INNOVET
LBT FORWARD

Anja Schlöglmann, Marius Ramm

Die Zukunft der LandBauTechnik-Branche: Aktuelle Entwicklungen und ihre Auswirkungen auf die Facharbeit und die berufliche Bildung

Eine Zusammenführung der Analyseergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung des InnoVET-Projektes LBT Forward



FBH
Forschungsinstitut für Berufsbildung im Handwerk an der Universität zu Köln

HPI
Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik
an der Leibniz Universität Hannover

AUTOR/-INNEN:

Anja Schlöglmann, M. Sc.

Marius Ramm, M. Ed.

LAYOUT:

Marius Ramm

ZITIERHINWEIS:

Schlöglmann, Anja; Ramm, Marius: Die Zukunft der LandBauTechnik-Branche: Aktuelle Entwicklungen und ihre Auswirkung auf die Facharbeit und die berufliche Bildung. Bonn, 2023



© Anja Schlöglmann (FBH) & Marius Ramm (HPI), 2023

Titelbild:
Die Rechte am Titelbild liegen beim LandBauTechnik Bundesverband e. V.

Version 1.0
Januar 2023

Herausgeber
Bundesinstitut für Berufsbildung
Robert-Schuman-Platz 3
53175 Bonn
Internet: www.vet-repository.info
E-Mail: repository@bibb.de

CC Lizenz
Der Inhalt dieses Werkes steht unter Creative-Commons-Lizenz (Lizenztyp: Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International). Weitere Informationen finden sie im Internet auf unserer Creative-Commons-Infoseite https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Diese Netzpublikation wurde bei der Deutschen Nationalbibliothek angemeldet und archiviert:
urn:nbn:de:0035-vetrepository-781036-7

GEFÖRDERT VOM

Gefördert als InnoVET-Projekt aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

VORWORT

Neue Ansätze für eine attraktive, zukunftsfähige und gleichwertige berufliche Bildung zu entwickeln und zu erproben: Das sind die Ziele von InnoVET – dem Innovationswettbewerb des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) für eine exzellente berufliche Bildung. LBT Forward ist eines der 17 zur Förderung ausgewählten Projekte, dem dieser Beitrag gewidmet ist. Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt nimmt sich einer wichtigen Aufgabe an: zur Modernisierung der LandBauTechnik-Branche beizutragen und sie zukunftsfest zu machen. Umgesetzt wird dieses Ziel, indem ein überabeitetes Berufslaufbahnkonzept mit Bildungsangeboten auf den DQR-Stufen 4 bis 7 für technologische und Management-Kompetenzen und ein fortlaufendes Berufsmonitoring während der Projektlaufzeit von vier Jahren gestaltet und umgesetzt werden.

Die Besonderheit der Struktur des Projektkonsortiums, zu dessen Verbund u.a. der LandBauTechnik Bundesverband e. V., die Handwerkskammern Braunschweig-Lüneburg-Stade und Freiburg, sowie der Verband des Landtechnischen Handwerks Baden-Württemberg gehören, zeigt sich in der Integration zweier weiterer Verbundpartner: Unterstützung aus der Wissenschaft erfährt LBT Forward durch zwei Forschungsinstitute, die für das Projekt die wissenschaftliche Begleitung durchführen: das Forschungsinstitut für Berufsbildung im Handwerk (FBH) an der Universität zu Köln und das Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik (HPI) an der Leibniz Universität Hannover, die an das Deutsche Handwerksinstitut (DHI) angedockt sind. Durch ihre verschiedenen Arbeitsschwerpunkte bringen sie unterschiedliche Blickwinkel sowie methodische Vorgehensweisen in die Projektarbeit ein.

Kern dieser Gemeinschaftspublikation des FBH und HPI bildet die gemeinsame Betrachtung der Ergebnisse sowie die Diskussion der Auswirkungen, die die technologischen Entwicklungen auf die beruflichen Qualifikationsanforderungen im Bereich der LandBauTechnik haben.

Um den Hintergrund und die Zielsetzung des Beitrags zu beleuchten, wird ein Überblick über das Projekt und seine Einordnung in den InnoVET-Programmkontext geboten. Die Darstellung des Forschungsprozesses, in der verschiedene durch das FBH oder HPI durchgeführte Studien vorgestellt werden, beschreibt u.a., wie die Tätigkeitsprofile und Qualifizierungsbedarfe in der LandBauTechnik-Branche erarbeiten wurden. Es wird aufgezeigt, wie darauf aufbauend Weiterbildungsangebote entwickelt wurden. Ein besonders wichtiger Gesichtspunkt hierbei ist die Untersuchung von technologischen Entwicklungen für die Branche, die sehr dezidiert dargestellt werden.

Die erzielten Ergebnisse sind beeindruckend: So wird der Einfluss und die Notwendigkeit der Einbindung von Themen wie Digitalisierung, Automatisierung und Künstliche Intelligenz auf die Weiterentwicklung der Berufsbildung im Bereich LandBauTechnik und dazugehöriger neuer Qualifikationen

deutlich, zum Beispiel wenn beim „Smart Farming“ intelligente Maschinen in der Landwirtschaft entwickelt, gesteuert, geprüft, gewartet, repariert werden, und dies eng geknüpft ist an ein Maschinen- oder Prozessdatenmanagement.

Ein Ausblick auf zukünftige Herausforderungen zeigt, dass die Branche aktuell von technologischen Entwicklungen geprägt ist, und es für die jetzt und zukünftig in diesem Bereich tätigen Menschen vor allem darauf ankommen wird, ein Grundlagenverständnis für die damit verbundenen Anforderungen zu entwickeln. Neben der Fachkompetenz weisen die hier vorliegenden Studien der personalen Kompetenz einen hohen Stellenwert zu – es gilt die Herausforderung zu meistern, Menschen so aus- oder fortzubilden, dass sie auf die Schnelllebigkeit und das Neue im Bereich der LandBauTechnik angemessen reagieren können.

Ich bin mir sicher, dass die vorgestellten Entwicklungsprozesse und Projektergebnisse von LBT Forward auch für Innovationsansätze in anderen Berufsbereichen lehrreich sein werden. Es bleibt zu hoffen, dass sich für interessierte Leserinnen und Lesern Impulse für die eigene Arbeit ergeben, sei es in Bezug auf die Gestaltung neuer beruflicher Tätigkeitsprofile oder für die Ordnungsarbeit, aber auch für die Bewältigung von Herausforderungen, die sich aus der Dynamik technologischer Neuerungen für die Arbeitswelt insgesamt ergeben.

Hubert Ertl

Forschungsdirektor und Ständiger Vertreter des Präsidenten

INHALT

Abkürzungsverzeichnis **5**

Abbildungsverzeichnis **6**

Tabellenverzeichnis **7**

Abstract **8**

1. Hintergrund und Zielsetzung dieser Publikation **9**

1.1 Das Projekt LBT Forward 9

1.2 Zum InnoVET-Programm 10

1.3 Status quo des Projekts und Zielsetzung dieser Publikation 11

2 Darstellung des Forschungsprozesses **12**

2.1 Studie zu Tätigkeitsprofilen und Qualifizierungsbedarfen (FBH) 12

2.2 Studie zu Weiterbildungs- und Qualifizierungsangeboten (FBH) 13

2.3 Studie zu technologischen Entwicklungen (HPI) 14

2.4 Prozess der Ergebniszusammenführung 16

3 Ergebnisdarstellung **18**

3.1 Ergebnisse zu Tätigkeitsprofilen und Qualifizierungsbedarfen (FBH) 18

3.2 Ergebnisse zu Weiterbildungs- und Qualifizierungsangeboten (FBH) 23

3.3 Ergebnisse zu technologischen Entwicklungen (HPI) 25

3.4 Aktuelle Entwicklungen und ihre Auswirkungen auf die Facharbeit und die berufliche Bildung in der LandBauTechnik-Branche 32

4 Fazit und Ausblick auf die zukünftigen Herausforderungen der LandBauTechnik-Branche **37**

Literaturverzeichnis **40**

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BIM	Building Information Modeling
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
DHI	Das Deutsche Handwerksinstitut
FBH	Forschungsinstitut für Berufsbildung im Handwerk an der Universität zu Köln
HPI	Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik an der Leibniz Universität Hannover
HWK	Handwerkskammer
InnoVET	Wettbewerb „Zukunft gestalten – Innovationen für eine exzellente berufliche Bildung”
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LBT	LandBauTechnik
LBT-BV	LandBauTechnik Bundesverband e. V.
TIM	Tractor Implement Management
VdAW	Verband der agrargewerblichen Wirtschaft e. V.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 - Projektphasen des InnoVET-Projekts LBT Forward 9

Abbildung 2 - Vorgehensweise des HPI in der Analysephase 14

Abbildung 3 - Darstellung der Zusammenhänge zwischen den Studien der Analysephase und der Ergebniszusammenführung 16

Abbildung 4 - Verortung der Aufgaben und Tätigkeitsbereiche der unterschiedlichen Tätigkeitsprofile über alle Geschäftsfelder hinweg 18

Abbildung 5 - Einschätzungen der Befragten zu den eigenen Fähigkeiten 25

Abbildung 6 - Neue Technologien im Arbeitsalltag der Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen 26

Abbildung 7 - Einschätzungen der Befragten zur eigenen Vorbereitung auf die Technologien..... 27

Abbildung 8 - Relevanz und zeitliche Durchdringung von technologischen Entwicklungen und Entwicklungslinien 31

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 - Kurzdarstellung der geschäftsfeldübergreifenden Qualifizierungsbedarfe 20

Tabelle 2 - Kurzdarstellung der geschäftsfeldspezifischen Qualifizierungsbedarfe 22

Tabelle 3 - Anzahl der erfassten Anbieter und Kursangebote nach Anbieter-Typ 23

ABSTRACT

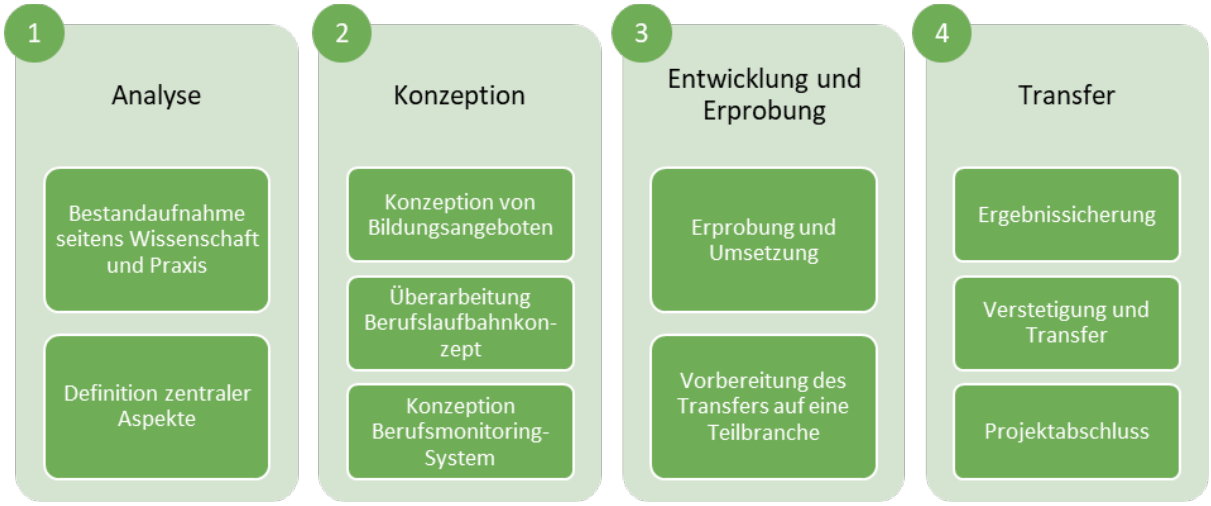
Im Rahmen des InnoVET-Projekts „LBT Forward" führte die wissenschaftliche Begleitung des Projekts, bestehend aus dem Forschungsinstitut für Berufsbildung im Handwerk (FBH) an der Universität zu Köln und dem Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik (HPI) an der Leibniz Universität Hannover, im ersten Projektjahr insgesamt drei Studien mit unterschiedlichen Fragestellungen und Blickwinkeln durch. Das FBH erhob Tätigkeitsprofile und Qualifizierungsbedarfe sowie aktuelle Weiterbildungs- und Qualifizierungsangebote der Branche, das HPI ermittelte technologische Entwicklungen in der LandBau-Technik.

Diese Publikation bietet einen Überblick über das Projekt, die methodischen Vorgehensweisen als auch die zentralen und für den weiteren Projektverlauf wichtigsten Erkenntnisse. (Mögliche) Auswirkungen auf die beruflichen Tätigkeiten werden ebenso aufgezeigt wie die Impulse, die sich hieraus für die Ordnungsarbeit, die Entwicklung entsprechender Qualifizierungsangebote, die Ausstattung von Schulungsstätten oder die Gestaltung von Lernprozessen ergeben.

1. HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG DIESER PUBLIKATION

1.1 DAS PROJEKT LBT FORWARD

Das Projekt LBT Forward befasst sich während seiner Gesamtlaufzeit von vier Jahren mit der Modernisierung und Weiterentwicklung der Berufsbildung in der LandBauTechnik-Branche und dem Berufsbild „Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in“. Dabei wird, neben der Steigerung der Attraktivität der beruflichen Ausbildung der Branche und der Steigerung der Gleichwertigkeit zur akademischen Bildung, auch die Gestaltung von Anschlussmöglichkeiten in den hochschulischen Bereich (Durchlässigkeit) angestrebt. Das Projekt ist in vier aufeinander aufbauende Phasen gegliedert. Die Abschnitte der Analyse, der Konzeption, der Entwicklung und Erprobung sowie des Transfers verfolgen jeweils unterschiedliche Zielsetzungen, die in Abbildung 1 dargestellt sind.[1]



In Phase 1) wird zunächst eine Bestandsaufnahme durchgeführt. Seitens der Wissenschaft werden Studien zur Erfassung der technologischen und wirtschaftlichen Entwicklungen (HPI) sowie der Tätigkeitsprofile und Qualifizierungsbedarfe sowie der Weiterbildungs- und Qualifizierungsangebote der Branche (FBH) durchgeführt. Daneben vollziehen die berufspraktischen Projektpartner eine Analyse der existierenden Ordnungsmittel auf den DQR-Stufen 4 bis 6. Basierend auf den Ergebnissen der Analysephase wird anschließend in Phase 2) das Berufslaufbahnkonzept der Branche überarbeitet. Um dessen Aktualität, Zukunftsfähigkeit und Flexibilität sicherzustellen, wird außerdem ein Berufsmonitoring-System konzipiert und etabliert, welches später auch auf andere Gewerke und Branchen übertragbar sein soll. Daneben entwickeln die Projektpartner innovative modulare Bildungsangebote auf den DQR-Stufen 4 bis 7, die im Laufe des Projekts erprobt, weiterentwickelt und evaluiert werden (Phase 3). Die

[1] Weiterführende sowie aktuelle Informationen zum Projekt LBT Forward: https://www.inno-vet.de/innovet/de/die-projekte/alle-projekte-von-a-bis-z/lbt-forward.html und www.lbtforward.de

vierte und letzte Projektphase befasst sich mit der Ergebnissicherung, der -verstetigung, dem -transfer sowie dem Abschluss des Projekts.

Das Forschungsinstitut für Berufsbildung im Handwerk (FBH) an der Universität zu Köln und das Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik (HPI) an der Leibniz Universität Hannover bilden zusammen die wissenschaftliche Begleitung des Projekts. Neben den beiden DHI-Instituten sind die Handwerkskammer Braunschweig-Lüneburg-Stade mit dem Kompetenzzentrum Nutzfahrzeug- und Landmaschinentechnik am Technologiezentrum Lüneburg (KOMZET Lüneburg), die Handwerkskammer Freiburg mit dem KOMZET Fahrzeugtechnik Baden-Württemberg und Digitale Zahntechnik (KOMZET Freiburg) und der Verband des landtechnischen Handwerks Baden-Württemberg (LTHW) mit der Geschäftsstelle des Verbandes der Agrargewerblichen Wirtschaft (VdAW) Verbundpartner des Projektes. Die Verbundkoordination obliegt dem LandBauTechnik Bundesverband e. V. (LBT-BV) in Essen.

1.2 ZUM INNOVET-PROGRAMM

Der Wettbewerb „Zukunft gestalten – Innovationen für eine exzellente berufliche Bildung“ (kurz: InnoVET) startete bereits im Jahr 2019. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) verfolgt mit dieser Förderinitiative das Ziel der Stärkung der beruflichen Aus- und Weiterbildung. Die berufliche Bildung soll zukunftsfest gemacht werden, um auf die unterschiedlichen Herausforderungen des Arbeitsmarktes reagieren zu können (BMBF 2020b).
In einem zweistufigen Auswahlverfahren wählte eine Expertenjury unter insgesamt 176 eingereichten Konzeptideen die 17 besten Projekte aus, die im Herbst 2020 starteten (BIBB 2020; BMBF 2020b).

Die Zielsetzungen der InnoVET-Projekte lassen sich in die folgenden sechs Themen-Cluster einordnen (BMBF 2020b):

- Gleichwertigkeit schaffen
- Branchen stärken
- Digitalen Wandel gestalten
- Lernortkooperationen ausbauen
- Ausbildungsqualität steigern
- Hybride Bildungsmodelle erproben

LBT Forward ist den Themen-Clustern „Gleichwertigkeit schaffen“, „Lernortkooperationen ausbauen“ und „Branchen stärken“ zugeordnet (BMBF 2020a). Durchgeführt wird das Programm vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) in Bonn (BIBB 2020).

1.3 STATUS QUO DES PROJEKTS UND ZIELSETZUNG DIESER PUBLIKATION

Die LandBauTechnik-Branche wie auch der Beruf als Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in verändern sich durch die weiter voranschreitende Digitalisierung und die technologischen Entwicklungen kontinuierlich. Insbesondere technologische Innovationen führen zu veränderten Wertschöpfungsketten und Geschäfts- und Arbeitsprozessen, wodurch sich auch die Anforderungen an das Fachpersonal und ihre beruflichen Kompetenzen verändern.

Welche (technologischen) Entwicklungen und Qualifizierungsbedarfe derzeit auf die Branche und ihre verschiedenen Geschäftsfelder (Außenwirtschaft, Innenwirtschaft, Baumaschinentechnik, Motorgerätetechnik, Flurfördertechnik, vgl. dazu Ranft und Zinke 2019, 29) einwirken, wurde im Zuge der Analysephase durch die wissenschaftliche Begleitung des Projekts LBT Forward erforscht. Wie in Abschnitt 1.1 bereits erläutert wurde, führte das FBH hierzu eine Studie zu den Tätigkeitsprofilen und Qualifizierungsbedarfen der Mitarbeitenden durch (Schlöglmann 2022a). Der Schwerpunkt des HPI lag auf der Analyse von technologischen Entwicklungen im Markt, in Wertschöpfungsketten und in Geschäftsprozessen der LandBauTechnik (Ramm 2022).
Daneben erfasste das FBH im Rahmen einer Marktanalyse derzeitige Weiterbildungs- und Qualifizierungsangebote der Branche (Schlöglmann 2022b).

Ziel dieser Veröffentlichung ist es, diese bisher unabhängig voneinander publizierten sowie isoliert betrachteten Ergebnisse zusammenzuführen, sie zu vergleichen und in Beziehung zueinander zu setzen. Basierend auf der Zusammenführung der bisherigen Projektergebnisse soll eine prospektiv ausgerichtete Darstellung der aktuellen Entwicklungen und deren Auswirkungen auf die Facharbeit und die berufliche Bildung der LandBauTechnik-Branche generiert werden.

Hierfür wird in Kapitel 2 zunächst ein Einblick in den jeweiligen Forschungsprozess der Studien des FBH und des HPI gegeben und die Vorgehensweise der Ergebnisverzahnung beschrieben.

Anschließend werden die zentralen Ergebnisse der Analysephase (Kapitel 3.1, 3.2, 3.3) sowie deren Fusion (Kapitel 3.4) dargestellt.

Abschließend erfolgen in Kapitel 4 ein Fazit sowie ein Ausblick auf die zukünftigen Herausforderungen in der LandBauTechnik-Branche mit einem Fokus auf die weitere Arbeit im InnoVET-Projekt LBT Forward.

2 DARSTELLUNG DES FORSCHUNGSPROZESSES

Im Folgenden werden die Forschungsprozesse und methodischen Vorgehensweisen der Studien des FBH und des HPI kurz vorgestellt. Weiterführende Informationen sind den jeweiligen Ergebnisberichten zu entnehmen (vgl. Ramm 2022, 11 ff. Schlöglmann 2022a, 11 ff. 2022b, 8 ff.).

2.1 STUDIE ZU TÄTIGKEITSPROFILEN UND QUALIFIZIERUNGSBEDARFEN (FBH)

Die erste Teilaufgabe des FBH bestand darin, die Tätigkeitsprofile und Qualifizierungsbedarfe der Mitarbeitenden in den Betrieben der LandBauTechnik-Branche zu erfassen.

Konkret werden in dieser Studie folgende Forschungsfragen beantwortet:

- Welche Tätigkeitsprofile[2] existieren derzeit und unter Berücksichtigung möglicher zukünftiger Veränderungen in den Betrieben der LBT-Branche?
- Welche Qualifizierungsbedarfe besitzen die Fachkräfte?
- Wie ist das betriebliche Weiterbildungsverhalten zu beschreiben?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde ein qualitatives Forschungsdesign gewählt. Im Rahmen von leitfadengestützten Online-Interviews wurden insgesamt 38 Praktiker/-innen (Geschäftsführer/-innen, Werkstattleiter/-innen, Meister/-innen, Gesellen/-innen, Meister- und Servicetechniker-Schüler/-innen) aus den unterschiedlichen Geschäftsfeldern der LandBauTechnik-Branche sowie verschiedenen Regionen Deutschlands und unterschiedlich großen Betrieben befragt.

Bestandteile der Interviews waren der aktuelle, wie auch der unter Berücksichtigung derzeitiger (technologischer) Entwicklungen erwartete, zukünftige Ablauf eines klassischen Geschäftsprozesses und die damit einhergehende Beteiligung und Aufgabenverteilung unter den Mitarbeitenden sowie die daraus resultierenden Kompetenzanforderungen.

Sowohl die Tätigkeitsprofile als auch die Qualifizierungsbedarfe der Mitarbeitenden in der LandBauTechnik-Branche wurden geschäftsfeldbezogen erfasst und ausgewertet. Im Anschluss an die Datenauswertung wurden die Interviewergebnisse außerdem im Rahmen einer videobasierten Online-Umfrage validiert und entlang der einzelnen Geschäftsfelder der Branche dargestellt.

[2] Wiederkehrende Aufgaben- und Rollenverteilungen innerhalb eines Betriebes, die in einem Tätigkeitsprofil zusammengefasst und verallgemeinert dargestellt werden können.

2.2 STUDIE ZU WEITERBILDUNGS- UND QUALIFIZIERUNGSANGEBOTEN (FBH)

Parallel zur Erfassung der Tätigkeitsprofile und Qualifizierungsbedarfe wurde eine sog. Marktanalyse durchgeführt. Ziel war es, die Angebotssituation vorhandener Weiterbildungs- und Qualifizierungsangebote für Mitarbeitende der LandBauTechnik zu erfassen. Dabei wurde neben den Angeboten von Kammern auch das Portfolio von Verbänden, Herstellern aller Geschäftsfelder und anderer Bildungsanbieter berücksichtigt.

Zunächst wurde eine standardisierte Online-Umfrage zur Erfassung folgender Aspekte konzipiert:

- Anbieter-Typ
- Kurs-Typ
- Inhaltliche Themenschwerpunkte
- Angesprochene Arbeitsschritte und Tätigkeiten
- Kompetenzzuwachs
- Zielgruppen
- Zulassungsvoraussetzungen
- Angebotsform und Zeitumfang
- Abschließende Prüfung
- Anrechnungsmöglichkeiten
- Kursnachfrage (der letzten drei Jahre)

Die aufgelisteten Aspekte wurden in Anlehnung an vergangene Marktanalysen des FBH (vgl. Hüttscher und Rehbold 2018) ausgewählt und innerhalb des Projektkonsortiums diskutiert und ergänzt.

Da der Umfang der Qualifizierungsangebote seitens der Hersteller den der anderen Anbieter deutlich übersteigt, konnten diese nicht mit Hilfe des Fragebogens erfasst werden. In einem zweiten Schritt der Datenerhebung wurde daher eine Dokumentenanalyse durchgeführt. Die Schulungskataloge der Hersteller wurden gesichtet und die darin enthaltenen Kursbeschreibungen ebenfalls hinsichtlich der o. g. Aspekte analysiert.
Insgesamt wurden im Rahmen der Marktanalyse 828 Bildungsangebote von 47 Anbietern erfasst.
Im Anschluss an die Datenerhebung wurden die Informationen aus beiden Erhebungsschritten zusammengeführt, aufbereitet (validiert und bereinigt) und entlang der zugrunde liegenden Aspekte ausgewertet und dokumentiert (vgl. Döring und Bortz 2016, 616–17). Bei der Marktanalyse handelt es sich um eine deskriptive Studie (vgl. Döring und Bortz 2016, 613–14).

2.3 STUDIE ZU TECHNOLOGISCHEN ENTWICKLUNGEN (HPI)

Im Rahmen der ersten Arbeitsphase „Analyse" des Projektes führte das HPI von April 2021 bis Juni 2022 eine Studie zu technologischen Entwicklungen im Markt, in Wertschöpfungsketten und Geschäftsprozessen der LandBauTechnik (Ramm 2022) durch. Gemäß der Gesamtkonzeption des Projektes fokussierte das HPI mit der Studie die Analyse und Identifikation relevanter technologischer Entwicklungen und technologiegetriebener Veränderungen sowie deren Auswirkungen auf die Werkstattarbeit, das Personal und die Berufsbildung der Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen.

Mit Hilfe dieser Studie sollten folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- Welche technologischen Trends existieren in der LandBauTechnik-Branche?
- Wie relevant sind innovative und technologische Entwicklungen für die LandBauTechnik-Branche?
- Welche Auswirkungen haben technologische Entwicklungen auf Wertschöpfungsketten sowie Geschäfts- und Arbeitsprozesse?
- Welche Anforderungen stellen innovative, technologische und wirtschaftliche Entwicklungen an die Beschäftigten der Branche?

Das Vorgehen zu dieser Studie leitet sich aus dem in Welzbacher et al. (2015) bewährten, methodischen Vorgehen ab, um Wertschöpfungs- und Marktprozesse im Handwerk zu analysieren. In drei aufeinander aufbauenden Stufen erfolgte demnach die Analyse zu technologischen Entwicklungen im Markt, in Wertschöpfungsketten und Geschäftsprozessen (vgl. Abbildung 2).



Abbildung 2 - Vorgehensweise des HPI in der Analysephase

Im Vorfeld der Analyse erfolgte eine standardisierte Online-Befragung mit Lernenden und Absolventen/Absolventinnen von Berufsausbildungen und Weiterbildungen des Land- und Baumaschinenmechatroniker-Handwerks. Ziel war es unter anderem, Einschätzungen der Zielgruppe des Projekts zum Aufkommen neuer Technologien im Arbeitsalltag sowie deren Fähigkeiten und Kenntnisse im Umgang mit diesen neuen Technologien zu erlangen.

Im ersten Schritt der Analyse wurde zur Erfassung des aktuellen Stands der Technik und zur ersten Identifikation neuer Technologien zunächst eine umfassende Literaturrecherche anhand von Fachliteratur, Fachartikeln, Handreichungen von Herstellern und wissenschaftlichen Publikationen durchgeführt. Ziel war es, Technologie-Trends und Entwicklungslinien der einzelnen LBT-Geschäftsfelder Landmaschinentechnik (Innen- und Außenwirtschaft), Baumaschinentechnik, Motorgerätetechnik und Flurfördertechnik zu identifizieren und einen Grundstein in der Analyse zu technologischen Entwicklungen zu legen.

Im nächsten Schritt der Analyse wurden auf Grundlage der Ergebnisse der Literaturrecherche sieben leitfadenstützte Interviews mit Kundendienstleitenden, Ausbildungsbeauftragten und Bereichsleitenden der Konstruktionsabteilungen von Land- und Baumaschinenherstellern sowie mit Experten/Expertinnen der Wissenschaft und Forschung aus den Fachbereichen Informatik, Baumaschinen, Hydraulik und Pneumatik geführt. Dabei sollten die Experten/Expertinnen Einschätzungen zur Durchdringung einzelner Technologien, den daraus resultierenden Veränderungen für Abläufe im Unternehmen, den Veränderungen von Arbeit und Technik sowie den Qualifikationsbedarfen des Personals und die Sicht der Hersteller auf die Aus- und Weiterbildung im Land- und Baumaschinenmechatroniker-Handwerk geben.

Die Analyse des HPI mündete im abschließenden Format eines virtuellen Workshops mit Verbundpartnern des Projekts, Kundendienstleitenden, Leitenden von Trainingsabteilungen der Hersteller sowie Experten/Expertinnen aus der Berufsbildung. Unter folgenden Fragstellungen sollten die Ergebnisse der voranschreitenden Analyse diskutiert und reflektiert sowie die Relevanz und die Auswirkungen neuer Technologien und Entwicklungslinien auf den Beruf der Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen eingeschätzt werden:

- Welche Relevanz und zeitliche Durchdringung haben technologische Entwicklungen und Entwicklungslinien in der Werkstattarbeit der LandBauTechnik?
- Welche Auswirkungen haben ausgewählte, technologische Entwicklungen und Entwicklungslinien auf die Werkstattarbeit, das Personal und die berufliche Aus- und Weiterbildung der Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen?

2.4 PROZESS DER ERGEBNISZUSAMMENFÜHRUNG

Die Kurzvorstellung der jeweiligen Forschungsfragen und -prozesse des FBH und des HPI verdeutlicht, dass im Rahmen der Analysephase des Projekts verschiedene Blickwinkel eingenommen wurden. Neben der Sichtweise der Lernenden und der Betriebe ist auch die Perspektive der Forschung sowie der Hersteller und die derzeitige Situation der Bildungsanbieter enthalten. Dabei fokussieren die Erhebungen des FBH vorwiegend die Ist-Situation, wohingegen die Studie des HPI den Blick auf zukünftige Veränderungen richtet.

Wie bereits im Abschnitt 1.3 dargelegt, wurden die Blickwinkel bisher isoliert und eindimensional betrachtet und veröffentlicht. Um die Frage zu beantworten, welche Anforderungen und Auswirkungen die derzeitigen Entwicklungen an bzw. auf die Beschäftigten der Branche und die berufliche Bildung haben, bedarf es einer gemeinsamen Betrachtung dieser Perspektiven.

Das Gesamtbild aus allen Blickwinkeln entsteht durch die hier angestrebte Zusammenführung der Studienergebnisse des FBH und des HPI, die bereits bei der Beantragung des Projekts vorgesehen war (LandBauTechnik Bundesverband e.V. 2020, 16, 18). Da die technologischen Entwicklungen branchenseitig als die signifikanteste Einflussgröße wahrgenommen werden, fokussiert sich auch die Darstellung der Fusionsergebnisse auf eben diese. Daneben existieren weitere Entwicklungen, deren umfassende Darstellung jedoch den Rahmen dieser Veröffentlichung überschreiten würde.

Abbildung 3 verdeutlicht die mehrdimensionale Ausrichtung der Analysephase von LBT Forward und das Zusammenwirken der einzelnen Studienergebnisse hin zur hier angestrebten Gesamtdarstellung der technologischen Entwicklungen und ihrer Auswirkungen.

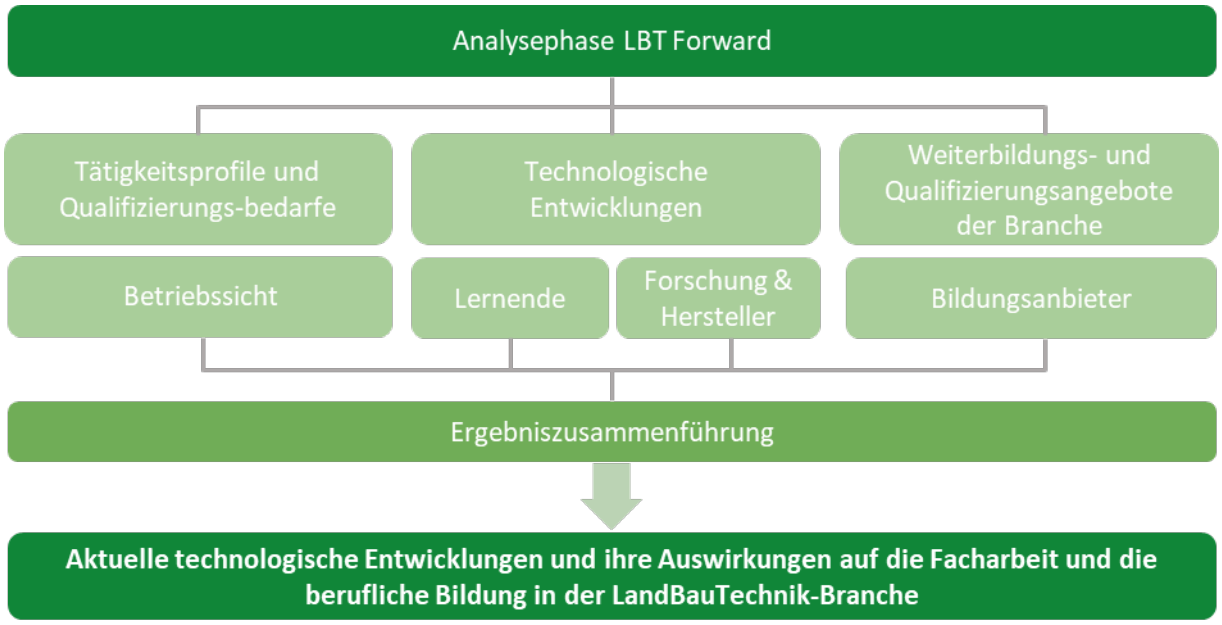


Abbildung 3 - Darstellung der Zusammenhänge zwischen den Studien der Analysephase und der Ergebniszusammenführung

Während des gesamten Forschungsprozesses im Rahmen der Analysephase standen das FBH und das HPI in engem Austausch miteinander, um eine umfassende Datenerhebung und die Erfassung der verschiedenen Blickwinkel sicherzustellen. Nach Abschluss der einzelnen Studien erfolgten die Zusammenführung und der Abgleich der Ergebnisse anhand verschiedener Aspekte und in nachstehender Reihenfolge.

Zunächst wurden die Ergebnisse nach übergeordneten Themen sortiert und geclustert. Im nächsten Schritt wurden die Erkenntnisse nach ihrem zeitlichen Einfluss geordnet. Hierbei wurde unterschieden zwischen den Entwicklungen, die bereits vollumfänglich im beruflichen Alltag der Mitarbeitenden der LandBauTechnik angekommen sind und denen, die noch in der Entwicklung oder Testphase stecken (bspw. die Ferndiagnose) und die somit für den Großteil der Branche noch in der Zukunft liegen. Abschließend wurden die damit einhergehenden Auswirkungen und Anforderungen an die berufliche Facharbeit dem derzeit existierenden Weiterbildungsangebot der Branche gegenübergestellt, sodass Lücken der Weiterbildungslandschaft aufgezeigt werden konnten. Hierbei waren die Oberthemen der Qualifizierungsangebote maßgebend (vgl. Schlöglmann 2022b, 18 ff.).

Das Ergebnis dieser Fusion ist eine Kurzbeschreibung der jeweiligen Technologie und des Status' ihrer Durchdringung sowie ihres Einflusses auf die berufliche Tätigkeit der Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen und der Passung zwischen den Qualifizierungsbedarfen und dem derzeitigen Schulungsangebot.
In Abschnitt 3.4 werden die prospektiv ausgerichteten Darstellungen der aktuellen, technologischen Entwicklungen in alphabetischer Reihenfolge präsentiert.

3 ERGEBNISDARSTELLUNG

In diesem Kapitel werden die zentralen Ergebnisse der Studien des FBH und des HPI vorgestellt. Eine detaillierte Ergebnisdarstellung ist den jeweiligen Ergebnisberichten zu entnehmen (vgl. Ramm 2022, 15 ff. Schlöglmann 2022a, 28 ff. 2022b, 11 ff.).

3.1 ERGEBNISSE ZU TÄTIGKEITSPROFILEN UND QUALIFIZIERUNGSBEDARFEN (FBH)

TÄTIGKEITSPROFILE:

Über alle Geschäftsfelder der LandBauTechnik-Branche hinweg wurden vier verschiedene Tätigkeitsprofile identifiziert: Mitarbeitende im Innen- sowie im Außendienst, Mitarbeitende mit koordinierender und mit leitender Funktion. Abbildung 4 zeigt die mehrheitliche Ausgestaltung der Aufgabenverteilung der einzelnen Tätigkeitsprofile über alle Geschäftsfelder der Branche hinweg anhand einer typischen Prozesskette im kunden- bzw. serviceorientierten Handwerk (vgl. Lilienthal und Rehbold 2014).

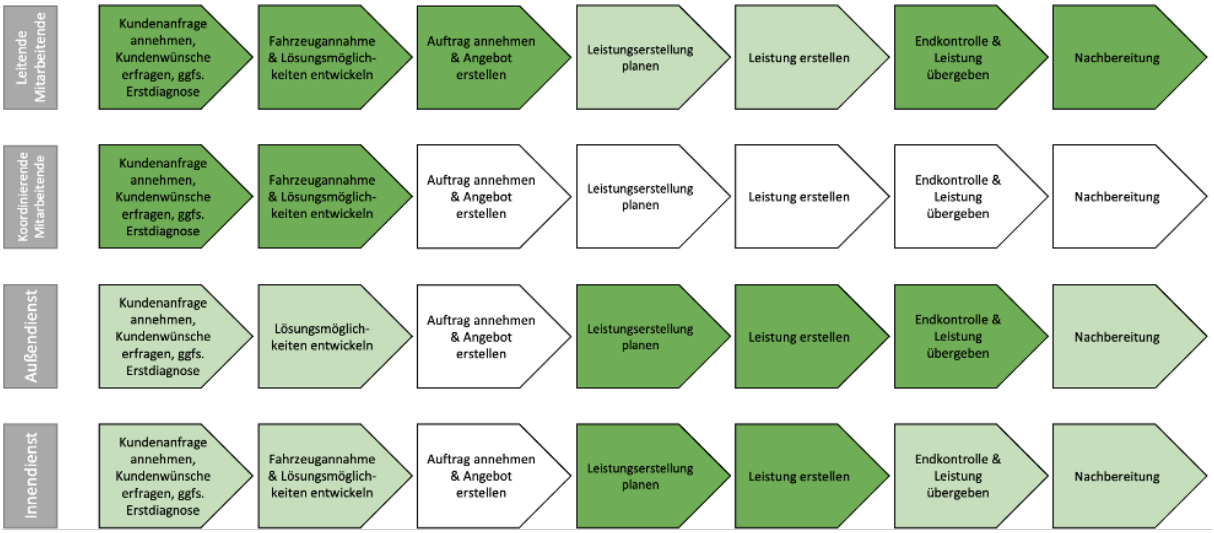


Abbildung 4 - Verortung der Aufgaben und Tätigkeitsbereiche der unterschiedlichen Tätigkeitsprofile über alle Geschäftsfelder hinweg

Die *Mitarbeitenden im Innendienst* sind oftmals in die Annahme von Kundenanfragen und die Annahme sowie die Übergabe von Fahrzeugen eingebunden, wobei ihr Hauptarbeitsbereich in der Planung und der Erstellung von Leistungen liegt. Bei den *Mitarbeitenden im Außendienst* verhält es sich ähnlich. Sie sind darüber hinaus bei Einsätzen bei Kunden/Kundinnen vor Ort selbst für die Endkontrolle und die Übergabe der Leistungen verantwortlich. Alle Mitarbeitenden im Innen- wie im Außendienst sind darüber hinaus an der Nachbereitung der Kundenaufträge beteiligt.

Die *koordinierenden Mitarbeitenden* unterstützen die leitenden Mitarbeitenden bei der Auftrags- und Fahrzeugannahme, sowie bei der Entwicklung von Lösungsmöglichkeiten.

Die *leitenden Mitarbeitenden* verantworten, neben der Annahme von Aufträgen und Fahrzeugen, der Entwicklung von Lösungsmöglichkeiten und der Erstellung von Angeboten, außerdem die Endkontrolle sowie die Übergabe der Maschinen an die Kunden/Kundinnen. Darüber hinaus unterstützen sie ihre Mitarbeitenden im Innen- und Außendienst während des gesamten Planungs- und Erstellungsprozesses der Leistung. Daneben sind sie für die abschließende Nachbereitung der Kundenaufträge zuständig.

Diese Kurzbeschreibung bildet die kleinste, gemeinsame Basis aller betrachteten Geschäftsfelder und Unternehmen ab. Daneben existieren zwischen den Tätigkeitsprofilen der einzelnen Geschäftsfelder Abweichungen, die auch mit der Unternehmensgröße und der Kundenstruktur der einzelnen Betriebe zusammenhängen. Unter anderem unterstützen *Mitarbeitende mit koordinierender Funktion* in einzelnen Geschäftsfeldern die Teilprozesse der Leistungsplanung und übernehmen die Übergabe von Maschinen. Dagegen sind die Mitarbeitenden im Innendienst nicht in allen Geschäftsfeldern in die Auftragsannahme eingebunden. In der Innenwirtschaft existiert darüber hinaus kein Innendienst, wohingegen es in der Motorgerätetechnik keinen „klassischen" Außendienst gibt. Dort übernehmen stattdessen *Mitarbeitende mit Spezialisierung auf Mähroboter* die Einsätze bei Kunden/Kundinnen vor Ort. Ausführlichere Informationen zu den Unterschieden sowie eine detaillierte, zusammenfassende Darstellung der Tätigkeitsprofil-Ausgestaltung finden sich in Schlöglmann, 2022a, ab S. 135.

QUALIFIZIERUNGSBEDARFE:

Über alle fünf Geschäftsfelder der LandBauTechnik-Branche hinweg wurden in den Interviews unterschiedliche Themen und Qualifizierungsbedarfe angesprochen. Die Tatsache, dass einzelne Themen lediglich in einem oder wenigen Feldern angesprochen wurden, bedeutet jedoch keinesfalls, dass sie nur für diese(s) Geschäftsfeld(er) relevant sind. Hierzu zwei Beispiele: Das Thema der *alternativen Antriebe* wurde in den Abschnitten der Baumaschinentechnik, der Motorgerätetechnik und der Flurfördertechnik angesprochen und erläutert. In Anbetracht der technologischen Entwicklungen der LBT-Branche können diese gleichermaßen auf die Außenwirtschaft angewendet werden (vgl. dazu Ramm 2022). Das Thema *Lebenslanges Lernen* wurde sogar nur in einem Geschäftsfeld, der Baumaschinentechnik, erwähnt. Die dabei beschriebenen, schnellen technologischen Entwicklungen und die daraus resultierende Notwendigkeit des lebenslangen Lernens trifft jedoch auf die gesamte LandBauTechnik-Branche zu.

Das Thema *Online-Handel* wurde ebenfalls nur in einem Feld erwähnt, ist jedoch im Gegensatz zum lebenslangen Lernen ein Motorgerätetechnik-spezifisches Thema, da in keinem der anderen Bereiche so viele Privatkunden/Privatkundinnen den Fachhandel aufsuchen, wie dort.

Infolgedessen wird hier in „geschäftsfeldübergreifende“ und „geschäftsfeldspezifische“ Qualifizierungsbedarfe unterschieden. Erstere werden in Tabelle 1, letztere in Tabelle 2 dargestellt. Neben konkret beschreibbaren Kompetenzen und Bedarfen wurden in den Interviews weitere Themen angesprochen und dokumentiert, zu denen jedoch bislang kein konkreter Bedarf für die Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen abgeleitet werden konnte, bspw. weil die Technologie noch nicht gänzlich im Arbeitsalltag der Mechatroniker/-innen angekommen ist. Diese Themen werden in Tabelle 2 in *kursiver Schrift* mit aufgeführt.

Tabelle 1 - Kurzdarstellung der geschäftsfeldübergreifenden Qualifizierungsbedarfe

Geschäftsfeldübergreifende Qualifizierungsbedarfe	
Thema	Beschreibung des Bedarfs
Alle Ebenen	
Durchführen von Diagnosen	Um eine vollständige und zielführende Fehlersuche durchführen zu können, benötigen die Mechatroniker/-innen Kenntnisse über den Aufbau und die Funktionsweise der einzelnen Maschinenbestandteile. Darüber hinaus ist es notwendig, dass sie Schaltpläne und Bedienungsanleitungen sowohl lesen und verstehen als auch anwenden können. Sie müssen außerdem in der Lage sein, mit verschiedenen Messgeräten umzugehen und die gemessenen Werte zu interpretieren.
System- und Prozessverständnis	Die Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen müssen wissen und nachvollziehen können, welche internen Prozesse in den Maschinen ablaufen und welche Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Maschinenkomponenten bestehen.
Maschineneinstellungen vornehmen	Die Mechatroniker/-innen müssen wissen, wofür die einzelnen Parameter und Variableneinstellungen stehen und was eine Veränderung dieser zur Folge hat.
IT-Anwenderkenntnisse	Die Monteure und Monteurinnen sollten wissen, wie ein Betriebssystem aufgebaut ist. Sie sollten außerdem wissen, was ein Update ist, was es i. d. R. bewirkt und es (de-) installieren können.
Metalltechnische Grundlagen	Metalltechnische Grundlagen sind weiterhin von hoher Relevanz, besonders in Zusammenhang mit der Erstellung von Provisorien oder von Um- und Anbauten an Maschinen. Sie sollten unter anderem schweißen, hartlöten, kleben, nieten, feilen und bohren können.
Alternative Antriebe	In Bezug auf die Arbeit an Maschinen mit alternativen Antrieben benötigen die Mechatroniker/-innen ein gutes, elektronisches Grundverständnis und einen sicheren Umgang mit Messgeräten.

	Daneben sollten sie über Kenntnisse zum Aufbau und zu den Funktionen eines Stromnetzes verfügen.
Hochvolttechnik	Sie müssen befähigt und berechtigt sein, an Hochvolt-Elementen zu arbeiten (‚Fachkundige Person Hochvolt').
Sensortechnik	Die Mechatroniker/-innen sollten in der Lage sein festzustellen, ob ein Sensor fehlerhaft ist und ihn ggfs. ersetzen und anlernen können. Hierfür sollten sie den Aufbau, die allgemeine Funktionsweise und die Grundprinzipien der Sensortechnik beherrschen.
Konnektivität von Maschinen	Sie sollten Schnittstellen, bspw. zwischen Maschinen und Systemen oder zwischen Maschinen und dem Internet, prüfen und bilden können.
GPS-Steuerung	Die Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen sollten über ein grundsätzliches Verständnis und Hintergrundwissen zur GPS-Steuerung verfügen. In diesem Zusammenhang sollten sie auch wissen, wie ein Satellitensystem funktioniert.
Dokumentation von Arbeitsprozessen	Die Monteure und Monteurinnen sollten in der Lage sein, ihre Arbeitsprozesse und -ergebnisse vollständig und für Dritte nachvollziehbar in schriftlicher Form zu dokumentieren. Sie sollten darüber hinaus ein Bewusstsein für die Wichtigkeit dieser Dokumentationen besitzen, insbesondere in Zusammenhang mit der nachfolgenden Rechnungsstellung und mit Garantiefällen.
Kommunikative Fähigkeiten	Sie sollten fähig sein die vorliegenden Probleme, ihr Reparaturvorgehen und die -ergebnisse gegenüber Dritten plausibel und nachvollziehbar zu erläutern. Außerdem sollten sie über grundlegende Kenntnisse und Fähigkeiten der Gesprächsführung und der Einwandbehandlung verfügen.
Fremdsprachenkenntnisse	Die Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen sollten ein grundständiges Maß an fachbezogenen Englischkenntnissen besitzen.
Umweltschutz	Die Monteure und Monteurinnen sollten ein Bewusstsein für die Auswirkungen ihrer Arbeit auf die Umwelt besitzen und etwaige (Gefahr-) Stoffe korrekt entsorgen können.
Lebenslanges Lernen	Sie sollten ein Bewusstsein für die schnellen technologischen Veränderungen besitzen und bereit sein, sich regelmäßig weiterzubilden und diesen Entwicklungen zu folgen.
Leitende Mitarbeitende	
Kommunikative Fähigkeiten	Weiterhin sollten die Personen in einer leitenden Funktion fähig sein, mit Konflikten und Beschwerden umzugehen und diese zu lösen.

(Selbst-) Reflexion	Insbesondere die leitenden Mitarbeitenden sollten in der Lage sein, ihre eigene Arbeit sowie die Werkstatt- und Arbeitsabläufe zu reflektieren und ggfs. Anpassungen in die Wege zu leiten.

Tabelle 2 - Kurzdarstellung der geschäftsfeldspezifischen Qualifizierungsbedarfe

Geschäftsfeldspezifische Qualifizierungsbedarfe und Themen	
Geschäftsfeld	Spezifische Qualifizierungsbedarfe und Themen
Außenwirtschaft	• Landwirtschaftliches Grundwissen • Precision Farming • *Pflanzenschutz* • *Beratung im Bereich Datenmanagement und -auswertung (z. B. Telemetriedaten)*
Innenwirtschaft	• Grundwissen zum Milchvieh • Kältetechnik • Netzwerktechnik • Robotertechnik
Baumaschinentechnik	• Digitale Baustelle • Individuelle Kundenaufträge • *Autonomes Fahren* • *Kommunikation der Maschine und damit einhergehendes Datenmanagement*
Motorgerätetechnik	• Robotertechnik • Online-Handel
Flurfördertechnik	• Elektronik • *Autonomes Fahren*

Für eine ausführliche Darstellung der geschäftsfeldspezifischen Qualifizierungsbedarfe vgl. Schlöglmann, 2022a ab S. 137 sowie die Ergebnisdarstellung der einzelnen Geschäftsfelder.

Unter allen Qualifizierungsbedarfen stechen besonders die kommunikativen Fähigkeiten, das Durchführen von Diagnosen und das System- und Prozessverständnis hervor, da diese signifikante und weitreichende Auswirkungen auf den gesamten Arbeits- und Geschäftsprozess haben.

WEITERBILDUNGSVERHALTEN:

Basierend auf den Interviewaussagen ist die Weiterbildungsbereitschaft in der Branche als sehr hoch einzustufen, insbesondere in Bezug auf Herstellerschulungen.

Neben herstellerspezifischen Schulungen werden auch unabhängige Kursangebote in Anspruch genommen. Häufig handelt es sich dabei um Kommunikationsschulungen, aber auch andere, insbesondere Grundlagen-Kurse, werden von den Unternehmen nachgefragt. Einige der Interviewten wünschen sich darüber hinaus explizit mehr herstellerunabhängige Angebote zu grundlegenden Themen.

Die Unterstützungsbereitschaft seitens der Betriebe ist ebenfalls als hoch einzuschätzen. Viele der sich in einer beruflichen Qualifizierung befindlichen Befragten berichteten von individuellen Absprachen und Unterstützungs-Modellen wie bspw. einer Freistellung oder einer garantierten Beschäftigung nach der Qualifizierung, monetärer Unterstützung in Form einer (Prüfungs-) Kostenübernahme oder eines Nebenjobs zur Finanzierung der beruflichen Weiterbildung.

Im Vergleich überwiegt die Teilnahme an Herstellerkursen eindeutig, was jedoch in Anbetracht der unterschiedlichen Händlerverträge und der Herstellerspezifika nicht überrascht. Nichtsdestotrotz kann davon ausgegangen werden, dass die Betriebe und die Mitarbeitenden der Branche ein allgemeines Bewusstsein für die Notwendigkeit von Weiterbildungen besitzen, wie auch die Bereitschaft zu lebenslangem Lernen. Diese These wird auch durch die Ergebnisse der zweiten Studie des FBH gestützt, die im nächsten Abschnitt vorgestellt werden.

3.2 ERGEBNISSE ZU WEITERBILDUNGS- UND QUALIFIZIERUNGSANGEBOTEN (FBH)

Wie bereits in Abschnitt 2.2 erwähnt, wurden insgesamt 828 Kurse von 47 Anbietern erfasst. Den größten Teil des im Rahmen der Marktanalyse erfassten Bildungsangebots der Branche bildet dabei das Weiterbildungsangebot der Hersteller. Die exakte Anzahl und Verteilung der Kurse auf die unterschiedlichen Anbieter-Typen zeigt Tabelle 3:

Tabelle 3 - Anzahl der erfassten Anbieter und Kursangebote nach Anbieter-Typ[3]

Anbieter-Typ	Anzahl Anbieter	Anzahl Kurse
Kammern	19	194
Verbände	3	19
Hersteller	17	498
Andere Bildungsanbieter	8	117
Gesamt:	**47**	**828**

Bei den erfassten Herstellerkursen überwiegen die Grundlagenkurse, wohingegen das Portfolio der Kammern, Verbände und anderer Bildungsanbieter mehr Aufbau- als Grundlagenkurse enthält (vgl.

[3] Quelle: Schlöglmann, 2022b, S. 14

Schlöglmann 2022b Abschnitt 3.3). Für ca. die Hälfte der Kurse ist außerdem die erfolgreiche Teilnahme an einem anderen Kurs notwendig (vgl. Schlöglmann 2022b Abschnitt 3.7.1).

In den 828 erfassten Kursen werden insgesamt 48 verschiedene, thematische Schwerpunkte angesprochen. Das vielfältigste Angebot besitzen hierbei die Kammern (35 verschiedene Themen), gefolgt von anderen Bildungsanbietern (30 Themen), den Herstellern (27 Themen) und den Verbänden (10 Themen). Das am häufigsten angesprochene Oberthema sind „Fahrzeugschulungen". Insgesamt bieten die 17 erfassten Hersteller 257 Fahrzeugschulungen an, womit ihr Angebot besonders spezifisch ist (vgl. dazu Schlöglmann 2022b Abschnitt 3.4).

Ein Teil der Schulungen richtet sich speziell an Mitarbeitende eines bestimmten Qualifikationsniveaus (Gesellen/Gesellinnen mit und ohne Weiterbildung, Meister/-innen mit und ohne Weiterbildung) sowie an Personen mit spezifischen Arbeitsaufgaben und Rollen im Unternehmen (vgl. dazu Schlöglmann 2022b Abschnitt 3.6.2 und 3.7.2). Der Großteil der im Zuge der Marktanalyse erfassten Schulungen richtet sich darüber hinaus nicht nur an Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen, sondern auch an Vertreter/-innen anderer Berufe. Hier sind insbesondere Kfz-Mechatroniker/-innen, Anlagenmechaniker/-innen für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik, sowie Metallbauer/-innen zu nennen (vgl. dazu Schlöglmann 2022b Abschnitt 3.6).

Die Mehrzahl der Kurse wird außerdem in Vollzeit abgehalten und bedarf der erfolgreichen Teilnahme an einer abschließenden Prüfung (vgl. Schlöglmann 2022b Abschnitt 3.8.1 und 3.9).

Die Nachfrage in Form der Teilnehmendenzahlen über alle Themenschwerpunkte hinweg war in den vergangenen drei Jahren konstant, was darauf hindeutet, dass das Qualifizierungsangebot der -nachfrage entspricht. Die meisten Kurse wurden in den vergangenen drei Jahren zu den Themen „Sicherheitsüberprüfung", „berufliche Qualifizierung", „Arbeitssicherung", „Elektrotechnik" und „Hydraulik" besucht. Die Kurse zu den Themen „GPS-Technik / Telemetrie" und „Smart-Farming" wurden am wenigsten nachgefragt. Dies könnte darauf hindeuten, dass diese Themen (noch) nicht alle Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen in ihrem Arbeitsalltag betreffen (vgl. dazu Schlöglmann 2022b Abschnitt 3.11).

Die hohe Anzahl der unterschiedlichen Themen sowie die verschiedenen, angesprochenen Zielgruppen und die kontinuierliche Kursnachfrage zeigen, wie breit das Weiterbildungsangebot und die –nachfrage der Branche sind. Die Inhalte sowie die Notwendigkeit neuer Weiterbildungen sind geprägt von neuen Entwicklungen. Welche technologischen Entwicklungen die LandBauTechnik-Branche derzeit besonders tangieren, zeigen im nächsten Kapitel die Ergebnisse des HPI.

3.3 ERGEBNISSE ZU TECHNOLOGISCHEN ENTWICKLUNGEN (HPI)

AUSGEWÄHLTE ERGEBNISSE DER ONLINE-UMFRAGE:

Die folgenden Ergebnisse zeigen auf, wie Lernende und Absolventen/Absolventinnen ihre Fähigkeiten in verschiedenen Bereichen selbst einschätzen (Abbildung 5). Deutlich werden dabei die meist gut ausgeprägten Fähigkeiten aller abgefragten Bereiche. Signifikant sind dennoch die nicht vorhandenen Fähigkeiten im Bereich der Hochvolttechnik. Auch im Bereich der alternativen Antriebstechniken, Betriebsführung, Digitaltechnik und der Elektronik / Bussysteme sehen mehr als 50% der Befragten eher mittelmäßige bis kaum vorhandene Fähigkeiten.

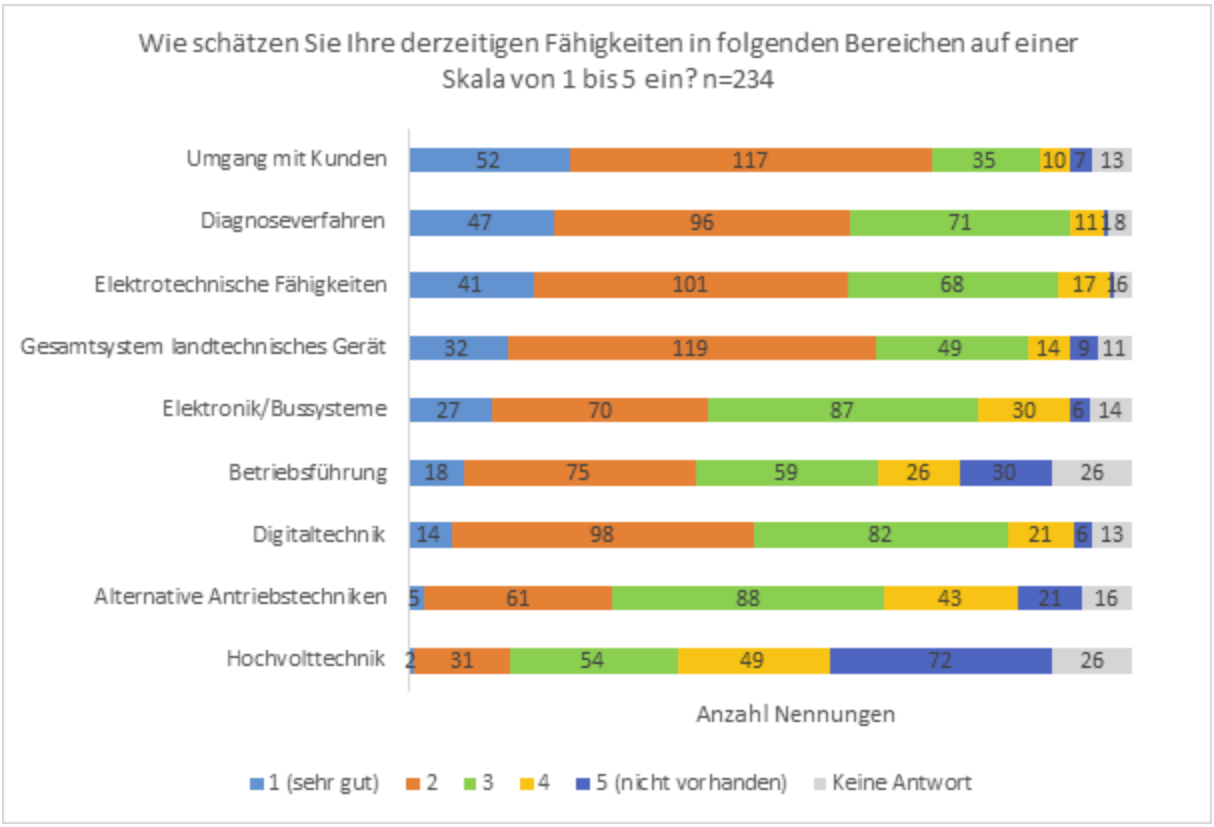


Abbildung 5 - Einschätzungen der Befragten zu den eigenen Fähigkeiten

Bezüglich der im Arbeitsalltag auftretenden neuen Technologien herrscht eine breite Streuung der Nennungen (Abbildung 6). Hier spielen unterstützende Systeme oder Entwicklungen für die Diagnose und die Reparatur, wie z. B. Datenbanken von Herstellern, Diagnosesysteme oder auch Repair / Maintenance-Informationssysteme, aktuell eine große Rolle. Ebenfalls großen Einfluss haben Technologien oder Entwicklungslinien wie selbstfahrende Systeme, mobile Datenerfassung, Sensortechnik an Fahrzeugen und Steuerungssysteme. Aus Sicht der Lernenden und Absolventen/Absolventinnen spielen aktuell Technologien oder Systeme wie alternative Antriebstechniken, Big Data, künstliche Intelligenz,

Tractor Implement Management (TIM) und Vernetzungssoftwares wie „Agrirouter“ oder „Next Farming“ kaum eine bis gar keine Rolle. Deutlich wird ebenfalls die Unwissenheit über Begrifflichkeiten wie „Big Data“, TIM, „Agrirouter“ sowie „Next Farming“.

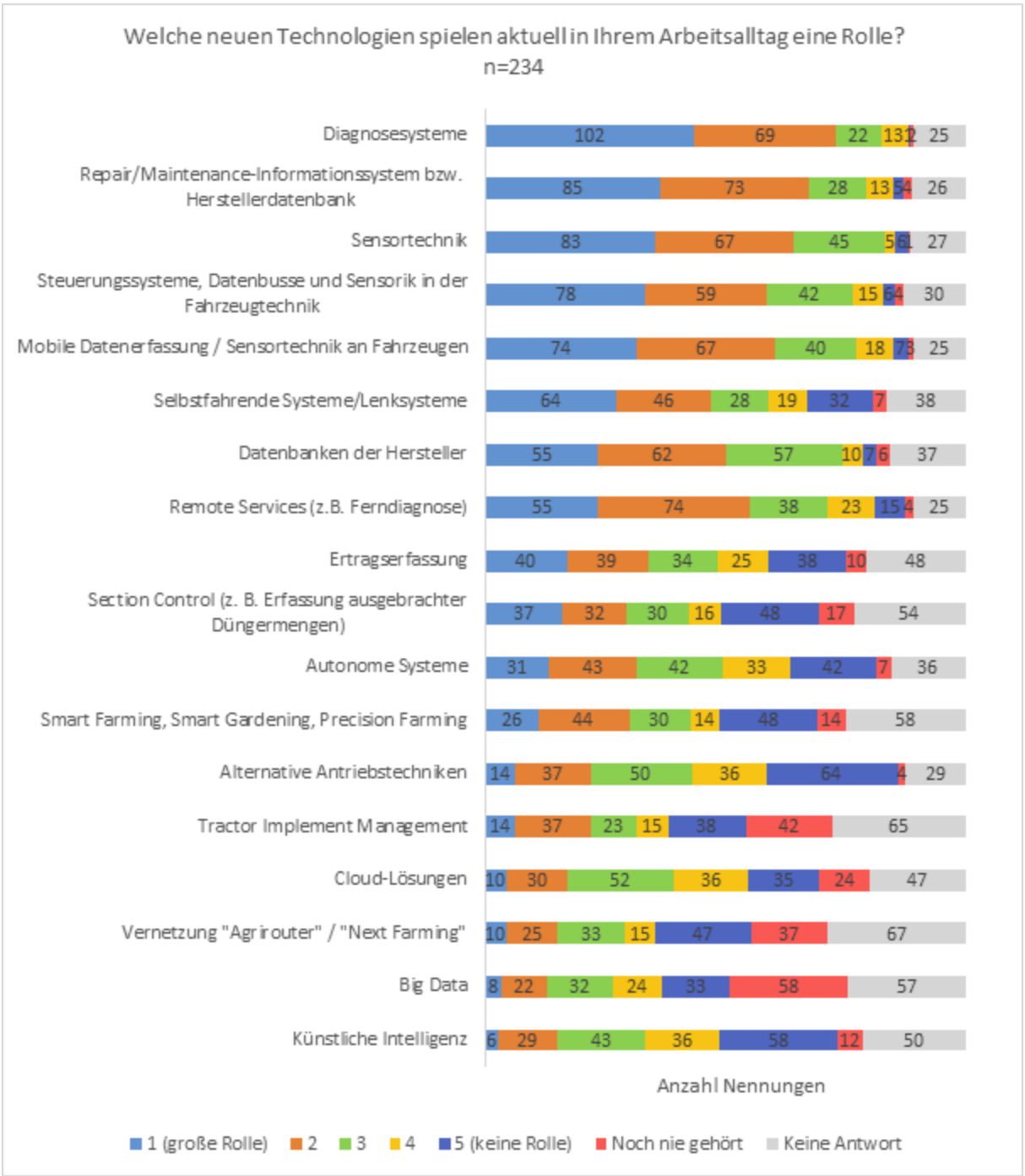


Abbildung 6 - Neue Technologien im Arbeitsalltag der Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen

Betrachtet man die selbst eingeschätzten Vorkenntnisse der Befragten im Hinblick auf bestimmte Technologien wird deutlich, dass sich auch hier in den meisten Bereichen mehr als 50% schlecht auf

die abgefragten Technologien vorbereitet fühlen (Abbildung 7). Demnach besteht der meiste Schulungsbedarf in den Bereichen der alternativen Antriebstechniken, autonomen Systeme, Big Data, Cloud-Lösungen, Ertragserfassung, künstliche Intelligenz, Smart Farming, TIM und Vernetzung. Im Umgang mit den Datenbanken der Hersteller, Diagnosesystemen, Repair / Maintenance-Informationssystemen und Sensortechnik fühlen sich die Befragten überdurchschnittlich gut vorbereitet.

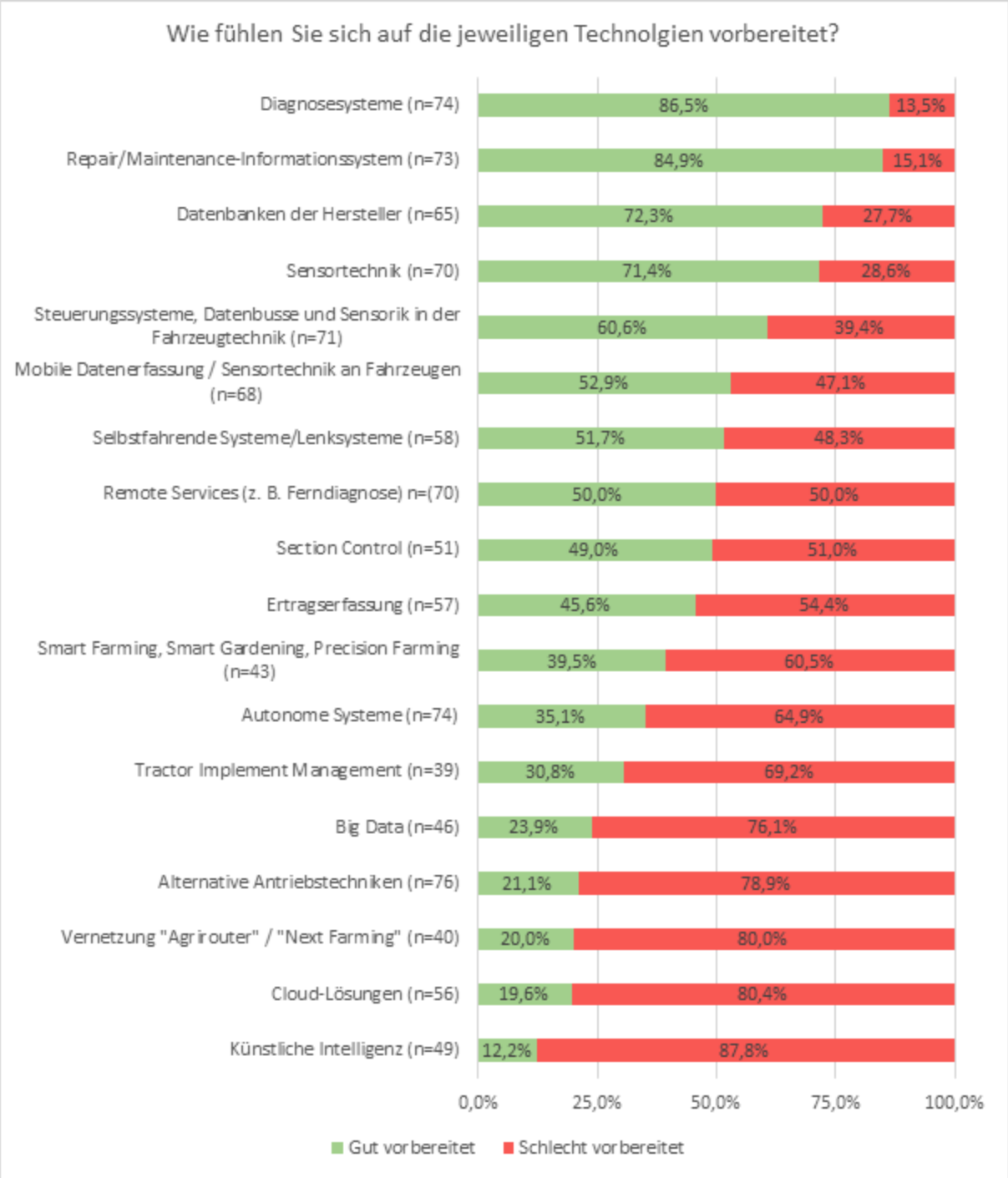


Abbildung 7 - Einschätzungen der Befragten zur eigenen Vorbereitung auf die Technologien

TECHNOLOGISCHE ENTWICKLUNGEN IN DER RETROSPEKTIVE:

Schon in den vergangenen Jahren setzte sich der Begriff „Smart“ in allen Teilbereichen und Geschäftsfeldern der LandBauTechnik durch. Stichworte wie Smart Farming oder Precision Farming beschreiben den Einsatz neuer Technologien mit dem Ziel der Effizienzsteigerung oder der zielgerichteten landwirtschaftlichen Nutzung. Gepaart mit vermehrtem Einsatz alternativer Antriebstechniken führt der Einsatz neuer Technologien zu einer verminderten Umweltbelastung. Alternative Antriebsmethoden sind in den letzten Jahren, insbesondere im Bereich der Kleingeräte, weit vorgedrungen. Bei großen Maschinen hat die Elektrifizierung in den letzten Jahren eher in Form von kleinen Elektromotoren (z. B. Stellmotoren), also kleinen Bauteilen, zugenommen.

Eine größere Entwicklung der letzten Jahre stellt der Einsatz von Sensorik dar. Zum einen zur Umwelt- bzw. Datenerfassung in land- bzw. bauwirtschaftlichen Verfahren, zum anderen bieten Sensoren für Assistenzsysteme den ersten Schritt in Richtung autonome Fahr- und Arbeitsweise. Im Fokus steht dabei, aufgrund gesetzlicher Regelungen, zunächst die Unterstützung bei der Verrichtung der Arbeit und nicht der vollständige, autonome Maschinenbetrieb. Weitere Sensortechnik wird in der Gutflussbeobachtung und der optischen Beimengentrennung in Form von Kamera- und Videosystemen eingesetzt.

Durch die wachsenden Anteile neuer Technologien an und in Land- und Baumaschinen nimmt vor allem die Maschinen-Architektur immer weiter zu. Dabei steigt die Anzahl verbauter Module in einer Maschine und durch verbesserte Entwicklungsmethoden werden Bauteile immer kleiner und Motorenräume immer unübersichtlicher. Dadurch nimmt die Gesamtgröße an Maschinen stetig zu und ihre Komplexität steigt ebenfalls. Im Falle der Baumaschinen nahm und nimmt die Maschinen-Komplexität durch 2D- und 3D-Steuerungssysteme auf z. B. Kettenbaggern oder Raupen und durch zusätzlich verbaute Sensorik erheblich zu. Im Rahmen von Building Information Modeling (BIM) und „digitalen Baustellen“ können Arbeitsprozesse und Wertschöpfungsketten in der Baumaschinentechnik heutzutage bereits weitestgehend digitalisiert werden.

Eine weitere große Entwicklung der letzten Jahre ist die mögliche Konnektivität und Vernetzung von Land- und Baumaschinen. Dabei herrscht schon heute ein hoher Grad an Vernetzung und Integration von Maschinen im Gesamtsystem der jeweiligen Verfahren. Maschinen kommunizieren durch Maschine-Maschine-Interaktion, Maschine-Internet-Interaktion oder Maschine-Umwelt-Interaktion und produzieren riesige Mengen an Daten.

Im Bereich des Services und Handels haben sich die größten Veränderungen bzw. Entwicklungen in der Unterstützung von Kunden/Kundinnen und im Bereich der Wartung ergeben. Durch Remote-Service und Wartungskalkulationsprogramme streben die Hersteller einen besseren Support der Maschinen

sowie eine bessere Unterstützung der Kunden/Kundinnen beim Umgang mit Fehlermeldungen an. Durch vorrausschauenden Service in Bezug auf Verschleißeinschätzungen können rechtzeitig Hinweise darauf gegeben werden, welches Bauteil an der Maschine als nächstes getauscht werden muss. Dabei kann z. B. bei der sog. Öldiagnose frühzeitig erkannt werden, in welchem Zustand sich das Öl befindet und ob bzw. wann ein Ölwechsel stattfinden muss. Zusätzlich kann der Service durch direkte Wartungserinnerungen für Kunden/Kundinnen die Inspektionsfälligkeit von Maschinen besser einschätzen und den Prozess im Vorhinein im Hinblick auf Ersatzteile und nötige Wartungsarbeiten planen, wodurch Arbeitsprozesse effizienter gestaltet werden können. Maschinen können somit Wartungen oder Inspektionen zum optimalen Zeitpunkt durchlaufen, um möglichst schnell wieder auf dem Feld oder der Baustelle einsetzbar zu sein (vgl. Ramm 2022, 25 ff.).

TECHNOLOGISCHE ENTWICKLUNGEN IN DER PROSPEKTIVE:

Den größten Forschungsbereich in Bezug auf die LandBauTechnik stellt zurzeit der Bereich der Vernetzung und des Datenmanagements / Big Data dar. Hierbei stehen die Vernetzung von Maschine und Maschine, von Maschine und Hof, von Maschine zu Ackerschlagkartei und andere Vernetzungsoptionen im Fokus. Primär wird erforscht, wie im drahtlosen Verfahren Daten von A nach B transportiert werden, für wen innerhalb der Wertschöpfungskette, z. B. für den/die Landwirt/-in selbst, diese Daten von Relevanz sind und wie diese nutzenmaximierend genutzt werden können. Dadurch können Arbeitsprozesse verbessert und optimale Ergebnisse mit weniger Einsatz von Ressourcen erzielt werden. Ein weiterer Fokus im Forschungsbereich „Vernetzung“ liegt auf der Optimierung von Prozess- und Logistik-Ketten. Dabei geht es primär um die Verbesserung der Gesamteffizienz und -wirtschaftlichkeit von Logistik-Ketten durch die Vernetzung aller Akteure, welche im Prozess eingebunden sind. In diesem Zusammenhang werden schon seit Jahren Systemlösungen entwickelt, bei denen die Automatisierung dieser Prozessketten im Vordergrund steht. Dabei werden die Maschinen innerhalb dieser Ketten nicht mehr als einzelnes Element gesehen, sondern es wird erforscht, inwieweit einzelne Prozessteilnehmer/-innen miteinander kommunizieren können, um Interaktionen untereinander optimal zu gestalten.

Einen weiteren, großen Bereich in der Forschung und Entwicklung stellt der autonome und automatisierte Maschinenbetrieb dar. Dabei liegt der Fokus hauptsächlich auf der Effizienzsteigerung sowie auf dem intelligenten und autonomen Arbeiten der Maschinen, um bspw. dem/der Fahrer/-in den Maschinenbetrieb angenehmer zu gestalten oder auch, um Komfortfunktionen im Sinne von Fahrerentlastung zu ermöglichen. Des Weiteren können gesamte Arbeitsvorgänge durch Maschinen „ersetzt“ und durch automatisierte Lenkeinrichtungen autonom gestaltet werden, wie z. B. die autonom fahrende Verdichtungswalze in der Straßenfertigung (vgl. Ramm 2022 Abschnitt 4.3).

Zukunftsträchtig und bei den Herstellern von Land- und Baumaschinen teilweise bereits in der Entwicklung ist zurzeit das Themengebiet der Fernwartung und der Ferndiagnose. Im Bereich der Baumaschinen können zukünftig Maschinen „über den Bildschirm“ repariert werden. Dabei setzt der/die Monteur/-in vor Ort Kamera- / Brillensysteme ein, um aus der Ferne bei der Fehlersuche und Diagnose unterstützt zu werden. Gleichermaßen wandeln sich in Zukunft die Arbeitsprozesse von Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen durch herstellerseitige Unterstützungsstrukturen in Form von digitaler Arbeitsunterstützung. Dabei wollen die Land- und Baumaschinenhersteller durch die zunehmende Bereitstellung digitaler Schaltpläne, Handbücher und Schulungsunterlagen (On-Demand-Systeme), detaillierter Lösungsdatenbanken, Remote-Diagnose Diensten sowie On-Board-Diagnose-Systemen die Diagnoseprozesse vereinfachen und unterstützen (vgl. Ramm 2022 Abschnitt 4.6).

Der Elektrifizierung wird in Zukunft ein noch größerer Stellenwert zuteilwerden. So mutmaßen die interviewten Experten/Expertinnen, dass in Zukunft kleinere Hydraulikbauteile an Maschinen durch elektrisch angetriebene Bauteile ersetzt werden könnten. Auch die elektrische Antriebstechnik wird in Zukunft zunehmen, jedoch eher bei kleineren Maschinen mit geringerer Leistungsdichte. Dass Verbrennungsmotoren bei großen Maschinen gänzlich durch elektrische Antriebe verdrängt werden, wird als eher unwahrscheinlich eingeschätzt.

Der Einsatz von Robotik ist schon im „autonomen“ Pflanzenschutz und zur Unkrautbekämpfung gegenwärtig. Der weitere Ausbau von Robotik wird in Zukunft geschäftsfeldabhängig eher in der Innenwirtschaft geschehen und nicht in Form von Schwarmrobotik bei großen Land- und Baumaschinen. Ausschlusskriterium für den Einsatz von Robotik bei z. B. der Ernte ist die Schwierigkeit der Programmierung und des „Lernens“ von Vorgängen der jeweiligen Roboter in Bezug auf individuelle Erntevorgänge.

Automatische Lenksysteme und das autonome Fahren sollen laut der interviewten Experten/Expertinnen in naher Zukunft bereits Standard auf jeder großen Land- und Baumaschine sein. Entscheidender Faktor in Deutschland für den Einsatz autonomen Maschinenbetriebs ist aktuell noch die gesetzliche Lage. Diese verbietet derzeit den Einsatz autonom fahrender Maschinen in vielen Bereichen, wie z. B. auf dem Feld, aufgrund der Gefährdungspotenziale für den Menschen. Dennoch ist die Entwicklung vom „autonomen Fahren“ in Deutschland schon so weit fortgeschritten, dass die Systeme bereits vorhanden sind und *„[…] dass man hier [schnell] umschalten könnte auf autonomes Fahren“* (IH03).

Der Einsatz von Sensorik in der LandBauTechnik wird in Zukunft noch breiter. In der Vergangenheit erfolgte dies zum großen Teil im Bereich der Erfassung von Maschinenzuständen. Gegenwärtig, aber auch in Zukunft, wird der Einsatzbereich von Sensoren an Land- und Baumaschinen aber durchaus breiter. Somit wird die Anzahl an verschiedenen Sensoren zu diversen Zwecken an einer Maschine

steigen. Dabei kommen Sensoren vermehrt zum Einsatz, wenn eine Maschine automatisiert und durch verschiedene Assistenzsysteme betrieben wird, bzw. betrieben werden kann. Ferner werden zusätzliche Sensoren für die Positionsbestimmung von Baumaschinen für 3D-Maschinensteuerungssysteme und für die Personenerkennung oder auch die Wildkitzerkennung und -rettung an Maschinen verbaut. Ein weiteres Feld der Sensorik zeigt sich laut Experten/Expertinnen der Wissenschaft in der Vernetzung von Feldsensoren und Wetterdaten (vgl. Ramm 2022 Abschnitt 4.4).

Aktuelle und zukünftige technologische Entwicklungen können je nach Relevanz und zeitlicher Durchdringung unterschiedliche Auswirkungen auf die LandBauTechnik nehmen. Im Rahmen der Studie ergaben sich in der Zusammenarbeit mit den in Kapitel 2.3 genannten Experten/Expertinnen im Format eines Workshops deutliche Ergebnisse dazu. Abbildung 8 stellt die Ergebnisse des Experten/-innen-Workshops dar. Signifikant sind hier die Einschätzungen zu den kurzfristig relevanten Technologien bzw. Entwicklungslinien „Hochvolttechnik“ im Zuge der alternativen Antriebe und Hybridisierung von Maschinen, „Datenmanagement“ als Auswirkung der steigenden „Konnektivität und Vernetzung“ von Maschinen in Wertschöpfungsketten, „Mechatronische Systeme“ im Sinne des Zusammenwirkens von Mechanik, Elektronik und Informatik sowie „Smart Farming“ als Überbegriff des „intelligenten Arbeitens“ von Maschinen in der Landwirtschaft. Von größter Bedeutung sind den Experten/Expertinnen nach in kurzfristiger zeitlicher Durchdringung die Entwicklungsfelder „Datenmanagement” und „Konnektivität / Vernetzung” (vgl. Ramm 2022, 37 ff.).

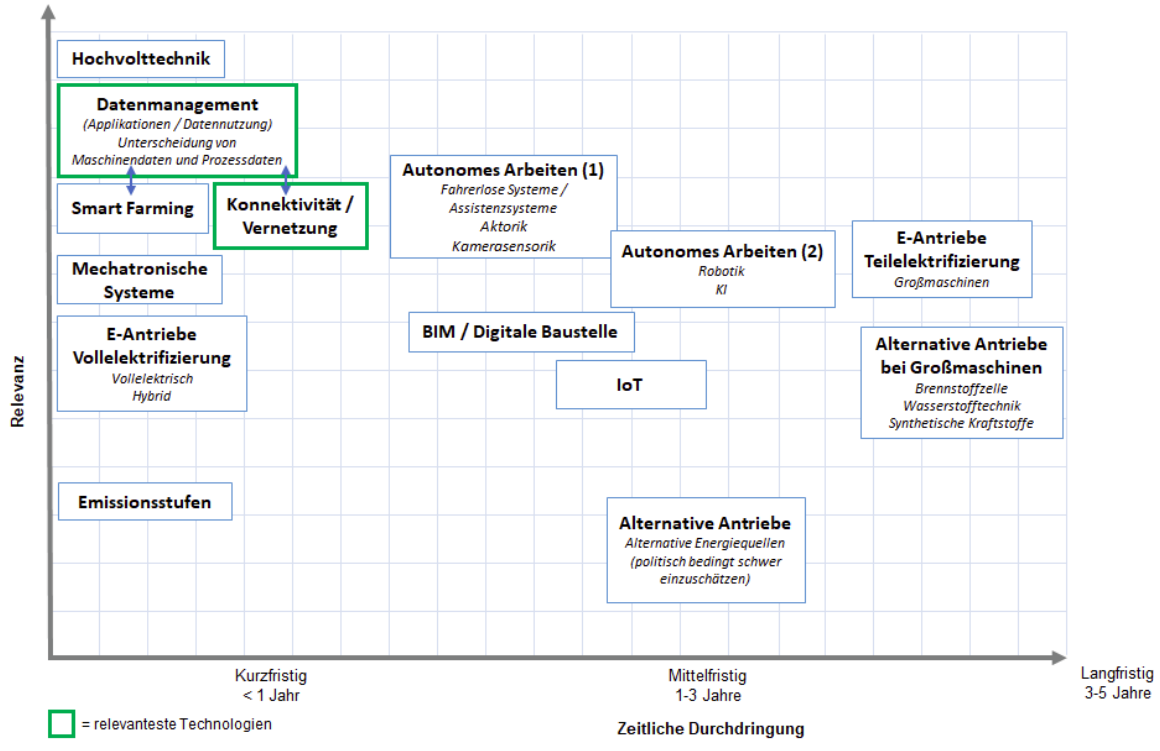


Abbildung 8 - Relevanz und zeitliche Durchdringung von technologischen Entwicklungen und Entwicklungslinien

3.4 AKTUELLE ENTWICKLUNGEN UND IHRE AUSWIRKUNGEN AUF DIE FACHARBEIT UND DIE BERUFLICHE BILDUNG IN DER LANDBAUTECHNIK-BRANCHE

Wie zu Beginn bereits angekündigt, folgen in diesem Teilkapitel die Präsentation der zusammengeführten Analyseergebnisse des FBH und des HPI und somit die Darstellung der aktuellen technologischen Entwicklungen in der LandBauTechnik-Branche unter Berücksichtigung aller erfassten Perspektiven. Die im Zuge der Themensortierung und –clusterung herauskristallisierten, technologischen Entwicklungen werden hier zusammen mit ihren Auswirkungen auf die berufliche Tätigkeit sowie auf die berufliche Bildung der Branche in alphabetischer Reihenfolge dargelegt.

ANTRIEBSTECHNIK:

Alternative Antriebstechniken sind in einzelnen Geschäftsfeldern der LBT-Branche bereits zahlreich im Einsatz. In der Flurfördertechnik, der Motorgerätetechnik und auf innerstädtischen Baustellen gibt es bspw. eine Vielzahl kleinerer, elektrisch betriebener Maschinen. Im Bereich der Großmaschinen ist dies bislang nicht der Fall. Besonders auf Großbaustellen, auf dem Feld und auch im Forst (große Forstmaschinen) gestaltet sich der Einsatz von Elektro-Antrieben schwierig, da die benötigte Ladeinfrastruktur nicht gegeben ist, die benötigte Leistungsdichte durch elektrische Antriebe nicht erreicht werden kann und die Leistungszeiten der Maschinen noch zu gering sind.

Neben batteriebetriebenen Maschinen sind weitere alternative, elektrische Antriebsmöglichkeiten wie bspw. Wasserstoff-Brennzellen möglich. Auch eine Ausweitung der Hybridisierung ist laut Experten/Expertinnen denkbar. Welche dieser Alternativen sich langfristig durchsetzen wird, ist noch nicht absehbar.

Abhängig davon, welche oder wie viele verschiedene, alternative Antriebe in Zukunft in den Maschinen zu finden sind, besteht möglicherweise die Notwendigkeit einer Spezialisierung der Mitarbeitenden auf einzelne Antriebstechniken. Gegebenenfalls bedarf es hierzu entsprechender Schulungen bspw. zur Funktionsweise und zur Diagnose eines Wasserstoff-Antriebs, so wie es heute bereits ein Angebot an Hochvolt- und Getriebe-Schulungen gibt.

Außerdem vermuten die Experten/Expertinnen, zusätzlich zu den elektrischen „Hauptantrieben", zukünftig auch einen vermehrten Einsatz kleiner Elektromotoren, die kleinere Hydraulikbauteile ersetzen könnten, z. B. elektrische Stellmotoren anstelle von Hydraulikmotoren zur feineren Regelung von Klappen. Dass die Hydraulik aber gänzlich aus den Maschinen verschwinden wird, ist hingegen schwer vollstellbar.

In Anbetracht der steigenden Anzahl an elektronischen Antrieben, ob „groß“ oder „klein“, steigt auch die Relevanz des elektronischen Verständnisses und des Fachwissens im Bereich der Elektronik. Hierzu existieren bereits heute Schulungsangebote unterschiedlicher Anbieter, sowohl seitens der Hersteller,

seitens der Kammern, der Verbände als auch weiterer Bildungsanbieter. Hier ist prospektiv zu prüfen, ob die derzeitigen Inhalte ausreichen oder die Kurse angereichert werden müssen.

AUFTRAGSBEARBEITUNG UND DIAGNOSE:

Die voranschreitende Digitalisierung eröffnet den Betrieben und Mitarbeitenden der LandBauTechnik-Branche in vielen Teilbereichen ihrer Arbeit mehr Optimierungsmöglichkeiten. Besonders signifikant sind diese im Bereich der Diagnose und der Auftragsbearbeitung.

Die Zahl der Unterstützungsangebote für Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen in ihrem beruflichen Alltag steigt zusehends. Neben bereits nutzbaren digitalen Schaltplänen und Bedienungsanleitungen stellen immer mehr Hersteller ihren Vertragshändlern Lösungsdatenbanken, Remote-Services und die Möglichkeit der Ferndiagnose zur Verfügung.

Für die Mitarbeitenden bedeutet dies eine Vielzahl möglicher Informationsquellen, die jederzeit von jedem Ort zugänglich und verfügbar sein sollen. Jedoch sind diese teilweise durch äußere Rahmenbedingungen eingeschränkt. In den Interviews wurde zwar der Mehrwert dieser Systeme deutlich, jedoch wurde auch mehrfach davon berichtet, dass Online-Angebote aufgrund fehlender Mobilfunknetze am Einsatzort nicht genutzt werden können (vgl. Schlöglmann 2022a, 33, 131). Darüber hinaus bedarf es einer intensiven Auseinandersetzung mit den einzelnen Angeboten, um sich im „Ernstfall“ darin zurechtzufinden.

Im Zuge der Werkstattablauforganisation bieten die genannten Unterstützungsstrukturen ebenfalls viele Vorteile. Eine Ferndiagnose ermöglicht bspw. die passgenaue Vorbereitung von Außeneinsätzen. Darüber hinaus können mit Hilfe von Remote-Services die Wartungen und Verschleißreparaturen von Maschinen bestens geplant und vorbereitet werden.

Um von den beschriebenen Optimierungsmöglichkeiten zu profitieren, bedarf es seitens der Werkstätten einer Reflexion und ggfs. Anpassung der eigenen Abläufe. Zum einen muss das Ferndiagnose-Tool in den Betrieb und dessen Abläufe integriert werden. Zum anderen ist zu klären, wer dieses bedient und die betreffende(n) Person(en) sind zu schulen. Hierbei ist eine Herstellerschulung unerlässlich. Ebenso verhält es sich mit den teils betriebsintern existierenden Informationssystemen. Auch diese müssen mit den Unterstützungsangeboten der Hersteller in Einklang gebracht werden.

Zum Thema „Digitalisierung” existieren Schulungsangebote seitens der Kammern und anderer Bildungsanbieter. In Anbetracht der fortschreitenden Digitalisierung und der damit einhergehenden, notwendigen Reflexion und Anpassung der betriebsinternen Strukturen, Systeme und Abläufe ist künftig zu beobachten, wie insbesondere kleinere und mittlere Unternehmen (KMUs) mit diesen Herausforderungen umgehen. Mit Blick auf die branchenspezifischen Gegebenheiten und Herausforderungen

empfiehlt sich hierbei ein branchenbezogenes Unterstützungsangebot zur Einführung neuer Methoden in der Auftragsbearbeitung und Diagnose, bspw. seitens der Verbände.

AUTONOMES FAHREN:

Autonom fahrende Maschinen können einen maßgeblichen Beitrag zur Effizienzsteigerung leisten und stellen einen großen Forschungsbereich aller befragten Hersteller dar. Es gibt bereits Maschinen, die autonom fahren könnten, jedoch ist hier die Technik weiter als die in Deutschland geltenden und umsetzbaren rechtlichen Regelungen.

Das autonome Fahren von Maschinen kann jedoch nicht als eine neue Technologie i. e. S. bezeichnet werden. Vielmehr ist es ein Entwicklungsfeld, welches sich durch den veränderten und innovativen Einsatz sowie das neuartige Zusammenspiel verschiedener, bereits existierender Technologien auszeichnet. Hierzu zählen bspw. die Sensortechnik, Kamerasysteme, Hard- und Software, Robotik und GPS-Technik. Diese Technologien finden sich an verschiedenen Stellen in der LandBauTechnik-Branche sowie dem Schulungsangebot wieder.

Was mit Blick auf den zukünftigen Einsatz und dadurch auch die notwendigen Wartungen und Reparaturen autonom fahrender Maschinen fehlt, sind Weiterbildungen, die die genannten Technologien unter dem Dach des autonomen Fahrens vereinen und den Fokus auf ihr Zusammenspiel und ihre Interdependenzen legen.

DIGITALE BAUSTELLE:

Bei der digitalen Baustelle verhält es sich ähnlich wie mit den autonom fahrenden Maschinen: Technologien, die bereits an anderer Stelle im Einsatz sind, werden hier gebündelt und ermöglichen durch ihr Zusammenspiel eine neue und digitale Vernetzung und Zusammenarbeit unterschiedlicher Gewerke, wodurch die Arbeitsabläufe auf einer Baustelle besser und effizienter zu koordinieren und zu organisieren sind.

Eine besondere Rolle spielen dabei digitale Steuerungssysteme (2D und 3D) sowie die GPS-Technik (z. B. das Referenzsignal) und die Sensortechnik. Die Einsatzmöglichkeiten und Kombinationen dieser Technologien werden ausgeweitet, wodurch neue Zusammenhänge und Abhängigkeiten entstehen. Daraus resultieren wiederum gesteigerte Anforderungen an die Mitarbeitenden, besonders an ihre Diagnosefähigkeiten und ihr System- und Prozessverständnis.

Betrachtet man die genannten „Einzeldisziplinen", existieren bereits Weiterbildungsangebote von verschiedenen Seiten. Was jedoch auch hier fehlt, sind Angebote, die alles unter dem Deckmantel der digitalen Baustelle vereinen.

KONNEKTIVITÄT UND VERNETZUNG DER MASCHINEN:

Die zunehmende Vernetzung von Maschine, Mensch und Internet hat Einfluss auf alle an der Herstellung, Wartung und Nutzung von Maschinen Beteiligten, sowohl auf die Endnutzer/-innen, als auch auf die Hersteller, Händlerbetriebe und Werkstätten der LandBauTechnik.

Die Konnektivität der Parteien ermöglicht die Sammlung großer Datenmengen zu unterschiedlichen Aspekten, aus denen sich zahlreiche Verwendungsmöglichkeiten für die Praxis ergeben.

Die Endnutzer/-innen (landwirtschaftliche Betriebe) können diese Daten bspw. zur Nachverfolgung ihrer Prozesse nutzen und daraus Informationen zu einer möglichen Optimierung oder auch Automatisierung landwirtschaftlicher Verfahren (Stichwort „Smart-Farming“) gewinnen.

Daneben ermöglichen die Daten veränderte und verbesserte Arbeitsprozesse für die LBT-Werkstätten (bspw. durch die Möglichkeit der Ferndiagnose) und eröffnen den Unternehmen zukünftig auch potenzielle Geschäftsfelder. Laut der interviewten Personen könnten die gesammelten Maschinendaten z. B. als Basis für Beratungsleistungen zum Thema Pflanzenschutz herangezogen werden, was einen neuen Geschäftsbereich für LandBauTechnik-Unternehmen darstellen würde.

Außerdem erlaubt die gesteigerte Vernetzung eine vertikale Integration anderer Parteien und Aktivitäten, bspw. im Rahmen der digitalen Baustelle oder auch die Beratung von Landwirt/-innen hinsichtlich des Pflanzenschutzes.

Weiterbildungsangebote zum Thema „Konnektivität” oder „Vernetzung” existieren derzeit bei keinem Bildungsanbieter. Zu „Datenmanagement” bieten sowohl Kammern als auch Hersteller und andere Bildungsanbieter Schulungen an. Diese befassen sich sowohl mit „technischen” Daten wie bspw. mit der Analyse und Diagnose von Datenübertragungssystemen oder dem Aufbau und der Funktionsweise solcher Systeme, als auch mit „nicht-technischen“ Daten, z. B. mit der Integration von Kundendaten.

Das Schulungsangebot zur Diagnose und zur Arbeit mit und an Datenübertragungssystemen sollte hinsichtlich der Interpretation und Nutzung von Daten ausgebaut werden. Die Mitarbeitenden in der LBT-Branche benötigen hierfür unbedingt Anwenderwissen zu IT-Infrastrukturen und zur Digitaltechnik. Außerdem hilft ihnen (im Bereich der Landmaschinentechnik) landwirtschaftliches Hintergrundwissen bei der Interpretation und Beratung. Dabei ist es für Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen elementar, die Einbindung verschiedener Maschinen in landwirtschaftliche Verfahren und deren „Relevanz" im Gesamtökosystem zu kennen. Ein ausgeprägtes System- und Prozessverständnis ist weiterhin unumgänglich, da die Konnektivität der Maschinen auch gleichzeitig eine erhöhte Komplexität mit sich bringt.

ROBOTERTECHNIK:

Robotertechnik findet bereits heute Anwendung in der LandBauTechnik-Branche. Sie ist insbesondere in der Innenwirtschaft vertreten, z. B. in Form von Stallreinigungsrobotern, Fütterungsrobotern und Melkrobotern. Aber auch in der Außenwirtschaft und der Motorgerätetechnik findet sich der Begriff „Roboter" wieder: Hier sind Feldroboter für den Pflanzenschutz sowie Mähroboter im Einsatz. Letztere haben in den vergangenen Jahren einen deutlichen Aufschwung erhalten, wohingegen Feldroboter noch nicht sehr verbreitet sind.
Es hat sich gezeigt, dass der Begriff „Roboter" sehr facettenreich ist, wie obige Aufzählung bestätigt. In den unterschiedlichen Geschäftsfeldern existieren Roboter unterschiedlicher Ausprägung. Teils wird die Bezeichnung „Robotik" synonym für autonomen Maschinenbetrieb verwendet.

Derzeit erlangen Mitarbeitende, die Wartungen und Reparaturen an Maschinen mit Robotertechnik durchführen, ihr Wissen in entsprechenden Maschinenschulungen der Hersteller. Dabei sind laut Interviewaussagen von Praktikern/Praktikerinnen die benötigten Grundlagen zur Robotertechnik mit abgedeckt (vgl. Schlöglmann 2022a, 75, 114).
Herstellerunabhängige Kurse mit Fokus auf Robotertechnik und ihre Grundlagen oder ihre Funktionsweise, wie es sie zu anderen Technologien gibt, sind derzeit bei keinem Anbietertyp zu finden.
Abhängig davon, wie sich der Anteil der Robotertechnik in der Branche verändert und in welchem Maße die Technologie sich in der Fläche ausbreitet, bedarf es auch hier ggfs. einer Anpassung bzw. Schaffung eines passenden Schulungsangebots oder auch einer Spezialisierung der Mitarbeitenden.

SENSORTECHNIK:

Die Sensortechnik ist an sich keine neue Entwicklung in der LandBauTechnik, jedoch erweitert sich ihr Einsatzgebiet enorm, bspw. im Rahmen verschiedener Assistenzsysteme wie der 3D-Steuerung.
Durch den horizontal erweiterten Einsatz von Sensoren erhöht sich auch die Anzahl der Betrachtungsobjekte in der Arbeit der Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen. Demzufolge steigt die Anzahl der verbauten Sensoren an Maschinen und deren Einsatzgebiet wird breiter. Die Technik hinter den Sensoren bleibt allerdings gleich. Somit werden Diagnosen und Reparaturen nicht mehr nur an den Maschinen selbst durchgeführt, sondern auch an Assistenzsystemen oder Schnittstellen.
Dadurch sind auch die Mechatroniker/-innen „gezwungen", ihr Wissen über Sensortechnik in neuen Arbeitsbereichen anzuwenden, was zunächst eine Transferfähigkeit seitens der betroffenen Personen verlangt.

Allgemeine und herstellerunabhängige Schulungsangebote zum Thema Sensortechnik werden seitens der Kammern angeboten. Hier besteht derzeit kein Handlungsbedarf.

4 FAZIT UND AUSBLICK AUF DIE ZUKÜNFTIGEN HERAUSFORDERUNGEN DER LANDBAUTECHNIK-BRANCHE

Die Ergebniszusammenführung zeigt, dass die LandBauTechnik derzeit von verschiedenen technologischen Entwicklungen geprägt wird. Zum einen ziehen neue Technologien, wie z. B. elektrische Fahrantriebe, in die Branche ein. Zum anderen formieren sich bereits existierende Technologien neu und bilden durch ein innovatives Zusammenspiel neuartige Nutzungsmöglichkeiten (s. bspw. den Abschnitt zu autonomem Fahren in Kapitel 3.4). Letzteres stellt somit keine neue Technologie i. e. S. dar und wird deshalb im Folgenden als „Entwicklungslinie" bezeichnet.

Beide Entwicklungsformen verlangen von den Land- und Baumaschinenmechatronikern/Land- und Baumaschinenmechatronikerinnen umfassende Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Zunächst bedarf jede einzelne Technologie (neuen) Wissens zu ihrer Funktionsweise. Darüber hinaus erfordern neue Entwicklungslinien aufgrund des Zusammenspiels verschiedener Technologien ein umfassendes System- und Prozessverständnis. Zum einen aufgrund der steigenden Maschinenkomplexität, bedingt durch die vernetzte Funktionsweise vielfältiger Komponenten innerhalb einer Maschine, zum anderen durch die Vernetzung unterschiedlicher Maschinen im Gesamtökosystem von land- und bauwirtschaftlichen Verfahren. Ohne das Verständnis über die zusammenhängenden Systeme und Prozesse innerhalb einer Maschine sowie zwischen den verschiedenen Maschinen kann keine strukturierte und zielführende Diagnose oder Reparatur erfolgen.

Essenziell ist in diesem Zusammenhang auch ein gut ausgeprägtes Grundlagenverständnis. Obgleich viel Neues hinzukommt, verschwinden weder „alte" Technologien noch Tätigkeiten, das Gegenteil ist der Fall. Um mit den derzeitigen Entwicklungen Schritt halten zu können, sind die Grundlagen weiterhin von besonderer Wichtigkeit, denn ohne das grundlegende Verständnis einzelner Technologien und Komponenten ist kein umfassendes System- und Prozessverständnis möglich, was wiederum die Arbeit mit und an neuen Entwicklungen und Entwicklungslinien erschwert.

Um die berufliche Handlungsfähigkeit zukünftig sicherzustellen, bedarf es jedoch nicht nur umfangreicher Fachkompetenzen, sondern auch ausgeprägter personaler Kompetenzen. In Anbetracht der schnell voranschreitenden, technologischen Entwicklungen der Branche müssen die Mitarbeitenden in der Lage sein, sich eingehend mit Neuerungen auseinanderzusetzen und sich diese selbst zu erschließen. Die Aus- und Weiterbildung der Branche sollte daher beide Kompetenzfelder gleichermaßen berücksichtigen.

In seiner derzeitigen Form umfasst das Schulungsangebot in der LandBauTechnik (noch) nicht alle im Zuge der hier vorgestellten Studien erfassten, technologischen Entwicklungen und Entwicklungslinien.

Neben Schulungen zu den neuen Technologien sollten auch Angebote zu den Entwicklungslinien erarbeitet werden. Diese sollten alle daran beteiligten Technologien und ihr Zusammenspiel vereinen und damit das „große Ganze" in den Blick nehmen.

Neben der inhaltlichen Anpassung des Aus- und Weiterbildungsangebots stellt insbesondere die Schnelllebigkeit der technologischen Entwicklungen eine Herausforderung für die LandBauTechnik-Branche dar. Um die berufliche Bildung zukunftsfähig und aktuell zu halten, bedarf es einer kontinuierlichen Beobachtung der aktuellen und neuen Entwicklungen sowie ihrer Auswirkungen auf die Facharbeit.

Im Rahmen des laufenden InnoVET-Projekts werden bereits einige der beschriebenen Herausforderungen angesprochen.
Es werden Qualifizierungsangebote auf den DQR-Stufen 4 bis 7 erarbeitet, erprobt und evaluiert. Derzeit arbeitet das Projektteam an Angeboten für Fachkräfte auf DQR-Stufe 4 und einer Weiterbildung für „Serviceleiter/-innen" auf Stufe 6. Die Überarbeitung des Servicetechnikers (DQR 5) mit stärkerem Fokus auf der Diagnosetätigkeit wurde bereits angestoßen. Ein LBT-spezifisches Angebot der Weiterbildung als „geprüfte/r Betriebswirt/-in (HwO)"[4] ist in Planung. Außerdem werden im Rahmen von LBT Forward Zusatzqualifikationen entwickelt, wie z. B. das Online-Lernmodul „landwirtschaftliche Grundlagen". Mit diesem wird grundlegendes Hintergrundwissen zu landwirtschaftlichen Produktionstechniken aufgebaut, was im Zuge der Konnektivität von Maschinen, dem damit einhergehenden Datenmanagement und der möglichen Beratung von Kunden und Kundinnen von Vorteil ist. Weitere Zusatzqualifikationen zu den Themen „Digitaltechnik", „Bussysteme", „Robotik" und „elektrische Antriebe" befinden sich in der Planung.
Daneben soll ein sog. Berufsmonitoring-System konzipiert und in den Strukturen des LandBauTechnik-Bundesverbands e. V. etabliert werden. Mit dessen Hilfe sollen neue (technologische) Entwicklungen erkannt, ihre Branchen- und Berufsrelevanz abgeschätzt, die konkreten Auswirkungen und Veränderungen auf der Facharbeitsebene erfasst und ggfs. notwendige Veränderungen in der Ordnungs- und / oder Curriculumarbeit angestoßen und ausgearbeitet werden können. Mit diesem Vorgehen sollen unter anderem notwendige Spezialisierungen von Mitarbeitenden frühzeitig erkannt und passende Schulungen angeboten werden können. Das Berufsmonitoring soll somit langfristig dazu beitragen, frühzeitig auf neue Entwicklungen und ihre Auswirkungen auf die Facharbeit und die berufliche Bildung der Branche reagieren zu können.

[4] Hierbei handelt es sich nicht um eine neue Weiterbildung neben dem derzeit existierenden Angebot „geprüfte/r Betriebswirt/-in (HwO)", sondern um eine, an den Besonderheiten der LandBauTechnik-Branche ausgerichtete, inhaltliche Kursgestaltung.

Die in dieser Publikation vorgestellten Studien des FBH und des HPI und ihre Ergebnisse bilden, zusammen mit der darauf basierenden Überarbeitung des Berufslaufbahnkonzepts, der Neu- und Weiterentwicklung des Qualifizierungsangebots sowie dem angestrebten Berufsmonitoring eine umfassende Basis, die es ermöglicht, die LandBauTechnik und das Berufsbild „Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in" langfristig modern und zukunftsfähig zu gestalten und den kommenden Herausforderungen wirkungsvoll zu begegnen.

LITERATURVERZEICHNIS

BIBB. 2020. „Wettbewerb ‚Zukunft gestalten - Innovationen für eine exzellente berufliche Bildung' (InnoVET)". *www.bibb.de*. https://www.bibb.de/de/93954.php (24. August 2022).

BMBF. 2020a. „LBT Forward". *www.inno-vet.de*. https://www.inno-vet.de/innovet/de/die-projekte/alle-projekte-von-a-bis-z/lbt-forward (24. August 2022).

BMBF. 2020b. „Wettbewerb InnoVET: Zukunft gestalten - Innovationen für eine exzellente berufliche Bildung". *www.bmbf.de*. https://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/berufliche-bildung/foerderinitiativen-und-program-ur-staerkung-der-berufsbildung/wettbewerb-innovet/wettbewerb-innovet_node.html (24. August 2022).

Döring, Nicola, und Jürgen Bortz. 2016. *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. 5. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer-Lehrbuch. DOI 10.1007/978-3-642-41089-5.

Hüttscher, Tessa, und Rolf R. Rehbold. 2018. *Weiterbildungsangebote im Metallhandwerk - Zweiter Ergebnisbericht im Projekt StarQ-Spezialist*. Köln: Forschungsinstitut für Berufsbildung im Handwerk an der Universität zu Köln, Forschungsinstitut im Deutschen Handwerksinstitut (D H I).

LandBauTechnik Bundesverband e.V. 2020. „Antragskonzept (Gesamtkonzeption) für die Erprobungs- und Umsetzungsphase des Bundeswettbewerbs ‚Zukunft gestalten - Innovationen für eine exzellente berufliche Bildung (InnoVET)' - nicht veröffentlichte Quelle".

Lilienthal, Ines, und Rolf Richard Rehbold. 2014. *Berufspädagogische Gedanken zur Struktur des Teils II der Meisterprüfung als Grundlage für eine mögliche Neustrukturierung*. Köln: Forschungsinstitut für Berufsbildung im Handwerk an der Universität zu Köln, Forschungsinstitut im Deutschen Handwerksinstitut (D H I).

Ramm, Marius. 2022. *Technologische Entwicklungen in der Landbautechnik*. Hannover: Heinz-Piest Institut für Handwerkstechnik an der Leibniz Universität Hannover, Forschungsinstitut im Deutschen Handwerksinstitut (D H I). Ergebnisbericht. https://hpi-hannover.de/dateien/Projektberichte/Technologische_Entwicklungen_in_der_Landbautechnik_Ergebnisbericht_LBT-Forward_neu.pdf?m=1657620513& (28. Juli 2022).

Ranft, Sebastian, und Gert Zinke. 2019. *Berufsbildung 4.0 - Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Der Ausbildungsberuf „Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in" im Screening*. Bonn. https://www.bibb.de/dienst/veroeffentlichungen/de/publication/show/10380 (10. September 2022).

Schlöglmann, Anja. 2022a. *Tätigkeitsprofile und Qualifizierungsbedarfe in der LandBauTechnik-Branche - Analyse von Arbeits- und Geschäftsprozessen und Ableitung von Tätigkeitsprofilen und Qualifizierungsbedarfen im InnoVET-Projekt LBT Forward - erster Ergebnisbericht*. Köln: Forschungsinstitut für Berufsbildung im Handwerk an der Universität zu Köln, Forschungsinstitut im Deutschen Handwerksinstitut (D H I).

Schlöglmann, Anja. 2022b. *Weiterbildungs- und Qualifizierungsangebote in der LandBauTechnik-Branche*. Köln: Forschungsinstitut für Berufsbildung im Handwerk an der Universität zu Köln, Forschungsinstitut im Deutschen Handwerksinstitut (D H I).

Welzbacher, Dr. Christian u. a. 2015. *Digitalisierung der Wertschöpfungs- und Marktprozesse - Herausforderungen und Chancen für das Handwerk* -. Hannover: HPI.