansetzen. Es bietet sich der Einsatz gestufter Lernhilfen an, durch die Lernende, die mehr Unterstützung benötigen, diese durch die Nutzung verschiedener sprachsensibler Strategien erhalten und gleichzeitig selbstständig an der Bearbeitung und Lösung der Aufgabenstellung arbeiten. Die fachsprachliche Vereinfachung von Materialien kann dabei ein erster Ausgangspunkt unter der Voraussetzung sein, dass damit erstens kein übermäßiger fachlicher Verlust einhergeht und zweitens die Schüler:innen mittel- und langfristig nicht auf diesem Niveau verbleiben, sondern ein Ausbau ihrer fachsprachlichen Fähigkeiten fokussiert wird. Dass die gezielte und nachhaltige Förderung fachsprachlicher Fähigkeiten wichtig ist, zeigt sich besonders eindrücklich am Beispiel der finanziellen Allgemeinbildung. Die Schüler:innen benötigen für zukünftige ökonomisch geprägte Lebenssituationen ein grundlegendes inhaltliches Verständnis sowie fachsprachliche Fähigkeiten im Bereich der finanziellen Allgemeinbildung. Nur dann sind sie in der Lage, diese produktiv und rezeptiv gewinnbringend einzusetzen, indem sie sich bspw. mit Versicherungsinformationen auseinandersetzen und Fragen sowie Bedarfe angemessen äußern können.

Auch wenn mittlerweile erkannt wurde, dass die sprachsensible Gestaltung von Unterricht „[…] ein Thema mit sehr hoher Relevanz“ (Campbell, Penning 2023, S. 75) ist, mangelt es grundsätzlich und mit Blick auf die finanzielle Allgemeinbildung sowie auf die Arbeitslehre allgemein an empirischer Forschung zur Wirkungsweise sprachsensibler Strategien sowie an Fort- und Weiterbildungsangeboten für Lehrkräfte. Aber auch an unterrichtspraktischen Materialien fehlt es. Daher möchte der Autor mit den angestellten theoretisch-konzeptionellen Überlegungen, den auf dieser Basis entwickelten Materialien und der anstehenden Evaluation deren Einsatzes im Unterricht

Hinweise zu gewinnbringenden Gestaltungselementen sprachsensiblen Fachunterrichts erhalten, die auf weitere Inhaltsbereiche der ökonomischen Bildung und der Arbeitslehre übertragbar sind und ein erster Schritt zur Schließung dieser Lücke sein können.

Literaturverzeichnis

Betker, Katharina/Friebel-Piechotta, Stephan/Müller, Anna-Lena (2024/im Erscheinen): Sprache im Wirtschaftsunterricht – Eine Analyse der Curricula der Ankerfächer der ökonomischen Bildung. In: Dirk Loerwald/Nils Goldschmidt: Digitalisierung in der ökonomischen Bildung, Wiesbaden: Springer Verlag.

Braun, Saskai/Gökcay, Burcu/Gruben, Frauke/Jeschke, Tanja/Noack, Christina/Tschudinovski, Lilia/Zahlten, Stefanie (2017): Bildungssprache und ihre Relevanz für das schulische Lernen – ein Problemaufriss. In: Koch, Katja/Montanari, Elke G./Noack, Christina/Wittstruck, Wilfried (Hrsg.): Sprachbewusst unterrichten. Handreichung für den Unterricht an Grund-, Haupt-, Ober- und Realschulen. Hannover: unidruck, S. 13–29.

Campbell, Marietta/Penning, Isabelle (2023): Sprachsensible Fahrradreparatur. Ansätze zur Förderung von Sprachbildung in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung für das Fach Wirtschaft-Arbeit-Technik. In: Binder, Martin/Wiesmüller, Christina (Hrsg.): Technikunterricht – konkret. 24. Tagung der DGTB in Reutlingen vom 23. bis 24. September 2022. Offenbach am Main: BE.ER Konzept (Jahrestagungen der Deutschen Gesellschaft für Technische Bildung e.V.), S. 57–79.

De Beckker, Kenneth/De Witte, Kristof/Holz, Oliver (2020): A comparative analysis of pupils' and teachers' financial competencies in five European countries. In: De Witte, Kristof/Holz, Oliver/De Beckker, Kenneth (Hrsg.): Financial education. Current practices and future challenges, Münster: Waxmann, S. 40–66.

Die Senatorin für Bildung und Wissenschaft (2012): Wirtschaft/Arbeit/Technik. Bildungsplan für die Oberschule. Die Oberschule im Land Bremen. Bremen.

Joller-Graf, Klaus (2010): Binnendifferenziert unterrichten. In: Buholzer, Alois/Kummer Wyss, Annemarie (Hrsg.): Alle gleich – alle unterschiedlich! Zum Umgang mit Heterogenität in Schule und Unterricht. Seelze-Velber: Klett Kallmeyer, S. 122–137.

Kaminski, Hans/Eggert, Katrin (2008): Konzeption für die ökonomische Bildung als Allgemeinbildung von der Primarstufe bis zur Sekundarstufe II. Berlin: Bundesverband deutscher Banken.

Kaminski, Hans/Friebel, Stephan (2012): Finanzielle Allgemeinbildung als Bestandteil der ökonomischen Bildung, www.ioeb.de/files/ioeb/publications/documents/Kaminski_Friebel%202012_Arbeitspapier_Finanzielle_Allgemeinbildung.pdf (Abfrage: 30.10.2023).

Klafki, Wolfgang (1986). Die Bedeutung der klassischen Bildungstheorien für ein zeitgemäßes Konzept allgemeiner Bildung. Herwig Blankertz in memoriam. In: Zeitschrift für Pädagogik 32, 4, S. 455–476.

Leisen, Josef (2011): Praktische Ansätze schulischer Sprachförderung – Der sprachsensible Fachunterricht, www.hss.de/fileadmin/media/downloads/Berichte/111027_RM_Leisen.pdf (Abfrage: 30.10.2023).

Leisen, Josef (2013): Handbuch Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Unterricht in der Praxis. Stuttgart: Klett.

Leisen, Josef (2023): „Erst mache ich so, dann mache ich so und dann so, fertig!" – Von der Sprache im Beruf zur Berufssprache. Vortrag im Rahmen der Fachtagung zur Sprachbildung in der Beruflichen Bildung zum Thema: Sprachbildung in der Berufsausbildungsvorbereitung und Berufsausbildung. Integration von Jugendlichen mit Migrationshintergrund des Landesinstituts für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM), des Ministeriums für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg (MJBS) und der Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie des Landes Berlin (SenBildJugFam).

Lutter, Andreas (2017): Zielfiguren finanzieller Bildung: Begriffe – Konzepte – Herausforderungen. In: Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung 86, DIW, S. 17–25.

Michalak, Magdalena/Lemke, Valerie/Goeke, Marius (2015): Sprache im Fachunterricht. Eine Einführung in Deutsch als Zweitsprache und sprachbewussten Unterricht. Tübingen: Narr Frankce Attempto.

Michalak, Magdalena (2017): Sprache und fachliches Lernen. Zur Einleitung. In: Michalak, Magdalena (Hrsg.): Sprache als Lernmedium im Fachunterricht. Theorien und Modelle für das sprachbewusste Lehren und Lernen. (2. Aufl.) Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 1–7.

Niedersächsisches Kultusministerium (2023): Kerncurriculum für die Integrierte Gesamtschule Schuljahrgänge 5–10. Arbeit-Wirtschaft-Technik. Hannover.

OECD (2020): PISA 2018 Results: Are students smart about money? VOLUME IV, www.oecd.org/daf/pisa-2018-results-volume-iv-48ebd1ba-en.htm (Abfrage: 30.10.2023).

Prediger, Susanne (2013): Darstellungen, Register und mentale Konstruktion von Bedeutung und Beziehungen – mathematikspezifische sprachliche Herausforderungen identifizieren und bearbeiten. In: Becker-Mrotzek, Michael/Schramm, Karen/Thürmann, Eike/Vollmer, Helmut Johannes (Hrsg.): Sprache im Fach. Sprachlichkeit und fachliches Lernen. Münster: Waxmann, S. 167–183.

Pineker-Fischer, Anna (2017): Sprach- und Fachlernen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Umgang von Lehrpersonen in soziokulturell heterogenen Klassen mit Bildungssprache. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Riebling, Linda (2013): Heuristik der Bildungssprache. In: Gogolin, Ingrid/Lange, Imke/Michel, Ute/Reich, Hans H. (Hrsg.): Herausforderung Bildungssprache – und wie man sie meistert. Münster: Waxmann, S. 106–153.

Roelcke, Thorsten (2017): Fachsprachliche Pluralität als gesellschaftliche Herausforderung. In: Jostes, Brigitte/Caspari, Daniela/Lütke, Beate (Hrsg.): Sprachen – Bilden – Chancen. Sprachbildung in Didaktik und Lehrkräftebildung. (Band 5: Sprachliche Bildung). Münster: Waxmann, S. 77–88.

Rösch, Heidi (2022): Migrationsmehrsprachigkeit in der Lehrkräftebildung. In: Heidi Rösch/ Nicole Bachor-Pfeff (Hrsg.): Mehrsprachliche Bildung im Lehramtsstudium. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 13–42.
Rudeloff, Michelle (2019): Der Einfluss informeller Lerngelegenheiten auf die Finanzkompetenz von Lernenden am Ende der Sekundarstufe I. Wiesbaden: Springer.
Schlösser, Hans Jürgen/Neubauer, Maria/Tzanova, Polia (2011): Finanzielle Bildung. In: Aus Politik und Zeitgeschichte H. 12, S. 21–27.
Staatsministerium für Kultus Freistaat Sachsen (2019): Wirtschaft-Technik-Haushalt-Soziales. Lehrplan Oberschule. Dresden.
Thüringer Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (2012): Sozialkunde. Lehrplan für den Erwerb des Hauptschul- und des Realschulabschlusses.

Autorinnen und Autor



Betker, Katharina, M. A., M. Ed., Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Ökonomische Bildung. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Bildung für Nachhaltige Entwicklung, sprachsensibles Lehren und Lernen in der Ökonomischen Bildung.
betker@ioeb.de



Friebel-Piechotta, Stephan, Dr., Bereichsleiter Schulpraxis und Unterrichtsforschung am Institut für Ökonomische Bildung (IÖB), An-Institut der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte u. a.: Bildung für Nachhaltige Entwicklung, sprachsensibles Lehren und Lernen in der Ökonomischen Bildung, Finanzielle Allgemeinbildung, Schüler:innen- und Lehrkräftevorstellungen.
friebel-piechotta@ioeb.de



Müller, Anna-Lena, M. A., M. Ed., Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Ökonomische Bildung. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Berufliche Orientierung an allgemeinbildenden Schulen, sprachsensibles Lehren und Lernen in der Ökonomischen Bildung.
mueller@ioeb.de

Fachdidaktik und Lehrkräftebildung

Technik-Kultur-Bildung. Der Kulturreihenansatz am Beispiel der Energiewende

Thomas-Hugo Möllers

Abstract

Der Beitrag skizziert am Beispiel der Energiewende, wie systematisch angelegte Curricula, die sich an der Entwicklung der Kultur und der Entwicklungspsychologie des Menschen orientieren, über das ganzheitliche Erleben und Wahrnehmen von Technik über ein Verstehen, das auch die kulturelle Bedeutung und die Sinn- und Wertperspektive der Technik umfasst, hin zum sozial verantwortlichen technischen Handeln und Gestalten führen können. Mit dem Kulturreihenansatz wird der Versuch unternommen, die bisherigen fachdidaktischen Ansätze miteinander zu verflechten, um insbesondere die technische Mündigkeit zu fördern.

Schlagworte: Energiewende; Kulturreihenansatz; Technikunterricht; Sinnperspektive; Wertperspektive

Using the example of the energy transition, the article outlines how systematically designed curricula that are oriented to the development of human culture and developmental psychology, through the holistic experience and perception of technology, through an understanding that also encompasses the cultural meaning and the meaning- and valueperspective of technology, can lead to socially responsible technical action and design. With the cultural series approach, an attempt is made to interlink the previous didactic approaches with each other in order to promote technical maturity in particular.

Keywords: energy transition, cultural series approach, technical education, meaningperspective, valueperspective

Energie ganzheitlich wahrnehmen und erleben

Wissen Sie auf Anhieb, wie viel Energie Sie am Tag oder im Jahr für welche Zwecke brauchen? Wenn Sie es wissen, ist Ihnen im Laufe des Lebens die Wichtigkeit von Energie für alle Lebensbereiche ins Bewusstsein gelangt, vielleicht auch durch Bildungsprozesse. Wenn Sie es nicht wissen, so liegt es vielleicht an der fehlenden Wahrnehmbarkeit von Energie in unserem Alltag oder auch nur an der unbemerkten monatlichen Abbuchung der Energieversorger vom Konto. Beim Betrachten der Abbildung 1 werden Sie auch nicht sofort an Energieverbrauch denken, der mit den drei

Bereichen Mobilität, Wohnen und Lebensmittel verbunden ist, sondern vielmehr an die dahinter liegenden menschlichen Bedürfnisse: das Bedürfnis, mobil zu sein, um Freunde zu besuchen, um zur Arbeitsstelle zu gelangen oder in Urlaub zu fahren; das Bedürfnis, vor Witterungseinflüssen geschützt und vielleicht auch repräsentativ zu wohnen und das Bedürfnis, etwas Leckeres in geselliger Runde zu essen.



Abbildung 1: Mobilität, Wohnen und Essen als menschliche Bedürfnisse

Zugleich würde man in anderen Kulturräumen für die drei Bereiche drei andere Symbolbilder wählen, weil die Art der Fortbewegung, die Architektur und auch die Essgewohnheiten andere wären. Insofern stehen die drei Symbolbilder auch für Kultur im Sinne der „Totalität der menschlichen Hervorbringungen“ (König 2010, S. 75). Wollen wir in der Schule dem Bildungs- und Erziehungsauftrag – Persönlichkeitsbildung und Enkulturation – nachkommen, so muss für ein erfolgreiches ganzheitliches Lernen zum Thema „Energie und Energiewende“ zunächst die Selbstverständlichkeit und Nicht-Wahrnehmbarkeit des Energieverbrauchs aufgebrochen werden.

> „Die Technik dagegen sucht sich vergessen zu machen. Von ihr, und nicht von der Natur, muss es heißen, dass sie es ‘liebt, sich zu verbergen’“ (Latour 2018, S. 310).

Nur durch das Anknüpfen an individuelle Bedürfnisse und Probleme gelingt es im Unterricht, das Wesen der Technik im Allgemeinen und das Wesen von Energie im Besonderen, sich zu verbergen (Latour), zu durchbrechen und eine „Krise des Nichtverstehens“ (Gruschka 2019, S. 193) hervorzurufen. Eine Grundannahme des „Kulturreihenansatzes“ ist die Parallelität von Onto- und Phylogenese, der Entwicklung eines einzelnen Menschen und der Menschheit (vgl. Möllers 2023, S. 411 ff.). Die wichtigste Konsequenz daraus ist, dass sich die Auswahl von Inhalten für Curricula einerseits an den Entwicklungsaufgaben der Lernenden orientiert, andererseits an wichtigen Entwicklungsaufgaben der Menschheit innerhalb ihrer Geschichte und damit an der kulturellen Entwicklung. Sucht man also nach Möglichkeiten, wie man im Unterricht

Energie erleb- und erfahrbar machen kann, so stößt man als Erstes auf die Energiequelle schlechthin, die Sonne. Die Bedeutung der Sonne als Lieferantin von Wärme und Licht für das Wachstum von Pflanzen wurde schon früh in der Menschheitsgeschichte erkannt und führte bei den Ägyptern zur Verehrung der Sonne als Gottheit Ra. Nicht weniger wichtig für die Menschheitsentwicklung war die Beherrschung des Feuers und des Feuermachens. Für die Entwicklung des einzelnen Menschen sind das Erleben der Sonne und des Feuers ebenso elementar und bedeutsam. Das Backen von Stockbrot am Lagerfeuer im Zeltlager oder das Anzünden einer Kerze bleiben als nachhaltige „Energieerlebnisse" in Erinnerung (vgl. Abb. 2).



Abbildung 2: Sonne und Feuer als ästhetische Urerlebnisse von Energie

Ende des 19. Jahrhunderts war es die elektrische Beleuchtung, die die Elektrifizierung vorantrieb, doch erst im 20. Jahrhundert wurde die elektrische Energie zu der universellen Energie für alle Lebensbereiche. Für sie gilt im besonderen Maße, dass ihre Unsichtbarkeit, ihre Anästhetik[1] zu einer Verdrängung aus unserem Bewusstsein führen kann. Elektrische Energie wird in Welschs Sinne ästhetisch, also empfindungsfähig, wenn sie fehlt, sei es durch einen Stromausfall durch Blitzeinschlag, durch ein gebrochenes Kabel oder durch abgeknickte Hochspannungsmasten durch zu hohe Eislast auf den Hochspannungsleitungen (Münsterländer Schneechaos 2005) oder durch die Wirkungen, die sie hervorbringt (Licht, Bewegung, Wärme usw.). Wahrnehmen und Erleben elektrischer Energie als Voraussetzung für erfolgreiches Lernen setzt demnach eine „gezielte Ästhetik" (Welsch 2017, S. 75) voraus. Diese gezielte Ästhetik kann z. B. durch das Lesen von Ausschnitten aus dem Roman „Blackout" (vgl. Elsberg 2021) geschehen, der die Folgen von lang andauernden Ausfällen der Stromversorgung

1 „Ich möchte Ästhetik generell als Aisthetik verstehen: als Thematisierung von Wahrnehmungen aller Art, sinnenhaften, ebenso wie geistigen, alltäglichen wie sublimen, lebensweltlichen wie künstlerischen" (Welsch 2017, S. 11 f.). „Anästhetik verwende ich als Gegenbegriff zu Ästhetik. Anästhetik meint jenen Zustand, wo die Elementarbedingungen des Ästhetischen – die Empfindungsfähigkeit – aufgehoben ist" (Welsch 2017, S. 12).

schildert. Die dadurch hervorgerufene emotionale Betroffenheit führt im Idealfall zu der Bewusstheit, zu wenig über die Zusammenhänge der Stromerzeugung, Stromverteilung und über den Stromverbrauch zu wissen.

Die oben erwähnte „Krise des Nichtverstehens“ (Gruschka 2019, S. 193) führt zum folgenden Lernschritt, dem ganzheitlichen, mehrperspektivischen Verstehen von Energie.

Energie mehrperspektivisch verstehen in ihrer Sach-, Sinn- und Wertperspektive

Definieren wir Sinn als das, „was dem menschlichen Leben Bedeutsamkeit verleiht“ (Steenblock 2018, S. 348), dann führt der unterrichtliche Weg zur Sachperspektive zunächst über die Sinnperspektive von Technik. Erst das Erkennen der persönlichen und gesellschaftlichen Bedeutsamkeit eines technischen Sachverhalts führt zu kognitiven Konflikten, zum Erstaunen, zu einer Fragehaltung und zu dem Wunsch, die „Krise des Nichtverstehens“ überwinden zu wollen. Die Abkehr von einer herkömmlichen Lehrbuchsystematik, die mit der Definition der wichtigen Begriffe, Größen und Einheiten anfängt und mit mathematischer Modellierung und Berechnungen endet, hin zu einer lebensweltlichen Kontextorientierung, die die Motivation, das innere Bewegt-Sein an den Anfang stellt, setzt sich auch in Schulbüchern aus o. g. Gründen immer mehr durch.

Ein Beispiel aus dem Themenkreis „Energiewende“ soll die Kontextorientierung verdeutlichen. Ein offener Einstieg könnte die Abbildung 3 eines 5-Liter-Reservekanisters sein, gekoppelt mit dem Impuls: „Du möchtest Freundinnen und Freunde in 300 km Entfernung besuchen. Wie weit würdest Du mit dem Energieinhalt dieses Reservekanisters kommen?“



Abbildung 3: Reservekanister mit Benzin (Volumen: 5 Liter; Energieinhalt ca. 50 kWh)

Der Impuls stellt das Bedürfnis nach Beziehung, nach sozialer Eingebundenheit in den Mittelpunkt und sagt noch nichts darüber aus, wie das Ziel erreicht werden soll. Menschen mit automobiler Sozialisation werden die Sinnhaftigkeit dieses Vorhabens direkt anzweifeln, weil sie mit dem Reservekanister gedanklich Autos mit Verbren-

nungsmotoren verbinden. Vorkenntnisse zu den Verbrauchswerten dieser Verbrenner werden sie zu einem ersten Urteil führen, dass die fünf Liter Benzin nicht reichen werden, um die 300 km zurückzulegen. Eine weitere Abbildung kann zum Perspektivwechsel führen. Das Display eines Elektroautos (Abb. 4) zeigt den Durchschnittsverbrauch von 10,9 kWh/100km an. Die Krise des Nichtverstehens kann schrittweise durch Lernende in Verstehen aufgelöst werden, indem der Energieinhalt des Reservekanisters mit etwa 50 kWh ermittelt wird und mit dem angezeigten Durchschnittsverbrauch die 300 km weite Reise sicher zu bewältigen ist.



Abbildung 4: Display eines Elektroautos mit der Angabe des Durchschnittsverbrauchs

Zugleich entwickeln sich daraus weitere Fragestellungen, wie z. B. „Warum verbraucht ein Elektroauto nur 10–25 kWh Energie pro 100km, während ein vergleichbares Verbrennerfahrzeug 40 bis 70 kWh/100km (= 4–7 l/100 km) braucht?“ „Warum haben Elektrofahrzeuge trotzdem eine so geringe Reichweite?“ „Wie schnell lässt sich die ‚Batterie’ des Elektrofahrzeugs wieder aufladen?“ „Welche Infrastruktur ist zum Laden nötig?“ „Wie viel kostet es, 300 km mit dem Elektrofahrzeug/mit dem Verbrenner zurückzulegen?“ Die Lösungen von Schülerinnen und Schülern könnten aber auch in ganz andere Richtungen gehen, die mit ganz anderen Formen der Mobilität einhergehen, z. B. Elektromobilität mit der Bahn, mit dem Scooter oder E-Bike bis hin zu der Frage, wie viel Energie ein Mensch verbrauchen würde, wenn er die 300 km zu Fuß zurücklegt. Spätestens hier kommt neben der Sach- und Sinnperspektive auch die Wertperspektive der Technik ins Spiel. Die Wahl des Fortbewegungsmittels hängt auch von der Zeit ab, die ich bereit bin, zu investieren, von der Bequemlichkeit, von dem Ansehen, das in meiner Peergroup mit dem Verkehrsmittel verbunden ist, von der vorhandenen Infrastruktur usw. Aussagen zu Werten im technischen Handeln macht die VDI-Norm 3780, die der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) im Jahre 1991 als Ergebnis einer Arbeitsgruppe aus Philosophen und Ingenieuren herausgegeben hat.

> „Werte kommen in Wertungen zum Ausdruck und sind bestimmend dafür, dass etwas anerkannt, geschätzt, verehrt oder erstrebt wird; sie dienen somit zur Orientierung, Beurteilung oder Begründung bei der Auszeichnung von Handlungs- und Sachverhaltsarten,

> die es anzustreben, zu befürworten oder vorzuziehen gilt. […] Der Inhalt eines Wertes kann aus einem Bedürfnis hervorgehen; er konkretisiert sich insbesondere in Zielen, Kriterien und Normen" (Lenk 1993, S. 339 f.).

Werte, die beim technischen Handeln eine Rolle spielen, werden in der VDI-Norm zu einem Werteoktagon (Abb. 5) zusammengefasst. Eine aktuellere und globalere Werteorientierung spiegelt sich in den 17 Zielen für nachhaltige Entwicklung der UN (Abb. 6) wider.

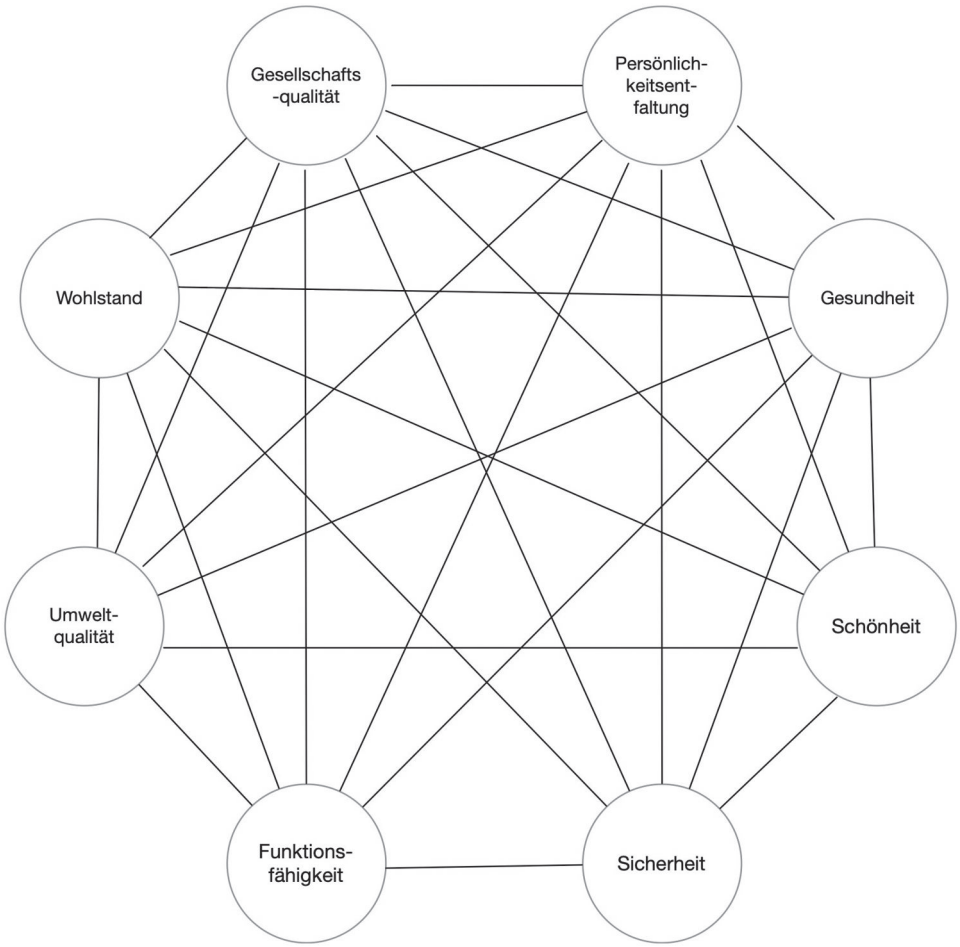


Abbildung 5: Werteoktagon (abgewandelt nach VDI 3780, aus: Möllers 2023, S. 350)

Im Zusammenhang mit dem Thema „Energiewende" steht vorrangig das Ziel 7, aber auch andere Ziele weisen enge Bezüge zu Energie und Energieverbrauch auf.

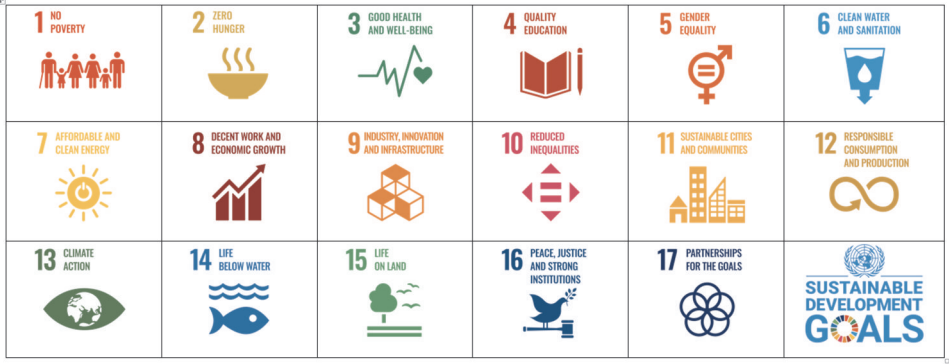


Abbildung 6: 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung der UN (Sustainable Development Goals) (aus: Möllers 2023, S. 349)

Ein Wert, der in unserem Gesellschaftsmodell oft vorrangig erscheint, den Simmel in seiner „Philosophie des Geldes" als die reinste Form des Werkzeugs (vgl. Simmel 2018, S. 301) bezeichnet hat, ist das Geld. Die Umrechnung von Energieverbräuchen in Geldausgaben, die dafür zu tätigen sind, dient bei Schülerinnen und Schülern einerseits zur Anknüpfung an verfügbare Mengenbegriffe, andererseits zur Fassbarkeit und Vergleichbarkeit der Energiemengen. Die sehr häufig anzutreffende Verwechslung der Leistungseinheit Kilowatt (kW) und der Energieeinheit (kWh) bis hin zu Verwendung der nicht existierenden Einheit kW/h, deuten auf fehlendes Verstehen des Zusammenhangs zwischen elektrischer Energie und elektrischer Leistung ($E = Pt$, E: Energie, P: Leistung, t: Zeit). Für zusätzliche Verwirrung sorgen die ebenso anzutreffenden Energieeinheiten Kilojoule (kJ), Kilokalorien (kcal), Tonnen Steinkohleeinheiten (t SKE) und Tonnen Öleinheiten (t ÖE). Hier hilft nur ein schrittweiser, strukturierter Aufbau von Vorstellungen, angefangen beim persönlichen täglichen Energieverbrauch in Form von Nahrungsmitteln, über den individuellen Energieverbrauch im Haushalt (Strom, Heizenergie) und bei der Mobilität hin zu den Energieverbräuchen, die in den Statistiken zu den drei Bereichen „Industrie", „Verkehr", „Gewerbe, Handel, Dienstleitung" gebündelt werden. Auf dieser gesellschaftspolitisch relevanten Ebene sind Menschen als Energienutzende sowie als Folgebetroffene aufgefordert, sich Urteile zu bilden und Entscheidungen zu treffen. Die dazu nötige Sachkompetenz bezieht sich sowohl auf die Primär- und Sekundärenergieverbräuche als auch auf die Vernetzung von Energieerzeugungs- und Energieverbrauchssystemen. Das Lesen, Interpretieren und kritische Bewerten von Kreisdiagrammen zur Stromerzeugung und zu Primärenergieverbräuchen setzt das vernetzte Verstehen von Zusammenhängen voraus. So könnte ein Zeitungsartikel vordergründig Hoffnung machen, der aus dem Kreisdiagramm zur Stromerzeugung 2022 (Abb. 7) den Schluss zieht, dass wir bei der Energiewende schon sehr weit gekommen sind, weil schon fast 50 % des Stroms aus erneuerbaren Energien gewonnen wurde. Schülerinnen und Schülern mit technischer Allgemeinbildung sollte an dieser Stelle sofort auffallen, dass hier lediglich *ein* Sekun-

därenergieträger in den Blick genommen wird, und ihnen wird die Idee kommen, nach der Verteilung der Primärenergieträger zu recherchieren.

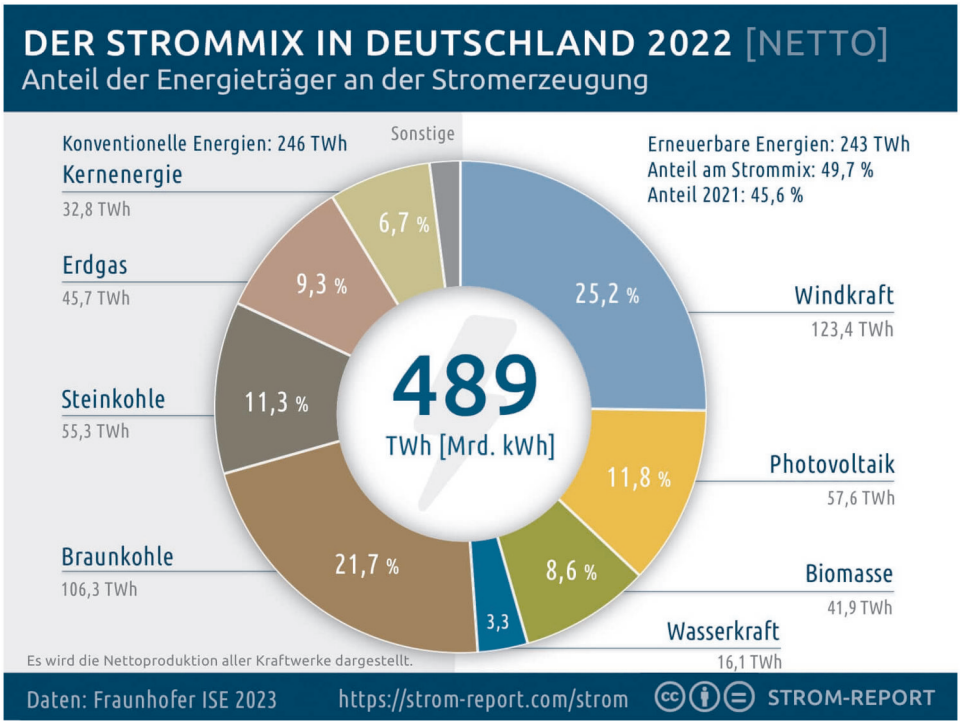


Abbildung 7: Der Strommix in Deutschland 2022 (https://strom-report.com/download/strommix-2022/ Zugriff: 5.9.2023 14:53 Uhr)

Die durch die hohen Anteile an regenerativen Energieträgern (Abb. 7) geweckte Hoffnung schwindet, wenn man dabei feststellt, dass nur 17,2 % des Primärenergieverbrauchs 2022 aus regenerativen Energieträgern bestand. Beim weiteren Hinterfragen des Kreisdiagramms zum Primärenergieverbrauch (Abb. 8) werden sie bei verlässlichen Quellen (z. B. Kraftfahrtbundesamt) darauf *stoßen, dass der hohe Mineralölanteil von 35,3 % hauptsächlich auf den Verbrauchsbereich Verkehr zurückzuführen ist, was bei ca. 45 Mio. Verbrennungsfahrzeugen gegenüber nur* 1 Mio. reine Elektrofahrzeuge und 2,25 Mio. Hybridfahrzeuge (Stand: 1.1.2023) nicht verwundert. Eine andere Schülergruppe wird herausfinden, dass neben der Stromerzeugung in Gaskraftwerken und der Verwendung in der Industrie Erdgas beim Heizen der dominante Energieträger ist (Zahlen für 2022: 70,3 % Gasheizungen 4,9 % Ölheizungen, 16,6 % Wärmepumpe und 8,2 % Biomasseheizungen; Bundesverband der deutschen Heizungsindustrie (BDH)). Will man 45 Mio. Verbrenner und 75 % fossile Heizungen durch strombetriebene Systeme ersetzen, so wird deutlich, wie massiv der Ausbau regenerativer Stromerzeugung und wie massiv die Energieeinsparungen sein müssten, um eine „Energiewende“ zu schaffen.

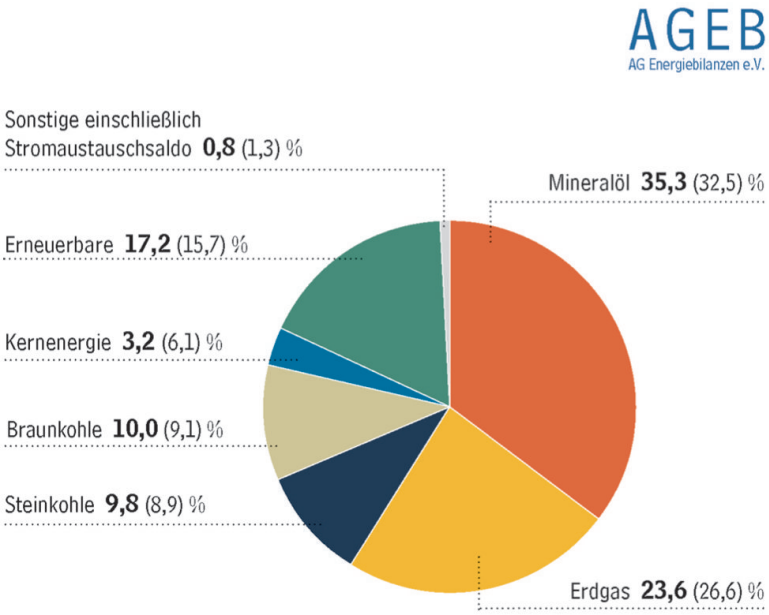


Abbildung 8: Primärenergieverbrauch 2022 nach Energieträgern in Prozent. Vorjahr in Klammern (Quelle: https://ag-energiebilanzen.de/ag-energiebilanzen-legt-bericht-fuer-2022-vor/ Zugriff: 25.10.2023: 9:35 Uhr)

Der Wegfall der grundlastfähigen Kernenergie und das Zurückfahren der Stromerzeugung aus Braunkohle, die ebenfalls die Grundlast sicherte, erfordert einerseits das Nachdenken über die Speicherung großer Energiemengen für den Fall, dass wenig Wind weht und die Sonne nicht scheint. Andererseits müssen die Stromnetze massiv ausgebaut werden, um den Windstrom im Norden in die Verbrauchszentren im Süden unseres Landes zu transportieren. Die Netzausbauproblematik kann als anspruchsvolles Oberstufenthema wiederum von einem lebensnahen Kontext ausgehen, z. B. der Anzeige eines Netzbetreibers zur Bürgerinformation (Abb. 9).

Schülerinnen und Schüler, die mit dieser Anzeige konfrontiert wurden, stellten Fragen wie z. B.: Warum nimmt man für A-Nord eine Gleichstromleitung? Reicht die vorhandene 380 kV-Wechselstromtrasse nicht aus? Kann man mit Gleichstrom mehr Energie transportieren? Wie verhält es sich mit den induktiven und kapazitiven Blindleistungen, die wir vom Wechselstrom kennen? Ist Erdkabel teurer als Freileitung? Wie lassen sich Fehler in einem Erdkabel finden und reparieren? Hat ein Gleichstromerdkabel weniger Auswirkungen auf die Umwelt als eine Höchstspannungsfreileitung? Man beachte die Mehrperspektivität der Fragen, die im Unterricht selbstständig beantwortet werden und am Ende der Reihe in eine Debatte zu der Frage münden: „Soll die Gleichspannungsleitung A-Nord als Erdkabel oder Freileitung ausgeführt werden?“ Diese Debattenfrage tangiert nicht nur die Sachperspektive der Technik, sondern sie ist unmittelbar mit Wertfragen verbunden, die sich nicht nur auf Kostengesichtspunkte beziehen, sondern auch auf Beeinträchtigungen der Umwelt und von Anwohnenden, Geschwindigkeit der Transformation oder Fragen der ökonomischen

Ausgewogenheit der Ausbaukosten im Nord-Süd-Vergleich. Das technische Handeln wird hier als Handeln im Ziel- und Wertekonflikt handgreiflich und das demokratische Aushandeln zielführender Lösungen wird im Modellraum der Schule nachvollzogen. Wenn uns die französische Philosophin Corinne Pelluchon zur Lösung der Zukunftsprobleme eine „Ethik der Wertschätzung" nahelegt (vgl. Pelluchon 2019 und Pelluchon 2021), dann meint sie damit alle Lebensbereiche, also auch Wertefragen, die mit Mobilität, Wohnen und Lebensmittelkonsum (vgl. Abb. 1) verbunden sind. Auch in diesen Bereichen bieten sich zahlreiche Möglichkeiten, im Technikunterricht Wertefragen im Zusammenhang mit der Energiewende zu thematisieren.



Abbildung 9: Anzeige eines Übertragungsnetzbetreibers zu Bürgerinformationsmärkten zum Bau einer Gleichstromverbindung (aus: Rheinische Post vom 26.8.2023)

Energie verantwortlich nutzen und die Energiewende mündig gestalten

Der dritte Schritt des Lernens besteht darin, das wirklich Verstandene in verantwortliches Handeln umzusetzen und nicht nur totes Wissen anzuhäufen, in Prüfungssituationen von sich zu geben und persönlich unverändert weiterzuleben. Gelungene Persönlichkeitsbildung und Enkulturation zeigen sich an mutigen, engagierten, kritik-

fähigen, tatkräftigen und selbstwirksamen Schulabsolventen und -absolventinnen, die bereit und in der Lage sind, ihre technisch geprägte Kultur einerseits zu schätzen, andererseits weiterzuentwickeln.

Auch bei diesem dritten Lernschritt gilt das Kulturreihenprinzip (s. u.), dass sich die Handlungskompetenz im Laufe des Schullebens von einfachen individuellen Handlungen und Entscheidungen hin zu komplexen, kooperativen, gesellschaftlich relevanten Handlungen entwickelt. Bei der Kulturreihe „Leben kultivieren" (vgl. Abb. 10) stehen die physiologischen Bedürfnisse des Menschen im Vordergrund, die sich zu den vier Teilreihen „Energie zum Leben und Arbeiten", „Esskultur entwickeln", „Kleider machen Leute" und „Architektur als Medium des Sozialen" bündeln lassen. Die folgenden Sequenzthemen verfolgen einerseits den inhaltlichen Schwerpunkt „Energie und Energiewende", lassen sich aber andererseits auch in die Teilreihen und damit in die Kulturreihe eingliedern.

- Feuer machen wie im Neandertal – aber sicher!
- „Es werde Licht" – Von der Bienenwachskerze über die Petroleumlampe zur LED
- „Vom Ofen zur Wärmepumpe" – Wie können unsere Wohnungen in Zukunft warm werden?
- Kleider machen Leute… und halten warm
- Ein „Mantel" für das Haus – Experimente mit Modellhäusern
- Stromerzeugung auf dem Fahrradergometer – wie viel leistet ein Mensch?
- Einfach selbst gemacht – Geld und Energie sparen durch selbst gemachte Lebensmittel
- Reparieren statt Wegwerfen und Neukaufen (CO_2-Fußabdruck von Artefakten und Prozessen, geplante Obsoleszenz)
- Schont „Digital Detox" das Klima? (Energieverbrauch und Energiesparen bei der Nutzung digitaler Medien)
- Freileitung oder Erdkabel? Eine Debatte zur Vorbereitung auf „Jugend debattiert"
- Wie sieht die Mobilität von morgen aus?
- Löst die Wärmepumpe unsere Heizungsprobleme?

Der Mensch nimmt beim technischen Handeln unterschiedliche Rollen an. Die Rolle des Homo faber, als Schöpfender und Gestaltender, die Rolle des Nutzenden von Energie, die Rolle des Folgebetroffenen der Energiewende und die Rolle des Vermittelnden zwischen der technischen Fachsprache und der Umgangssprache. Die Komplexität des Handelns soll dabei von der Primar- zur Sekundarstufe 2 ebenso zunehmen wie der Gebrauch von Werkzeugen und Maschinen, vergleichbar mit der Komplexitätssteigerung in der Menschheitsentwicklung und orientiert an der körperlichen, kognitiven und emotionalen Entwicklung der Schülerinnen und Schüler.

Kulturreihen als Weg zu einem Kern technischer Allgemeinbildung

„Ähnlich wie die individuelle Entwicklung stufenweise erfolgt und die Entwicklungsstufen aufeinander aufbauen, entwickelte sich auch die technische Kultur stufenweise. Den stufenweisen Fortschritt definiert Janich als **Kulturhöhe**.

> ‘Hier lässt sich eine strenge Definition von Fortschritt (und ‘Kulturhöhe‘) geben: Die in ihrer methodischen Abfolge nicht umkehrbare Reihung von Erfindungen führt von einer niedrigeren zu einer höheren, fortschrittlicheren Technik‘ (Janich 2010, S. 98).

Der so von Peter Janich definierte Begriff der ‘Kulturhöhe‘ impliziert, dass technische Errungenschaften aufeinander aufbauen. Kein Zahnrad ohne die vorherige Erfindung des Rades, kein Heizkessel ohne die Möglichkeit, ein Feuer zu entzünden, kein Computer ohne das elektronische Ein- und Ausschalten von Stromkreisen mit Transistoren.“ (Möllers 2023, S. 424). *Kulturreihen als „begehbare Brücke zwischen Ursprung und Gegenwart“* (Wiesmüller 2014, S. 84) gehen von der Grundannahme aus, dass Bildung und Erziehung einer Person im Kontext einer Kultur an der einzelnen Person das nachvollziehen, was sich in der Menschheitsgeschichte im Großen vollzogen hat. Für die Inhaltsauswahl für den Technikunterricht bedeutet dies, fundamentale kulturelle Errungenschaften in ihren Entwicklungsstufen entlang der Altersstufen anzuordnen. Damit bewegen sich die Kulturreihen wie die technische Kultur selbst:

- vom Naturmaterial (Ton, Holz, Wolle) über umgewandelte Materialien (Stoff, Papier, Metall) zu Kunst- und Verbundstoffen
- von der Handarbeit über die Benutzung von Werkzeugen und Maschinen zur automatischen Fertigung
- von der Mikro- über die Meso- zur Makroebene technischer und gesellschaftlicher Systeme
- vom Einfachen zum Komplexen
- vom Konkreten zum Abstrakten
- vom gezielten Probieren über das skizzenhafte Planen zum technikwissenschaftlichen Berechnen.

Dadurch werden die physiologischen und psychologischen Bedürfnisse und Motive des Menschen zum technischen Handeln berücksichtigt und es findet ein schrittweiser Aufbau von Kompetenz und Wissensnetzen gemäß Vygotskijs Zone der nächsten Entwicklung statt, bei dem der nächste Kulturschritt immer auf der Stufe des schon Erreichten aufbaut“ (Möllers 2023, S. 426 f.). Kulturreihen sind als Instrument zur Curriculumplanung zu verstehen. Welches sind die pädagogischen Ordnungsgesichtspunkte für die Auswahl von Inhalten entlang der kulturellen Entwicklung?

Es sind dies die in der Untersuchung „Technik – Kultur – Bildung“ in Kapitel 5 (vgl. Möllers 2023, S. 363 ff.) gewonnenen **vier pädagogischen Perspektiven**,

- Technik ganzheitlich wahrnehmen und erleben
- Technik mehrperspektivisch verstehen in ihrer Sach-, Sinn- und Wertperspektive

- Technik mit Menschen für Menschen gestalten und sich ausdrücken
- Technik reflektieren, bewerten und verantwortlich handeln,

und die sich daraus ergebenden **fünf Prinzipien** des persönlichkeitsfördernden und enkulturierenden Technikunterrichts (vgl. Möllers 2023, S. 406 ff.),

- Erfahrungs- und Handlungsorientierung
- Mehrperspektivität
- Verständigung und Kooperation
- Werteorientierung
- Reflexion und Metakognition.

Diese werden kombiniert mit den **vier Rollen** beim technischen Handeln und Gestalten (vgl. Möllers 2023, S. 316 ff.)

- Homo faber
- Nutzer
- Vermittler
- Folgebetroffener.

Die bisherigen Betrachtungen zur Energie und Energiewende finden sich in der Kulturreihe „Leben kultivieren“ wieder (siehe Abb. 10).

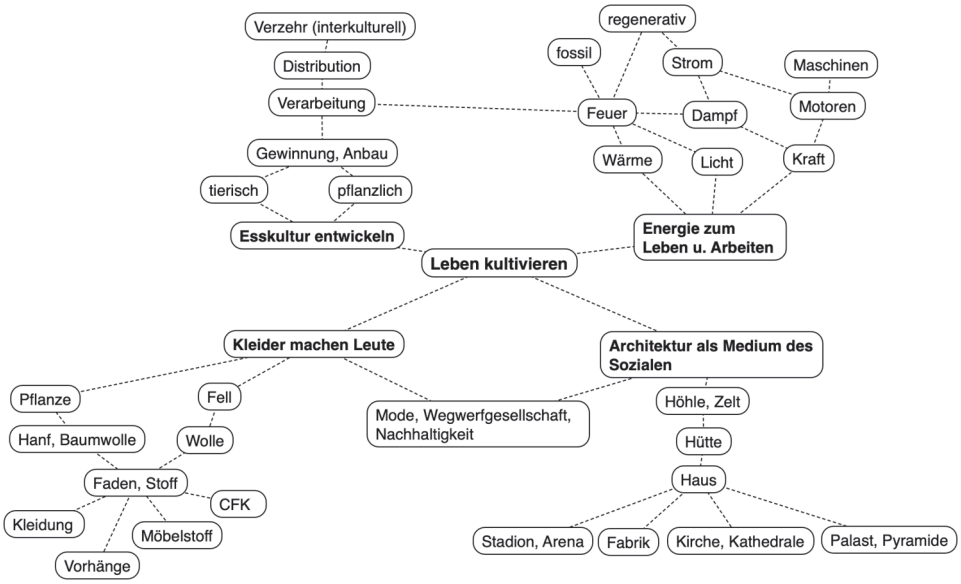


Abbildung 10: Kulturreihe „Leben kultivieren“

Weitere Unterthemen dieser Kulturreihe sind die Themengebiete „Esskultur entwickeln“, „Kleider machen Leute“ und „Architektur als Medium des Sozialen“. In dieser Kulturreihe steht die Rolle des Nutzenden im Vordergrund.

Die drei weiteren Kulturreihen bilden mit der Reihe „Leben kultivieren“ eine strukturelle Einheit, indem sie sich ebenfalls an den psychologischen Motiven und an den Rollen beim technischen Handeln orientieren. Die jeweilige Zuordnung einer pädagogischen Perspektive und eines Unterrichtsprinzips ist nur als Schwerpunktsetzung innerhalb der Kulturreihe zu verstehen. Auf der unterrichtlichen Ebene der Sequenzplanung (s. o.) vermischen sich sowohl die pädagogischen Prinzipien als auch die Unterrichtsprinzipien ganzheitlich.

In der Kulturreihe „Neues schaffen“ dominieren die Rolle des Homo faber und das psychologische Motiv der Kompetenz. Die Kulturreihe „Verbindungen herstellen“ kommt dem psychologischen Motiv des sozialen Eingebundenseins und der Beziehung zwischen den Menschen mit den beiden großen Bereichen der Kommunikation und Mobilität nach. Schließlich beschäftigt sich die Kulturreihe „Freiheit verantworten“ mit dem Grundbedürfnis nach Autonomie und reflektiert und bewertet das technische Handeln vor dem Hintergrund der kulturell verankerten Werte.

Tabelle 1 fasst alle vier Kulturreihen und deren *schwerpunktmäßige* Motive, die Rollen beim technischen Handeln, die pädagogischen Perspektiven und die vorherrschenden Unterrichtsprinzipien übersichtlich zusammen.

Tabelle 1: Kulturreihenübersicht

Kulturreihe	Motiv	Rolle	Pädagogische Perspektive	Unterrichtsprinzip
Leben kultivieren	Leben	Nutzer	Ganzheitlich wahrnehmen und erleben	Erfahrungsorientierung
Neues schaffen	Kompetenz	Homo faber	Mit Menschen für Menschen gestalten und sich ausdrücken	Handlungsorientierung
Verbindungen herstellen	Beziehung (soziales Eingebundensein)	Vermittler	Mehrperspektivisch verstehen	Verständigung u. Kooperation
Freiheit verantworten	Autonomie	Folgebetroffener	Reflektieren, bewerten und verantwortlich handeln	Reflexion, Metakognition und Werteorientierung

Orientiert an den fünf Fragen der didaktischen Analyse nach Klafki sind die folgenden fünf Fragen für die fachdidaktische Analyse zur Konstruktion von Kulturreihen hilfreich.

- Welches Motiv zum technischen Handeln und Gestalten wird schwerpunktmäßig erfüllt?
- Welche Rolle steht beim technischen Handeln im Vordergrund?
- Welche pädagogische Perspektive steht in der Reihe im Vordergrund?
- Mit welchem Unterrichtsprinzip lässt sich die Reihe am besten realisieren?
- Welche exemplarischen, kulturellen Beispiele sind geeignet, auch einen persönlichkeitsbildenden Zugang zu ermöglichen?

Insgesamt wird mit dem Kulturreihenansatz der Versuch unternommen, einen Kern technischer Allgemeinbildung zu definieren, um einer Forderung Schmayls nachzukommen:

> „Gegenstandsspektrum technischer Bildung hat also der Horizont des Technischen, das Ganze der Technik zu sein, was nicht besagt, es müsse die ganze Technik sein" (Schmayl 1989, S. 328) (Hervorhebungen im Original).

Abschließend seien alle Interessierten aufgerufen, diesen Ansatz weiter mit Leben zu füllen, zu vervollkommnen und in die Schulen zu bringen.

Literaturverzeichnis

Elsberg, Marc (2021): Blackout: Roman/Marc Elsberg. 1. Auflage. München: Blanvalet.

Gruschka, Andreas (2019): Erziehen heißt Verstehen lehren: ein Plädoyer für guten Unterricht / Andreas Gruschka. 2., erweiterte und aktualisierte Auflage. Ditzingen: Reclam.

Janich, Peter (2010): „Das Technische in der Kultur". In Technik und Kultur. Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse, 89–102. KIT Scientific Publ.

König, Wolfgang (2010): „Das Kulturelle in der Technik". In Technik und Kultur. Bedingungs- und Beeinflussungsverhältnisse, 73–87. KIT Scientific Publ.

Latour, Bruno (2018): Existenzweisen: eine Anthropologie der Modernen. Übersetzt von Gustav Roßler. Wissenschaftliche Sonderausgabe, erste Auflage. Berlin: Suhrkamp.

Lenk, Hans, (Hrsg.) (1993). Technik und Ethik. 2., rev.erw. Aufl. Reclams Universal-Bibliothek, Nr. 8395. Stuttgart: Reclam.

Möllers, Thomas-Hugo (2016): „Technische Mündigkeit als Bildungsziel am Beispiel einer Unterrichtsreihe zur ‚Elektromobilität' in der gymnasialen Oberstufe". In Technik: Wirklichkeitsbereich und Bildungsgegenstand: 17. Tagung der DGTB in Ingolstadt vom 18.-19. September 2015, herausgegeben von Wolf Bienhaus und Christian Wiesmüller, 95–111.

Möllers, Thomas-Hugo (2023): Technik – Kultur – Bildung: Analyse philosophischer Ansätze zum Technikbegriff im Hinblick auf eine Technische Allgemeinbildung/ Thomas-Hugo Möllers. 1. Auflage 2023. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Pelluchon, Corine (2019): Ethik der Wertschätzung: Tugenden für eine ungewisse Welt/ Corine Pelluchon; aus dem Französischen übersetzt von Heinz Jatho unter Mitarbeit von Annette Jucknat. Darmstadt: wbg Academic.

Pelluchon, Corine (2021): Das Zeitalter des Lebendigen: eine neue Philosophie der Aufklärung / Corine Pelluchon; aus dem Französischen von Ulrike Bischoff. Darmstadt: wbg Academic.

Schmayl, Winfried (1989): Pädagogik und Technik: Untersuchungen zum Problem technischer Bildung. Bad Heilbrunn/Obb.: Klinkhardt.

Simmel, Georg (2018): Philosophie des Geldes. Nachdr. [der Ausg.] Leipzig, Duncker & Humblot, 1907, 2., verm. Aufl. Köln: Anaconda.

Steenblock, Volker (2018): Kulturphilosophie: der Mensch im Spiegel seiner Deutungsweisen. Originalausgabe. Kulturphilosophische Studien, Band 1. Freiburg München: Verlag Karl Alber.
Welsch, Wolfgang (2017): Ästhetisches Denken. 8., durchgesehene und ergänzte Auflage. Reclams Universal-Bibliothek, Nr. 19472. Ditzingen Stuttgart: Reclam.
Wiesmüller, Christian (2014): „Frühe technische Bildung als Kulturaneignung. Kulturreihen als Brücke zwischen Ursprung und Gegenwart". In Technische Bildung von Anfang an, 76–89.

Bildquellen

Abb. 6: 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung der UN (Sustainable Development Goals) (aus: Möllers 2023, S. 349)
Abb. 7: Der Strommix in Deutschland 2022 (https://strom-report.com/download/strommix-2022/ Zugriff: 5.9.2023: 14:53 Uhr)
Abb. 8: Primärenergieverbrauch 2022 nach Energieträgern in Prozent. Vorjahr in Klammern (Quelle: https://ag-energiebilanzen.de/ag-energiebilanzen-legt-bericht-fuer-2022-vor/ Zugriff: 25.10.2023: 9:35 Uhr)
Abb. 9: Anzeige eines Übertragungsnetzbetreibers zu Bürgerinformationsmärkten zum Bau einer Gleichstromverbindung (aus: Rheinische Post vom 26.8.2023)

Alle anderen Abbildungen
Thomas-Hugo Möllers CC BY-SA 4.0

Autor



Möllers, Thomas-Hugo, Dr., Fachleiter Technik, Kernseminarleiter am Zentrum für schulpraktische Lehrerausbildung, Oberhausen. Lehrer für Technik und Physik, Ernst-Barlach-Gesamtschule, Dinslaken

Fachdidaktische Anforderungen an Schulbücher in der ökonomischen und technischen Bildung und ihre Umsetzung im Schulbuch #WAT

Vera Kirchner, Isabelle Penning

Abstract

Der vorliegende Beitrag befasst sich mit der Bedeutung und Beforschung von Schulbüchern in der ökonomischen und technischen Bildung. Hierzu werden entsprechende Forschungsarbeiten in beiden Domänen skizziert und fachdidaktische Anforderungen an Schulbücher diskutiert. Außerdem werden in dem Beitrag das Schulbuch #WAT für Berlin und Brandenburg sowie Gestaltungskriterien vorgestellt, die dieser Schulbucherstellung zugrunde gelegt wurden.

This article deals with the significance and research of textbooks in economic and technical education. For this purpose, corresponding research in both domains is outlined and didactic requirements for textbooks are discussed. The article also presents the textbook #WAT for Berlin and Brandenburg as well as the design criteria on which the textbook production was based.

Schlagworte: Ökonomische Bildung; technische Bildung; Schulbuch; WAT; Berlin-Brandenburg

1 Einleitung

Schulbücher galten lange als eine Art „heimlicher Lehrplan“ und sind nach wie vor zentrale Referenzpunkte für Lehrpersonen bei der Vorbereitung und Durchführung von Unterricht (vgl. u. a. Kaminski 2017, S. 222; Kirchner 2016, S. 343; Daus et al. 2004, S. 80; Beerenwinkel et al. 2007, S. 8). Dies gilt beispielsweise für fachfremd unterrichtende Lehrpersonen, die in den sogenannten Nebenfächern (vgl. Kaminski 2017, S. 222) und vor dem Hintergrund des aktuellen und prognostizierten Lehrermangels vielfach und in großer Anzahl eingesetzt werden (vgl. u. a. Klemm 2020). Gleichzeitig wird vor dem Hintergrund der Digitalisierung von Unterricht immer wieder auch über die Verzichtbarkeit von Schulbüchern in verschiedenen Fächern und Lernfeldern diskutiert (vgl. Sandfuchs 2010, S. 11).

Was ein Schulbuch ist, scheint auf den ersten Blick leicht zu beantworten. Gleichwohl finden auch Begriffe wie Lehrbuch, -werk und -mittel Verwendung (vgl. Bölsterli Bardy 2015, S. 5) und insbesondere mit Blick auf die verschiedenen aktuell mitgeliefer-

ten, vermehrt auch digitalen Zusatzmaterialien ist nicht ganz klar, wo der Begriff des Schulbuchs sinnhaft endet. Ein wesentliches formales Kriterium ist die Veröffentlichung durch einen etablierten Schulbuchverlag. Durch das in einigen Bundesländern notwendige kultusministerielle Genehmigungsverfahren kommt dem Schulbuch zudem der Status eines verbindlich gültigen Dokuments zu (vgl. Oberle, Tatje 2017, S. 113). Im vorliegenden Beitrag werden in Anlehnung an Bölsterli Bardy (2015, S. 7) Schulbücher definiert als Unterrichtsmaterialien, die sich zusammensetzen aus Materialien für Schüler:innen und Lehrpersonen, zusätzlichen Unterrichtsmaterialien und ggf. weiteren Medien, wie Filme, interaktive Lerninhalte oder Experimentalmaterialien. Diese haben sich gewandelt und sind mittlerweile hybride Medien, die zwar noch gedruckt erscheinen, heute jedoch vielfach mit digitalen Zusatzangeboten einhergehen. Auch erste adaptive Schulbücher werden aktuell entwickelt, bei denen über eine Aktivitätserkennung die Inhalte individuell für alle Lernenden beispielsweise im Fach Physik bereitgestellt werden (vgl. Dengel 2023). Gerade die rasanten Entwicklungen von Künstlicher Intelligenz werden daher vermutlich auch die Weiterentwicklung von Schülerbüchern als zentrales Medium des schulischen Lehrens und Lernen stark bestimmen.

Das Schulfach Wirtschaft-Arbeit-Technik (WAT) integriert Bildungsanliegen der ökonomischen Bildung, der technischen Bildung und der Ernährungs- und Verbraucherbildung sowie der Beruflichen Orientierung und wird in Brandenburg sowohl in der Primarstufe ab Klasse 5 als auch in der Sekundarstufe I angeboten. Auch in Berlin wird das Fach WAT ab der 7. Klasse in der Sekundarstufe I unterrichtet. Für beide Bundesländer besteht ein gemeinsamer Rahmenlehrplan (Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg 2015). In Hinblick auf das Fach WAT lässt sich feststellen, dass wenige bis kaum neuere, passgenaue und gebündelte Schulbuchangebote für das inhaltlich breit gefächerte und stark handlungsorientierte Schulfach existierten.

In dem vorliegenden Beitrag werden grundlegende fachdidaktische Kriterien zur Diskussion vorgestellt, die bei der Konzeption der Schulbuchreihe #WAT in Berlin- und Brandenburg zur Orientierung herangezogen wurden (bisher erschienen #WAT Band 1, Kirchner 2022). Dabei wird an die theoretischen Erkenntnisse aus der Schulbuchforschung (vgl. u. a. Fey 2017; Fuchs, Niehaus, Stoletzki 2014) und an fachdidaktische Auseinandersetzungen in der ökonomischen und technischen Bildung (vgl. Kaminski 2017; Sachs 2002a; Sachs 2002b) angeknüpft. Zentrale Herausforderungen bestehen darin, die Förderung einer theoriebasierten Handlungs- und Problemorientierung und die konkrete fachlich-methodische Unterstützung von praktisch ausgerichtetem Unterricht im Fach WAT in einem Schulbuch abzubilden (vgl. hierzu auch Sachs 2022, S. 164) – wohl wissend, dass die zum großen Teil fachfremd unterrichtenden Lehrpersonen auch in Hinblick auf die Fachräume vor großen und heterogenen Herausforderungen stehen. Hierzu wurden u. a. Lehr-Lern-Videos und bebilderte methodische Anleitungen eigens für das Buch entwickelt und produziert, um Schüler:innen sowie deren Lehrpersonen zu unterstützen. Die Schulbuchreihe #WAT verfolgt darüber hinaus den Anspruch, veränderte Realitäten aus den in Berlin und

Brandenburg mitunter diversen Lebenswelten der Schüler:innen angemessen zu repräsentieren und gesellschaftliche Vielfalt abzubilden. Exemplarisch wird das Kapitel zur technischen Bildung aus dem Band 1 für die Klassenstufen 5 bis 8 vorgestellt, an dem gezeigt wird, wie die fachdidaktischen Überlegungen in der konkreten Material- und Aufgabenentwicklung umgesetzt werden (Kapitel 4).

2 Schulbuchforschung in der ökonomischen und technischen Bildung und fachdidaktische Anforderungen

In Berlin und Brandenburg werden aktuell lediglich drei Schulbücher vertrieben, welche alle Bereiche des Integrationsfaches in einem Band abdecken: der Band „Wirtschaft – Arbeit – Technik" in der Reihe Startklar (Holzendorf, Mette, Meier 2017), das Buch „Praxis – Wirtschaft – Arbeit – Technik" für die Klassenstufen 5/6 (Bachmann, Werner 2017) sowie das im C. C. Buchner Verlag erschienene # WAT (Kirchner 2022). Aufgrund der Erscheinungsjahre der beiden Erstgenannten ist eine Überarbeitung und Aktualisierung notwendig und wird in der Reihe Praxis WAT über eine voraussichtlich 2024 erscheinende Neuauflage realisiert.

Darüber hinaus gibt es einzelne Themen- und Arbeitshefte, die spezifische Inhaltsfelder der ökonomischen, technischen oder haushaltsbezogenen Bildung fokussieren (z. B. vom Klett Verlag) und/oder sich an eine spezifische Schülerschaft richten wie bspw. an Schüler:innen mit besonderen Unterstützungsbedarfen (u. a. Persen).

Für die ökonomische Bildung ist festzuhalten, dass die Marginalisierung dieses Bildungsanliegens in der Schule insgesamt mit einem breiten außerschulischen Angebot u. a. an Unterrichtsmaterialien für den Lernbereich Wirtschaft einhergeht, wobei die Qualitätskontrolle somit den Lehrpersonen aufgebürdet wird (vgl. Kaminski, Loerwald 2015, S. 60). Anders als Schulbücher, die in einigen Bundesländern auch eine Kontrolle durch zuständige Kultusministerien o. Ä. durchlaufen, sind frei verfügbare Materialien an keinerlei formale Standards gebunden. Wer diese mit welcher Intention und in welcher fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Qualität erstellt hat, ist vielfach nur durch eine eingehende Analyse zu ermitteln. Für eine solche Analyse bleibt Lehrkräften in der Praxis der Unterrichtsvorbereitung kaum Zeit und insbesondere bei fachfremd unterrichtenden Lehrpersonen könnte neben der zeitlichen eine fachliche Überforderung eintreten. Aus fachdidaktischer Sicht sind die auf den ersten Blick „verlockend" einfachen Rankings und Bewertungen von Materialien, wie sie beispielsweise im Materialkompass (https://www.verbraucherbildung.de/materialkompass) bereitgehalten werden, kritisch zu sehen. Solche Bewertungen können die Lehrpersonen zwar von der Aufgabe einer allgemeinen Überprüfung anscheinend entlasten, können jedoch irreführend sein, da die Qualität eines Materials auch wesentlich von kontextspezifischen Einflussfaktoren abhängig ist (vgl. Kaminksi, Loerwald 2015, S. 60). Neben diesem grundsätzlichen Problem einer kontextfreien Bewertung liegen

zudem methodische Mängel vor, die eine zuverlässige, objektive und gültige Bewertung von Materialien verhindern (ebd.).

Im Bereich der technischen Bildung sind ebenfalls Entwicklungen von Unterrichtsmaterialien verschiedener Anbieter:innen zu beobachten. Bislang liegen jedoch erst vereinzelt offene Bildungsmaterialien vor, sodass diese zum Teil noch nicht einmal als Kategorie in den Suchportalen angelegt sind. So sind bspw. bei der Suchmaschine WirLernenOnline (https://www.wirlernenonline.de/bildungsmaterialien/) die Fachportale „Wirtschaft" und „Zukunfts- und Berufsorientierung" angelegt, aber nicht „Technik".

Ähnlich wie die Werke auf dem Markt für Schulbücher sind auch die Beiträge zur Schulbuchforschung in der technischen und ökonomischen Bildung nur vereinzelt zu finden (vgl. u. a. Imhof 1993; Bönkost, Oberliesen 1997). Die Beobachtung aus der Politikdidaktik, dass Schulbücher selten zum Gegenstand der Forschung werden (Oberle, Tatja 2017, S. 114), lässt sich somit auch für die ökonomische und technische Bildung bestätigen. Die Schulbuchforschung lässt sich in die folgenden drei verschiedenen forschungsmethodischen Ansätze unterteilen (vgl. Bölsterli Bardy 2015, S. 15):

- die prozessorientierte Forschung, bei der die Entwicklung, Genehmigung und Einführung von Schulbüchern sowie die Funktion und Verwendung im Unterricht im Fokus stehen,
- die produktorientierte Forschung, bei der bestehende Schulbücher einer kritischen Analyse unterzogen werden,
- die wirkungsorientierte Forschung, bei der die Wirkung des Schulbuches auf die Lehrpersonen und Lernenden untersucht wird.

Eine prozessorientierte Studie zur Nutzung von Schulbüchern durch Lehrpersonen und Schüler:innen existiert in der Politikdidaktik, in der sowohl die Nutzungshäufigkeit als auch die Art der Verwendung betrachtet wurde (vgl. Oberle, Tatje 2017). Insgesamt lässt sich eine Dominanz produktorientierter Forschungsansätze bei vorliegenden Publikationen zur Schulbuchforschung verzeichnen (vgl. Bölsterli Bardy 2015, S. 15), die sich im Feld der technischen und ökonomischen Bildung zuspitzt: Hier sind ausschließlich produktorientierte Publikationen auffindbar. Jüngere Beiträge in der ökonomischen Bildung untersuchen inhaltlich orientiert bspw. ökonomische Modelle in Schulbüchern (vgl. Friebel-Pichotta 2017), das in Schulbüchern repräsentierte Bild der Marktwirtschaft und des Unternehmertums (vgl. Schlösser, Schuhen 2017; Goldschmidt, Kron, Rehm 2024) oder die Darstellung umweltökonomischer Erklärungs- und umweltpolitischer Lösungsansätze in Büchern für den Politik- und Wirtschaftsunterricht (vgl. Loerwald, Betker, Friebel-Piechotta 2022). Aus der Perspektive des Integrationsfaches Arbeitslehre, aus dem das aktuelle Schulfach WAT in Berlin und Brandenburg hervorging, ist die jüngste Publikation aus dem Jahr 1997. Die Analyse fokussiert die quantitative und qualitative Darstellung von Wirtschaft, Technik und Beruf in Schulbüchern des Deutsch-, Englisch-, Geschichts- und Geografieunterrichts im Bundesland Bremen (vgl. Bönkost, Oberliesen 1997).

Darüber hinaus existieren einige fachspezifische Kriterienkataloge für Schulbücher, die auch als sogenannte Schulbuchraster betitelt werden. Hierzu zählt bspw. das von der Pädagogischen Hochschule Luzern (2022) herausgegebene „kompetenzorientierte Schulbuchraster (KOS)“ mit dem Schwerpunkt der Naturwissenschaften, bei dem die Standards durch ein mehrstufiges empirisches Verfahren validiert wurden (vgl. Bölsterli Bardy 2015; Bölsterli Bardy, Wilhelm, Rehm 2015). Solche Kriterienkataloge befinden sich am Schnittfeld zwischen der prozessorientierten und der produktorientierten Forschung, denn einerseits können sie zur Erstellung neuer Schulbücher herangezogen (Prozessorientierung) und andererseits zur Analyse bestehender Schulbücher (Produktorientierung) genutzt werden (vgl. Bölsterli Bardy 2015, S. 15).

Für die ökonomische Bildung finden sich bei Kaminski (2017) grundlegende Ausführungen zum Medium Schulbuch, seiner Bedeutung für die ökonomische Bildung sowie Analysekriterien zur Beurteilung der fachlichen und fachdidaktischen Qualität (ebd., S. 229). Kaminski betont die Bedeutung von Schulbüchern in der ökonomischen Bildung aufgrund des hohen Anteils an fachfremd unterrichtenden Lehrpersonen und verweist in Anlehnung auf Hacker (Hacker, Beisbart 1980, S. 14 ff.) auf die grundlegenden Funktionen des Mediums in Hinblick auf Struktur, Repräsentation, Steuerung, Motivation, Differenzierung sowie Übung und Kontrolle im Unterricht (vgl. Kaminski 2017, S. 231). Im Gegensatz zu der Aussage von Kaminski konnten Oberle und Tatje (2017) kein abweichendes Schulbuchnutzungsverhalten von Politikschulbüchern von fachfremd unterrichtenden Lehrkräften feststellen. Stattdessen konstatierten sie eine häufigere Nutzung von Schulbüchern durch Lehrkräfte mit transmissiven lehr-lerntheoretischen Überzeugungen gegenüber Lehrkräften mit konstruktionsorientierten Überzeugungen (vgl. ebd., S. 123). Als wesentliche Analysedimensionen der Schulbuchanalyse benennt Kaminski eine inhaltliche, eine didaktische und eine politische Dimension (vgl. Kaminski 2017, S. 234 ff.) und formuliert entsprechende Leitfragen zur Überprüfung von Schulbüchern aus der Perspektive von Nutzerinnen und Nutzern. Auch in Hinblick auf die Autorinnen und Autoren von Schulbüchern betont Kaminski eine kritisch-reflexive fachdidaktische Haltung und die Notwendigkeit der Überprüfung und Offenlegung eigener konzeptioneller Vorstellungen: „Wer Schulbücher analysiert und/oder schreibt, hat das eigene Verständnis von Unterrichtstheorie, Lerntheorie und Curriculumtheorie im Feld der ökonomischen Bildung zu prüfen, damit dieses Selbstverständnis nicht ‚verdeckt‘, sondern nachvollziehbar die Entwicklung des Schulbuchs ‚steuert‘ “ (ebd., S. 237).

Für die technische Bildung hat Sachs (2002b) ein praxisorientiertes Raster zur Beurteilung von Schulbüchern für den Technikunterricht entwickelt, welches sich interessanterweise sowohl an diejenigen richtet, die eine Auswahlentscheidung für den Unterricht treffen müssen, als auch zur Orientierung für Herausgeber:innen sowie Autorinnen und Autoren von Schulbüchern dient. Sachs’ Raster, welches sich an entsprechenden Vorarbeiten aus dem Bereich des Sachunterrichts orientiert, gliedert sich in die Bereiche bibliografische Angaben, Ziele und Inhalte, Lehrverfahren, Adressaten, Gestaltung, Text, Aufgaben, Bilder, Bild/Text und Handhabung (ebd., S. 10–14). Für jede Kategorie wird eine Reihe von Kontrollfragen angeboten, die auf einer vierstufi-

gen Skala angekreuzt werden können. Deutlich wird, dass Sachs neben der fachlichen Richtigkeit und Vollständigkeit bspw. mit den Fragen zu Zielen und Inhalten auch auf einen mehrperspektivischen Ansatz technischer Bildung abzielt, der mit verschiedenen fachdidaktischen Fragen ermittelt werden kann. So werden neben grundlegenden technischen Sachverhalten, Prozessen und Grundstrukturen technischen Handelns beispielsweise der Zusammenhang zwischen Technik und Gesellschaft oder der Wirtschaft, mit ihren Voraussetzungen und Auswirkungen, in den Kriterien aufgegriffen. Auch auf Zielkonflikte, historische Aspekte sowie Umwelt- und Sicherheitsfragen wird der Fokus beim Nutzenden des Rasters gelegt (ebd., S. 10 f.). Neben diesen fachdidaktischen Aspekten berücksichtigt Sachs ebenfalls praktisch orientierte Anforderungen der täglichen Nutzung im Unterricht wie bspw., dass sich das Buch im aufgeschlagenen Zustand nicht selbst wieder zuklappt (ebd., S. 14).

Aus den Darstellungen zum Forschungsstand sowie der aktuellen Marktsituation von Schulbüchern für WAT in Berlin und Brandenburg lässt sich ableiten, dass keine ausgeprägte Schulbuchtradition – weder in Forschung noch in der Praxis – besteht. Dies mag u. a. in dem Status der ökonomischen und technischen Bildung als „Nebenfach" begründet liegen. In Nebenfächern ist die potenzielle Nachfrage an Schulbüchern geringer als bei Hauptfächern, sodass die Produktion für Schulbuchverlage weniger lukrativ erscheint. Der Markt für Schulbücher der technischen und ökonomischen Bildung sowie des Integrationsfaches WAT ist auch deshalb besonders klein, da nicht alle Bundesländer die Fächer im schulischen Kanon integrieren. Dies führt wiederum zu einer geringen Anzahl an fachspezifischen Schulbüchern, die auf den Markt kommen, sodass auch Forschungsvorhaben nur auf eine geringe Dokumentenbasis zurückgreifen können. Insbesondere bei einem Integrationsfach wie Wirtschaft-Arbeit-Technik kommen weitere Herausforderungen hinzu, die es für Verlage wenig attraktiv erscheinen lassen, ein solches Buch zu entwickeln. Durch die Integration der verschiedenen fachlichen Domänen werden auch ein Lektorat und eine Herausgeberschaft benötigt, die über eine hohe fachliche Expertise in allen Bereichen verfügt. Da WAT in dieser oder ähnlicher Form nur in sehr wenigen Bundesländern verankert ist, haben Verlage auch nur eingeschränkte Möglichkeiten ihre Inhalte modifiziert auf andere Bundesländer zu übertragen.

Während insbesondere in der ökonomischen Bildung eher kostenfreie Bildungsmaterialien im Fokus der Debatte stehen (vgl. Kaminski, Loerwald 2015) und bei Schulbüchern lediglich einzelne inhaltlich orientierte Einzelfragen analysiert werden, stellen sich in der technischen Bildung aufgrund der Struktur des Faches besondere Herausforderungen, die durch „die mehrperspektivische Zielstruktur des Technikunterrichts, die starke Handlungsorientierung, die notwendige Problemorientierung" (Sachs 2002a, S. 5) bedingt werden. Dies lässt sich gut am Beispiel von komplexen Problemlösungs- und Entscheidungsvorgängen verdeutlichen, die eine grundsätzliche Offenheit für Lösungsalternativen beinhalten und sich lediglich nach ihrem Grad der Angemessenheit vor dem Hintergrund der von Menschen gesetzten Anforderungen beurteilen lassen. Die Abbildung nur einer Lösung, die als „richtig" deklariert wird, im Rahmen eines Schulbuches würde somit dem Charakter technischer Handlungen

widersprechen. Die mögliche Vielfalt technischer Lösungen in dem starren Umfang eines Schulbuches darzustellen, ist jedoch kaum/nicht möglich. Ein Schulbuch für den Technikunterricht kann lediglich als ergänzendes Medium, als „ein Medium unter anderen" fungieren (vgl. ebd.). Dennoch räumt auch Sachs ein, dass aufgrund der Beanspruchung der Lehrperson gerade ein Schulbuch eine nützliche Unterstützung sein kann, wenn dieses in Inhalt und Struktur dem Technikunterricht entspricht (ebd.). Diese hohe Bedeutung für Lehrkräfte wurde mittlerweile wiederholt belegt. Nach wie vor sind Schulbücher zentrale Referenzpunkte für Lehrpersonen bei der Vorbereitung und Durchführung von Unterricht (vgl. u. a. Kaminski 2017, S. 222; Kirchner 2016, S. 343; Daus et al. 2004, S. 80; Beerenwinkel et al. 2007, S. 8).

3 Das Schulbuch #WAT: Aufbau und Gestaltungskriterien

Das Schulbuch #WAT 1 wurde im Dezember 2022 für den Einsatz im Fach Wirtschaft – Arbeit – Technik (WAT) in Berlin in den Jahrgangsstufen 7 und 8 und in Brandenburg für die Jahrgangsstufen 5 bis 8 im C. C. Buchner-Verlag veröffentlicht (Kirchner 2022). Dementsprechend orientiert sich sein Aufbau an den gemeinsamen curricularen Vorgaben beider Bundesländer. Das Buch wurde von einer Autorengruppe[1] erstellt, die das Fach WAT in der Schule oder an der Universität in der Lehrkräfteausbildung unterrichtet.

Fuchs, Niehaus und Stoletzki (vgl. 2014, S. 56) betonen die Bedeutung von Funktionalität, didaktischer Reduktion und die Konsistenz der Darstellung bei der Gestaltung von Schulbüchern, dem in der Reihe #WAT bspw. durch ein verbindliches, einheitliches und konsequentes Layout Rechnung getragen wird. Eine Besonderheit in Hinblick auf die Gestaltung ist der hohe Anteil an eigens für das Buch angefertigten Zeichnungen, die den sogenannten „Kiez" illustrieren. Die verschiedenen Identifikationsfiguren aus diesem Kiez begleiten die Schüler:innen durch das Buch und bieten vielfältige didaktische Anknüpfungspunkte.

Wie bereits deutlich geworden ist, gibt es sowohl in der ökonomischen als auch in der technischen Bildung keine ausgeprägte fachdidaktische Tradition der Schulbuchforschung. Grundlegende Orientierung in Hinblick auf mögliche Qualitätskriterien bei der Erstellung eines Bildungsmediums bietet u. a. das Augsburger Analyse- und Evaluationsraster für analoge und digitale Bildungsmedien (vgl. Fey 2017). Die Dimensionen des Analyserasters werden in der folgenden Tabelle dargestellt und exemplarische Beispiele dafür genannt, wie diese bei der Schulbucharbeit an #WAT berücksichtigt werden.

1 Mitglieder der Autorgruppe: Alisch, Julia/Hammer, Carolin/Hinz, Carsten/Klitsch, Constantin Klitsch/Löffler, Robert/Penning, Isabelle/Richter, Christin

Tabelle 1: Dimensionen des Augsburger Analyse- und Evaluationsrasters (vgl. Fey 2017, S. 21 f.) und exemplarische kriteriale Umsetzung in #WAT

Dimension	Exemplarische kriteriale Umsetzung in #WAT
Diskursive Positionierung	Bemühen um Heterogenität in Hinblick auf die Autorinnen und Autoren Abbildung gesellschaftlicher Vielfalt in den Beispielen und in Hinblick auf die Protagonistinnen und Protagonisten des Buches (insbesondere auch Bildmaterial) Berücksichtigung von Multiperspektivität als zentrales didaktisches Prinzip Nach Möglichkeit Einbeziehung von Expertinnen und Experten (fachliches Feedback, Sensitive Reading)
Makrodidaktische bzw. bildungstheoretische Fundierung	Berücksichtigung von Handlungs- und Lebensweltorientierung als zentrale didaktische Leitprinzipien Progression der Anforderungsbereiche in den Aufgabenstellungen und deren Vollständigkeit (AFB I-III[2] in jedem Aufgabenblock)
Mikrodidaktische Umsetzung	Berücksichtigung zentraler Fachmethoden und Gestaltung entsprechender Methodenseiten Berücksichtigung zeitgemäßer und für den Unterrichtskontext innovativer Medien sowie Berücksichtigung entsprechender Medien- und Methodenkompetenzen Umsetzung verschiedener Ebenen von Differenzierung in den Aufgaben (z. B. Leistungsdifferenzierung, Interessendifferenzierung)
Aufgabendesign	Aktivierung und Handlungsorientierung als grundlegende Elemente jeden Kapitels (u. a. Auftaktseite „Gemeinsam Aktiv“) Sequenzierung der Aufgaben Konsequente Nutzung von Operatoren Nach Möglichkeit multiple Lösungswege
Kognitive Strukturierung	Kognitive Aktivierung als didaktisches Leitprinzip Transfer- und Anwendungsorientierung Scaffolding in Aufgabenstellungen
Bild- und Textkomposition	Schwerpunkt auf Bildsprachlichkeit Abwechslung und Vielseitigkeit der medialen Zugänge Elemente der Sprachbildung Wiederkehrende Textelemente (#Kästen, Worterklärungen Randspalte etc.)
Anlehnung an Curriculum und fachspezifische Bildungsstandards	Berücksichtigung verschiedener fachdidaktischer Ansätze (u. a. Mehrperspektivischer Ansatz der technischen Bildung, LSQ-Ansatz etc.) Anlehnung an das Curriculum WAT Berlin und Brandenburg Berücksichtigung fachspezifischer Kompetenzrahmen (u. a. GeRRT (VDI 2021)
Unterrichtspraktische Anwendbarkeit und Anwendungstransparenz	Berücksichtigung regionaler und fachspezifischer Besonderheiten u. a. bei der Fachraumausstattung

2 Es werden drei Anforderungsbereiche (AFB I – III) unterschieden. Die niedrigste Niveaustufe umfasst Aufgaben im Anforderungsbereich I, der Reproduktion. Lernende sind bei dieser Stufe gefordert Inhalte beziehungsweise Sachverhalte wiederzugeben. Anforderungsstufe II wird als „Organisation bzw. Transfer“ umschrieben. Neben der Anwendung von bereits Gelerntem geht es in dieser Stufe um eine Neuordnung von Sachverhalten. Auf der höchsten Stufe, der „Reflexion und Problemlösung“ gilt es eigene Lösungsstrategien zu entwickeln, Interpretationen zu leisten und Bewertungen vorzunehmen. Häufig werden in den curricularen Vorgaben des Bundesländer Operatoren ausgewiesen, die den Anforderungsbereichen zugeordnet werden. Da die Auflistung im Rahmenlehrplan Berlin/Brandenburg fachübergreifend erfolgt und relativ knapp ausfällt (RLP; Teil B, 11), wurde eine fachbezogene Auflistung und Beschreibung der jeweiligen Operatoren an der Universität Potsdam entwickelt (vgl. Fach WAT, 2023).

Neben dem ersten Band ist eine weitere leicht angepasste Version für die Grundschule in Brandenburg erschienen (Kirchner 2023) sowie ein Folgeband für die Jahrgangsstufen 9 und 10 ist in Vorbereitung (erscheint 2024). Die Schulbuchreihe unterscheidet sich von Konkurrenzprodukten darin, dass die verschiedenen Lernfelder des Integrationsfaches in einem Gesamtband angeboten und nach Möglichkeit verknüpft werden. Zudem wird im Buch ein schüler- und lebensweltnaher Anspruch verfolgt. So führen bspw. regional verankerte Identifikationsfiguren in dem bereits erwähnten fiktiven Kiez durch die Kapitel. Jedes Kapitel beginnt mit einem Vorschlag für einen alternativen selbstgesteuerten Lernweg durch das Thema, der als „Gemeinsam Aktiv" betitelt ist. Im Kapitel zur technischen Bildung wird hier die Konstruktionsaufgabe genutzt, um diese Seite zu gestalten. Untergliedert in einzelne Schritte werden die Schüler:innen aufgefordert ein Produkt zu konstruieren, dabei fungiert die Seite als Orientierung und erläutert mithilfe von Kapitelverweisen, über welche Unterkapitel sich die Schüler:innen die notwendigen Kompetenzen aneignen können. Bei diesem Format wurde ganz bewusst eine der zentralen Methoden der technischen Bildung ausgewählt, welche die Schüler:innen und Lehrkräfte dazu einlädt, handelnd aktiv zu werden. Das Kapitel ist in drei Unterkapitel unterteilt, die sich an den curricularen Vorgaben orientieren (siehe oben):

- Von der Idee zum Produkt – Planen und Konstruieren von Werkstücken
- Woraus Produkte hergestellt werden – Materialkunde
- Die Fertigung: Wie entsteht was?

Diese Unterkapitel werden ausgestaltet mit Arbeitsseiten, Praxisseiten, Methodenseiten und digitalen Zusatzmaterialien.

Die Arbeitsseiten

Die Arbeitsseiten sind jeweils als Doppelseite angelegt, die gestalterisch als Einheit layoutet wurden (vgl. Kriterium „Gestaltung", Sachs 2002b, S. 12). Eine möglichst lebenswirkliche Fragestellung rahmt die Doppelseite, welche die Schüler:innen idealerweise nach der Bearbeitung der Aufgabenstellungen selbst beantworten können. Jede Doppelseite endet mit einem Aufgabenblock, der niveaugestufte Aufgaben enthält, die unter Einbezug der Materialien bearbeitet werden können. Hilfestellungen und Zusatzaufgaben ermöglichen es, unterschiedlichen Lerntempi Rechnung zu tragen.

Die Praxisseiten

Insbesondere um dem praktischen Arbeiten in den verschiedenen Fachräumen gerecht zu werden, wurden sogenannte Praxisseiten geschaffen und aufwendig, mit selbst produzierten Bildern, umgesetzt. Für das Technikkapitel wurden entsprechende Seiten für das Erstellen technischer Zeichnungen und die Fertigungsverfahren Bohren, Sägen, Verleimen und Feilen erstellt. Diese Praxisseiten sind anschlussfähig an die von Sachs (2002b) formulierten Kriterien „Hilfen zum technischen Handeln" und „Sicherheitsfragen", da hier besonderer Wert auf den sicherheitsgerechten Umgang mit Materialien, Werkzeugen und Maschinen gelegt wird. Für ausgewählte praktische

Tätigkeiten, aber auch für fachliche Schlüsselmomente wie das Erstellen von Bewerbungsunterlagen, wurden von den Autorinnen und Autoren eigens für das Buch Erklärvideos erstellt, die fach- und sicherheitsgerechtes Handeln bspw. in der Lehrküche, aber auch im technischen Fachraum demonstrieren.

Die Methodenseiten

Jedes Unterrichtsfach verfügt über fachspezifische Methoden, die in besonderer Weise dazu geeignet sind, fachliche Denk- und Handlungsweisen zu vermitteln und fachspezifische Kompetenzen zu fördern. Aus diesem Grund wird mit den Gesamtbänden 5 bis 8 und dem Nachfolgeband 9/10 anvisiert, ein möglichst breites Grundrepertoire an fachspezifischen Methoden in das Schulbuch zu integrieren und hierüber die Methodenkompetenz der Schüler:innen zu fördern. Als Unterstützung sind im Buch sogenannte Methodenseiten enthalten, auf denen die Methoden schrittweise präsentiert werden und somit das Kriterium der „gezielten Hilfen" (Sachs 2002b, S. 12) berücksichtigt wird. Im Technikkapitel werden im ersten Band der Reihe #WAT die Methoden Konstruktionsaufgabe und die technische Analyse aufgegriffen. Ebenfalls unter dem Label der Methode wird die Werkraumordnung präsentiert, auch wenn diese genau genommen keine Methode darstellt.

Digitale Zusatzmaterialien

In Hinblick auf digitales Lernen bietet das Buch weitere digitale Zusatzangebote wie Quizze, interaktive Karten usw. Auch die speziell für das Buch von den Autorinnen und Autoren produzierten Erklärvideos sind somit direkt thematisch passend eingebunden. Diese können über Mediencodes direkt von den Leserinnen und Lesern abgerufen werden und erweitern die Aufgaben des Buches. Zusätzlich zu dem digitalen Lehrwerk steht mit click & teach auch ein digitales Lehrermaterial zur Verfügung, welches u. a. Zusatzmaterialien und Lösungshinweise zu den Aufgaben des Buches enthält.

4 Diskussion und Ausblick

Trotz seiner hartnäckigen Langlebigkeit des Mediums und seiner hohen Relevanz in der schulischen Praxis stand die Auseinandersetzung mit Schulbüchern in der ökonomischen und technischen Bildung in den letzten Jahren selten im Fokus. Dabei gilt es auch zu diskutieren, ob nur die Beforschung von Schulbüchern oder vielmehr auch die Gestaltung von Schulbüchern mit fachdidaktischer Expertise eigentlich eine originär fachdidaktische Aufgabe darstellt. Insbesondere bei der nach wie vor eher prekären, in jedem Fall bundesweit sehr facettenreichen Institutionalisierung ökonomischer und technischer Bildung sowie der Orientierungsfunktion, die Schulbüchern u. a. für fachfremd unterrichtende Lehrpersonen zugesprochen wird, scheint es lohnenswert, fachdidaktische Aufmerksamkeit auf das Leitmedium Schulbuch zu richten und die Frage, wie dieses gepaart mit digitalen Zusatzangeboten den ökonomischen und technischen

Unterricht in Klassenzimmern und Fachräumen bestmöglich unterstützen können. Ein Schulbuchprojekt ist ein umfangreiches Vorhaben, das viele Herausforderungen und Stolpersteine mit sich bringt. Unter anderem ist es schwierig, Lehrpersonen aus der Praxis neben ihren vielfältigen Aufgaben auch noch als Autorin oder Autor für ein Schulbuch zu gewinnen. Formale Anforderungen kollidieren nicht selten mit dem Anspruch, fachliche Inhalte möglichst umfassend darstellen zu wollen und trotzdem eine schüler- und zeitgerechte Bearbeitung zu ermöglichen. Aktuelle, ansprechende und trotzdem einigermaßen langlebige Beispiele für die Materialien zu finden und Aufgaben zu konstruieren, die mit und trotz der teilweise widrigen Ausstattungslage in den Schulen funktionieren, bereitet den Macherinnen und Machern von Schulbüchern einiges Kopfzerbrechen. Mit dem Schulbuch #WAT ist ein für die Bundesländer Berlin und Brandenburg und das Integrationsfach WAT umfassendes Werk erschienen, das sicher Potenzial für Verbesserungen birgt, sich jedoch bemüht, den vielfältigen Anforderungen an ein zeitgemäßes Schulbuch gerecht zu werden. Inwiefern das gelungen ist, müssen andere, v. a. auch die Lehrer:innen in der Praxis beurteilen. Hilfreiche Orientierung hierbei bieten u. a. das Kriterienraster von Sachs (2002b) für die technische, die Ausführungen von Kaminski (2017) für die ökonomische Bildung.

Gleichzeitig wird mit der Entwicklung von Schulbüchern ein wichtiger Grundstein gelegt, um auch die damit verbundene Forschung in der fachlichen Domäne der technischen und der ökonomischen Bildung zu fördern. So wäre es wünschenswert, dass neben der produktorientierten Forschung zukünftig auch (weitere) prozessorientierte Forschungsvorhaben umgesetzt werden, die zeigen, welche Funktion und Verwendung den fachspezifischen Schulbüchern im Unterricht zukommt. Und schließlich stellt sich ebenfalls die Frage, welche Wirkung die Schulbücher auf die Lehrpersonen und die Lernenden selbst haben. So wäre es bspw. im Sinne der Inklusion interessant zu überprüfen, inwiefern die Erkenntnis aus der Politikdidaktik, dass Lernende mit Migrationshintergrund signifikant häufiger zum Politikschulbuch greifen als jene Lernenden ohne Migrationshintergrund, auch auf den WAT-Unterricht zutrifft (vgl. Oberle/Tatja 2017, S. 123). Mithilfe einer solchen anwendungsorientierten Forschung lassen sich sicherlich neue interessante Impulse für den Einsatz und die Entwicklung im Schulfach WAT ziehen.

Literatur

Barfuß, Jutta/Werner, Heidemarie (2017): Praxis – Wirtschaft, Arbeit, Technik. [Grundschule] Brandenburg, Druck A. Braunschweig: Westermann.

Beerenwinkel, Anne/Parchmann, Ilka/Gräsel, Cornelia (2007): Chemieschulbücher in der Unterrichtsplanung – Welche Bedeutung haben Schülervorstellungen? In: CHEMKON 14, H. 1, S. 7–14.

Bölsterli Bardy, Katrin/Wilhelm, Markus/Rehm, Markus (2015): Empirisch gewichtetes Schulbuchraster für den naturwissenschaftlichen kompetenzorientierten Unterricht. In: Perspectives in Science 5, S. 3–13.

Bölsterli Bardy, Katrin (2015): Kompetenzorientierung in Schulbüchern für die Naturwissenschaften. Eine Analyse am Beispiel der Schweiz. Wiesbaden: Springer Spektrum.

Bönkost, Klaus Jürgen/Oberliesen, Rolf (1997): Arbeit, Wirtschaft und Technik in Schulbüchern der Sekundarstufe I. Bildungsministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) (Hrsg.), core.ac.uk/download/pdf/297279128.pdf (Abruf 15.09.2023).

Daus, Jessica/Pietzner, Verena/Höner, Kerstin/Scheuer, Rupert/Melle, Insa/Neu, Christoph/Schmidt, Stefanie/Bader, Hans Joachim (2004): Untersuchung des Fortbildungsverhaltens und der Fortbildungswünsche von Chemielehrerinnen und Chemielehrern. In: CHEMKON 11, H. 2, S. 79–85.

Dengel, Andreas (2023): HyperMind – Das antizipierende Schulbuch. Unter Mitarbeit von Jochen Kuhn, Carina Heisel, Syed Saqib Bukhar und Shoya Ishimaru. Hg. v. Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU), rptu.de/uedu/arbeitsfelder/unterrichtskonzepte-af1/hypermind (Abfrage: 02.01.2024).

Fach Wirtschaft-Arbeit-Technik (WAT) (Hrsg.) (2023): Operatoren zur Verwendung im Fach Wirtschaft-Arbeit-Technik (WAT). Universität Potsdam, www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/wat/Studium/Operatoren_f%C3%BCr_den_Unterricht_im_Fach_WAT.pdf (Abfrage: 02.01.2024).

Fey, Carl-Christian (2017): Das Augsburger Analyse- und Evaluationsraster für analoge und digitale Bildungsmedien. Eine Einführung. In: Fey, Carl-Christian/Matthes, Eva (Hrsg.): Das Augsburger Analyse- und Evaluationsraster für analoge und digitale Bildungsmedien (AAER). Grundlegung und Anwendungsbeispiele in interdisziplinärer Perspektive. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 15–46.

Friebel-Piechotta, Stephan (2022): Economic models in German textbooks. JSSE – Journal of Social Science Education, Bd. 21 Nr. 2 (2022): Economic Education: Its past, present and future.

Fuchs, Eckhardt/Niehaus, Inga/Stoletzki, Almut (2014): Das Schulbuch in der Forschung. Analysen und Empfehlungen für die Bildungspraxis. Göttingen: V&R unipress.

Goldschmidt, Nils; Kron, Romina; Rehm, Marco (2024): Marktwirtschaft und Unternehmertum in Schulbüchern. Eine Analyse der ökonomischen Inhalte in deutschen Schulbüchern. Hg. v. DIE FAMILIENUNTERNEHMER e. V. und Friedrich-Naumann-Stiftung für die Freiheit. Universität Siegen/Zentrum für ökonomische Bildung in Siegen (ZÖBIS). Online verfügbar unter https://www.familienunternehmer.eu/fileadmin/familienunternehmer/positionen/bildungspolitik/2024_Schulbuchstudie/240228_FamU_JungU_Schulbuchstudie_WEB_DS.pdf.

Hacker, Hartmut/Beisbart, Ortwin(1980): Das Schulbuch. Funktion und Verwendung im Unterricht. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.

Holzendorf, Ulf/Mette, Dieter/Meier, Bernd (Hrsg.) (2017): Startklar! – Wirtschaft, Arbeit, Technik. Oldenbourg Schulbuchverlag. Differenzierende Ausgabe Berlin und Brandenburg. Berlin: Oldenbourg Schulbuchverlag.

Imhof, Ursel (1993): Auswahl und Einsatz von Schulbüchern im Arbeits- und Wirtschaftslehreunterricht. In: Arbeiten + lernen. Wirtschaft 3, H. 12, S. 22–25.

Kaminski, Hans/Loerwald, Dirk (2015): Unterrichtsmaterialien für die ökonomische Bildung. Aktuelle Entwicklungen und Qualitätsanforderungen, www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/Archiv/2015/Downloads/Studie_%C3%96konomische-Bildung_ohne-Faxnummer_13.01.22.pdf (Abfrage: 02.01.2024).

Kaminski, Hans (2017): Fachdidaktik der ökonomischen Bildung. Paderborn: Ferdinand Schöningh.

Kirchner, Vera (Hrsg.) (2023): #WAT. Wirtschaft-Arbeit-Technik. Band 5/6. Berlin und Brandenburg. Bamberg: C. C. Buchner.

Kirchner, Vera (Hrsg.) (2022): # WAT 1. Wirtschaft-Arbeit-Technik. Berlin/Brandenburg. Bamberg: C. C. Buchner Verlag.

Kirchner, Vera (2016): Wirtschaftsunterricht aus der Sicht von Lehrpersonen. Eine qualitative Studie zu fachdidaktischen teachers' beliefs in der ökonomischen Bildung. Wiesbaden: Springer VS.

Klemm, Klaus (2020): Lehrkräftemangel in den MINT-Fächern: Kein Ende in Sicht. Zur Bedarfs- und Angebotsentwicklung in den allgemeinbildenden Schulen der Sekundarstufen I und II am Beispiel Nordrhein-Westfalens, www.telekom-stiftung.de/sites/default/files/mint-lehrkraeftebedarf-2020-ergebnisbericht.pdf (Abfrage: 02.01.2024).

Loerwald, Dirk/Betker, Katharina/Friebel-Piechotta, Stephan (2022): Die Klima- und Umweltproblematik als Thema in Politik- und Wirtschaftsschulbüchern. Eine Schulbuchanalyse für die Sekundarstufe II mit Fokus auf umweltökonomischen Erklärungs- und umweltpolitischen Lösungsansätzen. Friedrich Naumann Stiftung für die Freiheit (Hrsg.), www.ioeb.de/de/publikationsdetails/die-klima-und-umweltproblematik-in-politik-und-wirtschaftsschulb%C3%BCchern.html (Abfrage: 02.01.2024).

Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg (Hrsg.) (2015): Rahmenlehrplan Teil C. Wirtschaft-Arbeit-Technik. Jahrgangsstufen 5–10, bildungsserver.berlinbrandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_WAT_2015_11_10_WEB.pdf (Abfrage: 02.01.2024).

Oberle, Monika/Tatje, Christian (2017): Schulbuchnutzung im Politikunterricht – eine empirische Studie. In: Manzel, Sabine/Schelle, Carla (Hrsg.): Empirische Forschung zur schulischen Politischen Bildung. Wiesbaden, Heidelberg: Springer VS, S. 113–125.

Pädagogische Hochschule Luzern (Hrsg.) (2022): Schulbuchraster KOS, www.schulbuchforschung.ch/publikationen-1.html. (Abfrage: 02.01.2024).

Sachs, Burkhard (2022): Schulbücher für den Technikunterricht. In: Binder, Martin/Wiesmüller, Christian/Abteilung Technische Bildung an der pädagogischen Hochschule Karlsruhe (Hrsg.): Burkhard, Sachs: Grundlinien einer kritischen Theorie technischer Bildung. Texte zur Technikdidaktik aus 50 Jahren in fünf Durchgängen. Band 3. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 163–172.

Sachs, Burkhard (2002a): Schulbücher für den Technikunterricht. In: Zeitschrift für Technik im Unterricht 27, H. 106, S. 5–8.

Sachs, Burkhard (2002b): Raster zur Beurteilung von Schulbüchern für den Technikunterricht. In: Zeitschrift für Technik im Unterricht 27, H. 106, S. 9–14.

Sandfuchs, Uwe (2010): Schulbücher und Unterrichtsqualität – historische und aktuelle Reflexion. In: Kahlert, Joachim/Sandfuchs, Uwe (Hrsg.): Schulbuch konkret. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt, S. 11–24.

Schlösser, Hans Jürgen/Schuhen, Michael (2017): Marktwirtschaft und Unternehmertum in deutschen Schulbüchern. www.familienunternehmer.eu/fileadmin/familienunternehmer/positionen/bildungspolitik/dateien/famu_jungu_schulbuchstudie_nrw.pdf (Abfrage: 02.01.2024).

Verein Deutscher Ingenieure e.V. (Hrsg.) (2021): Gemeinsamer Referenzrahmen Technik (GeRRT): Technikkompetenzen beschreiben und bewerten. www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/gemeinsamer-referenzrahmen-technik-gerrt (Abfrage: 02.01.2024)

Autorinnen



Kirchner, Vera, Prof.in Dr.in, Professorin für „Ökonomisch-technische Bildung und ihre Didaktik", Universität Potsdam, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Fach Wirtschaft – Arbeit – Technik (WAT). Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Lehrer:innenprofessionalität und -kompetenzen in der ökonomischen Bildung, Digitalisierung und digitales Lehren und Lernen im Fachkontext, Berufliche Orientierung vor den Herausforderungen einer neuen Arbeitswelt, Entrepreneurship Education, Finanzielle Allgemeinbildung sowie Fachdidaktisches Design von ökonomischen Lehr-Lern-Settings: innovative Methoden, Unterrichtsmaterialien und Schulbücher

Penning, Isabelle, Prof.in Dr.in, Juniorprofessorin für „Didaktik der ökonomisch-technischen Bildung im inklusiven Kontext, kognitive Entwicklung (Sek I)" Universität Potsdam, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Fach Wirtschaft – Arbeit – Technik (WAT). Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Fachdidaktisches Design von technischen Lehr-Lernsettings (innovative Methoden, Unterrichtsmaterialien und Schulbücher); Inklusion im WAT-Unterricht und insbesondere in technischen Fachräumen, Förderung von Reparaturkompetenzen

Querschnittsaufgaben in der Lehrkräftebildung am Beispiel von Digitalisierung und Sprachbildung an der Technischen Universität Berlin

Julia Schallenberg, Silke Bartsch, Marco Wedel

Abstract

Lehrkräfteprofessionalisierung hat viele Facetten. Beispielsweise beinhaltet das Studium Anteile der Fachdidaktik, der Fachwissenschaft und der Bildungswissenschaften. Hinzu kommen Querschnittsaufgaben wie Sprachbildung, Digitalisierung, Bildung für nachhaltige Entwicklung usw., die lehrkräftebildende Hochschulen vor strukturelle Herausforderungen stellen. In diesem Kontext existieren an bundesdeutschen Hochschulen vielfältige Ansätze zur Implementierung und Gestaltung von Querschnittsaufgaben. Im folgenden Beitrag wird dargestellt, wie Sprachbildung und Digitalisierung auf unterschiedliche Weise in die Lehrkräftebildung der Technischen Universität Berlin einfließen und welche allgemeinen Impulse für die Berücksichtigung von Querschnittsaufgaben daraus abgeleitet werden können. Die TU Berlin bildet Lehrkräfte für das Schulfach Wirtschaft-Arbeit-Technik sowie das Berufsschullehramt aus.

Professionalizing teachers involves various aspects. For instance, the degree program comprises elements of subject didactics, subject science, and educational science. Additionally, there are interdisciplinary responsibilities such as Language Education, Digitalization, and Education for Sustainable Development, among others, which present structural challenges for teacher training institutions. In this context German universities adopt diverse approaches to implement and organize cross-sectional tasks. This article illustrates the diverse ways in which Language Education and Digitalization are integrated into teacher training at Technische Universität Berlin and derives general insights for addressing cross-sectional tasks. The TU Berlin trains teachers for the subjects of Economy-Work-Technology (Wirtschaft-Arbeit-Technik) as well as for Vocational Education.

Schlagworte: Querschnittsaufgaben; Sprachbildung; Medienbildung; Digitalisierung; Lehrkräftebildung

1 Einführung: Querschnittsaufgaben im Bildungswesen

Gesellschaftlich erleben wir eine Zeit vielfältiger Transformationen, die uns immer wieder vor neue Herausforderungen stellen. Sei es die voranschreitende Digitalisierung, die Entwicklung Künstlicher Intelligenzen, der sich rasant abzeichnende Klimawandel, zunehmende soziale Ungleichheit oder schwindendes Vertrauen in die Demokratie. Die Anpassung an gesellschaftliche Anforderungen stellt eine zentrale Verantwortung des Bildungssystems dar. Der schulische Auftrag besteht darin, sicherzustellen, dass es Schülerinnen und Schülern jetzt und zukünftig möglich ist, erfolgreich zu lernen, gesellschaftlich teilzuhaben und ihre Zukunft aktiv mitzugestalten. Hierfür sind sowohl fachliche als auch überfachliche Kompetenzen von entscheidender Bedeutung und bedingen sich gegenseitig.

Im deutschsprachigen Raum werden zur Förderung überfachlicher Kompetenzen Querschnittsaufgaben definiert, die in den verschiedenen Fächern und im Rahmen spezifischer Angebote und Projekte an der Schule Berücksichtigung finden sollen. Die Bezeichnungen für diese Aufgaben variieren je nach Region oder Institution und können beispielsweise als „Unterrichtsprinzipien" (Österreich), „Leitperspektiven" (Baden-Württemberg), „schulart- und fächerübergreifende Bildungs- und Erziehungsziele" (Bayern) oder „fächerübergreifende Themen" (Berlin) auftreten (für einen Überblick vgl. Bieber 2016, S. 279). Im Schulgesetz für das Land Berlin sind insgesamt 16 solcher Aufgaben aufgelistet (SchulG Berlin § 12 (4)):

> Sprachbildung / Medienbildung / Berufs- und Studienorientierung / Bildung zur Akzeptanz von Vielfalt / Demokratiebildung / Europabildung / Gesundheitsförderung / Gewaltprävention / Erziehung zur Gleichstellung und Gleichberechtigung der Geschlechter / Interkulturelle Bildung und Erziehung / kulturelle Bildung / Mobilitätsbildung / Bildung zur nachhaltigen Entwicklung und Lernen in globalen Zusammenhängen / Sexualerziehung / Verbraucherbildung / Erziehung zu Bewegung und Sport

In den Curricula der Länder wurden Querschnittsaufgaben teilweise bereits berücksichtigt, so enthält beispielsweise der Rahmenlehrplan für die Jahrgangsstufen 1 bis 10 der Länder Berlin und Brandenburg ein fachübergreifendes Basiscurriculum für die Bereiche Sprachbildung und Medienbildung (SenBJF 2017) sowie vielfache Verweise auf spezifische Querschnittsaufgaben in den Curricula der einzelnen Fächer. Entscheidend für eine erfolgreiche Einbettung der Querschnittsaufgaben im schulischen Alltag sind jedoch insbesondere vielseitig ausgebildete Lehrkräfte, die einerseits selbst vorbildliche sprachliche, digitalisierungsbezogene oder nachhaltigkeitsbezogene Kompetenzen besitzen, andererseits auch in der Lage sind, Lerngelegenheiten für einen entsprechenden Kompetenzerwerb aufseiten der Schüler:innen zu konzipieren, zu evaluieren und weiterzuentwickeln. Und tatsächlich zeichnen sich an den lehrkräftebildenden Hochschulen bereits vielfältige Modelle zur Implementierung von Querschnittsaufgaben in den Studiengängen für angehende Lehrkräfte ab.

Im Folgenden wird exemplarisch dargestellt, wie Sprachbildung und Digitalisierung auf unterschiedliche Weise an der Technischen Universität Berlin (TU Berlin) in

die Lehrkräftebildung einfließen. Während die Digitalisierung integrativ über alle Lehrveranstaltungen hinweg Berücksichtigung findet, wird Sprachbildung sowohl additiv als auch integrativ in Form eines für alle Studierenden obligatorischen Bildungsangebots umgesetzt. Auf Grundlage der bei der Umsetzung an der TU Berlin gewonnenen Erfahrungen werden im letzten Kapitel allgemeine Impulse für die Implementierung von Querschnittsaufgaben im Lehramtsstudium gegeben. Mit dieser Darstellung möchten wir einen Beitrag für einen universitäts- und phasenübergreifenden Austausch zum Umgang mit Querschnittsaufgaben in der Lehrkräftebildung leisten. Dabei gehen wir bewusst von der aktuellen Struktur des Bildungswesens aus, um kurzfristige Lösungen anzuregen. Die Existenz einer großen Vielzahl von Querschnittsaufgaben, die neben den fachlichen Kompetenzen ohne Reduzierung der Rahmenlehrpläne und unter schwierigen Rahmenbedingungen in Schulen abgebildet werden sollen, macht eines deutlich: Alle an Bildung beteiligten Institutionen sind aufgerufen, gesellschaftliche Transformationen nicht nur zu berücksichtigen, sondern vielmehr bestehende Ansätze zu reflektieren und ggf. alternative Wege zu entwickeln und auszuprobieren, um den drängenden Herausforderungen unserer Zeit gerecht werden zu können.

2 Sprachbildung in der Lehrkräftebildung

Auf das Unterrichten in sprachlich heterogenen Klassen werden Lehramtsstudierende inzwischen an den meisten bundesdeutschen Hochschulen vorbereitet. An den Berliner Universitäten (Technische Universität, Freie Universität, Humboldt-Universität) gibt es entsprechende Angebote bereits seit 2007. Im Vergleich zu anderen Querschnittsaufgaben erfährt die Sprachbildung eine herausragende Aufmerksamkeit. Dies lässt sich vor allem auf Erkenntnisse nationaler und internationaler Schulleistungsstudien zurückführen, die konstant darauf verweisen, dass der Zugang zu Bildung in Deutschland eng mit dem sozialen Hintergrund und dem dadurch geprägten Sprachgebrauch verknüpft ist. So hängt schulischer Erfolg neben anderen Faktoren maßgeblich von der sozioökonomischen Lage der Familien und ihrem kulturellen Kapital ab, das beispielsweise den Zugang zu Literatur oder den Bildungshintergrund der Eltern umfasst. Bei Familien mit Zuwanderungsgeschichte spielt über den sozialen Hintergrund hinaus die in der Familie verwendete Sprache eine bedeutende Rolle im Hinblick auf den Kompetenzerwerb (Stanat et al. 2022; Lewalter et al. 2023). Erklärungsansätze gehen davon aus, dass Kindern und Jugendlichen unterschiedliche bildungsbezogene Ressourcen und häusliche (bildungssprachliche) Lerngelegenheiten zur Verfügung stehen (Lokhande 2016, S. 30). Insbesondere dann, wenn beide Faktoren – nämlich ein niedriger sozioökonomischer Hintergrund und eine nicht deutsche Herkunftssprache – zusammentreffen, sind die Bildungsrisiken besonders hoch und es kann von einer doppelten Benachteiligung gesprochen werden (Lokhande 2016, S. 3). Durch die Umsetzung sprachbildender Maßnahmen an Schulen sollen herkunftsbedingte Disparitäten so weit wie möglich reduziert und damit ein Beitrag zu

mehr Bildungsgerechtigkeit im Sinne von Teilhabegerechtigkeit geleistet werden. Gleichzeitig sind Schulen aufgerufen, sich stärker an den Gegebenheiten einer multilingualen und multikulturellen Gesellschaft auszurichten. Eine durchgängige Sprachbildung nutzt alle sprachlichen Ressourcen der Schüler:innen, bereitet die Lernenden auf das Leben in einer mehrsprachigen Welt vor und unterstützt die Entwicklung multilingualer Persönlichkeiten.

In diesem Verständnis wird Sprachbildung oder sprachliche Bildung folgendermaßen definiert:

> „Sprachliche Bildung ist Aufgabe der Bildungsinstitutionen für alle Kinder und Jugendliche. Sie erfolgt alltagsintegriert, aber nicht beiläufig, sondern gezielt. Sprachliche Bildung bezeichnet alle durch das Bildungssystem systematisch angeregten Sprachentwicklungsprozesse und ist allgemeine Aufgabe im Elementarbereich und des Unterrichts in allen Fächern […]" (Schneider et al. 2012, S. 23)

Die Maßnahmen zur Förderung sprachlicher Kompetenzen an Schulen sind vielfältig und erstrecken sich von Lese- und Schreibförderung über sprachbildenden Fachunterricht und Mehrsprachigkeitsdidaktik bis hin zur gezielten Förderung von Schülerinnen und Schülern mit noch geringen Kompetenzen in der Instruktionssprache Deutsch. Die erfolgreiche Umsetzung dieser Maßnahmen erfordert qualifizierte Lehrkräfte, die in der Lage sind, einen sprachbildenden Unterricht zu gestalten und die Schulentwicklung im Bereich der Sprachbildung aktiv voranzubringen.

2.1 Implementierung von Sprachbildung an bundesdeutschen Hochschulen

In einer breit angelegten Studie untersuchten Baumann & Becker-Mrotzek für das Mercator-Institut bereits im Jahre 2012, wie Lehrerinnen und Lehrer aller Schulformen sowie Fächer im Bereich Sprachförderung und Deutsch als Zweitsprache (DaZ) aus- und fortgebildet werden (Baumann, Becker-Mrotzek 2014). Es zeigte sich eine große Vielfalt hinsichtlich der Implementierung der Querschnittsaufgabe.

In neun der 16 Bundesländer gab es zu dem Zeitpunkt in Form von Gesetzen und Verordnungen bereits Vorgaben, z. B. über die Festlegung von Leistungspunkten in der Lehrkräftebildung. Bei einer erneuten Sichtung im Jahr 2016 wiesen elf Bundesländer Vorgaben auf (Witte 2017, S. 352). Die Studie konnte zeigen, dass klare Ländervorgaben zu einer verbindlichen Integration von Sprachförderung und DaZ in der universitären Lehrkräftebildung führen und somit als förderlich betrachtet werden können. Dennoch wurde festgestellt, dass dies nicht der alleinige Ansatz ist, da einige Universitäten Maßnahmen in diesem Bereich umsetzten, obwohl in ihrem Bundesland keine entsprechende Verpflichtung existierte. Die Ergebnisse verdeutlichen zudem, dass die Hochschulen die Studienanteile im Bereich Sprachförderung und DaZ für sinnvoll und notwendig erachteten (Baumann, Becker-Mrotzek 2014, S. 7).

Neben dem Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein von **Vorgaben der Länder** differieren lehrkräftebildende Hochschulen noch in weiteren Aspekten, z. B. hinsichtlich der **Zielgruppe**. So richteten sich die Angebote teilweise nur an bestimmte Lehramtstypen, vorwiegend an Studierende des Faches Deutsch und im Grundschulbe-

reich. In höheren Schulstufen und im Berufsschullehramt hingegen boten weniger als die Hälfte aller Standorte Studienanteile im Bereich Sprachförderung und DaZ an. In den folgenden Jahren wurden die Angebote auf immer mehr Studierendengruppen erweitert. Ein weiteres Unterscheidungskriterium besteht in der **Verpflichtung**, Lehrveranstaltungen in dem Bereich zu besuchen. Insgesamt handelte es sich meist um obligatorische Studienangebote, daneben existierten jedoch an einigen Hochschulen auch fakultative Angebote (Baumann, Becker-Mrotzek 2014, S. 20 ff.). Ein Blick in die Praxis zeigte zudem Unterschiede hinsichtlich der **strukturellen Verortung** der Studienanteile. Zum Teil war die Querschnittsaufgabe in die Fachdidaktiken oder Bildungswissenschaften integriert, z. T. existierten aber auch eigenständige Module.

Zusammengefasst lassen sich fünf unterschiedliche Modelle beschreiben (Witte 2017, S. 354):

1. Sprachförderung/DaZ als Modul: Beispiel Nordrhein-Westfalen
2. Sprachförderung/DaZ integriert in die Fachdidaktiken: Beispiel Niedersachsen
3. Sprachförderung/DaZ integriert in ein übergeordnetes Modul (Heterogenität, Inklusion): Beispiel Bremen
4. DaZ als Unterrichtsfach: Beispiel München
5. Kombiniertes Modell (Sprachförderung/DaZ als Modul und Sprachförderung/DaZ integriert): Beispiel Berlin

Die hier dargestellten Unterscheidungskriterien zur Beschreibung der Implementierung von Sprachbildung in der Lehrkräftebildung sollen im vorliegenden Artikel als Grundlage zur Beschreibung der an der TU Berlin für unterschiedliche Querschnittsaufgaben umgesetzten Modelle genutzt werden. Zuerst wird im folgenden Kapitel erläutert, wie Sprachbildung in die Lehrkräftebildung einfließt.

2.2 Sprachbildung an der TU Berlin: ein kombiniertes Modell

An der TU Berlin werden seit 2007 Lehramtsstudierende auf das Unterrichten in sprachlich heterogenen Lerngruppen vorbereitet. Dafür wurden zuerst Module zum Schwerpunkt Deutsch als Zweitsprache im Lehramtsstudium implementiert, seit der Lehramtsreform 2015/16 wurden diese dann durch Lehrangebote im Bereich Sprachbildung – mit Fokus auf alle Schüler:innen – ersetzt. Damit einher gingen verschiedene strukturelle und inhaltliche Änderungen. Sprachbildung ist seitdem durch ein Modell im Lehramtsstudium implementiert, das sich aus separaten Lehrangeboten sowie in die fachdidaktische und bildungswissenschaftliche Lehre integrierte Angebote zusammensetzt und damit als kombiniertes Modell bezeichnet werden kann.

Begleitet wurde dieser Prozess durch das vom Mercator-Institut für Sprachförderung und Deutsch als Zweitsprache geförderte Projekt „Sprachen – Bilden – Chancen: Innovationen für das Berliner Lehramt“, in dem die Lehrkräftebildung in diesem Bereich umfassend evaluiert und weiterentwickelt werden konnte. Ein zentrales Ergebnis war die Konzeption eines „Rahmenmodells für ein phasenübergreifendes Ausbildungskonzept“ (Jostes et al. 2017). In diesem Modell wurden Kompetenzen für Lehrkräfte im Bereich Sprachbildung und Deutsch als Zweitsprache formuliert, die über

alle drei Phasen der Lehrkräftebildung hinweg entwickelt werden können. Das entworfene Rahmenmodell dient somit auch als Grundlage für das Lehramtsstudium an der TU Berlin. Innerhalb dieses Berliner Rahmenmodells sind sieben thematische Kompetenzbereiche analytisch voneinander abgegrenzt, wobei sich diese jeweils im Zusammenspiel von Wissen, Können, Einstellungen und Handeln entfalten können:

1. Sprache als Faktor von Bildungsbeteiligung
2. Sprache (allgemeine linguistische Grundlagen)
3. Sprache der Bildung (linguistische Grundlagen mit Fokus auf sprachliche Anforderungen im Unterricht)
4. Sprachaneignung/Mehrsprachigkeit
5. Sprachstandsdiagnose
6. Sprachbildende Unterstützung/Förderung im Fachunterricht
7. Schulorganisation

Im Folgenden wird beschrieben, wie Lehrkräfte im Bereich Sprachbildung an der TU Berlin ausgebildet werden.

Vorgaben des Landes

Lehrangebote und die Vergabe von Leistungspunkten im Bereich Sprachbildung sind berlinweit in der 1. Phase der Lehrkräftebildung rechtlich verankert. So ist in der „Verordnung über den Zugang zu Lehrämtern" vorgesehen, dass nur Lehrer:in werden kann, wer 10 ECTS im Bereich Sprachbildung erlangt hat (SenBJW 2014). Damit sollen Lehrkräfte auf das übergreifende Ziel der durchgängigen Sprachbildung in Bildungseinrichtungen vorbereitet werden. Auch im Rahmenlehrplan für die Jahrgangsstufen 1 bis 10 der Länder Berlin und Brandenburg fließt Sprachbildung explizit als Aufgabe des Unterrichts ein. Zu nennen ist hier insbesondere das fachübergreifende Basiscurriculum (SenBJF 2017). Darin sind Kompetenzen für die beiden Querschnittsaufgaben Sprachbildung und Medienbildung formuliert, zu deren Entwicklung in allen Fächern Lerngelegenheiten geschaffen werden sollen.

Zielgruppe

Durch die Vorgabe des Landes ist gesichert, dass alle Lehramtsstudierenden in Berlin im Bereich Sprachbildung ausgebildet werden. An der Technischen Universität betrifft dies Lehrkräfte für das Schulfach Wirtschaft-Arbeit-Technik sowie für das Berufsschullehramt mit den Fachrichtungen Bautechnik, Elektrotechnik, Ernährung/Lebensmittelwissenschaft, Fahrzeugtechnik, Informationstechnik, Land- und Gartenbauwissenschaft, Medientechnik und Metalltechnik. Aus organisatorischen Gründen besuchen die Studierenden der verschiedenen Fachbereiche gemeinsam übergreifende Lehrveranstaltungen zur Sprachbildung, eine inhaltliche Differenzierung findet dann in den Seminaren mittels gruppen- und fallbezogener Methoden statt. Für eine weitere Stärkung der Fachspezifik sind Lehranteile in die Fachdidaktiken integriert.

Verpflichtung

Die Teilnahme an den Lehrveranstaltungen ist entsprechend der Landesvorgabe obligatorisch. Studieren die angehenden Lehrkräfte zwei Fächer an zwei verschiedenen Universitäten, wird der Sprachbildungsanteil hauptsächlich an der Universität des Hauptfaches besucht.

Strukturelle Verortung

Die Lernangebote zur Erlangung der 10 Leistungspunkte (ECTS) im Bereich Sprachbildung begleiten die Studierenden vom Bachelor bis zum Ende des Studiums. An der TU Berlin absolvieren alle Lehramtsstudierenden im Bachelor ein explizites Sprachbildungsmodul (5 ECTS), das aus einem Seminar und einer Übung besteht und mit einer gemeinsamen Klausur abgeschlossen wird. Die Studierenden werden für sprachliche Herausforderungen in Bildungsprozessen sowie sprachliche Erwerbsprozesse sensibilisiert und erhalten einen Überblick über Ansätze (mehr-)sprachlicher Bildung. Koordiniert und durchgeführt wird die Lehrveranstaltung vom Fachbereich Sprachbildung/DaZ, dessen Lehrende einerseits Expertinnen und Experten im Bereich Sprachbildung sind, andererseits aber auch mit grundlegenden fachdidaktischen Aspekten der an der TU gelehrten Fachrichtungen vertraut sind.

Um die Nähe zur Praxis in den Schulen und die fachspezifische Ausrichtung zu stärken, findet die Lehre im Master integriert in die Fachdidaktik und ins Praxissemester statt. Pro Fach wird ein Leistungspunkt innerhalb eines fachdidaktischen Moduls vergeben und an Spezifika des Faches ausgerichtet. Die Umsetzung obliegt den jeweils Lehrenden der Fachdidaktik, die sich dafür ihrerseits Kompetenzen im Bereich Sprachbildung aneignen müssen. Da es lediglich ein eingeschränktes (externes) Fortbildungsangebot gibt, hängt die Umsetzung durch die Fachdidaktiken sehr vom eigenständigen Engagement und Interesse der Lehrenden an den Hochschulen ab. Damit kann die curriculare Verankerung an den fehlenden Kompetenzen seitens der Hochschuldozierenden scheitern. Für das Fach Wirtschaft-Arbeit-Technik wurde – auch aus diesem Grund – ein Sonderweg gewählt, indem die Durchführung des entsprechenden Lehrangebots zwar vom Fachbereich Sprachbildung/DaZ übernommen wird, sich aber inhaltlich an der Fachdidaktik orientiert.

Weitere drei Leistungspunkte werden im Rahmen eines Seminars vergeben, das die Studierenden im Praxissemester besuchen. Dabei werden Erfahrungen aus den Schulen aufgegriffen und für die schulische Praxis Unterrichtsentwürfe unter Berücksichtigung von Prinzipien der Sprachbildung entwickelt. Hierfür vertiefen die Studierenden zu Beginn des Praxissemesters ihre Kompetenzen in einem Blockseminar und besuchen anschließend alle 14 Tage ein Seminar, in dem sie Beobachtungsaufgaben erhalten, ihre Erfahrungen reflektieren und diskutieren, neue Handlungsimpulse erhalten und letztendlich einen sprachbildenden Unterrichtsentwurf entwickeln.

Insgesamt stehen den Studierenden vielfältige Lernangebote im Bereich Sprachbildung zur Verfügung. Auch in diesem Fall muss die Kompetenzentwicklung jedoch als lebenslanger Prozess verstanden und in den weiteren Phasen der Lehrkräftebildung aufgegriffen werden. In der 2. Phase, dem Vorbereitungsdienst, sollen diese Kom-

petenzen weiterentwickelt werden: Es gibt einen verpflichtenden Baustein „Sprachbildung/Sprachförderung“ und zudem wird in Unterrichtsentwürfen erwartet, dass Sprachbildung berücksichtigt wird. In der 3. Phase, d. h. der Fort- und Weiterbildung, finden sich weitere Qualifizierungsangebote. Auch innerhalb der Schulen tauschen sich Lehrkräfte zur Umsetzung der Sprachbildung aus und arbeiten an der Implementierung und Weiterentwicklung mit. Zur stadtübergreifenden Koordination aller Angebote wurde das Zentrum für Sprachbildung (ZeS) eingerichtet, in dem u. a. mit der AG Sprachbildung ein Raum geschaffen wurde, der dem Austausch der unterschiedlichen Akteurinnen und Akteure dient.

Anschließend soll nun beleuchtet werden, wie Digitalisierung an der TU Berlin im Lehramtsstudium berücksichtigt wird.

3 Digitalisierung/Medienbildung in der Lehrkräftebildung

Digitalisierung als Querschnittsaufgabe ist aus den Schulen und aus der Lehrkräftebildung ebenso nicht mehr wegzudenken wie die Sprachbildung. Dabei verlief die Einführung digitaler Medien in den schulischen Unterricht in Deutschland langsamer als in anderen Ländern. Noch 2013 stellte Deutschland hinsichtlich der regelmäßigen Nutzung von Computern im Unterricht durch Lehrpersonen in der internationalen Schulvergleichsstudie ICILS das Schlusslicht unter den 19 Teilnehmerländern dar. Lediglich etwa ein Drittel der Lehrkräfte (34,4 %) gab an, mindestens einmal wöchentlich Computer in der achten Jahrgangsstufe im Unterricht einzusetzen. Fast ein Zehntel der Lehrkräfte (8,3 %) berichtete, nie digitale Medien einzusetzen. Auch hinsichtlich der Förderung IT-bezogener Fähigkeiten von Schülerinnen und Schülern lagen die Werte weit unter den internationalen Vergleichswerten (Eickelmann et al., 2014, S. 203 f.). In den letzten Jahren konnte jedoch, angetrieben durch die Notwendigkeit des Distanzunterrichts infolge der Corona-Pandemie und durch staatliche Fördermaßnahmen, ein Entwicklungsschub verzeichnet werden. So hat die Digitalisierung die deutsche Bildungswelt erheblich verändert. Arbeit mit dem Internet, KI-generierte Textproduktion oder digitale Arbeitsmittel sind heute Bestandteile neuer Lebens- und Unterrichtswelten, die ihren Weg ins Klassenzimmer finden – wenn auch teilweise ohne didaktische Fassung und entsprechenden Kompetenzaufbau zum reflektierenden Umgang mit digitalen Artefakten (für Lehrkräfte und Schüler:innen). Technische Entwicklungen unterliegen dabei einem schnellen Wandel, auf den sich alle am Lernen Beteiligten stetig neu einstellen müssen.

Damit das aktuelle und künftige Lehren und Lernen in einer digital geprägten Welt gelingen kann, kommt der Professionalisierung von Lehrkräften in allen Phasen der Lehrerbildung eine hohe Bedeutung zu. Zusammenfassend kann hinsichtlich der Hinweise zur Umsetzung Folgendes festgestellt werden (vgl. hierzu Wedel et al, 2023; Albrecht, Derda, Wedel 2023):

1. Die Kultusministerkonferenz (KMK) definiert in ihrer im Jahr 2016 formulierten Strategie sechs Kompetenzbereiche für die „Kompetenzen in der digitalen Welt“

(KMK 2016, S. 15). Zur Umsetzung dieses Bildungsauftrags werden zwei Prinzipien und eine grundlegende Kernannahme vorgeschlagen. Das erste Prinzip betont die fachintegrative Förderung digitaler Kompetenzen, die in alle Fachcurricula integriert werden sollen. Das zweite Prinzip legt fest, dass Lehr- und Lernprozesse, einschließlich digitaler Lernumgebungen, dem Primat des Pädagogischen folgen sollten, um individuelle Potenziale innerhalb einer inklusiven Bildung zu entfalten (KMK 2016, S. 11 f.).

2. Die zugrunde liegende Kernannahme besagt, dass durch die Digitalisierung eine neue Kulturtechnik entsteht, die traditionelle Kulturtechniken wie Lesen, Schreiben und Rechnen ergänzt und verändert (KMK 2016). In den ergänzenden KMK-Empfehlungen von 2021 wird diese Kernannahme als „Kultur der Digitalität" bezeichnet, inspiriert von Stadler (2016) (KMK 2021, S. 3). Die Einführung des Kulturbegriffs verweist auf die Mehrdimensionalität des Phänomens, das laut der Dagstuhl-Erklärung der Gesellschaft für Informatik (2016) nur durch einen mehrperspektivischen Zugang erschlossen werden kann, einschließlich technologischer, anwendungsbezogener und gesellschaftlich-kultureller Perspektiven (Gesellschaft für Informatik 2016, S. 3).
3. Die Frage, ob der fachintegrative Zugang durch einen eigenständigen Lernbereich ergänzt werden sollte, wie von der Gesellschaft für Informatik gefordert, bleibt umstritten. Interessanterweise wird in den ergänzenden Empfehlungen der KMK (2021, S. 7 f.) anerkannt, dass der fachintegrative Ansatz durch die Einführung eines eigenen Unterrichtsfachs an allgemeinbildenden Schulen zur Vermittlung grundlegender informatischer Kompetenzen, das die Themen Informatik und Mediengesellschaft aufgreift, ergänzt werden kann (Wedel et al. 2023).

Es ist wichtig zu betonen, dass Digitalisierung mehr als ein Werkzeug oder eine Anwendung ist, um die Unterrichtspraxis zu digitalisieren oder fachliche Kompetenzen zu fördern. Sie führt zu einer grundlegend veränderten Lebenswirklichkeit, in der die Anwendung digitaler Systeme und die Nutzung digitaler Artefakte notwendige, aber nicht hinreichende Bedingungen für den Kompetenzerwerb in einer Kultur der Digitalität darstellen (Wedel et al. 2023).

Hinsichtlich der Lehrkräftebildung bietet der „Europäische Rahmen für die digitale Kompetenz Lehrender" (DigCompEdu) eine weitere Orientierung. In diesem werden folgende Kompetenzbereiche unterschieden (Redecker 2019, S. 20):

1. **Berufliches Engagement** (u. a. eine effektive Mediennutzung, um mit anderen beruflich zusammenzuarbeiten und zu kommunizieren)
2. **Digitale Ressourcen** (u. a. Auswählen, Anpassen, Schützen und Teilen digitaler Ressourcen)
3. **Lehren und Lernen** (u. a. lernförderlicher Einsatz von digitalen Geräten, Methoden und Materialien im Unterricht)
4. **Evaluation** (u. a. digitale Medien zur Erhebung und Analyse des Lernstands nutzen)

5. **Lernerorientierung** (u. a. Nutzung digitaler Medien zur Differenzierung und Individualisierung der Lernpfade)
6. **Förderung der digitalen Kompetenz der Lernenden** (u. a. Integration von Aktivitäten in den Unterricht, in denen Lernende digitale Medien für unterschiedliche Zwecke nutzen).

3.1 Implementierung von Medienbildung/Digitalisierung an deutschen Hochschulen

Im Sommer 2022 wurden durch das Projekt Monitor Lehrerbildung bundesweite Daten zur Verankerung der Querschnittsaufgabe „Medienkompetenz in einer digitalen Welt" im Lehramtsstudium erhoben (Brinkmann et al. 2022). Die Studie verweist darauf, dass trotz fortschreitender Digitalisierung der Schulen und der Hochschullehre noch immer 30 bis 45 Prozent der befragten Hochschulen digitalisierungsbezogene Kompetenzen nicht für alle Lehramtsstudierenden verpflichtend verankert haben. Im Vergleich zu 2017 zeigt sich jedoch eine starke Zunahme obligatorischer Angebote. Darüber hinaus hängt die Verpflichtung immer weniger vom gewählten Unterrichtsfach ab, vielmehr wird diese zunehmend für alle Lehramtstypen verankert. Diese Lehr-/Lernangebote sind vorwiegend in den Bildungswissenschaften verortet, weitaus seltener auch flächendeckend in den Fachdidaktiken aller Fächer. Doch noch immer bieten 60 Prozent der befragten Hochschulen weder obligatorische noch fakultative Angebote innerhalb der Fachdidaktiken an, der Kompetenzerwerb hängt an diesen Hochschulen unmittelbar mit der Wahl des Faches zusammen. Statt einer verbindlichen Implementierung von Lehrangeboten bieten viele Hochschulen allerdings die Möglichkeit an, ein fakultatives Zertifikat zu erwerben. Neben der Umsetzung an den Hochschulen wurde zudem erhoben, ob es in den Bundesländern landeseigene Förderlinien zum Thema Digitalisierung in der Lehrkräftebildung gäbe. Demnach existieren in zehn der 16 Bundesländer solche Vorgaben und in fünf Bundesländern ist dies in Planung. Inwiefern es sich dabei aber um verbindliche rechtliche Vorgaben handelt, wurde nicht dargestellt.

3.2 Digitalisierung an der TU Berlin: ein integriertes Modell

An der Technischen Universität Berlin wird Digitalisierung als universitätsübergreifende Querschnittsaufgabe verstanden, die sich durch alle Bereiche zieht. Damit sind alle Lehrenden aufgerufen, digitale Elemente in ihre Lehre zu integrieren und Lerngelegenheiten zum Erwerb fachspezifischer und fachübergreifender digitalisierungsbezogener Kompetenzen bereitzustellen. In der Lehrkräftebildung sind dies insbesondere die oben genannten Kompetenzen, die Lehrkräfte für ihre spätere Lehrtätigkeit ausbilden sollten. Digitalisierung wird somit als integriertes Modell umgesetzt.

Vorgaben des Landes

Laut Berliner Hochschulgesetz (BerlHG § 21,1) besteht ein Bildungsauftrag der Hochschulen darin, alle Studierenden auf ihre berufliche Tätigkeit unter Berücksichtigung der *Veränderungen in der Berufswelt* vorzubereiten und dabei auch *fachübergreifende und*

digitale Kompetenzen zu vermitteln. Im Gegensatz zur Sprachbildung werden bezüglich Digitalisierung für das Lehramtsstudium jedoch keine verbindlichen Vorgaben zur Ausgestaltung der Querschnittsaufgabe gemacht. Somit bleibt es den Dozierenden und den lehrkräftebildenden Hochschulen überlassen, in welchem Umfang und auf welche Weise Digitalisierung in die Lehre integriert wird.

Zielgruppe

Das Ziel, alle „Absolvent:innen bestmöglich auf eine digitalisierte Lebens- und Arbeitswelt vorzubereiten" (TU Berlin o. J.), ist Teil des Leitbilds Lehre an der TU Berlin. Daraus ergibt sich der Anspruch, dass auch alle Lehramtsstudierenden Lerngelegenheiten zum Erwerb übergreifender und fachspezifischer digitalisierungsbezogener Kompetenzen erhalten sollten.

Verpflichtung

Die Auseinandersetzung mit Digitalisierung ist für angehende Lehrkräfte an der TU Berlin zwar gewünscht, aber nicht unmittelbar verpflichtend. So entscheidet die Wahl der Lehrveranstaltungen, die mal mehr, mal weniger digitalisierungsbezogene (Lehr-) Kompetenzen stärken, darüber, wie umfangreich die Studierenden auf die Herausforderungen einer digitalen Bildungswelt vorbereitet werden.

Strukturelle Verortung

Es gibt innerhalb des Lehramtsstudiums an der Technischen Universität Berlin kein eigenständiges Modul zur Digitalisierung. Vielmehr wird dies als überfachliche Aufgabe aller an Lehrkräftebildung Beteiligter gesehen. Den Studierenden werden in der Fachdidaktik, den Fachwissenschaften, den Bildungswissenschaften und auch im Bereich Sprachbildung diverse Lerngelegenheiten geboten, um digitalisierungsbezogene Kompetenzen auszubauen. Anregungen hierzu finden in neueren Modulbeschreibungen Erwähnung. Entsprechend der unterschiedlichen Fachrichtungen werden in den Fachdidaktiken zudem spezifische Schwerpunkte gesetzt. In den Fachrichtungen des Berufsschullehramts findet neben der Fokussierung auf digitale Lernumgebungen auch eine Fokussierung auf berufsfeldspezifische digitale Arbeitswelten statt, ebenso werden im Fach Wirtschaft-Arbeit-Technik digitale Entwicklungen im Kontext von Arbeit und Beruf reflektiert.

Die Umsetzung der Querschnittsaufgabe in diesem Modell hängt stark von den digitalisierungsbezogenen Kompetenzen und der Schwerpunktsetzung der jeweils unterrichtenden Dozierenden ab. Zur Weiterqualifizierung werden universitätsinterne Fortbildungen angeboten oder die Lehrenden tauschen sich in ihren Fachdisziplinen oder auch überfachlichen Gremien zur Bedeutung und zum Einsatz digitaler Medien im jeweiligen Bereich aus. Sie entwickeln geeignete Konzepte zur curricularen Integration digitaler Elemente in die Lehre und zur Gestaltung neuer digitaler Lehr-/Lernformate. Begleitet wird diese Entwicklung z. B. im Fachbereich Arbeitslehre durch Projekte zum Einsatz Künstlicher Intelligenz, Virtual Reality und Augmented Reality in

Unterrichtssettings oder auch zur Gestaltung multifunktionaler und multimedialer Unterrichtsräume.

4 Das Kooperationslabor des Projektes TUB Teaching 2.0

Im Zuge der Qualitätsoffensive Lehrerbildung wurde an der TU Berlin von 2019 bis 2023 das vom BMBF geförderte Projekt TUB Teaching 2.0 – Innovativer Einstieg, Professions- und Forschungsorientierung im berufsbezogenen Lehramtsstudium umgesetzt. Eines der Teilziele des Projektes bestand darin, die universitäre Lehrkräftebildung stärker mit der schulischen Praxis sowie aktuellen und zukünftigen gesellschaftlichen und berufsbezogenen Herausforderungen in Einklang zu bringen. Hierfür wurde das Lehr-Lernformat „Kooperationslabor" entwickelt, erprobt und evaluiert, in dem angehende Lehrkräfte praxisorientierte Aufgaben für den Unterricht entwickeln. Die Kooperationslabore stellen eine mögliche Ergänzung zu den bisherigen Angeboten der TU Berlin zur Entwicklung fachübergreifender Kompetenzen dar und können von den Fachdidaktiken zur Gestaltung der Lehre genutzt werden.

In den Kooperationslaboren wird neben der starken Praxisorientierung ein besonderes Augenmerk auf die Einbindung der Querschnittsaufgaben Sprachbildung, Digitalisierung, Nachhaltigkeit, Inklusion und Diagnose bei der Entwicklung von Unterrichtsaufgaben gelegt. Somit erhielten die teilnehmenden Studierenden über das normale Lehrangebot hinausgehende Lerngelegenheiten zur Berücksichtigung von Querschnittsaufgaben.

Der Ablauf eines Kooperationslabors sah folgende Schritte vor:

Die Studierenden wurden in einem ersten Schritt in das Unterrichten mit Lernaufgaben eingeführt, erhielten dann durch Praxispartner:innen verschiedener Berufsbereiche Anregungen für die Entwicklung authentischer Unterrichtsaufgaben und entwickelten anschließend in Kleingruppen komplexe Aufgaben. Während dieses Prozesses erhielten sie zusätzlich im Format eines Flipped Classroom Input zu den genannten Querschnittsaufgaben, um diese in ihrer Aufgabenentwicklung berücksichtigen zu können. Dazu wurden sie von den Expertinnen und Experten in Frage- und Feedbacksitzungen beraten.

Zur Umsetzung der Lehrveranstaltung wurde ein multiprofessionelles Team zusammengestellt, das sich aus einer Dozentin für die jeweilige Fachdidaktik und Fachleuten für die Querschnittsaufgaben zusammensetzt. Ein Vorteil dieses Projektes bestand daher nicht nur darin, dass die Studierenden die Möglichkeit erhielten, die Einbindung von Querschnittsaufgaben in die Unterrichtsplanung angeleitet zu erproben, sondern auch darin, dass die Lehrenden in einen intensiven Austausch treten und voneinander lernen konnten und dadurch die Möglichkeit hatten, Synergien zwischen den verschiedenen Bereichen zu erkennen.

5 Impulse für die Implementierung von Querschnittsaufgaben im Lehramtsstudium

Wie in diesem Beitrag gezeigt wurde, können Querschnittsaufgaben auf unterschiedliche Weise in die universitäre Lehrkräftebildung einfließen. Eine strukturierte und aufeinander abgestimmte Verankerung der Bereiche erfordert jedoch eine umfassende Herangehensweise, die verschiedene Aspekte berücksichtigt. Im Folgenden sind auf Grundlage unserer Erfahrungen einige Schritte beschrieben, die unternommen werden können, um Querschnittsaufgaben im Lehramtsstudium zu fördern.

1. Entwicklung eines Gesamtkonzepts zur Implementierung von Querschnittsaufgaben
Um die stringente Entwicklung einer umfassenden Lehrkompetenz zu gewährleisten und zugleich das Studium nicht zu überfrachten, bedarf es einer genauen Abstimmung der Lehrinhalte und der Entwicklung eines Gesamtkonzepts, sodass Maßnahmen systematisch aufeinander abgestimmt werden können. Dazu gehört z. B. die bewusste Auswahl besonders bedeutsamer Querschnittsaufgaben, die vertieft beleuchtet werden sollen, eine curriculare Implementierung bzw. Empfehlungen zur Anreicherung bestehender Lehrveranstaltungen. Zudem berücksichtigt ein Gesamtkonzept die weitere Kompetenzentwicklung in der 2. und 3. Phase der Lehrkräftebildung.

2. Curriculare Implementierung
Von einer Universität als besonders bedeutsam deklarierte Querschnittsaufgaben könnten als integraler Bestandteil u. a. in Prüfungs- und Studienordnungen sowie dazugehörigen Modulbeschreibungen für die Lehrkräftebildung implementiert werden, um alle Studierenden zu erreichen. Neben der Integration in bestehende Lehr-/Lernangebote können auch spezifische Module oder Kurse entwickelt werden, die sich gezielt mit den Querschnittsthemen befassen. Diese Module sollten sowohl theoretisches Wissen als auch praktische Anwendungsmöglichkeiten umfassen.

3. Personelle Ressourcen für Lehre und Forschung schaffen
Insbesondere für Modelle, die eine Vermittlung von Querschnittskompetenzen in der Fachdidaktik, den Bildungswissenschaften und der Fachwissenschaft integriert verorten, ist es wichtig, dem Lehr- und Wissenschaftspersonal Fortbildungsangebote zu den verschiedenen Querschnittsaufgaben anzubieten. Es ist darauf zu achten, alle als besonders relevant deklarierten Querschnittsaufgaben in Bildungsangeboten abzudecken. Dazu bedarf es ausreichender personeller Ressourcen, insbesondere Dauerstellen ermöglichen einen nachhaltigen Aufbau von umfassender Lehrkompetenz an den Hochschulen.

4. Zusammenarbeit zwischen Fachbereichen
Die Integration von Querschnittsaufgaben erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Fachbereichen und Disziplinen in der Lehrkräftebildung. Fachdidaktiker:innen, Linguistinnen und Linguisten, Pädagoginnen und Pädagogen, IT-

Expertinnen und -Experten sowie andere Fachleute sollten zusammenarbeiten, um gemeinsame Ziele, Lehrpläne und Methoden für die Lehrkräftebildung zu entwickeln, damit angehende Lehrkräfte sowohl fachliches Wissen als auch pädagogische Kompetenzen in Bezug auf die verschiedenen Querschnittsaufgaben erwerben können. In gemeinsamen Forschungsprojekten, Arbeitsgruppen und gemeinsamer Lehre können Synergien erkannt und Vereinzelung in der Lehre überwunden werden.

5. Lehrkräfte als Vorbilder
Es ist wünschenswert, dass Lehrende in der Lehrkräftebildung als Vorbilder fungieren, sich selbst umfangreich fortbilden und die Querschnittsaufgaben in ihrem eigenen Unterrichtsansatz demonstrieren. Dies bedeutet, dass auch die Lehre an der Hochschule sprachbildend gestaltet ist, digitale Elemente enthält und auch weitere Querschnittsaufgaben berücksichtigt. Die daraus gewonnenen Erfahrungen und entstandenen Herausforderungen sollten gemeinsam reflektiert werden, wodurch ein hohes Maß an Praxisbezug und Authentizität hergestellt werden kann.

6. Evaluation und Forschung
Die Integration der Querschnittsaufgaben in der Lehrkräftebildung sollte auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen basieren. Es ist wichtig, dass Forschung und Evaluation in diesem Bereich gefördert werden, um evidenzbasierte Praktiken zu entwickeln und sicherzustellen, dass die Lehrkräftebildung kontinuierlich verbessert wird. Hierzu gehört z. B. die Entwicklung und Evaluierung von Ansätzen und Methoden zur Kompetenzvermittlung in Bezug auf die verschiedenen Querschnittsaufgaben oder die Ermittlung von Schnittstellen und möglichen Synergien zwischen Querschnittsaufgaben untereinander, aber auch in ihrer Beziehung zur jeweiligen Fachdidaktik oder den Bildungswissenschaften. Fragen hierzu stellen größtenteils ein Forschungsdesiderat dar.

Durch die Umsetzung dieser Schritte können Querschnittsaufgaben effektiv in der Lehrkräftebildung verankert und angehende Lehrkräfte mit den notwendigen Kompetenzen ausgestattet werden, um Schüler:innen in ihrer gesamten Entwicklung bestmöglich zu unterstützen und auf aktuelle und zukünftige Herausforderungen vorzubereiten.

Literatur

Albrecht, Marco/Derda, Mareen/Wedel, Marco (2023): Die Qual der Wahl – Querschnittsthemen im Bildungssystem. Posterpräsentation bei der Bilanzierungstagung des Projekts ProPraxis: Gesellschaft im Wandel – Wandel in der Lehrkräftebildung? Große gesellschaftliche Herausforderungen als Querschnittsthemen in der Lehrkräftebildung. 30.06. – 01.07.2023, Philipps-Universität Marburg

Baumann, Barbara/Becker-Mrotzek, Michael (2014): Sprachförderung und Deutsch als Zweitsprache an deutschen Schulen: Was leistet die Lehrerbildung? Überblick, Analyse und Handlungsempfehlungen. Köln: Mercator-Institut für Sprachförderung und Deutsch als Zweitsprache, www.mercator-institut-sprachfoerderung.de/fileadmin/Redaktion/PDF/Themenportal/Mercator-Institut_Was_leistet_die_Lehrerbildung_03.pdf (Abfrage: 17.11.2023).

Bieber, Götz (2016): Querschnittsaufgaben in aktuellen deutschen Lehrplänen. In: Die deutsche Schule 108, 3, S. 278–286, doi.org/10.25656/01:25963 (Abfrage: 17.11.2023).

Brinkmann, Bianca/Miele, Nicole/Müller, Ulrich/Richke, Melanie/Siekmann, David (2022): Lehramtsstudium in der digitalen Welt – Factsheet Monitor Lehrerbildung, www.monitor-lehrerbildung.de/wp-content/uploads/2022/12/MLB_Factsheet_Lehramtsstudium_in_der_digitalen_Welt_2022.pdf (Abfrage: 17.11.2023).

Eickelmann, Birgit/Schaumburg, Heike/Drossel, Kerstin/Lorenz, R. (2014): Schulische Nutzung von neuen Technologien in Deutschland im internationalen Vergleich. In: Bos, Wilfried/Eickelmann, Birgit et al. (Hrsg.): ICILS 2013 – Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann, S. 197–229.

Gesellschaft für Informatik e.V. (Hrsg.) (2016): Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt, dagstuhl.gi.de/dagstuhl-erklaerung (Abfrage: 17.11.2023).

Jostes, Brigitte/Sieberkrob, Matthias/Schallenberg, Julia/Darsow, Annkathrin (2017): Rahmenmodell und bereichs- und phasenspezifische Qualifikationsziele. In: Jostes, Brigitte (Hrsg.): Phasenübergreifendes Ausbildungskonzept für Sprachbildung/DaZ in der Berliner Lehrkräftebildung. Berlin, S. 33–81. dx.doi.org/10.17169/refubium-3943 (Abfrage: 17.11.2023).

KMK – Kultusministerkonferenz (2016): „Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz". Herausgegeben vom Sekretariat der Kultusministerkonferenz, www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2017/Digitalstrategie_KMK_Weiterbildung.pdf. (Abfrage: 17.11.2023).

KMK – Kultusministerkonferenz (2019a): Bildungssprachliche Kompetenzen in der deutschen Sprache stärken (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 05.12.2019). Herausgegeben vom Sekretariat der Kultusministerkonferenz, www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2019/2019_12_0 5-Beschluss-Bildungs sprachl-Kompetenzen.pdf (Abfrage: 17.11.2023).

Kultusministerkonferenz (2019b): Empfehlungen zur Digitalisierung in der Hochschullehre (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 14.03.2019), www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2019/2019_03_14-Digitalisierung-Hochschullehre.pdf (Abfrage: 17.11.2023).

Kultusministerkonferenz (2021): Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Die ergänzenden Empfehlungen zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt", www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf (Abfrage: 17.11.2023).

Kultusministerkonferenz (2022): SWK sieht weiteren Handlungsbedarf bei Digitalisierung des Bildungssystems, www.kmk.org/aktuelles/artikelansicht/swk-sieht-weiteren-handlungsbedarf-bei-digitalisierung-des-bildungssystems.html (Abfrage: 17.11.2023).

Lewalter, Doris/Diedrich, Jennifer/Goldhammer, Frank/Köller, Olaf/Reiss, Kristina (Hrsg.) (2023): PISA 2022 – Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland (Nationaler Bericht/Berichtsband). Münster, New York: Waxmann Verlag, S. 163 ff.

Lokhande, Mohini (2016): Doppelt benachteiligt? Hrsg. v. Sachverständigenrat deutscher Stiftungen für Integration und Migration (SVR). Berlin, www.stiftung-mercator.de/content/uploads/2020/12/Expertise_Doppelt_benachteiligt.pdf (Abfrage: 17.11.2023).

Redecker, Christine (2019): Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz Lehrender. DigCompEdu. deutsche Übersetzung durch das Goethe-Institut. Publications Office. Luxembourg.

Stanat, Petra/Schipolowski, Stefan/Schneider, Rebecca/Sachse, Karoline A./Weirich, Sebastian/Henschel, Sofie (Hrsg.) (2022): IQB-Bildungstrend 2021: Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe im dritten Ländervergleich, doi.org/10.31244/9783830996064 (Abfrage: 17.11.2023)

Schneider, Wolfgang/Baumert, Jürgen/Becker-Mrotzek, Michael/Hasselhorn, Marcus/Kammermeyer, Gisela/Rauschenbach, Thomas/Roßbach, Hans-Günther/Roth, Hans-Joachim/Rothweiler, Monika/Stanat, Petra (2012): Expertise „Bildung durch Sprache und Schrift (BiSS)“: Bund-Länder-Initiative zur Sprachförderung, Sprachdiagnostik und Leseförderung, www.biss-sprachbildung.de/pdf/biss-website-biss-expertise.pdf (Abfrage: 17.11.2023).

Senatsverwaltung für Justiz (2022): Schulgesetz für das Land Berlin. Vom 26. Januar 2004 (GVBl. S. 26). Zuletzt geändert durch das Gesetz zur Anpassung schulrechtlicher Regelungen im Rahmen der SARS CoV 2 Pandemie im Schuljahr 2022/2023 vom 25. November 2022.

SenBJF – Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie (2017): Berliner Rahmenlehrplan für die Jahrgangsstufen 1–10, Teil B – Fachübergreifende Kompetenzentwicklung.

SenBJW – Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft (2014): Verordnung über den Zugang zu Lehrämtern (Lehramtszugangsverordnung LZVO) vom 30. Juni 2014. Anlage 2.

TU Berlin (o. J.): Leitbild für die Lehre der Technischen Universität Berlin, www.tu.berlin/ueber-die-tu-berlin/profil/leitbild-fuer-die-lehre (Abfrage: 17.11.2023).

Wedel, Marco/Albrecht, Marco/Derda, Mareen (2023, in Druck): Analoges Lernen digital aufbereiten – die Unterstützung der digitalen Lehre durch Elemente analogen Lernens. In: Lernen und Studieren in Lernwerkstätten, Digitale und analoge Lernräume – Welchen Raum brauchen Hochschullernwerkstätten? Tagungsband zur 15. Internationalen Hochschullernwerkstättentagung, Julius Klinkhardt Verlag, Frankfurt.

Witte, Annika (2017): Sprachbildung in der Lehrerausbildung. In: Becker-Mrotzek, Michael/Roth, Hans-Joachim (Hrsg.): Sprachliche Bildung – Grundlagen und Handlungsfelder. Münster: Waxmann, S. 351–363.

Autorinnen und Autor



Schallenberg, Julia, Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Teilprojekt Ko-Lab Arbeitslehre des Projektes TUB Teaching 2.0, Lehrkraft für besondere Aufgaben im Fachgebiet Sprachbildung/DaZ an der Technischen Universität Berlin. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Sprachbildung, Professionalisierung der Lehramtsausbildung.
j.schallenberg@tu-berlin.de



Bartsch, Silke, Prof.in Dr.in, Leitung des Teilprojektes Ko-Lab Arbeitslehre und Querlage Digitalisierung im Projekt TUB Teaching 2.0, Leiterin des Fachgebiets ALFA | Fachdidaktik Arbeitslehre an der Technischen Universität Berlin. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Ernährungsbildung im Kontext der Nachhaltigen Entwicklung, Verbraucherbildung in der digitalen Welt, Professionalisierungsforschung.
silke.bartsch@tu-berlin.de



Wedel, Marco, Dr., Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Technischen Universität Berlin, FG Fachdidaktik Arbeitslehre und FG Arbeitslehre, Technik und Partizipation. Forschungs- und Arbeitsschwerpunkte: Digitalisierung, Künstliche Intelligenz, Inklusion und Nachhaltigkeit.
marco.wedel@tu-berlin.de

Ein Fach im (gesellschaftlichen) Wandel – Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Thema Arbeit im Fach Wirtschaft, Arbeit, Haushalt

Isabel Frese, Corinne Senn

Abstract

Mit der Einführung des Lehrplans 21 wurde in der Schweiz das frühere Fach Hauswirtschaft um die Perspektiven Wirtschaft und Arbeit zum Fach Wirtschaft, Arbeit, Haushalt (WAH) erweitert. Das Fach WAH nimmt die alltägliche Lebensführung in den Blick. Ziel ist es, Schüler:innen zu einer gelingenden Lebensführung und -gestaltung zu befähigen. Damit Lernprozesse entsprechend initiiert werden können, ist es zentral, die Schülervorstellungen zu den verschiedenen Themen des Fachs zu kennen. Der vorliegende Beitrag nimmt mit der Erhebung von Schülervorstellungen zum Themenbereich „Arbeit" die inhaltliche Erweiterung des Fachs WAH in den Fokus.

With the introduction of Curriculum 21 in Switzerland, the former subject Home Economics was expanded to include the perspectives of Economy and Work to become the subject "Economy, Work, Household" (WAH). The subject WAH focuses on everyday living. The aim is to enable pupils to lead and shape their lives successfully. In order to initiate learning processes accordingly, it is essential to know the pupils' perceptions of the various topics of the subject. This article focuses on the content-related extension of the subject WAH with the survey of pupils' perceptions of the subject area "work".

Schlagworte: Schülervorstellungen; Arbeit; Lernprozesse; alltägliche Lebensführung

1 Das Fach Wirtschaft, Arbeit, Haushalt im Lehrplan 21

Mit der Einführung des Lehrplans 21 und der Fachbezeichnung Wirtschaft, Arbeit, Haushalt (WAH) auf der Sekundarstufe I erhielt das frühere Fach Hauswirtschaft in allen Schulformen eine inhaltliche Erweiterung um die Perspektiven Wirtschaft und Arbeit. Lange standen im Fach Hauswirtschaft die innerhäuslichen Aktivitäten im Vordergrund, wie z. B. die Nahrungszubereitung, Kleiderpflege oder auch Reinigungsarbeiten. Die Veränderung der Haushalte und ihres gesellschaftlichen Umfeldes haben zu vielfältigen Verbindungen von Haushalten und Unternehmen geführt, die Güter und Dienstleistungen anbieten. Die Zunahme dieser Aussenbeziehungen stellt an Menschen neue Anforderungen (Senn & Wespi 2018, S. 4). Die neuen Themen tragen den ständig steigenden und sich wandelnden Ansprüchen an die alltägliche Lebens-

führung Rechnung. Die alltägliche Lebensführung umfasst Bereiche wie Konsum, Ernährung und Gesundheit, die für eine gelingende Daseinsvorsorge der Haushaltsmitglieder zentral sind (Schlegel-Matthies, 2018). Das Fach WAH nimmt die alltägliche Lebensführung von Menschen in ihrer ganzen Breite in den Blick. Ziel ist es, Schüler:innen zu einer gelingenden Lebensführung und -gestaltung zu befähigen (Schlegel-Matthies, 2018). WAH nimmt verschiedene disziplinäre Perspektiven zwischen privaten Haushalten, Gesellschaft und Wirtschaft ein und vernetzt diese miteinander.

Haushalte und Wirtschaft sind aufeinander angewiesen und somit in einer wechselseitigen Abhängigkeit. Arbeit wird sowohl in den Haushalten und der Gesellschaft als auch in der Wirtschaft geleistet. Im Fach WAH wird die Bedeutung von Arbeit im Alltag von Menschen und in unserer Gesellschaft thematisiert. „Die Auseinandersetzung mit ‚Arbeit' ist für das Fach Wirtschaft – Arbeit – Haushalt zentral. Die Kompetenzen zu Arbeit stehen in Verbindung mit den Kompetenzen zu Produktion und Konsum. Im Kontext der Produktion von Gütern werden soziale Aspekte wie die Gestaltung von Arbeitsplätzen und die Zufriedenheit von Arbeitnehmer:innen betrachtet. Sollen Schüler:innen verstehen, was soziale Folgen von Konsum sind, dann geht es um das Zusammenspiel, wie Ansprüche auf Seite von Konsumentinnen und Konsumenten einen Einfluss nehmen auf die Ausgestaltung von Arbeitswelten" (Wespi et al., 2019).

2 Arbeit im Kontext des Fachs Wirtschaft, Arbeit, Haushalt

Im Unterrichtsfach WAH wird Arbeit als Bindeglied zwischen der Haus-/Familienarbeit und Erwerbsarbeit angesehen. Tätig sein, sich beschäftigen, kann sowohl bezahlt als auch unbezahlt erfolgen. Beide Arbeitsformen tragen zum Wohl der Menschen und zum Lebensunterhalt bei. Zum Lebensunterhalt gehören insbesondere Ernährung, Unterkunft, Kleidung, Körperpflege, Hausrat, Heizung und persönliche Bedürfnisse des täglichen Lebens und in vertretbarem Umfang auch Beziehungen zur Umwelt und eine Teilnahme am kulturellen Leben. Weitere Formen von Arbeit sind Freiwilligenarbeit und Carearbeit. Obwohl die Erwerbstätigkeit von Frauen und insbesondere Müttern zugenommen hat, gibt es immer noch erhebliche Unterschiede zwischen Männern und Frauen hinsichtlich des Zeitaufwandes für bezahlte und unbezahlte Arbeit. (Unbezahlte) Carearbeit wird trotz veränderter Geschlechterrollenvorstellungen grösstenteils von Frauen geleistet (Häußler, 2022, S. 73). Gemäss dem Bundesamt für Statistik (2020) hat die gesamte ständige Wohnbevölkerung ab 15 Jahren in der Schweiz 9,8 Milliarden Stunden unbezahlte Arbeit geleistet, während die gleiche Bevölkerung 7,6 Milliarden Stunden gegen Bezahlung gearbeitet hat. Dabei wurde die unbezahlte Arbeit zu 60,5 % von Frauen geleistet, 61,4 % der Männer übernahmen das bezahlte Arbeitsvolumen. Gut drei Viertel des Gesamtvolumens an unbezahlter Arbeit machen die Hausarbeiten mit 7,6 Milliarden Stunden aus. Die Betreuungsaufgaben für Kinder und Erwachsene im eigenen Haushalt lassen sich mit 1,6 Milliarden Stunden oder 16 % des Gesamtvolumens pro Jahr beziffern. Für Freiwilligenarbeit wurden 621 Millionen Stunden aufgewendet.

Nach dem Fachverständnis des Lehrplans 21 setzen sich die Schüler:innen mit dem Wandel des Arbeitsbegriffs, mit Fragen nach dem Zweck, dem Wert der Arbeit und ihrer Bedeutung für Menschen, mit Fragen der Verteilung von Arbeit, mit Formen von Arbeitsteilung und mit technologischen Folgen in Arbeitswelten auseinander. Weitere Fragen betreffen den Umgang mit dem Verlust von Erwerbsarbeit und Formen von Arbeitsteilung sowie mit technologischen und digitalen Folgen in Arbeitswelten (D-EDK, 2016a).

Die folgenden zwei Kompetenzen von insgesamt 16 im Fach WAH auf der Sekundarstufe I sind unter „Produktion und Arbeitswelten erkunden" im Lehrplan 21 (D-EDK, 2016b) aufgelistet:

- Die Schüler:innen können über die individuelle und gesellschaftliche Bedeutung von Arbeit nachdenken.
- Die Schüler:innen können Anforderungen und Gestaltungsspielräume in Arbeitswelten vergleichen.

Die Berufliche Orientierung ist nicht Bestandteil des Fachs WAH, sondern ein eigenständiges Modul.

3 Schülervorstellungen

Schüler:innen haben bereits Erfahrungen, Erlebnisse, Erinnerungen und Kenntnisse zu Gegenständen und Situationen, bevor sie im Unterricht entsprechenden Themen begegnen. Aufgrund ihrer Alltagserfahrungen und geprägt durch ausserschulische Begegnungen haben sie bestimmte Interessen sowie Einstellungen gegenüber Gegenständen, Personen, Situationen, Inhaltsbereichen und Themen entwickelt (Adamina 2008, S. 19). In der Literatur werden für Vorstellungen, die bereits vor dem Unterricht vorhanden sind, unterschiedliche Begriffe verwendet. So gibt es Begriffe, die insbesondere aufzeigen, dass das vorhandene Wissen nicht kompatibel ist mit den wissenschaftlichen Konzepten. Beispiele hierfür sind die Begriffe Fehlkonzepte, misconceptions (Möller 2018, S. 37), Fehlvorstellungen oder spontanes Denken (Wilhelm 2005, S. 5). Die Begriffe Alltagstheorien und Alltagsvorstellungen haben keine negative Konnotation, sie zeigen vielmehr auf, wie ein Phänomen erklärt wird (ebd.). Andere, auch eher neutrale Begriffe, betonen vermehrt, dass die Vorstellungen bereits vor dem Unterricht vorhanden sind. Hier sind die Vorerfahrung, Vorverständnis, Vorwissen oder auch Präkonzepte häufig verwendete Beispiele (Möller 2018, S. 37). In der Literatur wird auch die Bezeichnung Schülervorstellungen eingesetzt (z. B. Miller-Betzitza 2019; Möller 2018; Wilhelm 2005). Gemäss Möller (2018, S. 37) „lassen sich Schülervorstellungen als enaktiv, ikonisch oder symbolisch repräsentierte Bewusstseinsinhalte verstehen, die Schülerinnen und Schüler vor, im und nach dem Unterricht innehaben". Wilhelm (2005) hält basierend auf Schecker (1984) zudem fest, dass dazu auch Interessen und Einstellungen gehören und somit ein allgemeiner Denkrahmen betrachtet wird. Bezogen auf Vorstellungen im Vorfeld des Schulunterrichts hat sich ausserdem

der Ausdruck Präkonzepte etabliert, wobei während und nach dem Unterricht von Zwischen- bzw. Postkonzepten gesprochen wird (Möller 1999 zitiert nach Möller, 2019).

In der vorliegenden Studie werden Schülervorstellungen als gedankliches Konglomerat aus Erfahrungen, Wahrnehmungen, Kenntnissen, Einstellungen, Interessen, Wertungen zu Sachen und Situationen bzw. zu Inhalten und Themen verstanden. Vorstellungen ergeben sich aus kognitiven und affektiven Komponenten (Adamina, 2008, S. 19). Aus lernpsychologischer Perspektive ist die Berücksichtigung von Schülervorstellungen sehr relevant. Aus kognitivistischer Sicht wird Lernen als Conceptual-Change-Prozess verstanden (Möller, 2019), wobei die bei den Schülerinnen und Schülern vorhandenen Präkonzepte entscheidend sind, um neue Vorstellungen aufbauen zu können (Möller, 2018).

Gemäss Möller (2018) müssen Lernprozesse so gestaltet sein, dass zunächst die Vorstellungen der Schüler:innen ermittelt werden. Anschliessend wird selbstständiges Denken und Problemlösen angeregt. Eigene Hypothesen und Vermutungen werden entwickelt und überprüft, die in unterschiedlichen Sozialformen diskutiert werden. Abschliessend wird über das eigene Lernen nachgedacht (Reflexion). Diese Aspekte implizieren eine bestimmte Rolle der Lehrpersonen. Sie sollen unterstützend und die Vorstellungen der Schüler:innen berücksichtigend agieren (ebda.). Erst durch die Kenntnis der Schülervorstellungen ist es möglich, einen konstruktivistischen Lernprozess anzustossen und auch eine adäquate Lernbegleitung zu ermöglichen. Insgesamt ist festzuhalten, dass ein erfolgreicher Lernprozess nur gelingen kann, wenn bekannt ist, welche Vorstellungen bei den Lernenden vorhanden sind, wie sie unterstützt und welche potenziellen Entwicklungsziele erreicht werden können.

4 Forschungsstand

Für spezifische wirtschaftliche Themen (z. B. Energie, Lohn, Wirtschafts- und Finanzkrise, Wirtschaftsordnung) sind Studien zu Schülervorstellungen vorhanden (z. B. Aprea 2013; Birke & Seeber 2012; Friebel, Kirchner & Loerwald 2016; Szoncsitz 2020). Auch existieren Studien zum Thema Arbeit und Arbeitslosigkeit (Baumgardt 2011; Gläser 2002; Hungerland et al. 2005; Kölzer, 2014) sowie zum Arbeitsmarkt (Böhmer & Cebulla 2011). Diese fokussieren aber andere Fragestellungen und Schulniveaus. Studien zu Schülervorstellungen der ökonomischen Bildung im Rahmen von WAH auf der Sekundarstufe I fehlen, da das Fach in seiner jetzigen Konzeption noch neu ist. Der vorliegende Beitrag nimmt mit der Erhebung von Schülervorstellungen zum Themenbereich „Arbeit“ die inhaltliche Erweiterung des Fachs WAH in den Fokus.

5 Forschungsfragen und Forschungsdesign

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist, Schülervorstellungen zum Themenbereich „Arbeit“ im Fach WAH zu erheben und damit herauszufinden, welche Erfahrungen, Erlebnisse, Erinnerungen und Kenntnisse Schüler:innen zu diesem Thema mitbringen. Es soll damit sichtbar gemacht werden, wie Jugendliche über verschiedene Formen von Arbeit denken, wie sie ihre tägliche Umgebung und die darin geleisteten Tätigkeiten wahrnehmen und beschreiben können.

Dabei sind die folgenden Fragen handlungsleitend:

- Welche Vorstellungen haben Schüler:innen der Sekundarstufe I zum Thema Arbeit?
- Welche Unterschiede zeigen sich bezüglich Vorstellungen und Interessen zwischen Mädchen und Jungen?

Die Studie wurde als qualitative Fragebogenstudie (Online-Befragung) im Frühsommer 2022 durchgeführt. Es wurden je drei Klassen verschiedener Leistungsniveaus im 7. Schuljahr in den Kantonen Baselland und Basel-Stadt vor Belegung des Faches im Fach WAH befragt. Die Stichprobengröße betrug 101, wobei 92 Fragebögen ausgewertet werden konnten. Die Schüler:innen waren zum Befragungszeitpunkt zwischen 12 und 15 Jahre alt. Die meisten Schüler:innen waren 13 und 14 Jahre alt. Im April 2023 wurden leitfadengestützte Interviews (Döring & Bortz, 2016) mit zwölf Schülerinnen und Schülern durchgeführt, um einzelne Aspekte zu vertiefen. Die Interviews wurden an zwei Sekundarschulen in den Kantonen Basel-Stadt und Baselland (7. Schuljahr) durchgeführt. In der Sekundarschule (6.-9. Schuljahr) werden drei Leistungsniveaus angeboten (allgemeines, erweitertes und progymnasiales Niveau). Es wurden sechs Jungen und sechs Mädchen des mittleren Leistungsniveaus (E-Niveau) befragt. Die Auswertung erfolgte mittels strukturierter Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2016).

6 Ausgewählte Ergebnisse

Die Schüler:innen wurden zunächst gefragt, was sie im Fach WAH zum Thema Arbeit zu lernen erwarten. Knapp 35 % der befragten Schüler:innen beziehen das Thema Arbeit auf Arbeit im Haushalt. Dementsprechend werden Kochen, Backen, Arbeiten im Haushalt genannt. Die Antworten der Schüler:innen beschränken sich somit auf sichtbare Hausarbeit. Organisatorische, planerische und zwischenmenschliche Aspekte werden nicht wahrgenommen. 22 % der Antworten beziehen sich auf eine generelle Orientierung in der Berufswelt. Die Schüler:innen thematisieren, was Arbeit überhaupt ist, wie man sich bei der Arbeit verhält und in der Arbeitswelt orientiert, welche Berufe es gibt, welche Tätigkeiten in einem Beruf ausgeübt werden und wie man sich bewirbt. Die Schüler:innen geben an, dass sie die Schule erfolgreich absolvieren müssen, damit sie Berufe auswählen können, und dass der Beruf einen wichtigen Stellenwert hat.

6.1 Verständnis von Arbeit

Auf die Frage „Welche Formen von Arbeit kennst du?" nennen die meisten Schüler:innen verschiedene berufliche Tätigkeiten oder konkrete Berufe. Meist werden Arbeit und Beruf synonym verwendet. Eine Differenzierung zwischen unbezahlter und bezahlter Arbeit findet sich nur wenig, einzelne Schüler:innen differenzieren zwischen körperlicher und geistiger Arbeit. Als Form von Arbeit wird somit hauptsächlich Erwerbsarbeit genannt. Auch Baumgardt (2011) und Hungerland et al. (2005) haben ermittelt, dass sich Arbeit fast ausschliesslich auf Erwerbsarbeit bezieht. Ein umfassendes Verständnis der Formen von Arbeit, wie es WAH zugrunde liegt, das Haus- und Familienarbeit, Erwerbsarbeit, Care-Arbeit und Freiwilligenarbeit unterscheidet, ist nicht vorhanden. Umso wichtiger ist die Förderung der Kompetenz 1.1a aus dem LP 21 (D-EDK, 2016): Die Schüler:innen können verschiedene Formen von Arbeit unterscheiden (z. B. Erwerbsarbeit, Haus-, Betreuungs- und Familienarbeit, Freiwilligenarbeit), d. h. bezahlte und unbezahlte Arbeit.

Auffallend bei der Online-Befragung war, dass Beruf und Arbeit gleichgesetzt wurden. Aus diesem Grund wurde dieser Aspekt mit einer Interviewfrage vertieft. Die Auswertung der Interviews ergab differenziertere Aussagen. Arbeit wird von den Schülerinnen und Schülern gleichgesetzt mit einer ausführenden Tätigkeit, die man im Zweifel auch ohne Ausbildung ausführen kann. „Arbeit ist etwas, das man macht." Dies steht in Übereinstimmung mit dem Arbeitsbegriff von Füllsack 2009, Komlosy 2014 und Flecker 2017, nach welchem Arbeit eine zielgerichtete, soziale, planmässige und bewusste, körperliche und geistige Tätigkeit ist.

Die Schüler:innen vertreten die Auffassung, dass man für die Arbeit das Haus verlässt. Zu Hause wird nicht gearbeitet und Familienarbeit stellt für sie keine Arbeit dar. Unter Beruf wird eine (erlernte) Tätigkeit verstanden, mit der jemand sein Geld verdient. Es werden konkrete Berufe wie Anwältin/Anwalt oder Ärztin/Arzt genannt (die Berufe wurden von den Schülerinnen und Schülern nicht gegendert).

6.2 Erwerbsarbeit

Nach der Bedeutung von Arbeit gefragt, steht für die meisten Schüler:innen die Sicherung des Lebensunterhalts im Vordergrund. Damit liegt der Fokus wiederum auf der Erwerbsarbeit. Einem Teil der Schüler:innen ist bewusst, dass Arbeit ein Bestandteil ihres Lebens ist. Aspekte der Selbstverwirklichung und Sinngebung von Arbeit werden sehr wenig genannt. Bei der Beantwortung dieser Frage zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede. Für die Jungen (n = 24) scheinen die monetären Aspekte wesentlich wichtiger zu sein als für die Mädchen (n = 14).

Auch wenn für knapp ein Drittel der Schüler:innen der monetäre Aspekt der Arbeit im Vordergrund steht, spielt Freude an der Arbeit für zwei Drittel der Schüler:innen eine wichtige Rolle. Weitere Aspekte von Arbeit wie z. B. Erfüllung oder Sinn einer Tätigkeit oder auch ein netter Kollegenkreis und ein angenehmes Arbeitsumfeld werden nicht erwähnt. Auch Aufstiegsmöglichkeiten oder „Karriere" werden kaum genannt. Wenn Entwicklungsmöglichkeiten genannt werden, dann in Form des persönlichen Lernens. Die wesentlichen Faktoren der Arbeitszufriedenheit sind den Schüle-

rinnen und Schülern somit bekannt. Auch den Befragten der Studie von Böhmer & Cebulla (2011) gilt die Erwerbsarbeit vor allem als Sicherung der materiellen Existenz, weniger jedoch als Möglichkeit zur persönlichen Entwicklung oder Befriedigung.

Es fällt auf, dass die Schüler:innen Sinngebung und Selbstverwirklichung, und damit einen wichtigen Aspekt der Arbeit, nicht thematisieren, weshalb auch dieser Punkt mit einer Interviewfrage vertieft wurde. Die Schüler:innen können aus vorgegebenen Aussagen wählen, welche Beschreibungen von Arbeit sie wichtig und welche sie unwichtig finden.

Besonders wichtig ist den Schülerinnen und Schülern, dass

- das, was sie tun, eine positive Wirkung hat (n = 12)
- sie eine vielfältige Arbeit ausüben, nicht jeder Tag gleich ist (n = 11)
- sie mit Menschen in Kontakt sind (n = 9)
- sie mit dem Kopf arbeiten können (n = 9)
- sie eine kreative Arbeit verrichten, mit Fantasie etwas entwerfen oder gestalten (n = 8)
- sie sich die Arbeitszeit flexibel einteilen können (n = 8)
- sie mit Kopf und den Händen arbeiten, sodass sie sehen können, was sie gearbeitet haben (n = 8).

Als unwichtig nennen die Schüler:innen:

- beratende Tätigkeiten
- eine leitende Funktion zu haben.

Vom Arbeitsalltag haben die Schüler:innen eine stark routinisierte Vorstellung: „7.30 Uhr aus dem Haus, 12.30 Uhr Pause, 14.00 Uhr weiterarbeiten, 19.00 Uhr nach Hause gehen." Sie äussern, dass sie sich den Alltag eher stressig und anstrengend, aber auch langweilig vorstellen. Weber (2023, S. 88) stellt hierzu fest: „Demgegenüber erscheint Arbeit negativ besetzt als mühsame Perspektive des Gelderwerbs, womit sie zusätzlich auf Erwerbsarbeit unter Ausblendung anderer Arbeitsformen eingeschränkt wird." Von den inhaltlichen Tätigkeiten hatten die Schüler:innen bei der Online-Befragung keine Vorstellung. In den Interviews schildern sie jedoch recht präzise die inhaltlichen Tätigkeiten von ihnen nahestehenden Personen.

Bei der Frage, welche Folgen der Verlust der Arbeitsstelle hat, äussern 55 % der Schüler:innen, dass sie sich eine neue Stelle suchen müssen. Über 40 % der Schüler:innen nennen als Folge, dass sie kein Geld mehr verdienen. Diese Folge schätzen sie gravierend ein. So nennen sie Geldprobleme und Verschuldung bis hin zur Obdachlosigkeit.

Gut ein Drittel der Schüler:innen nennen emotionale Aspekte wie z. B. Verzweiflung und Traurigkeit. Ausserdem suchen die Schüler:innen die Gründe für Arbeitslosigkeit bei eigenen Fehlern, was der von Schmitt (2017, S. 180 ff.) festgestellten Schuld-Schicksals-Individualisierung entspricht. Andererseits geben sie sich auch pragmatisch und äussern Dinge wie „man muss nach vorne schauen" oder „ich hätte einen anderen Plan gefunden". Insgesamt zeigen die Aussagen zwei unterschiedliche As-

pekte: Einerseits lässt sich ein pragmatisches und lösungsorientiertes Vorgehen erkennen, andererseits ist die emotionale Betroffenheit und die Sorge vor Armut hoch. Dass es Sozialleistungen gibt, ist den Schülerinnen und Schülern nicht bekannt. Kölzer (2014, S. 129) konstatiert in diesem Zusammenhang sowohl bei der Ursachenattribuierung als auch bei den Massnahmen eine Problemindividualisierung.

Die Schüler:innen verfügen über gut entwickelte Vorstellungen der Einflussfaktoren des Verdienstes. Auf die Frage, warum nicht alle Menschen gleich verdienen, nennen sie eine unterschiedliche Ausbildung: „Weil sie nicht in der Schweiz studiert oder nicht in die Schule gegangen sind und daher nicht gute Berufe machen können" und unterschiedliche Arbeiten und Berufe: „Weil nicht alle Arbeiten gleich wichtig sind". Auch bei dieser Frage zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede. Während mehr Mädchen eine unterschiedliche Ausbildung (n = 13; n = 7 Jungen) als Ursache für einen unterschiedlichen Verdienst ansehen, wird von den Jungen öfter (n = 27, n = 21 Mädchen) ein unterschiedlicher Beruf als Einflussfaktor gesehen.

Danach befragt, ob sie lieber Vollzeit oder lieber Teilzeit arbeiten würden, führen die Schüler:innen als Begründung für eine Vollzeittätigkeit monetäre Aspekte an, wie z. B. „Vollzeit, weil mehr Geld", während die Präferenz für eine Teilzeitstelle mit Freizeit, Hobbys und (zukünftiger) Familie begründet wird: „Teilzeit, weil auch noch Zeit mit meiner Familie haben." Bei dieser Frage zeigen sich deutliche geschlechtsspezifische Unterschiede: 2/3 der Mädchen möchten Teilzeit arbeiten, während 2/3 der Jungen Vollzeit arbeiten möchten.

Die Shell Jugendstudie (Albert et al., 2019) zeigt ein ähnliches Verständnis der Jugendlichen von Voll- und Teilzeitarbeit. Gemäss Arbeitskräfteerhebung des Bundesamtes für Statistik (2022) gingen 73,0 % einer Teilzeiterwerbstätigkeit nach (1,272 Millionen Frauen gegenüber 471.000 Männer). Bei den Frauen ist diese Arbeitsform dreimal häufiger als bei den Männern (57,9 % gegenüber 18,7 %). Als Hauptgründe für die Teilzeitarbeit werden Kinderbetreuung und andere familiäre Verpflichtungen genannt (BfS, 2023). Somit spiegeln die Vorstellungen der Schüler:innen hinsichtlich Voll- und Teilzeitarbeit die Genderstruktur des Arbeitsmarktes und geschlechtliche Arbeitsteilung wider.

6.3 Unbezahlte Arbeit

Zur Frage nach Kenntnissen zur Haus- und Familienarbeit benennen knapp 58 % der Schüler:innen zumeist drei Tätigkeiten im Haushalt: Putzen, Kochen, Waschen. Die praktischen und somit sichtbaren Hausarbeiten im Alltag sind der Mehrheit der Schüler:innen vertraut und geläufig. Die Planung, Organisation und Administration des Haushaltes werden von ihnen jedoch nicht wahrgenommen. Auch die Pflege von Beziehungen (Partnerschaft; Pflege und Betreuung von Kindern oder auch Eltern, Freundschaften) sowie die Sicherung und der Erhalt der Gesundheit sind ihnen nicht bewusst. Arn (2000) teilt die Tätigkeiten der Haus- und Familienarbeit in drei Faktoren auf: manuelle Faktoren, die unter die Bezeichnung Hausarbeit gefasst werden können, psychisch-emotionale Faktoren wie einfühlen, trösten, Beziehungen gezielt pflegen usw. sowie organisatorische Faktoren wie z. B. die Planung des Einkaufs und Termin-

planung. Da die organisatorischen, emotional-psychologischen und manuellen Faktoren bei vielen Tätigkeiten im Haushalt ineinandergreifen, sind sie in ihrer Gesamtheit bedeutsam (Arn, 2000, S. 43). Der Aspekt, welche Tätigkeiten für die Befragten Hausarbeit darstellen und welche nicht, wurde in den Interviews vertieft. Hierzu wurden ihnen Karten mit Tätigkeiten vorgelegt und sie sollten zuordnen, ob diese Hausarbeit oder keine Hausarbeit darstellen. Auch wenn die Auswertung der Interviews ein differenzierteres Bild ergibt, zeigt sich doch, dass vor allem sichtbare Tätigkeiten als Hausarbeit wahrgenommen werden. Hausarbeit umfasst für die Schüler:innen unter anderem Kinder betreuen, Kleider waschen und trocknen, mit dem Hund spazieren gehen, Mittagessen kochen, Pflanzen giessen sowie Rechnungen bezahlen.

Die Mehrheit der Befragten äussert, dass Tätigkeiten wie Auto in die Werkstatt bringen, E-Mails beantworten, Fahrdienst für einen Arztbesuch der Oma erledigen sowie Terminabsprachen treffen keine Hausarbeit sind. Bei den Tätigkeiten Ferien buchen und Geburtstagsfeier planen halten sich die Aussagen in etwa die Waage. Die Schüler:innen unterscheiden zwischen Arbeit und Freizeit, obwohl der Begriff Freizeit nicht bei der Befragung verwendet wurde.

Hausarbeit ist für die Schüler:innen etwas, das man im Haus und für das Haus sowie für die Familie macht. Dinge, die schnell erledigt sind, sind keine Hausarbeit. Hausarbeit ist das, was wichtig ist: „Das ist wichtig, denke ich mal. Kleider waschen und trocknen: Das ist genau dasselbe. Das muss man machen, ansonsten würde man nackt rausgehen oder mit dreckigen Kleidern." Hausarbeit bezieht sich auf Tätigkeiten, die notwendig sind für ein geregeltes Leben: „Weil wenn du es nicht machen würdest, könntest du nicht in einer Wohnung wohnen oder du müsstest kündigen, weil du die Sachen nicht bezahlst."

Auf die Frage, welche unbezahlte Arbeit ausser Hausarbeit die Schüler:innen kennen, antworten – im Vergleich zu den anderen Fragen – nur sehr wenige Schüler:innen. Einige nennen ein weiteres Mal Hausarbeit.

7 Fazit

7.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Schüler:innen über Vorstellungen zum Thema Arbeit verfügen, diese aber noch wenig differenziert sind. Unterschiede bezüglich der Differenziertheit der Antworten zeigen sich bei den Schülerinnen und Schülern nicht hinsichtlich der verschiedenen Schulniveaus, sondern im sprachlichen Ausdruck. Als Form von Arbeit wird hauptsächlich Erwerbsarbeit genannt. Die Nutzenorientierung der Erwerbsarbeit (Einkommen) steht im Vordergrund, auch wenn genügend Freizeit neben der Berufstätigkeit eine Rolle spielt. Aspekte der Selbstverwirklichung und Sinngebung von Arbeit werden so gut wie nicht genannt. Arbeit ist in der Wahrnehmung der Schüler:innen an einen Ort gebunden, man geht für die Arbeit ausser Haus an einen bestimmten Ort und sie wird mit einer ausführenden Tätigkeit gleichgesetzt. Zu Hause wird nicht gearbeitet. Unter Beruf wird eine (erlernte) Tätig-

keit verstanden, mit der jemand sein Geld verdient. Ein Verständnis der Formen von Arbeit, wie es WAH zugrunde liegt, das Haus- und Familienarbeit, Erwerbsarbeit, Care-Arbeit und Freiwilligenarbeit unterscheidet, ist nicht vorhanden. Die Antworten der Schüler:innen zum Thema Hausarbeit beschränken sich auf sichtbare Hausarbeit. Organisatorische und planerische Aspekte werden nicht wahrgenommen. Auch die Pflege von Beziehungen (Partnerschaft; Pflege und Betreuung von Kindern oder auch Eltern; Freundschaften) sowie die Sicherung und Erhalt der körperlichen Leistungsfähigkeit sind ihnen nicht bewusst. Alle Tätigkeiten, die nicht sichtbar sind, werden nicht wahrgenommen und möglicherweise auch deshalb unterschätzt. Bei einzelnen Themen (Vollzeit-/Teilzeitarbeit, Bedeutung von Arbeit, unterschiedliche Bezahlung von Arbeit) fallen geschlechtsspezifische Unterschiede auf. Zum Thema Vollzeit-/Teilzeitarbeit finden sich tradierte Vorstellungen.

7.2 Folgerungen für den WAH-Unterricht

Aufgrund der zunehmenden weiblichen Erwerbstätigkeit kommt WAH die Aufgabe zu, die verschiedenen Formen von Arbeit, die Vereinbarkeit von Familie und Beruf sowie die Verteilung von Arbeit und die damit verbundene Geschlechterproblematik zu thematisieren. Die Anforderungen an die alltägliche Lebensführung und der zugehörigen Bereiche Konsum, Ernährung und Gesundheit sind einem ständigen Wandel unterworfen. Das Zusammenwirken von privaten Haushalten und Märkten und die jeweiligen Ziele und Aufgaben für eine gelingende Lebensgestaltung verändern sich und erfordern deren Reflexion und gegebenenfalls Anpassungen an diese Entwicklungen (Schlegel-Matthies, 2018, S. 11).

Umso wichtiger ist die Förderung der Kompetenz aus dem LP 21: 1.1a: Die Schüler:innen können verschiedene Formen von Arbeit unterscheiden (z. B. Erwerbsarbeit, Haus-, Betreuungs- und Familienarbeit, Freiwilligenarbeit) ≡ bezahlte und unbezahlte Arbeit.

Der Begriff der Arbeit und das Verständnis der Hausarbeit und des Arbeitsalltages sollten deshalb erweitert werden. Da Arbeit mehr als Erwerb ist, sollte auch dieses Thema weiterentwickelt werden. Zudem muss der Zusammenhang von Lohnabzügen und Sozialversicherungen aufgezeigt werden. Der LP 21 (D-EDK, 2016b) formuliert als Kompetenz hierzu: Die Schüler:innen können Überlegungen zu Sicherheit und Vorsorge im Umgang mit Risiken des täglichen Lebens formulieren (z. B. obligatorische und freiwillige Versicherungen, finanzielle Reserven). Im Fach WAH denken Schüler:innen über die individuelle und gesellschaftliche Bedeutung von Arbeit nach. Sie vergleichen die Anforderungen und Gestaltungsspielräume von verschiedenen Arbeitswelten. Das Thema Arbeit wird somit aus verschiedenen Ebenen, Perspektiven und Zusammenhängen betrachtet. Damit wird die berufliche Orientierung unterstützt, bei der es v. a. darum geht, eine Anschlusslösung nach der obligatorischen Schulzeit zu finden und zu erkennen, welcher Beruf passen könnte. Da die berufliche Orientierung nicht Gegenstand des Fachs WAH ist, wird hier nicht näher darauf eingegangen.

Die Teilhabe am Arbeitsleben ist von wesentlicher individueller und gesellschaftlicher Bedeutung. Aus diesem Grund ist es zentral, im Unterricht an den Schülervorstellungen anzuknüpfen und die Konzepte zu Arbeit weiterzuentwickeln.

Literaturverzeichnis

Adamina, Marco (2008): Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu raum-, zeit- und geschichtsbezogenen Themen. Eine explorative Studie in Klassen des 1., 3., 5. und 7. Schuljahres im Kanton Bern. Universität Münster: Dissertation.

Albert, Mathias/Hurrelmann, Klaus/Quenzel, Gudrun (2019): 18. Shell Jugendstudie: Eine Generation meldet sich zu Wort. Weinheim: Beltz.

Aprea, Carmela (2013): ,,Alltagsvorstellungen von Jugendlichen zu komplexen ökonomischen Phänomenen: Eine explorative Untersuchung am Beispiel der Wirtschafts- und Finanzkrise" In: Retzmann, Thomas (Hrsg.): Ökonomische Allgemeinbildung in der Sekundarstufe II : Konzepte, Analysen und empirische Befunde. Schwalbach: Wochenschau. S. 100–111.

Arn, Christof (2000): HausArbeitsEthik. Strukturelle Probleme und Handlungsmöglichkeiten rund um die Haus- und Familienarbeit in sozialethischer Perspektive. Chur: Ruegger.

Baumgardt, Iris (2011): Der Beruf in den Vorstellungen von Grundschulkindern. In: Lange, Dirk/Fischer, Sebastian (Hrsg.): Politik und Wirtschaft im Bürgerbewusstsein. Untersuchungen zu fachlichen Konzepten von Schülerinnen und Schülern in der Politischen Bildung, Schwalbach: Wochenschau. S. 179–198.

Birke, Franziska/Seeber, Günther (2012): Lohnunterschiede im Schülerverständnis: eine Untersuchung vor dem Hintergrund der Fachkonzepte. In: Retzmann, Thomas (Hrsg.): Entrepreneurship und Arbeitnehmerorientierung. Schwalbach: Wochenschau. S. 223–237.

Böhmer, Nicole/Cebulla, Björn (2011): Arbeitsmarktvorstellungen von Schülern. In: Lange, Dirk/Fischer, Sebastian (Hrsg.): Politik und Wirtschaft im Bürgerbewusstsein. Untersuchungen zu den fachlichen Konzepten von Schülerinnen und Schülern in der Politischen Bildung, Schwalbach: Wochenschau. S. 163–178.

Bundesamt für Statistik. (2020): Satellitenkonto Haushaltsproduktion. Bern. https://www.bfs.admin.ch/asset/de/2022-0551-d (Abfrage: 04.08.2023).

Bundesamt für Statistik (2023): Vollzeit und Teilzeit https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/arbeit-erwerb/erwerbstaetigkeit-arbeitszeit/merkmale-arbeitskraefte/vollzeit-teilzeit.html (Abfrage: 01.10.2023).

Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (D-EDK) (2016a): Lehrplan 21. Grundlagen. Von der D-EDK Plenarversammlung am 31.10.2014 zur Einführung in den Kantonen freigegebene Vorlage (Bereinigte Fassung vom 29.02.2016). Luzern. https://v-fe.lehrplan.ch/index.php?code=e|200|1 (Abfrage: 20.07.2023).

Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (D-EDK) (2016b): Lehrplan 21. Wirtschaft, Arbeit, Haushalt. Von der D-EDK Plenarversammlung am 31.10.2014 zur Einführung in den Kantonen freigegebene Vorlage (Bereinigte Fassung vom 29.02.2016). Luzern. https://bs.lehrplan.ch/index.php?code=b|6|3 (Abfrage: 20.07.2023).

Döring, Nicola/Bortz, Jürgen (2016): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. Wiesbaden: Springer.

Flecker, Jörg (2017): Arbeit und Beschäftigung: eine soziologische Einführung. Stuttgart: UTB.

Friebel, Stephan/Kirchner, Vera/Loerwald, Dirk (2016): Schülervorstellungen zum Handel mit Strom. Eine qualitative Interviewstudie im Feld der ökonomischen Energiebildung. In: Zeitschrift für ökonomische Bildung. Heft 5, S. 169–189.

Füllsack, Manfred (2009): Arbeit. Wien: facultas.

Gläser, Eva (2002): Arbeitslosigkeit aus der Perspektive von Kindern. Eine Studie zur didaktischen Relevanz ihrer Alltagstheorien. Rieden: Dissertation.

Häußler, Angela (2022): Care-Arbeit als Ressource für die Lebensführung. In: Haushalt in Bildung und Forschung (HiBiFo), Heft 2, S. 68–84.

Hungerland, Beatrice/Liebel, Manfred/Liesecke, Anja/Wihstutz, Anne (2005): Bedeutungen der Arbeit von Kindern in Deutschland. Wege zu partizipativer Autonomie? In: Arbeit. Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik, Jg. 14, Heft 2, S. 77–93.

Kölzer, Carolin (2014): „Hauptsache ein Job später". Arbeitsweltliche Vorstellungen und Bewältigungsstrategien von Jugendlichen mit Hauptschulhintergrund. Bielefeld: Transcript.

Komlosy, Andrea (2014): Arbeit: Eine globalhistorische Perspektive; 13. bis 21. Jahrhundert, Wien: Promedia.

Kuckartz, Udo (2016): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. 3., überarbeitete Ausgabe. Weinheim: Beltz.

Miller-Betzitza, Ulrike (2019): Analyse verschiedener Einflussfaktoren auf Schülervorstellungen zu Anpassung und Auslese. Pädagogische Hochschule Weingarten: Dissertation.

Möller, Kornelia (2018): Die Bedeutung von Schülervorstellungen für das Lernen im Sachunterricht. In: Adamina, Marco/Kübler, Katharina/Kalcsics, Sophie/Bietenhard, Michael/Engeli, Eva (Hrsg.), „Wie ich mir das denke und vorstelle …" Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft). Bad Heilbrunn: Klinkhardt, S. 35–50.

Möller, Kornelia (2019): Lernen von Naturwissenschaften heisst: Vorstellungen verändern. In: Labudde, Peter/Metzger Susanne (Hrsg.). Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.–9. Schuljahr, 3. Auflage. Bern: Haupt, S. 59–74.

Schecker, Horst (1984): Eigenständige Schülerprozesse in Mechanik (SII) – Didaktik der Physik. Vorträge Physikertagung, S. 179–184.

Schlegel-Matthies, Kerstin (2018): Konsum, Ernährung und Gesundheit als zentrale Handlungsfelder für die alltägliche Lebensführung. In: HiBiFo – Haushalt in Bildung und Forschung, H. 3, S. 5–6.

Schmitt, Sophie (2017): „Jenseits des Hängemattenlandes. Arbeit und Arbeitslosigkeit aus der Sicht von Jugendlichen. Eine Rekonstruktion ihrer Orientierungen und ihre Bedeutung für die politische Bildung. Schwalbach: Wochenschau.

Senn, Corinne/Wespi, Claudia (2018): Wirtschaft – Arbeit – Haushalt: Was ist das „Neue" an diesem Fach? In: Lehrmittel für die Schweiz, H. 2, S. 4–7.

Szoncsitz, Julia (2020): Ökonomische Bildung aus der Perspektive von Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe. Eine empirische Studie zu Vorstellungen von Wirtschaft und Wirtschaftsunterricht. Wien: Facultas.

Wespi, Claudia/Senn, Corinne/Schelbert, Zora/Raschle, Iwan (2019): Das WAH Buch. fil-Rouge. Bern: Schulverlag plus AG.

Weber, Birgit (2023): Was Jugendliche über Wirtschaft wissen und können sollen: eine vergleichende Curriculumanalyse zur ökonomischen Bildung in der Sekundarstufe I. Schwalbach: Wochenschau.

Wilhelm, Thomas (2005): Konzeption und Evaluation eines Kinematik/Dynamik-Lehrgangs zur Veränderung von Schülervorstellungen mit Hilfe dynamisch ikonischer Repräsentationen und graphischer Modellbildung. Julius-Maximilians-Universität Würzburg: Dissertation.

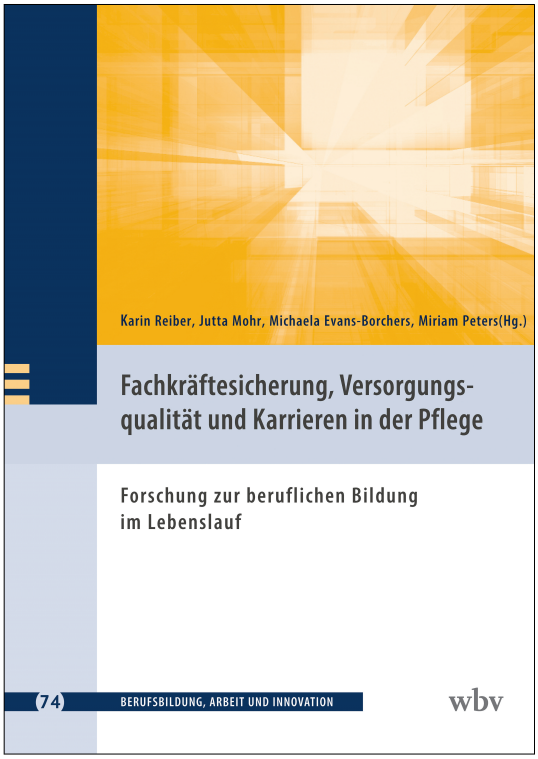
Autorinnen



Frese, Isabel, Prof.in Dr.in, Leiterin der Professur Wirtschaftsdidaktik und Didaktik Wirtschaft, Arbeit, Haushalt, Pädagogische Hochschule der Fachhochschule Nordwestschweiz. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Lehrpersonenausbildung, Didaktik der ökonomischen Bildung, ökonomische Kompetenzen, Schüler:innenvorstellungen zu ökonomischen Themen



Senn, Corinne, Dozentin der Professur Wirtschaftsdidaktik und Didaktik Wirtschaft, Arbeit, Haushalt, Pädagogische Hochschule der Fachhochschule Nordwestschweiz. Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Lehrpersonenaus- und -weiterbildung, Entwicklung von Lehrmitteln, Schüler:innenvorstellungen zu ökonomischen Themen



Berufsbildung, Arbeit und Innovation, 74
2024, 485 S., 69,90 € (D)
ISBN 978-3-7639-7392-7
E-Book im Open Access

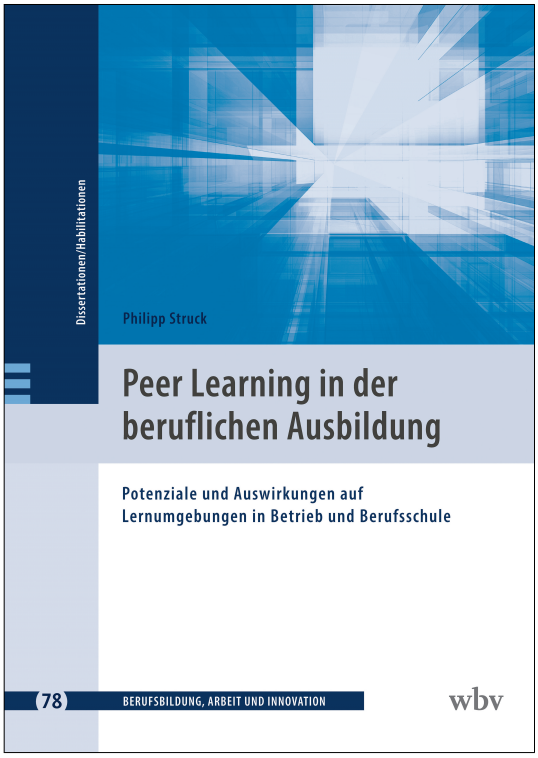
Karin Reiber, Jutta Mohr, Michaela Evans-Borchers,
Miriam Peters (Hg.)

Fachkräftesicherung, Versorgungs-qualität und Karrieren in der Pflege

Forschung zur beruflichen Bildung im Lebenslauf

Der vorliegende Sammelband stellt aktuelle empirische Forschungsprojekte zur beruflichen Bildung in der Pflege vor, die unterschiedliche Aspekte der Professionalisierung im Kontext von Fachkräftesicherung und Versorgungsqualität thematisieren. Als Stellschraube für die Reform des Berufsfelds Pflege erlebt die berufliche Bildung dieser Domäne derzeit eine Aufwertung und die Ausbildungsreform im Zuge der Umsetzung des Pflegeberufegesetzes ist auch Ausdruck zunehmender Professionalisierung. Zudem hat berufliche Bildung eine zentrale Bedeutung für gesellschaftliche Teilhabe und individuelle Entwicklungsmöglichkeiten. Vor diesem Hintergrund präsentiert der Sammelband Forschungsbefunde entlang der berufsbiographischen Entwicklung von der Berufsorientierung bis hin zur Fort- und Weiterbildung.

wbv.de/bai



Berufsbildung, Arbeit und Innovation – Dissertationen und Habilitationen, 78
2023, 284 S., 49,90 € (D)
ISBN 978-3-7639-7617-1
E-Book im Open Access

Philipp Struck

Peer Learning in der beruflichen Ausbildung

Potenziale und Auswirkungen auf Lernumgebungen in Betrieb und Berufsschule

Die Gestaltung von Lernsettings in der beruflichen Ausbildung ist eine zentrale Aufgabe für schulisches und betriebliches Bildungspersonal.

Die Arbeit möchte einen Forschungsbeitrag für die berufliche Bildung leisten und den Nutzen des Peer Learning in der beruflichen Ausbildung mit vier forschungsmethodischen Zugängen analysieren. Des Weiteren sollen für die Gestaltung pädagogischer Lernsituationen konkrete Hinweise und Anregungen zur Implementierung des Peer Learning in der beruflichen Ausbildung formuliert werden.

Die Handlungsempfehlungen zur Gestaltung von Lernsettings richten sich an betriebliches und schulisches Bildungspersonal. Es wird gezeigt, dass Peer Learning zu einer Förderung der Sozialkompetenz und der Fachkompetenz beitragen kann. Zudem weisen die Ergebnisse auf eine steigende Bereitschaft der Auszubildenden hin, mit anderen Auszubildenden gemeinsam lernen zu wollen.

wbv.de/bai



Teilhabe an Beruf und Arbeit – Interdisziplinäre Forschungsbeiträge zu Benachteiligungen und Behinderungen, 6
2024, 244 S., 49,90 € (D)
ISBN 978-3-7639-7619-5
E-Book im Open Access

Hans-Walter Kranert, Philipp Hascher, Roland Stein

PlaUsiBel lehren und lernen

Ein didaktischer Ansatz zur beruflichen Teilhabe

Planung, Umsetzung und Bilanzierung von Lehr-Lerneinheiten bilden den Kern von PlaUsiBel. Der didaktische Ansatz greift interdisziplinär vorliegende Erkenntnisse aus Theorie und Praxis auf und bereitet sie anwendungsorientiert für Fachkräfte im Berufsbildungsbereich von Werkstätten auf. An bundesweit zwanzig Standorten wurde PlaUsiBel in der Praxis erprobt.

PlaUsiBel bietet Fachkräften in Werkstätten, aber auch an weiteren Orten der beruflichen Rehabilitation ein didaktisches und methodisches Grundwissen sowie eine Planungsstruktur zur Gestaltung von Lehren und Lernen. Damit leistet der Ansatz einen Beitrag zur Sicherung beruflicher Teilhabe von Menschen mit Behinderungen.

Der Band berichtet die Ergebnisse des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Forschungsprojekts „Gute Bildungspraxis: Handlungsempfehlungen zur methodischen Gestaltung Beruflicher Bildung in Werkstätten“ (GuBiP).

wbv.de/tba

Der Tagungsband der Jahrestagung der DGTB und GATWU „Teilhabe an gesellschaftlicher Transformation stärken“ im September 2023 an der Universität Potsdam dokumentiert Vorträge zu Bildungsherausforderungen in der arbeitsbezogenen und technischen Bildung sowie zur Förderung der gesellschaftlichen Teilhabe.

Die Beiträge konzentrieren sich auf Strategien zur Stärkung der Handlungskompetenzen der jungen Generation. Der Band ist in vier Abschnitte gegliedert: Bildung für nachhaltige Entwicklung, digitale Lern- und Lehrmethoden, diversitätsbezogene fachliche Bildung und Herausforderungen der Fachdidaktik und Lehrkräftebildung.

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.in Susan Seeber (Georg-August-Universität Göttingen) und Prof. Lars Windelband (Karlsruher Institut für Technologie).

Die Herausgebenden des Bandes sind:

Isabelle Penning, Prof.in Dr.in, Juniorprofessorin für Didaktik der ökonomisch-technischen Bildung im inklusiven Kontext, Förderschwerpunkt kognitive Entwicklung (Sekundarstufe I) an der Universität Potsdam.

Martin Binder, Prof. Dr., Professor für Technikdidaktik an der Pädagogische Hochschule Weingarten.

Marianne Friese, Prof.in Dr.in, Professur Erziehungswissenschaft mit den Schwerpunkten Berufspädagogik/Didaktik der Arbeitslehre an der Justus-Liebig-Universität Gießen.

ISBN: 978-3-7639-7633-1

wbv

wbv.de/bai