DEUTSCHES HANDWERKSINSTITUT

Marius Ramm, M.Ed.

Technologische Entwicklungen in der Landbautechnik

Eine Studie zu technologischen Entwicklungen im Markt, in Wertschöpfungsketten und Geschäftsprozessen im Rahmen des InnoVET-Projektes LBT Forward
- Ergebnisbericht -

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

Hannover, Juli 2022. Alle Rechte vorbehalten.

Herausgeber:

Interessengemeinschaft des Heinz-Piest-Instituts
für Handwerkstechnik an der Leibniz Universität Hannover e.V.
Wilhelm-Busch-Straße 18
30167 Hannover
Tel.: 0511/7 01 55-0
Fax: 0511/7 01 55-32
E-Mail: info@hpi-hannover.de
Internet: www.hpi-hannover.de

Unter Mitarbeit von:

Jannis Zurheiden, M.A.
(Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik an der Leibniz Universität Hannover)

Anja Schlöglmann, M.Sc.
(Forschungsinstitut für Berufsbildung im Handwerk an der Universität zu Köln)

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Bundesinstitut für Berufsbildung

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

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis **4**

Abbildungsverzeichnis **5**

Tabellenverzeichnis **6**

Vorwort **7**

1 Hintergrund der Studie **8**

1.1 Innovationswettbewerb InnoVET 8

1.2 Projekt LBT Forward 8

1.3 Ziele der Studie 9

2 Methodik **11**

2.1 Analyse 11

2.2 Kategorisierung 14

3 Stand der Technik **15**

3.1 Trends in der Landbautechnik-Branche 15

3.2 Landmaschinentechnik 15

3.2.1 Außenwirtschaft 15

3.2.2 Innenwirtschaft 16

3.3 Baumaschinentechnik 17

3.4 Motorgerätetechnik 18

3.5 Flurfördertechnik 19

3.6 Zusammenfassung 19

4 Ergebnisse **21**

4.1 Ausgewählte Ergebnisse der Online-Umfrage 21

4.2 Entwicklungen und Veränderungen der letzten Jahre 25

4.2.1 Allgemeines 25

4.2.2 Technik, Technologien und Entwicklungslinien 25

4.2.3 Land- und Baumaschinen 26

4.2.4 Service und Handel 26

4.3 Entwicklungen in der Forschung 27
4.4 Zukunftsträchtige technologische Entwicklungen und Entwicklungslinien 27
4.5 Herausforderungen durch und für neue Technologien 29
4.6 Herstellerseitige Unterstützungsstrukturen 30
4.7 Herstellersicht auf Berufslaufbahnkonzept und Karrierepfade 32
4.7.1 Grundausbildung 32
4.7.2 Spezialisierungen 33
4.7.3 Karrierepfade 33
4.7.4 Mögliche Quereinstiege in die Landbautechnik 34
4.8 Personal der LBM 34
4.8.1 Zielgruppe Berufseinstieg 34
4.8.2 Veränderungen und Herausforderungen durch neue Technologien 34
4.8.3 Anforderungen an Kompetenzen 35
4.9 Relevanz und zeitliche Durchdringung von Technologien 37
4.10 Auswirkungen von technologischen Entwicklungen und Entwicklungslinien 39
5 Fazit und Ausblick 43
Literaturverzeichnis 45
Anlage 1: Interviewleitfaden Hersteller 48
Anlage 2: Interviewleitfaden Wissenschaft 50
Anlage 3: Agenda Expert/-innen-Workshop 51
Anlage 4: Arbeitsphasen Expert/-innen-Workshop 52

Abkürzungsverzeichnis

BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BIM	Building Information Modeling
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
DHI	Deutsches Handwerksinstitut e.V.
FBH	Forschungsinstitut für Berufsbildung im Handwerk an der Universität zu Köln
HPI	Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik an der Leibniz Universität Hannover
HWK BLS	Handwerkskammer Braunschweig-Lüneburg-Stade
LBM	Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in
LBT	Landbautechnik
LBT-BV	Landbautechnik Bundesverband e.V.
TIM	Tractor Implement Management
VdAW	Verband der Agrargewerblichen Wirtschaft e.V.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Vorgehensweise Analyse 11
Abbildung 2 – Stand der Technik: Ausprägungen technologischer Entwicklungen nach Teilbranchen/Geschäftsfeldern 20
Abbildung 3 - Teilbranchen der Befragten 21
Abbildung 4 - Einschätzungen der Befragten zu eigenen Fähigkeiten 22
Abbildung 5 - Neue Technologien im Arbeitsalltag der LBM 23
Abbildung 6 - Einschätzungen zur Vorbereitung auf Technologien 24
Abbildung 7 - Ergebnis Vorab-Umfrage: Relevante Technologien für die LBT-Branche 37
Abbildung 8 - Gruppe 1: Relevanz und zeitliche Durchdringung von technologischen Entwicklungen und Entwicklungslinien 38
Abbildung 9 - Gruppe 2: Relevanz und zeitliche Durchdringung von technologischen Entwicklungen und Entwicklungslinien 38
Abbildung 10 - Rotierende Stationsarbeit während der zweiten Arbeitsphase 39
Abbildung 11 - Ergebnis Station 2: Auswirkungen von Konnektivität/Vernetzung auf die Werkstattarbeit, das Personal und die berufliche Aus- und Weiterbildung. 41
Abbildung 12 - Ergebnis Station 1: Auswirkungen von Datenmanagement auf die Werkstattarbeit, das Personal und die berufliche Aus- und Weiterbildung. 42
Abbildung 13 - Aufgabenstellung zur Relevanz und zeitlichen Durchdringung von Technologien 52
Abbildung 14 - Aufgabenstellung zu Auswirkungen von technologischen Entwicklungen und Entwicklungslinien 52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Codierung der Hersteller-Interviews 13
Tabelle 2 - Codierung der Wissenschafts-Interviews 13
Tabelle 3 - Arbeitsschwerpunkte Betriebe der Antwortkategorie „Sonstiges“ 21

Vorwort

Dieser Bericht stellt die Ergebnisse der Studie zu technologischen Entwicklungen im Markt, in Wertschöpfungsketten und Geschäftsprozessen in der Landbautechnik im Rahmen der Analysephase des InnoVET-Projektes „LBT Forward“ dar. Der Ergebnisbericht gibt einen Überblick zum aktuellen Stand technologischer Entwicklungen, zu zukunftsträchtigen Entwicklungslinien und deren Relevanz und Auswirkungen auf die Werkstattarbeit, das Personal und die berufliche Aus- und Weiterbildung in der Landbautechnik.

Mittels einer Literaturrecherche, einer Online-Umfrage mit Lernenden und Absolvent/-innen von beruflicher Aus- und Weiterbildung, sieben Expert/-innen-Interviews von Herstellern und aus der Wissenschaft sowie eines Expert/-innen-Workshops konnten umfassende Aussagen zu Veränderungen, Herausforderungen und Potenzialen technologischer Entwicklungen und Entwicklungslinien in der Landbautechnik getroffen werden. Mit den Ergebnissen wird die weitere Projektarbeit der Verbundpartner, im Sinne einer wissenschaftlichen Begleitung, unterstützt. Weitere Analyseergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung seitens des Forschungsinstituts für Berufsbildung im Handwerk an der Universität zu Köln (FBH) sind in den entsprechenden Publikationen (Schlöglmann, 2022a & Schlöglmann, 2022b) zu finden.

1 Hintergrund der Studie

1.1 Innovationswettbewerb InnoVET

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) startete im Jahr 2019 den Wettbewerb „Zukunft gestalten – Innovationen für eine exzellente berufliche Bildung“-kurz InnoVet. (BMBF, 2022).

Das BMBF wählte, zusammen mit einer Expert/-innen-Jury, die besten 17 Projektideen von insgesamt 176 eingereichten Anträgen zur Förderung aus, deren Projektvorhaben im Herbst 2020 starteten. Ziel des Förderprogramms ist eine zukunftsfeste Berufsbildung und eine Gleichwertigkeit von dualer und akademischer Bildung, um angemessen auf aktuelle Herausforderungen im Arbeitsmarkt durch Digitalisierung, neue Technologien, Flexibilisierung, Globalisierung und den demografischen Wandel zu reagieren (BMBF, 2022).

Nach Ende der Förderung von maximal 48 Monaten sollen die Projektergebnisse im Berufsbildungssystem etabliert werden (BMBF, 2020b). Das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) setzt diesen Wettbewerb im Auftrag des BMBF um (BIBB, 2020).

Die Ziele und das Projektvorhaben von „InnoVET“ lassen sich dem BMBF nach in sechs verschiedene Themencluster einordnen (BMBF, 2022):

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

Das Projekt „LBT Forward“ ordnet sich den Themenclustern „Gleichwertigkeit schaffen“, „Lernortkooperationen ausbauen“ und „Branchen stärken“ zu.

1.2 Projekt LBT Forward

Das Projekt LBT Forward[1] ist eines der im InnoVET-Programm geförderten Projekte, das im September 2020 startete. Neben dem Landbautechnik Bundesverband e.V. (LBT-BV) als Verbundkoordinator arbeiten fünf weitere Verbundpartner am Projektvorhaben. Als berufspraktische Partner sind dies die Handwerkskammer Braunschweig-Lüneburg-Stade (HWK BLS), die Handwerkskammer Freiburg (HWK Freiburg) sowie der Verband der Agrargewerblichen Wirtschaft e.V. (VdAW). Die wissenschaftliche Begleitung des Projektes bilden die DHI-Institute

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

„Forschungsinstitut für Berufsbildung im Handwerk an der Universität zu Köln“ (FBH) und das „Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik an der Leibniz Universität Hannover“ (HPI).
Am Beispiel des Berufes der Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen (LBM) soll im Rahmen des Projektes die Berufsbildung der Landbautechnik (LBT) modernisiert und weiterentwickelt werden. Dazu sollen Berufslaufbahnkonzept und Berufsbildung überarbeitet, modulare Bildungsangebote zur Qualifizierung auf den DQR-Stufen 4 bis 7 konzipiert sowie ein kontinuierliches Berufsmonitoring-System entwickelt und etabliert werden (BMBF, 2020a).
Das Projektvorhaben lässt sich in vier wesentliche Arbeitsphasen unterteilen:

1. **Analyse:**
    - Bestandaufnahme seitens der Forschung und der Praxis
    - Definition zentraler Aspekte von Berufslaufbahnkonzept und Berufsbildungssystem
2. **Konzeption:**
    - Aus- und Fortbildungsinhalte konzipieren
    - Berufslaufbahnkonzept überarbeiten
    - Berufsmonitoring-System konzipieren
3. **Entwicklung und Erprobung:**
    - Umsetzung exemplarischer Bildungsmodule und -strukturen
    - Transfer auf Teilbranchen vorbereiten
4. **Transfer**
    - Ergebnissicherung
    - Verstetigung und Transfer
    - Projektabschluss

1.3 Ziele der Studie

Der Beruf der Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen verändert sich durch Digitalisierung und neue technologische Entwicklungen drastisch. Durch diese technologischen Innovationen verändern sich Wertschöpfungsketten, Geschäfts- und Arbeitsprozesse. Ebenfalls stellen sich Anforderungen an höherqualifiziertes Fachpersonal und deren Fach- und Schlüsselkompetenzen im Umgang mit innovativen Technologien. Im Hinblick auf das Projektvorhaben und die Zielstellungen des Projektes „LBT Forward“ bedarf es demnach einer umfassenden Bestandsaufnahme. Diese führte die wissenschaftliche Begleitung im Rahmen der ersten Arbeitsphase „Analyse“ durch. Seitens des FBH erfolgten dazu eine Analyse von Arbeits- und Geschäftsprozessen, um Tätigkeitsprofile und Qualifizierungsbedarfe der Branche zu identifizieren (Schlöglmann, 2022a) sowie eine Marktanalyse, um Weiterbildungs- und Qualifizierungsangebote zu erfassen (Schlöglmann, 2022b). Das HPI legte den Schwerpunkt auf die Analyse von technologischen Entwicklungen im Markt, in Wertschöpfungsketten und in Geschäftsprozessen der Landbautechnik.

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.

Mit Hilfe dieser Studie sollen 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?

2 Methodik

2.1 Analyse

Das Vorgehen 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 (Abbildung 1). Im Vorfeld erfolgte eine standartisierte Online-Befragung mit Lernenden und Absolvent/-innen von Berufsausbildungen und Weiterbildungen im Rahmen des Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innenhandwerks.

Abbildung 1 - Vorgehensweise Analyse

Online-Befragung

Anhand einer Online-Befragung mit Lernenden und Absolvent/-innen von Aus- und Weiterbildung zum/zur Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in, zum/zur Servicetechniker/-in und zum/zur Meister/-in sollte zunächst die Zielgruppe des Projektes genauer kennengelernt werden und eine Charakterisierung sowie Bedingungsfeldanalyse der Zielgruppe erfolgen. Die standardisierte Befragung erfolgte anhand von 45 Fragen, aufgeteilt in sechs Fragenblöcke:

1. Fragenblock: Fragen zur Aus- und Weiterbildung
2. Fragenblock: Berufsschule, Überbetriebliche Ausbildung, Fortbildungszentren
3. Fragenblock: Aus- und Weiterbildung im Betrieb
4. Fragenblock: Technologien
5. Fragenblock: Berufswahl
6. Fragenblock: Fragen zur Person und zum Betrieb

Durch die Online-Befragung sollte die Zielgruppe des Projektes näher beleuchtet werden, um die zu entwickelnden Maßnahmen im Projekt optimal auf diese abstimmen zu können. Dazu äußerten sich die Befragten unter anderem zu Beweggründen für eine Aus- oder Weiterbildung in der Landbautechnik, ihren Erwartungen an Aus- oder Weiterbildungen, die Ausstattungen verschiedener Lernorte sowie zu ihren Fähigkeiten und Kenntnissen im Umgang mit neuen Technologien.[2]
Die Befragung wurde durch die Projekt-Verbundpartner und Kooperationspartner des Projekts überregional gestreut, um möglichst viele Teilnehmende zu erreichen. Der Rücklauf umfasste insgesamt 437 Teilnehmende und 234 vollständige Datensätze. Die Umfrage war von April bis Juni 2021 öffentlich zugänglich.

Literaturrecherche

Zur Erfassung des aktuellen Stands der Technik und zur ersten Identifikation neuer Technologien wurde zunächst eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt. Ziel dieser Literaturrecherche war es, Technologie-Trends und Entwicklungslinien in der Landbautechnik-Branche anhand der Geschäftsfelder/Teilbranchen Landmaschinentechnik (Innen- und Außenwirtschaft), Baumaschinentechnik, Motorgerätetechnik und Flurfördertechnik zu identifizieren und einen Grundstein in der Analyse zu technologischen Entwicklungen zu legen.[3] Die Ergebnisse der Literaturrecherche dienten im nächsten Schritt zur Entwicklung der Leitfäden für die Expert/-innen-Interviews. Die Recherche wurde im März 2021 abgeschlossen.

Expert/-innen-Interviews

Auf Grundlage der Literaturrechercheergebnisse wurden im zweiten Schritt der Analyse leitfadengestützte Expert/-innen-Interviews durchgeführt.[4] Durch diese qualitative Erhebungsmethode war es möglich, die Erkenntnisse der Literaturrecherche mit Expert/-innen der Branche zu vertiefen und zu erweitern. Ziel der Expert/-innen-Interviews war übergeordnet die Identifikation von vergangenen, gegenwärtigen und zukünftigen Entwicklungen in der LBT-Branche. Darüber hinaus sollten Expert/-inneneinschätzungen zur Durchdringung einzelner Technologien, die daraus resultierenden Veränderungen für Abläufe im Unternehmen, die Veränderungen von Arbeit und Technik sowie Qualifikationsbedarfe des Personals und die Sicht der Hersteller auf die Aus- und Weiterbildung im Land- und Baumaschinen-mechatroniker/-innenhandwerk gegeben werden.

[2] In diesem Bericht werden nur ausgewählte Ergebnisse der Online-Befragung dargestellt, welche für die hier dargestellten Ziele von Relevanz sind.
[3] Die gesamte Analyse gründet auf den hier genannten Geschäftsfeldern/Teilbranchen.
[4] Die Leitfäden der Interviews sind im Anhang zu finden.

Insgesamt wurden sieben Expert/-inneninterviews mit Kundendienstleitenden, Ausbildungsbeauftragen und Bereichsleitenden der Konstruktionsabteilungen von Land- und Baumaschinenherstellern sowie mit Expert/-innen der Wissenschaft und Forschung aus den Fachbereichen Informatik, Baumaschinen, Hydraulik und Pneumatik geführt. Die aufgeführten Ergebnisse der Interviews (Kapitel 4.2 bis 4.8) schildern ausschließlich die Ergebnisse der Experten/-innen-Interviews. Das letzte Interview erfolgte im November 2021.
Die Interviews wurden nach Einwilligung der Interviewpartner/-innen und datenschutzrechtlichen Grundsätzen aufgezeichnet, transkribiert und anhand einer Kombination aus deduktiver und induktiver Kategorienbildung ausgewertet (siehe Kapitel 2.2). Im Ergebnisteil dieses Berichts werden die Aussagen der Interviewpartner paraphrasiert wiedergegeben. Entsprechende Verweise sind nach folgender Codierung im Text angegeben.

Tabelle 1 - Codierung der Hersteller-Interviews

Code	Teilbranche / Fachbereich
IH01	Landmaschinenhersteller
IH02	Landmaschinenhersteller
IH03	Landmaschinenhersteller
IH04	Baumaschinenhändler

Tabelle 2 - Codierung der Wissenschafts-Interviews

Code	Fachbereich / Forschungsgebiet
IW01	Informatik
IW02	Baumaschinen
IW03	Hydraulik und Pneumatik

Expert/-innen-Workshop

Die Analyse mündete im abschließenden Format eines virtuellen Expert/-innen-Workshops. Durchgeführt wurde dieser Workshop mit Verbundpartern des Projekts, Kundendienstleitenden, Leitern von Trainingsabteilungen bei Herstellern sowie Expert/-innen aus der Berufsbildung. Durch den Workshop sollten die voranschreitende Analyse diskutiert und reflektiert sowie die Relevanz und Auswirkungen neuer Technologien und Entwicklungslinien auf den Beruf der Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen eingeschätzt werden. Übergeordnetes Ziel des Workshops war es, die Ergebnisse der Literaturrecherche und des Expert/-innen-Workshops zu validieren und zu konkretisieren, um genaue Aussagen zu kurzfristig relevanten Technologien und deren Auswirkungen auf die Werkstattarbeit, das Personal und die Berufsbildung der LBM zu formulieren, um den aktuell nötigen Handlungsbedarf abzustecken. Zur Vorbereitung des Workshops wurden mittels einer Online-Umfrage weitere aktuelle und zukunftsträchtige technologische Entwicklungen und

Entwicklungslinien gesammelt, um diese dann in zwei Workshopphasen unter folgenden Fragestellungen zu diskutieren und Ergebnisse abzuleiten:

- 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?

2.2 Kategorisierung

Die Ergebnisse der Studie werden anhand von Kategorien aufgezeigt. Dabei orientierte sich die Kategorisierung der Expert/-innen-Interviews am Schema einer qualitativen Inhaltsanalyse. Aufgrund des hohen Informationsflusses während der Interviews erfolgte die Kategorienbildung deduktiv sowie induktiv. Die Kategorien ergeben sich somit aus den Interviewleitfäden (deduktiv) und den zusätzlichen Kategorien, welche sich während der Auswertung als äußerst bedeutend für die hier vorliegende Studie und das Projektvorhaben erwiesen (induktiv).
Die Auswertung erfolgte anhand folgender Kategorien:

- Entwicklungen und Veränderungen der letzten Jahre
- Entwicklungen in der Forschung
- Zukunftsträchtige technologische Entwicklungen und Entwicklungslinien
- Herausforderungen durch und für neue Technologien
- Herstellerseitige Unterstützungsstrukturen
- Herstellersicht auf Berufslaufbahnkonzept und Karrierepfade
- Personal der LBM

Die Kategorien zur Auswertung des Expert/-innen-Workshops wurden nach deduktiver Vorgehensweise gebildet. Dabei ergeben sich die Kategorien aus den jeweiligen Phasen des Workshops:

- Relevanz und zeitliche Durchdringung von Technologien
- Auswirkungen von technologischen Entwicklungen und Entwicklungslinien

3 Stand der Technik

3.1 Trends in der Landbautechnik-Branche

In der Landbautechnik-Branche sind verschiedene Technologiefelder zu betrachten: Die Landmaschinentechnik, die Baumaschinentechnik und die Motorgerätetechnik (Ranft & Zinke, 2019, S. 29). Außerdem sind die Flurförderfahrzeuge als ein weiteres Arbeitsfeld der Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen miteinzubeziehen und die Landmaschinentechnik in Außen- und Innenwirtschaft zu spalten.

3.2 Landmaschinentechnik

3.2.1 Außenwirtschaft

Die derzeitigen Megatrends und die allgemeinen Trends im Handwerk erreichen selbstverständlich auch die Landmaschinentechnik, sodass diese sich im Sinne der Ökologie und Energie zu emissionsarmen Antrieben hin entwickelt (Zinke, 2018). Neben umweltfreundlichen Antriebsformen ist auch das **Smart Farming** mit dem Ziel der Effizienzsteigerung und Umweltschonung auf dem Vormarsch. Im Vordergrund steht dabei die **Vernetzung** von Geräten, Maschinen und Systemen, um die landwirtschaftlichen Prozesse m. H. gesammelter Daten zu optimieren (Wirtschaft digital Baden Württemberg, 2021). Die Grundvoraussetzung dafür ist, neben dem **autonomen Fahren** der Landmaschinen, das sog. **Precision Farming**. Hier wird mittels differenzierter und zielgerichteter landwirtschaftlicher Nutzung teilflächengenau gearbeitet und gewirtschaftet (Claas, a). Dafür ist wiederum eine **Ertragskartierung** notwendig, bei der die Erntedaten während des Erntevorganges genau dokumentiert werden (Claas, b). Weit über 50% der Landwirte nutzen Schätzungen nach bereits **GPS-Lenksysteme** und Ertragskartierungen. Technologien zur teilflächenspezifischen Nutzung sind hingegen noch nicht so weit verbreitet, hier liegt der Anteil noch bei unter 10% (Weltzien, 2019). Die genaue Sammlung und Nachverfolgbarkeit von Düngemittel, Aussaat und Ernte bietet außerdem mehr Transparenz für den Endkunden. So kann über sog. **Blockchains** bspw. genau nachvollzogen werden, wie und wo sich das verarbeitete Tier bewegt hat, woher seine Futtermittel stammen, u.v.m.. Auf diese Weise wird das gesamte Tun der Landwirt/-innen erkennbar (Agrar-Trends, 2018; Michel-Berger, 2021).

Die für vollständige Blockchains und Smart Farming notwendige **Datenspeicherung**, Vernetzung, **Automatisierung** und **Kooperation** von Maschinen und Systemen wird in Westeuropa weiter Einzug halten, jedoch die klassische Landwirtschaft wie wir sie kennen, nie in Gänze ablösen. Laut Herlitzius (2020) ist die breite Masse noch nicht so weit, wohingegen wir in einzelnen Teilbereichen bereits entsprechende Entwicklungen sehen. Anstatt einer voll autono-

men und eigenständigen Außenwirtschaft wird „eine neue Welt von kleineren intelligenten Maschinen hinzukommen, die in der Lage ist, mit der alten Welt zu kooperieren und zu interagieren“ (Herlitzius, 2020).

3.2.2 Innenwirtschaft

Insbesondere im Norden und Osten Deutschlands existieren Betriebe mit sehr großen Milchviehherden. Im Süden Deutschlands hingegen sind die Herden kleiner, aber die Anzahl der Betriebe ist höher (Tergast, Thünen-Institut für Betriebswirtschaft, 2020; Rabe, 2021). Aufgrund des anhaltenden Strukturwandels geht die Anzahl der Milchviehbetriebe zwar zurück, die Herden werden dafür aber größer (Tergast & Hansen, Thünen-Institut für Betriebswirtschaft, 2020, S. 6). Gleichzeitig existiert der Wunsch nach Arbeitszeitverringerung und -flexibilisierung sowie Arbeitszeiterleichterung und nach einzeltierbezogener Versorgung i.S. des Tierwohles. Die Lösung dafür bieten **automatisierte Arbeitsprozesse** in unterschiedlichen Bereichen der Viehwirtschaft (DLG-Ausschuss Technik in der Tierhaltung, Oberschätzl-Klopp, & Haidn, 2018, S. 5).

Es gibt bereits verschiedene **automatische Fütterungssysteme**, wobei einzeltierbezogene Fütterung noch einen Prototyp darstellt. Gruppenbezogene stationäre, wie mobile Systeme sind dagegen bereits im Einsatz (DLG-Ausschuss Technik in der Tierhaltung, Oberschätzl-Klopp, & Haidn, 2018, S. 5). Die dazugehörigen Futtermischer sind teils mit Wiegeeinrichtungen ausgestattet, um die Einzelkomponenten des Futters entsprechend zu dosieren (DLG-Ausschuss Technik in der Tierhaltung, Oberschätzl-Klopp, & Haidn, 2018, S. 11). Bei den Fütterungssystemen selbst gibt es verschiedene Antriebssysteme. So haben schienengeführte, automatisierte Fütterungssysteme bspw. Stromschienen, Schleppkabel oder Akkuantriebe. Mobile Fütterungsroboter verfügen dagegen entweder über Dieselmotoren oder akkuversorgte Elektromotoren (DLG-Ausschuss Technik in der Tierhaltung, Oberschätzl-Klopp, & Haidn, 2018, S. 12-13). Das Management der Systeme läuft derzeit noch über verschiedene Softwarelösungen, da nicht jede Hersteller-Software ISOagriNET kompatibel ist. Ziel und Forderung der Landwirte ist es aber, m. H. einer entsprechenden Kompatibilität einen systemübergreifenden Datentransfer und eine systemübergreifende Dokumentation aller im Stall vorhandenen Techniken zu erreichen (DLG-Ausschuss Technik in der Tierhaltung, Oberschätzl-Klopp, & Haidn, 2018, S. 16).

Neben automatisierten Futtersystemen gibt es selbstverständlich auch **automatische Melksysteme**, von denen allein in Bayern vor einigen Jahren bereits mehr als 2.000 Stück im Einsatz waren (Harms, S. 1). Ein Melkroboterarm für eine Box kann dabei zwischen 60 und 70 Kühe bedienen, ein Roboterarm für bis zu vier Boxen sogar bis zu 200 Tiere (Harms, S. 2). Damit werden einerseits der Arbeitszeitbedarf um 25% gesenkt und gleichzeitig die Effizienz, aber auch das **Tierwohl** gesteigert, denn die Einzeltiere werden beim Melken erkannt und mit

Hilfe von **Sensoren** verschiedene Informationen über sie erfasst (Harms, S. 1). Zu diesen Informationen gehören bspw. die **Aktivitätsmessung**, das Wiederkau-Verhalten, die Belastung der Klauen und die Körpertemperatur, wodurch Aussagen zur Aktivität und zum Gesundheitszustand, bspw. zu potenzieller Mastitis (Euterentzündung) oder Klauenentzündungen gemacht werden können (Rabe, 2021; Der Melkroboter, kein Datum, S. 79). Für eine Einzeltiererkennung und die Erhebung der beschriebenen Daten während des Melkvorganges sind jedoch nicht zwingend Melkroboter erforderlich, auch andere Melkverfahren ermöglichen diese Datenerfassung (Rabe, 2021). Auf Basis dieser Daten können kranke Tiere direkt erkannt und behandelt werden, was aufgrund der Herdengrößen ohne diese Hilfen nicht so schnell möglich wäre. Außerdem ermöglichen bzw. erleichtern diese Daten das **Herdenmanagement** auch angelernten Mitarbeiter/-innen, die nicht das geschulte Auge eines Landwirtes besitzen (Rabe, 2021).
Auch die Reinigung der Stallungen läuft inzwischen in vielen Betrieben (teil-)automatisiert ab. Kombischieber können bspw. sowohl manuell als auch automatisch gesteuert werden, wobei die einfachste automatische Steuerung mit einer Zeitschaltuhr funktioniert (Menning J. , a, S. 70, 73). Es gibt allerdings auch vollautomatische Räumroboter, die zur einfacheren Stallreinigung Wassertanks und Sprühdüsen besitzen. Diese Roboter sind akkubetrieben und mit Sensoren augestattet, die Hindernisse erkennen und das Gerät frühzeitig stoppen oder abdrehen lassen (Menning J. , b).

Der Trend in der Innenwirtschaft geht somit eindeutig in Richtung Smart Livestock Farming, was alle Bereiche der modernen Tierhaltung umfasst (Innovation Farm, 2020). Gekennzeichnet ist dieser insbesondere dadurch, dass körperliche Arbeit durch Roboter erledigt wird und den Landwirt/-innen eine Vielzahl an Informationen zur Verbesserung des Herdenmanagements vorliegen. Herzstücke des Smart Livestock Farming sind dabei die Sensortechnik und das Datenmanagement (Innovation Farm, 2020).

3.3 Baumaschinentechnik

Auch in der Baumaschinentechnik schlägt der Megatrend Digitalisierung seine Wellen. Ziel ist es, eine durchgehende digitale Durchdringung der gesamten Wertschöpfungskette zu erreichen (Waurich, Richter, Lübbert, & Köhler, 2020, S. 41). Bereits vor der eigentlichen Baustellenarbeit sollen die Prozesse mit Hilfe von **Building Information Modeling (BIM)** simuliert und somit Fehlplanungen vermieden werden. Dabei wird mit **3D-Modellen** gearbeitet und so die Plangenauigkeit und die Transparenz erhöht. Es ermöglicht außerdem ein **kollaboratives Arbeiten** aller Parteien (bauma, kein Datum). Es gibt bereits Maschinen, die digitale Geländemodelle nutzen, um mit Hilfe von 3D-Maschinensteuerungen zentimetergenau zu arbeiten. In Einzelfällen soll es auch möglich werden, dass die Geräte dies automatisiert tun, was sich jedoch auch zukünftig auf Einzelfälle beschränken wird (Waurich, Richter, Lübbert, & Köhler,

2020, S. 41). Großes Potenzial für die breite Masse bietet dagegen die Möglichkeit der **Vernetzung der Maschinen** und so des gesamten Bauprozesses (Waurich, Richter, Lübbert, & Köhler, 2020, S. 42; Weber, 2015, S. 2). Derzeit fehlen hier jedoch, wie auch in der Landmaschinentechnik, noch einheitliche Kommunikationsstandards. Die notwendigen Technologien, wie bspw. Cloud-Systeme, sind bereits vorhanden (Waurich, Richter, Lübbert, & Köhler, 2020, S. 42).

Neben der Digitalisierung zieht auch der Klimawandel einige Veränderungen in der Baubranche nach sich, sodass zunehmend auf klimafreundliche Technologien und Energiegewinnung gesetzt wird. Neben rein **elektronischen Antrieben**, wie sie bspw. der 19C-I E Elektrobagger von JCB besitzt, gibt es auch einige **Hybrid-Maschinen**. Durch die alternative Antriebsmöglichkeit können die Geräte auch in geschlossenen Räumen oder auf innerstädtischen Baustellen eingesetzt werden (Brill, 2020). Derzeit werden die Elektro-Maschinen insbesondere in naturnahen Arbeitsfeldern, wie Baumschulen oder Golfplätzen, eingesetzt (Brill, 2020). Eine weitere alternative **Energiegewinnungsmöglichkeit** stellen **Solarmodule** dar, die an den Maschinen angebracht werden. Vorausgesetzt, es ist genügend Sonneneinstrahlung vorhanden, sind sie so fähig, ihren Energiebedarf über Photovoltaik zu decken. Der produzierte Strom wird hierbei in eine Batterie eingespeist und gelangt von dort zu den Verbraucher/-innen (Trends der Zukunft, 2020).

Die fortschreitende Digitalisierung der Baustellen und der erhöhte Grad der Elektrifizierung tragen zur Effizienzsteigerung und somit zur Kosten- und Zeiteinsparung bei und sind demzufolge langfristig Themen, die die Baubranche auch in Zukunft beschäftigen und voranbringen werden.

3.4 Motorgerätetechnik

Bei den Motorgeräten zeigen sich die gleichen Trends, wie bereits bei Baumaschinen: Es gibt immer häufiger **elektronisch steuerbare und akkubetriebene Geräte**, sowohl in der gewerblichen als auch in der privaten Nutzung (Rabe, 2021; Landbautechnik Bundesverband, 2019, S. 41). Die wohl bekanntesten Vertreter der modernen Motorgeräte sind die **vollautomatischen und akkubetriebenen Mähroboter**, deren Absatz wie auch Umsatz in den letzten Jahren deutlich zugenommen hat (LandBauTechnik Bundesverband, 2019, S. 41). Die **Roboter** können Grünflächen inzwischen sogar ohne Leitkabel bearbeiten. Stattdessen nutzen sie Satellitendaten und fahren so innerhalb virtueller Grenzen (Husqvarna, 2021). Eine Vielzahl an **Sensoren** hilft dabei die Mäher zu stoppen, wenn Gefahr auftritt. Außerdem besitzen sie einen Alarm bzw. eine Diebstahlsicherung und gleichzeitig ein GPS, um die Roboter, falls nötig, zu orten (Husqvarna, 2021). Mit Hilfe eines Smartphones, Tablets oder eines Laptops kann man

über digitale Verwaltungstools jederzeit auf die Roboter zugreifen und den Standort, den Akkuzustand, verschiedene detaillierte Statistiken und den Wartungsverlauf bzw. den nächsten Wartungstermin einsehen (Husqvarna, 2021).

Auch im Garten- und Landschaftsbereich schreitet die **Vernetzung** von Systemen weiter fort. So gibt es im Smart Garden nicht nur vollautomatisch arbeitende Mähroboter, sondern auch automatische Bewässerungs- und Beleuchtungssysteme (Rabe, 2021). Zwar haben diese im engeren Sinne keine Berührungspunkte zur Landbautechnik, deuten aber auf einen Trend hin, der sich bereits in einigen Gewerken zeigt (Naegele, et al., 2015, S.19-20). Im Bereich der Motorgeräte bzw. des Garten- und Landschaftsbaues läuft diesbezüglich derzeit vieles über Kooperationen zwischen den Gewerken bzw. mit Herstellern (Rabe, 2021).

3.5 Flurfördertechnik

Ähnlich wie in den anderen Technologiebereichen der Landbautechnik-Branche wird auch bei den Flurförderfahrzeugen der Trend zum **automatisierten und smarten Arbeiten** beobachtet. Die Maschinen sind dafür mit Kameras und einer Reihe von **Sensoren** ausgestattet, die Messungen der Umgebungsgeometrie ermöglichen (Bauer, 2020a). Sensoren und **Kameras** befinden sich auch an den Gabelzinken, der sog. **Smartfork**, die dadurch fähig ist die Last und den Lastenschwerpunkt dieser zu messen. Dies erhöht sowohl die Sicherheit als auch die Effizienz im Flurfördereinsatz (Bauer, 2020b). Die vormals als Smart Transport Robots (STR) bezeichneten „iw.hub“ Roboter, wie sie IDEAL works, eine Tochtergesellschaft der BMW Group anbietet, berechnen sogar selbstständig ideale Routen und transportieren Ware. Zusätzlich bietet die Firma eine **cloudbasierte Steuerungsplattform** namens „AnyFleet“ an, mit Hilfe derer **autonome Transportfahrzeuge** verschiedener Hersteller gesteuert werden können. Mit diesen autonomen, mobilen **Logistikrobotern**, die aus der Automobilbranche stammen und der dazugehörigen Steuerungsplattform wird ein neues Geschäftsfeld im Bereich der Flurförderlogistik besetzt (Pieringer, 2020).

3.6 Zusammenfassung

Wie aus den einzelnen Abschnitten ersichtlich wird, ziehen sich einige Trends in unterschiedlicher Ausprägung durch alle Teilbranchen der Landbautechnik-Branche hinweg (Abbildung 2). Der Begriff „Smart“ findet sich fast überall wieder und zeichnet sich durch die Erfassung und Dokumentation signifikanter Parameter aus, um passgenaue Reaktionen bzw. Ausrichtungen der Arbeiten zu ermöglichen. Dies führt einerseits zu einer Effizienzsteigerung sowie zu Kosten- und Zeitersparnis gepaart mit dem vermehrten Einsatz alternativer Antriebstechniken und gleichzeitig auch zu einer verminderten Umweltbelastung. Damit dies in Zukunft um-

fassend möglich wird, sind Sensoren zur Umwelt- sowie Datenerfassung unerlässlich. Entsprechende Datenspeicherungs- bzw. Managementsysteme ergänzen dies. Alternative Antriebsmethoden sind insbesondere im Bereich der Kleingeräte bereits sehr weit vorgedrungen. Emissionsarmes Arbeiten in Form von Akku- und Elektroantrieb, bzw. hybrider Methoden, wird auf kurz oder lang auch die größeren Maschinen erreichen.

Das uns Bekannte wird allerdings nicht spurlos verschwinden, denn die Teilbranchen bzw. auch die Kundenstrukturen sind (noch) zu heterogen, um unmittelbar und in Gänze auf modernstem Niveau ausgestattet zu sein und entsprechend arbeiten zu können. Daher wird sich die Branche um einen weiteren, noch moderneren Part ergänzen, was wiederum veränderte und zunehmende Ansprüche an das Wissen und Können der Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen nach sich zieht.

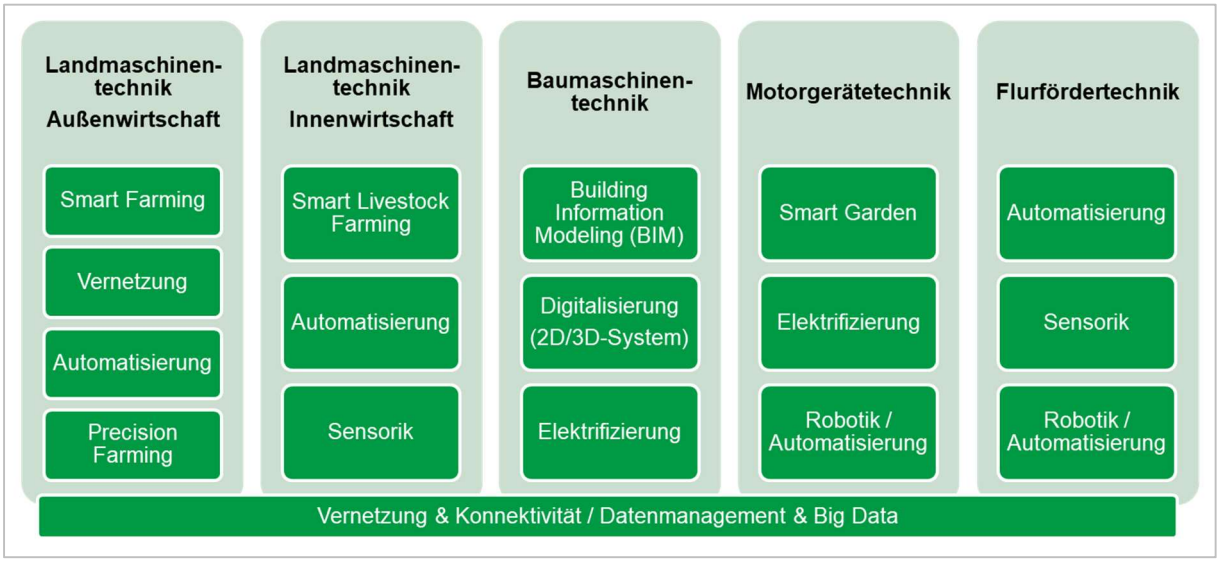

Abbildung 2 – Stand der Technik: Ausprägungen technologischer Entwicklungen nach Teilbranchen/Geschäftsfeldern

4 Ergebnisse

4.1 Ausgewählte Ergebnisse der Online-Umfrage

Ein Großteil der befragten Lernenden und Absolvent/-innen entstammt der Teilbranche der Landtechnik (Abbildung 3). Ein ebenfalls großer Anteil der Befragten hat seine Wurzeln in der zweiten großen Teilbranche, der Bautechnik. Sonstige Schwerpunkte, welche von den vorgegebenen Antwortmöglichkeiten abwichen und als Freitextantwort angegeben wurden, sind Tabelle 3 zu entnehmen.

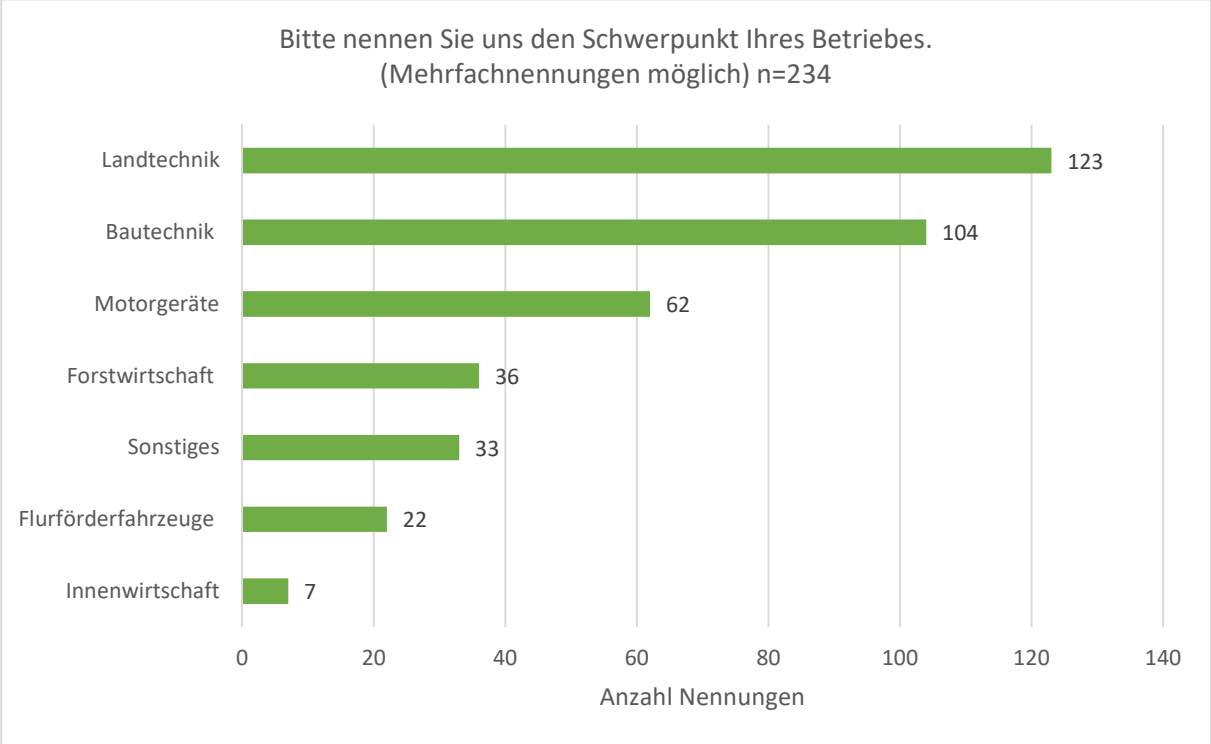

Abbildung 3 - Teilbranchen der Befragten

Tabelle 3 - Arbeitsschwerpunkte Betriebe der Antwortkategorie „Sonstiges“

Schwerpunkt des Betriebes	Anzahl Nennungen
Baumaschinen	13
Biogasmotoren	1
Fahrzeugbau	1
Gütertransport (LKW, Stapler)	1
Industriewartung	1
Kommunaltechnik	2
Kranhersteller	1
Lohnbetrieb	1
Maschinenbau (Schwerpunkt Hanfernte)	1
Metallbau	3

Naturschutztechnik	1
Nutzfahrzeugtechnik	2
Obst/Weinbau	1
Robotersysteme	1
Stahlbau und Fertigung	1
Steinindustrie	1

Die folgenden ausgewählten Ergebnisse zeigen auf, wie Lernende und Absolvent/-innen ihre Fähigkeiten in verschiedenen Bereichen selbst einschätzen (Abbildung 4). Deutlich werden dabei die meist gut (2) ausgeprägten Fähigkeiten aller abgefragten Bereiche. Signifikant sind dennoch die kaum vorhandenen (4) 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.

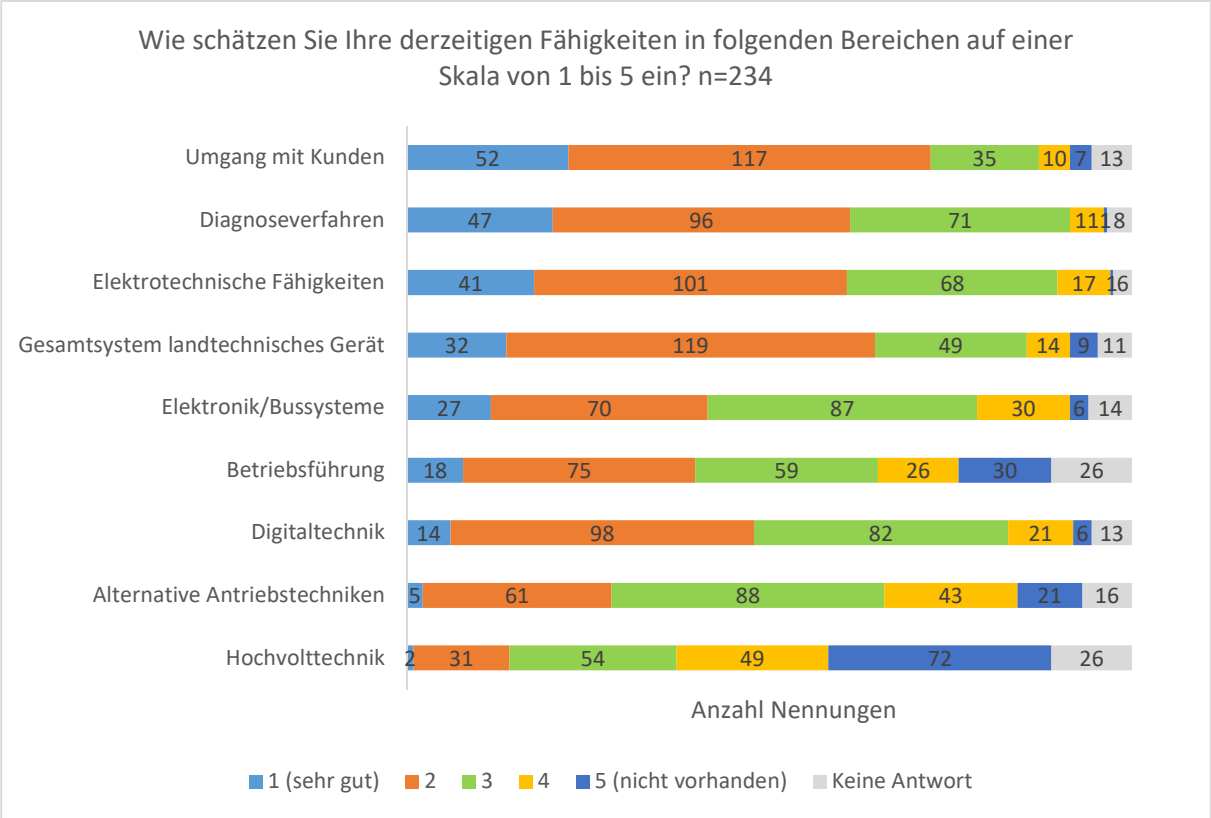

Abbildung 4 - Einschätzungen der Befragten zu eigenen Fähigkeiten

Bezüglich der im Arbeitsalltag auftretenden neuen Technologien herrscht eine breite Streuung der Nennungen (Abbildung 5). Hier spielen unterstützende Systeme oder Entwicklungen für die Diagnose und 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 Absolvent/-innen 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“.

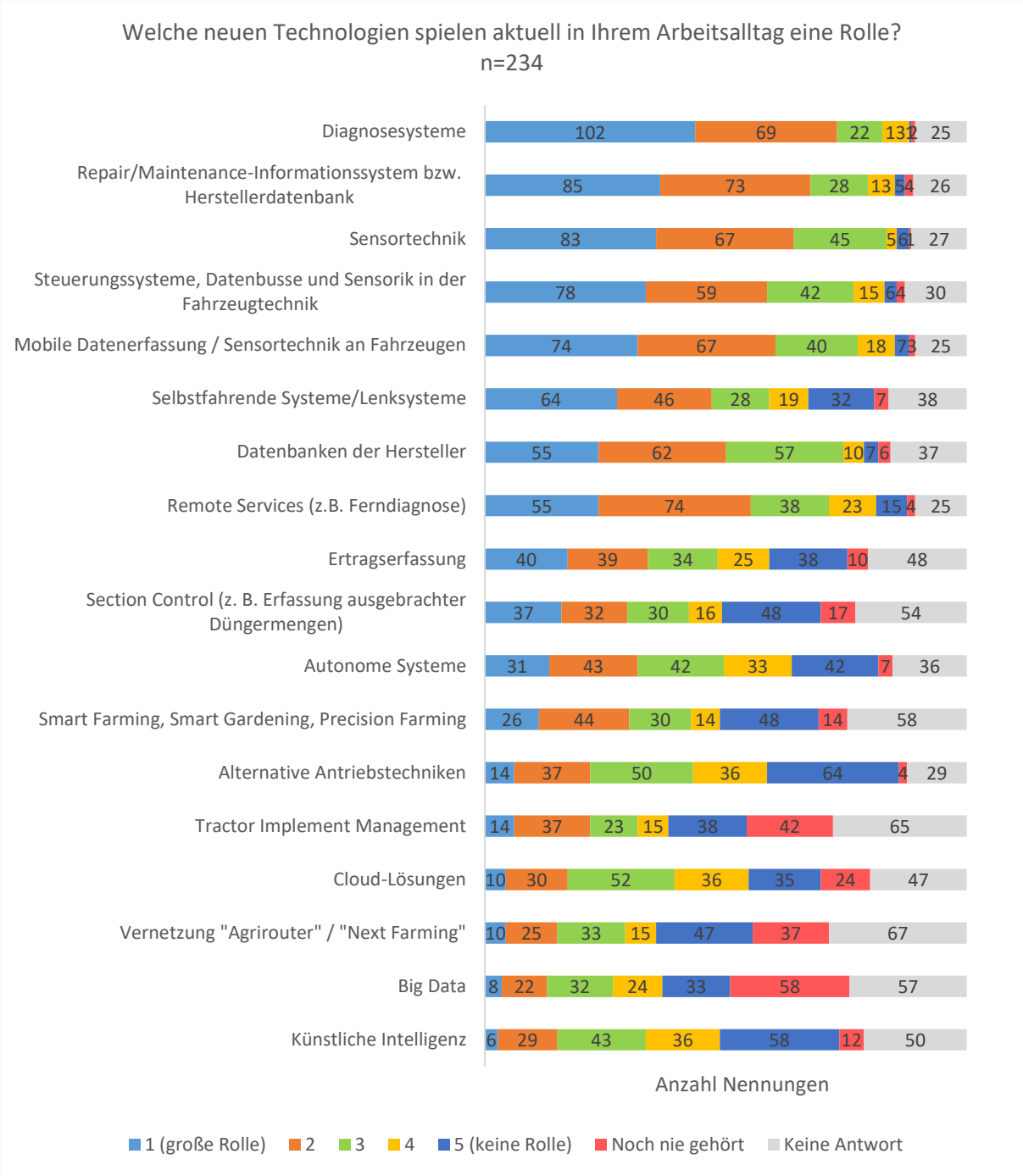

Abbildung 5 - Neue Technologien im Arbeitsalltag der LBM

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 6). 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 Datenbanken der Hersteller, Diagnosesystemen, Repair/Maintenance-Informationssystemen und Sensortechnik fühlen sich die Befragten überdurchschnittlich gut vorbereitet.

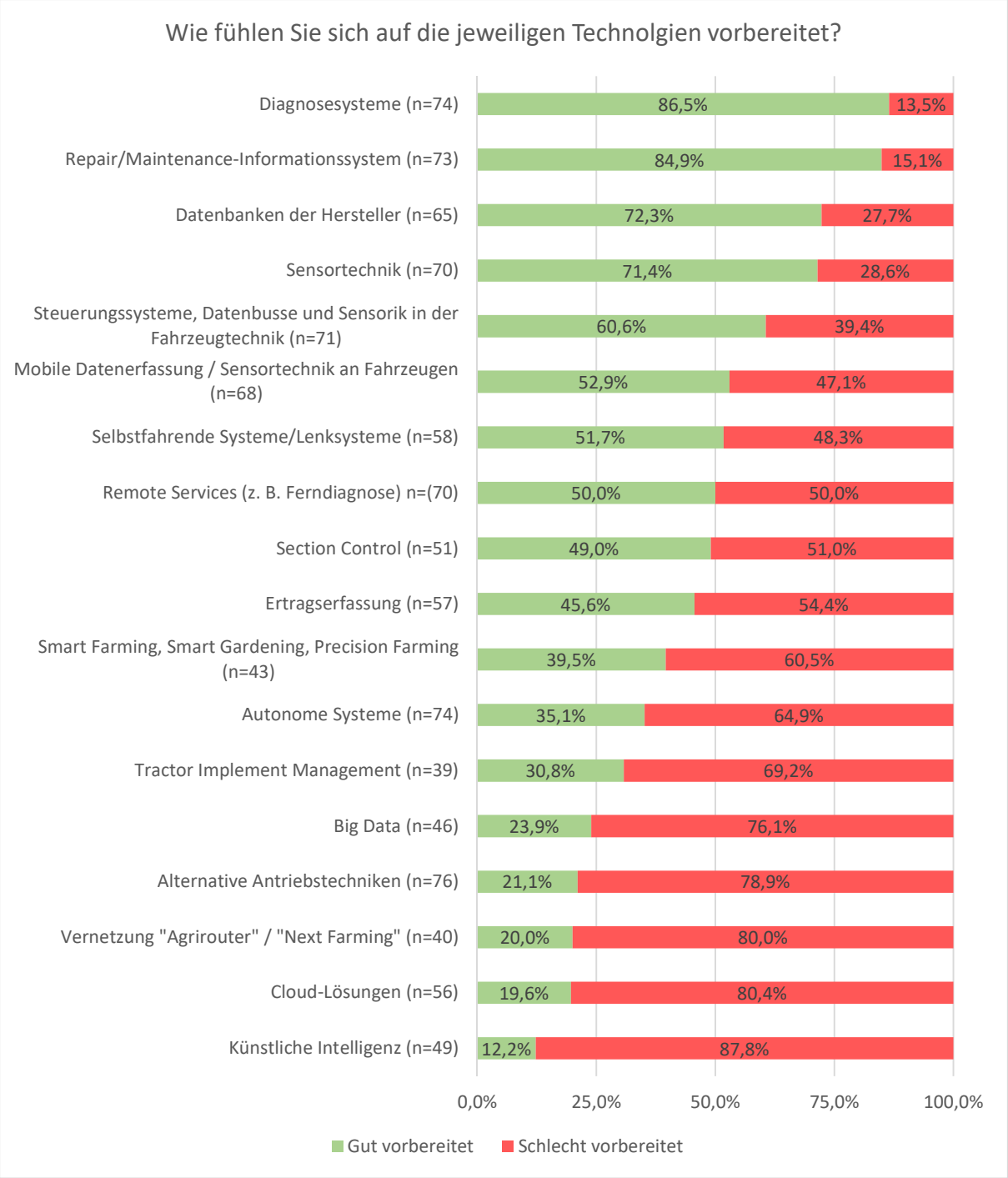

Abbildung 6 - Einschätzungen zur Vorbereitung auf Technologien

4.2 Entwicklungen und Veränderungen der letzten Jahre

4.2.1 Allgemeines

Im Zuge der Digitalisierung und Weiterentwicklung von Technologien veränderte sich der Aufgabenbereich der LBM schon in der Vergangenheit rasant. Neue Technologien kommen durch die Digitalisierung zum Berufsprofil hinzu und Maschinen verändern sich in ihrer Architektur, Ausrüstung sowie Konfiguration. Wie auch aus der Literaturrecherche hervorgeht, gründet die Nutzbarmachung neuer Technologien für die Landbautechnik-Branche zu großen Teilen auf gesetzlichen Regelungen (z.B. Abgasnormen), Arbeitserleichterung für den Menschen, Fahrerkomfort und dem Streben nach Effizienzsteigerung *(IH01, IH02, IH03, IH04)*. Neben den Entwicklungen im Technologie-Bereich wandeln sich durch die Digitalisierung und neue Technologien auch Arbeitsprozesse im Service und Handel.

4.2.2 Technik, Technologien und Entwicklungslinien

Schon lange etablierte Techniken sind weiterhin im Berufsprofil der LBM enthalten und werden nicht durch neue Technologien oder Techniken ersetzt. Somit sind die **Mechanik** und **metalltechnische Grundlagen** sowie die dazugehörigen Aufgaben wie bspw. ein Kugellager zu reparieren oder „einfache“ Schweißarbeiten auszuführen, nach wie vor im Aufgabenbereich der LBM verankert. Auch im Bereich der **Hydraulik** gab es in den vergangenen Jahren weniger Veränderungen. *(IH01, IH03)*

Die **Elektrifizierung** und **Elektronik** wurde in den letzten Jahren zunehmend wichtiger für die Landbautechnik. Dies äußerte sich durch den Einbau von zunehmend kleineren Elektromotoren wie z.B. elektrischer Stellmotoren bei großen Land- und Baumaschinen oder auch größerer Bauteile wie elektrischen Dreschtrommeln bei Mähdreschern. Bei kleineren Maschinen, wie z.B. Motorgeräten, erfolgt bereits heutzutage der Fahrantrieb teilweise vollelektrisch. Bei großen Landmaschinen ist dies nicht der Fall. *(IH01, IH02, IH03)*

Im Bereich der „neuen Technologien“ haben sich bis heute die **Assistenzsysteme** stark weiterentwickelt. Durch **Sensorik** und Kamerasysteme ist es bei voll ausgestatteten Maschinen möglich, dass ein/-e Fahrer/-in nur noch die Funktion der Überwachung übernehmen muss und die Maschine vollständig autonom arbeitet. Durch gesetzliche Vorschriften in Deutschland ist die vollautonome Fahrweise bei Land- und Baumaschinen aktuell allerdings noch nicht gegeben. Dennoch helfen schon heute Assistenzsysteme zum großen Teil bei der Verrichtung der Arbeit. **Kamera- und Videosysteme** werden, neben Fahrassistenzsystemen, auch für die Gutflussbeobachtung oder in Verbindung mit einem Laserkamerasystem und einer hydraulischen Anlage für die optische Beimengentrennung eingesetzt. *(IH01, IH02, IH03)*

4.2.3 Land- und Baumaschinen

Durch die wachsenden Anteile an Elektronik und Hydraulik in und an einer Maschine nahm und nimmt vor allem die **gesamte Maschinen-Architektur** immer weiter zu. Zum einen im Sinne der steigenden Anzahl verbauter Module und zum anderen an der Gesamtgröße der Maschinen. Gleichzeitig hat sich nach Einschätzungen der Expert/-innen an der **Mechanik** einer Maschine aber in den letzten 20 Jahren nichts geändert. Durch die Erweiterung der Maschinen mit neuen Technologien steigt somit die Komplexität der Maschinen und erfordert ein breiteres Fachwissen der LBM. Diese Komplexität wird auch durch veränderte und verbesserte **Entwicklungsmethoden** kleinerer Bauteile der Hersteller beeinflusst, wodurch Motorenräume von Maschinen komplexer und unübersichtlicher werden. *(IH01, IH03)*

Im Bereich der **Verfahrenstechnik** haben sich keine größeren Änderungen aufgetan:

> *„An der Verfahrenstechnik hat sich nichts geändert. In [der] Häckseltrommel ist weiterhin eine rotierende Trommel drin, die per Riemen angetrieben wird, da es von der Energieeffizienz das Beste ist.“ (IH03)*

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 **BIM** und „digitalen Baustellen“ können Arbeitsprozesse und Wertschöpfungsketten in der Baumaschinentechnik somit weitestgehend digitalisiert werden (siehe auch Kap. 3.3). *(IH04)*

Den größten Einfluss auf Maschinen hat aktuell die **Konnektivität und Vernetzung**. Schon heute herrscht ein hoher Grad an Vernetzung und Integration von Maschinen im Gesamtsystem. Demnach kommunizieren Maschinen durch Maschine-Maschine-Interaktion, Maschine-Internet-Interaktion und Maschine-Umwelt-Interaktion im gesamten Ökosystem und der Wertschöpfungskette und produzieren riesige Mengen an Daten. Das stetig wachsende Gesamtökosystem beeinflusst die voranschreitende Vernetzung und die Komplexität der Maschinen enorm. *(IH02, IH03, IH04)*

4.2.4 Service und Handel

Im Bereich Service und Handel haben sich die größten Veränderungen bzw. Entwicklungen in der Unterstützung von Kunden und im Bereich Wartung ergeben. Durch **Remote-Service und Wartungskalkulationsprogramme** streben die Hersteller einen besseren Support der Maschinen sowie eine bessere Unterstützung der Kunden beim Umgang mit Fehlermeldungen an. *(IH01)*

Durch **vorrausschauenden Service** in Bezug auf Verschleißeinschätzungen können rechtzeitig Hinweise gegeben werden, was 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 wann bzw. ob ein Ölwechsel stattfinden muss. *(IH04)*

Zusätzlich kann der Service durch direkte **Wartungserinnerungen** für Kunden 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. *(IH04)*

4.3 Entwicklungen in der Forschung

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 und 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. *(IW01, IW02)*
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 miteinander kommunizieren können, um Interaktionen untereinander optimal zu gestalten. *(IW03)*
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 Komfortfunktionen im Sinne von Fahrerentlastung zu ermöglichen. Dabei werden bspw. Bediensysteme der Maschinen, wie Funktionen für ausklappbares Gestänge automatisiert. Des Weiteren können gesamte Arbeitsvorgänge durch Maschinen „ersetzt“ und durch automatisierte Lenkeinrichtungen autonom gestaltet werden, wie z.B. die autonom fahrende Verdichtungswalze bei der Straßenfertigung. *(IW03)*

4.4 Zukunftsträchtige technologische Entwicklungen und Entwicklungslinien

Zukunftsträchtig und schon teilweise in der Entwicklung bei den Herstellern von Land- und Baumaschinen ist zurzeit das Themengebiet der **Fernwartung und Ferndiagnose**. *(IH01,*

IH02, IH04) Im Bereich der Baumaschinen können zukünftig Maschinen „über den Bildschirm“ repariert werden. Dabei setzt der Monteur vor Ort Kamera-/Brillensysteme ein, um aus der Ferne bei der Fehlersuche und Diagnose unterstützt zu werden. (*IH04)*

Der **Elektrifizierung** wird in Zukunft ein noch größerer Stellenwert zuteilwerden als bisher. Dabei mutmaßen die Expert/-innen der Hersteller, dass in Zukunft kleinere Hydraulikbauteile an Maschinen durch rein elektrisch angetriebene Bauteile ersetzt werden könnten, wie z.B. elektrische Stellmotoren anstelle von Hydraulikmotoren zur feineren Regelung von z.B. Klappen. Somit steigt die Anzahl der kleinen verbauten Elektromotoren in jeder Maschine. Dass die Hydraulik aber gänzlich aus den Maschinen verschwinden wird, ist schwer vollstellbar. Schwer einzuschätzen und ebenfalls schwer vorstellbar ist das ganzheitliche Verschwinden von Verbrennungsmotoren auf Land- und Baumaschinen. Bei einer Maschine wie bspw. dem Feldhäcksler ist es schwer zu realisieren, nur durch elektrische **Antriebstechnik** die benötigte Leistungsdichte zu erreichen und gänzlich auf Verbrennungsmotoren zu verzichten. Bei größeren Maschinen ist in dem Fall der Antrieb eher durch die Wasserstoff-Brennstoffzelle denkbar. Im Bereich der Baumaschinen ist es allerdings heute schon so weit, dass kleinere Maschinen im kleinen Lastenbereich vollelektrisch angetrieben werden. Auch die Ausweitung der Hybridisierung ist möglich. *(IH01, IH02, IH03, IW02, IW03)*

Der Bereich der **Robotik** hat bereits Einzug in die Landbautechnik erhalten und wird auch in Zukunft noch weiter zunehmen. Dabei existieren bereits Maschinen, welche zum Zweck des Pflanzenschutzes und der Unkrautbekämpfung autonom auf festgelegten, wiederholenden Routen über die Felder fahren und unterstützt durch Kamerasysteme Unkraut gezielt bekämpfen. Eine ähnliche Vorgehensweise ist bei Erntemaschinen aufgrund der sich nicht wiederholenden Routen während kurzer Erntezeitfenster und den großen Mengen an zu bewegenden Gütern, wozu große Schwärme an Robotern nötig wären, allerdings nicht vorstellbar. Ausschlusskriterium für den Einsatz von Robotik bei der Ernte ist auch die Schwierigkeit der Programmierung und des „Lernens“ von Vorgängen der jeweiligen Roboter in Bezug auf individuelle Erntevorgänge. Anstelle von Schwarmtechnologien in der Ernte kommen dann in Zukunft eher noch größere Maschinen mit mehr Leistung zum Einsatz, um die Arbeit mehrerer Maschinen zu ersetzen. Demnach kommt es in Zukunft immer auf das jeweilige landwirtschaftliche Verfahren an, ob überhaupt Roboter zum Einsatz kommen können und es kann keine allgemeingültige Aussage zum Aufkommen von Robotik in der Landbautechnik getroffen werden. Der weitere Einsatz von Robotik in der Innenwirtschaft, wie gegenwärtig schon durch Melkroboter oder im Bereich der Motorgerätetechnik bei kleineren Maschinen, ist dennoch viel wahrscheinlicher. *(IH02, IH03)*

Eng zusammen mit der Robotik hängen **automatische Lenksysteme** und das **autonome Fahren** von Maschinen. Wie aus den Gesprächen mit Expert/-innen aus Wissenschaft und Forschung hervorgeht (Kap. 4.3), liegt hier gegenwärtig ein großes Forschungsfeld und somit

auch eine große Entwicklungslinie für die Landbautechnik-Branche. Den Expert/-innen der Hersteller nach sollen automatische Lenksysteme in naher Zukunft bereits Standard auf jeder großen Landmaschine sein. Im Falle des autonomen Fahrens von Maschinen ist der autonome Maschinenbetrieb im Bereich Baumaschinen, z.B. bei der Steinbrucharbeit, denkbar. Steinbruch-LKWs fahren zum großen Teil wiederholende Routen, sodass hier bereits geregelt ablaufende Arbeitsprozesse herrschen. Werden diese geregelten Arbeitsprozesse in automatisierte Technik übertragen, könnten in Zukunft flächendeckend Maschinen eingesetzt werden, welche sich autonom fortbewegen und arbeiten. Entscheidender Faktor in Deutschland für den Einsatz autonomen Maschinenbetriebs ist die gesetzliche Lage, die es aktuell in vielen Bereichen wie, z.B. auf dem Feld, aufgrund der Gefährdung für den Menschen noch nicht erlaubt, autonom fahrende Maschinen einzusetzen. Dennoch ist die Entwicklung in Deutschland schon so weit fortgeschritten, dass die Systeme bereits vorhanden sind und *„[…] dass man hier [schnell] umschalten könnte auf autonomes Fahren.“ (IH03)*. Vorreiter in der Umsetzung ist laut den Expert/-innen bspw. das Land Japan, in dem schon vermehrt automatisiert in der Landwirtschaft und auf Baustellen gearbeitet wird. *(IH01, IH03, IH04, IW03*)

Der Bereich der **Sensorik** hat schon lange in der Landbautechnik Einzug erhalten. 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 Wildkitzrettung/-erkennung an Maschinen verbaut. Ein weiteres Feld der Sensorik zeigt sich laut Expert/-innen der Wissenschaft in der Vernetzung von Feldsensoren und Wetterdaten. Dabei nehmen die gesammelten Wetterdaten dieser Sensoren dann aber eher Einfluss auf die Arbeitsprozesse der Fahrenden von Land- und Baumaschinen in Form von Assistenzsystemen, anstatt auf die grundlegende Maschinensteuerung. *(IH03, IH04 IW01, IW02)*

4.5 Herausforderungen durch und für neue Technologien

Wie aus dem vorherigen Kapitel hervorgeht, liegt ein großes Entwicklungsfeld im Bereich der Konnektivität und Vernetzung von Maschinen im Gesamtprozess der Landwirtschaft. Um diese Vernetzung verschiedener Prozessteilnehmer sicherzustellen ist die größte Herausforderung in Deutschland aktuell der Ausbau eines **flächendeckenden Mobilfunknetzes**. Durch die Interaktion verschiedener Maschinen untereinander wird eine hohe Anzahl an Daten produziert, welche dementsprechend zwischen den Maschinen und bis hin zum Landwirt transportiert

werden müssen. Vor großen Herausforderungen steht laut den Expert/-innen der Wissenschaft hier aktuell die Praxis der Landwirtschaft. Um verschiedenste Interaktionen zwischen Maschine und Maschine, Maschine und Internet sowie Maschine und Umwelt zu ermöglichen, bedarf es einer leistungsfähigen Mobilfunkverbindung, welche aktuell in Deutschland nicht flächendeckend gewährleistet ist. Zwar existieren größtenteils Mobilfunknetze, allerdings reicht hier die Übertragungsrate für entsprechende Daten nicht aus. Handlungsbedarf besteht hier nun im zunächst flächendeckenden Ausbau eines 4G-Netztes und zur Übertragung größerer Datenmengen teilweise der Ausbau eines 5G-Mobilfunknetzes. Bei einem flächendeckenden Ausbau eines geeigneten Mobilfunknetzes und der Schließung der „weißen Flecken“ bzw. der Beseitigung temporärer Netzstörungen würde es laut der Expert/-innen der Wissenschaft einen weiteren, immensen Schub in Richtung Vernetzung und Konnektivität in der Landwirtschaft geben, da dann Technologien wie auch cloudbasierte Dienste vollumfänglich genutzt werden könnten und die Möglichkeit der ausnahmslosen Datenübertragung gegeben ist. *(IH02, IW01, IW03)*

Eine weitere Herausforderung im Umgang mit neuen Technologien stellt der grundlegende **Technologietransfer** dar. Wie Expert/-innen der Hersteller berichteten stellt der Transfer von neuen Technologien bzw. Techniken sowohl die Hersteller, Händler und Werkstätten vor eine große Herausforderung. Im konkreten Falle der LBM wird es im Berufsalltag immer schwieriger, eine Maschine im Detail kennenzulernen *(IH03)*. Aufgrund neuer Technologien und neuer Entwicklungsmethoden laufen neue Maschinen und Systeme zuverlässiger und weisen seltener Defekte oder Fehler auf. Dadurch kann ein/eine LBM im Berufsalltag immer schwerer Erfahrungswissen im Umgang mit diesen neuen Maschinen aufbauen. Gekoppelt mit in Zukunft immer komplexeren und unübersichtlicheren Maschinenarchitekturen und Maschinentechnik besteht hier eine große Herausforderung für Hersteller, Händler und Werkstätten neue Technologien in die jeweiligen Felder zu transferieren. Eng gekoppelt damit sind die Anforderungen und Herausforderungen für die Kompetenzen von LBM, auf welche in Kapitel 4.8 detaillierter eingegangen wird.

4.6 Herstellerseitige Unterstützungsstrukturen

Im Zuge der Digitalisierung wandeln sich nicht nur die Maschinen der Landbautechnik, sondern auch Arbeitsprozesse werden fortschreitend digitalisiert (Schlöglmann, 2022a).

Die Arbeitsprozesse von LBM wandeln sich im Hinblick auf die Digitalisierung in vielerlei Hinsicht durch „**digitale Arbeitsunterstützung**“. Somit sollen den Mechatroniker/-innen in Zukunft vermehrt **digitale Schaltpläne bzw. Handbücher** seitens der Hersteller online bereitgestellt werden, um beim Diagnoseprozess und der Fehlersuche vor Ort zu unterstützen. Die Expert/-innen der Hersteller sind sich aber einig, dass die Papierform von Schaltplänen zum Teil bleiben wird, da sich in der Praxis das Händeln mit großen DIN A0 Elektronik-Schaltplänen

als geeigneter herausstellt als mit digitalen Endgeräten. Dennoch ist es in Zukunft, aber auch schon gegenwärtig, nicht mehr möglich einen gesamten elektronischen Schaltplan einer Maschine auf DIN A0 in Papierform abzubilden, da durch neue Technologien und Entwicklungslinien die Komplexität elektronischer Schaltpläne immer weiter steigt und somit eine geeignetere Umsetzung im digitalen Format von großem Bedarf ist. *(H01, IH02, IH03, IH04)*

Einfluss auf Arbeitsprozesse der LBM nehmen auch neue Modelle herstellerseitiger **Unterstützungsstrukturen** für Werkstätten und Handel. Hier arbeiten Hersteller an **Lösungsdatenbanken**, um Kundendiensttechniker/-innen oder auch LBM gesammelte Informationen über möglich auftretende Fehlercodes und deren Fehlerbilder bereitzustellen, um die Diagnose zu unterstützen. Dies ist insoweit sinnvoll, als dass diese Datenbanken bei neuen Fehlerbildern immer erweitert werden können, aber dennoch nie die komplexe Fehlersuche bzw. die Diagnose ersetzen. Sie sollen diese anfangs lediglich erleichtern und eine Unterstützung im Prozess bieten. *(IH01)*

Ein weiterer Schritt in der Unterstützung soll laut der Expert/-innen in Zukunft in Form von **Remote-Diagnose** erfolgen. Dabei wird es möglich sein, sich zum einen aus dem Innendienst oder den Werkstätten heraus schon vorab auf Maschinen zu schalten, um vor der Diagnose auf dem Feld bereits mögliche Fehler auf der Maschine zu erfassen. Auf diese Weise wird die „Vorort-Diagnose“ beschleunigt und unterstützt. Zum anderen ist es durch Remote-Diagnose auch möglich, sich aus dem Innendienst heraus auf die Terminals der Maschinen zu schalten, um den/die Kundendiensttechniker/-in bzw. den/die LBM bei der Diagnose zu unterstützen. *(IH01, IH03)* Ebenfalls bereits im Einsatz und in der Weiterentwicklung befinden sich **On-Board-Diagnose-Systeme**, um dem Benutzer der Maschinen bereits über das Terminal die Möglichkeit zu geben, verschiedene Funktionen von z.B. Ventilen oder Sensoren zu überprüfen. *(IH03)*

Generell erfolgt die **Informationsbereitstellung** von Herstellern wie z.B. für Anleitungen, Werkstatthandbücher, Dokumentationen über Maschinen, spezifische Schaltpläne und Schulungsunterlagen online über **On-Demand-Systeme**, sodass die nötigen Informationen dauerhaft und bei Bedarf online abgerufen werden können. Dadurch liegt in der Digitalisierung ein großes Potenzial, die erwähnten und weiteren Unterstützungsstrukturen weiter auszubauen, um immer umfangreichere Informationen und zusätzliche Unterstützung für den Service und den Handel anzubieten. *(IH02, IH03)*

Weitere Unterstützungsstrukturen bieten Hersteller durch hauseigene Herstellerschulungen, um grundlegendes, diagnoserelevantes Know-how im Sinne neuer Technologien zu vermitteln, aber auch bei Maschinenmodifikationen nachzuschulen oder bei Markteinführungen von Maschinen die Vermittlung neuen Wissens sicherzustellen.

Bei den **Herstellerschulungen** ähneln sich die Modelle der verschiedenen Hersteller. Generell werden zunächst immer **Grundschulungen** angeboten, in denen Grundlagenwissen zu

Maschinen und Techniken vermittelt wird. Darauf aufbauend werden herstellerabhängig unterschiedliche Wege eingeschlagen. Bei einigen Herstellern werden **jährliche** „**Updates**“ für einzelne Maschinen, wie zum Beispiel der Erntemaschinentechnik, angeboten, um relevante Veränderungen in Elektronik, Hydraulik oder Mechanik etc. an bestimmten Maschinen nachzuschulen. Bei anderen Herstellern folgt wiederum nach einer Grundschulung ein **Aufbaukurs** mit einem sich anschließenden „**Profikurs**“ nach dem Prinzip einer Bildungspyramide. Deutlich bei allen Herstellern wird das regelmäßige Aktualisieren von Schulungsinhalten nach den Entwicklungen der Technik und der Maschinen, sowie die Anpassung von Grob- und Feinlernzielen der Schulungen. Der Schulungsbedarf wird dabei anhand der verkauften Stückzahlen an Maschinen festgemacht und es wird ermittelt, in welchem Bereich aktuell das größte Serviceaufkommen liegt, um entsprechend Schulungspläne zu entwerfen. Ähnlich bei allen interviewten Herstellerexpert/-innen sind die aufbauenden Schulungen nach Maschinengruppen oder bestimmten Kompetenzbereichen unterteilt. *(IH01, IH02, IH03, IH04)*
Die Umsetzung der Herstellerschulungen erfolgt zum großen Teil im Ansatz des **Blended-Learnings**. Hierbei erfolgen die Schulungen in Präsenz, über Distance-Learning sowie über innovative E-Learning-Formate wie Webbased-Trainings, Video-Trainings oder interaktive Online-Kurse. Die Präsenzschulungen finden zum großen Teil in hauseigenen Trainingscentern oder Akademien der Hersteller statt und bieten den Lernenden den Zugang zu Lerneinheiten direkt an den Maschinen oder auch an **Test-Bots** in den jeweiligen Schulungsräumen. Es werden aber auch regionale Schulungen in Stützpunkten von Händlern angeboten. (*IH01, IH02, IH03, IH04)*

4.7 Herstellersicht auf Berufslaufbahnkonzept und Karrierepfade

4.7.1 Grundausbildung

Die Gestaltung der Grundausbildung stellt die Berufsbildung der LBM aufgrund der fachlichen Breite, beeinflusst durch die verschiedenen Geschäftsfelder im Hinblick auf neue Technologien und wandelnde Maschinen, vor große Herausforderungen. Hierbei liegt die Schwierigkeit in der Ausgestaltung und Auswahl der Lerninhalte der Grundausbildung für geschäftsfeldübergreifende Lernende. Aus den Expert/-innen-Interviews geht hervor, dass es zunächst der richtige Schritt sei, die **Grundausbildung der LBM universell zu belassen** und erst **im Anschluss für bestimmte Geschäftsfelder oder Maschinen zu spezialisieren**. Aus diesem Grund sollten nach wie vor grundlegende Inhalte zu Elektronik, Mechanik, Hydraulik, Pneumatik etc. geschäftsfeldübergreifend gelehrt werden, um das Gesamtverständnis in der Grundausbildung zu fördern, ohne bereits in der Grundausbildung nach Fachrichtungen auszubilden. Denn auch durch die Trends neuer Technologien sind die Grundlagen und Basics zum Verständnis von Robotik, eines CAN-Bus-Systems oder eines Hydrauliksystems gleich, egal ob

dadurch ein Baggerlöffel oder das Hubwerk eines Maishäckslers angetrieben wird. Dadurch sind Techniken und Technologien zunächst übergreifend gleich im Grundverständnis, unterscheiden sich dann aber in der Anwendung der verschiedenen Geschäftsfelder und Maschinen. Dennoch ist anzumerken, dass sich durch neue Technologien das Berufsprofil und die Grundausbildung der LBM deutlich verbreitern. Lerninhalte zu neuen Technologien ersetzen keine schon etablierten Lerninhalte wie z.B. der Mechanik, sondern kommen gänzlich neu hinzu. *(IH01, IH02, IH03)*

4.7.2 Spezialisierungen

Die Expert/-innen der Hersteller sind sich größtenteils einig, dass die verschiedenen Geschäftsfelder der Landbautechnik-Branche aufgrund der unterschiedlichen Maschinen und auch der Ausprägungen von Techniken und Technologien Spezialisierungen nach **Maschinengruppen, Produktgruppen oder auch ganzen Geschäftsfeldern** verlangen. Demzufolge unterscheiden sich die Maschinen der verschiedenen Geschäftsfelder derart stark, dass hier ein/eine LBM übergreifend überhaupt nicht mehr den umfänglich nötigen Support für alle Maschinen bieten kann. Die LBM sollten dann eher auf bestimmte Maschinen wie z.B. Melkroboter in der Innenwirtschaft spezialisiert werden, um dem Kunden kompetent weiterhelfen zu können. *(IH01, IH02, IH03)*
Darüber hinaus kommt es bei den LBM in Zukunft verstärkt darauf an, den Kunden zu beraten und zu unterstützen, was eigentlich vom Berufsprofil der Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen abweicht. Dabei ist zunächst die Grundbildung als LBM eine wichtige Voraussetzung, um die Maschinentechnik grundlegend zu verstehen. Die Spezialisierung liegt hier dann unter anderem im **Beraten des Kunden** für die Anwendungen, was vom klassischen Profil des/der Servicetechniker/-in abweichen und in Richtung eines Anwendungsspezialisten gehen würde. *(IH03)*

4.7.3 Karrierepfade

Das Berufslaufbahnkonzept sollte den LBM mögliche **Karrierepfade optimal aufzeigen** und dadurch auch **Karrierepfade attraktiver machen**. Aus diesem Grund sollte der Karrierepfad des/der „Servicetechniker/-in“ keine Weiterbildung neben dem Meisterpfad sein, sondern in die gesamte Meisterlaufbahn integriert werden. Demzufolge sollte es möglich sein, bereits absolvierte Inhalte oder Teile der Servicetechniker/-innen-Ausbildung auf den darauffolgenden Meister anrechnen zu lassen, sodass sich junge LBM nach ihrer Ausbildung zunächst für die Laufbahn eines/-r Servicetechniker/-in entscheiden und dies nicht als „verlorene Zeit“ ansehen. Darüber hinaus sollte vor einer beginnenden Meisterlaufbahn immer eine bestimmte Anzahl an Jahren an Berufserfahrung gesammelt werden. Den Expert/-innen war es wichtig, dass dies eine Voraussetzung zur Zulassung zur Meisterlaufbahn darstellt. Des Weiteren wurde in

den Interviews angemerkt, dass auch nach dem Meister ein Aufstieg zu einer höheren Qualifikation im Berufsbild der LBM gegeben sein sollte, sowohl im kaufmännischen als auch im technischen Bereich. *(IH01)*

4.7.4 Mögliche Quereinstiege in die Landbautechnik

Um Fachkräfte für die Landbautechnik zu gewinnen, dienen andere Fachbereiche als gute Grundlage für einen Quereinstieg in die Landbautechnik-Branche. Es könnten sich bspw. Fachkräfte aus dem Bereich der **Elektronik** (z.B. Radio- oder Fernsehelektroniker/-in) mit den zusätzlich nötigen Umschulungen für die Landbautechnik qualifizieren und in der Branche arbeiten *(IH01)*. Ein weiterer großer Fachbereich, aus dem Fachkräfte rekrutiert werden könnten, wäre der **KFZ- und Nutzfahrzeugbereich**, da hier die größten Überschneidungen technischer Inhalte zur Landbautechnik existieren *(IH02, IH04)*. Grundlage bei allen möglichen Quereinstiegen ist jedoch immer der private oder berufliche Bezug zur Landwirtschaft bzw. der Landbautechnik *(IH01, IH02, IH03, IH04)*.

4.8 Personal der LBM

4.8.1 Zielgruppe Berufseinstieg

Alle Expert/-innen der Hersteller sahen den **persönlichen Bezug** jedes Individuums zur Landwirtschaft bzw. der Landbautechnik als wichtigste Voraussetzung für den Berufseinstieg bzw. den Beginn einer Ausbildung zum/zur Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in. Demzufolge ist es von großem Vorteil, dass potenzielle Auszubildende bereits vor ihrer Ausbildung zum/zur Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in **Vorerfahrungen** im Berufsfeld gesammelt haben. Die meisten Auszubildenden stammen zudem auch aus Familien, welche beruflich ihre Wurzeln in der Landwirtschaft oder landwirtschaftsnahen Bereichen haben. *(IH03).*

4.8.2 Veränderungen und Herausforderungen durch neue Technologien

Durch neue Technologien und Entwicklungslinien verbreitert sich das nötige **Kompetenzspektrum** der LBM immens. Wie bereits erwähnt, reichen die nötigen Kompetenzen heutzutage schon von „einfachen“ Reparatur- und Schweißarbeiten bis hin zum Reparieren und Warten von hochkomplexen Videoanlagen. Durch zusätzliches Equipment in der 3D-Steuerung von Baumaschinen oder immer häufiger verbauten Sensoren an jeder einzelnen Maschine steigt die Komplexität der Maschinen und fordert neue Kompetenzen. Daraus resultiert eine starke Verbreiterung des nötigen Kompetenzspektrums und die Herausforderung in allen Bereichen, die jeweiligen Fachkompetenzen gleichwertig zu entwickeln (weitere Ausführungen dazu in Kap. 4.8.3). *(IH02, IH04)*

Eng gekoppelt mit dem breiter werdenden Kompetenzspektrum ist auch die **große Motivation** der LBM in Bezug auf neue Technologien. Durch die wachsenden Anforderungen müssen LBM eine hohe Motivation aufweisen, um sich z.T. auch eigenständig mit neuen Technologien zu beschäftigen und auseinanderzusetzen, da diese in Zukunft immer stärker ihren Arbeitsalltag beeinflussen werden. *(IH01)*

4.8.3 Anforderungen an Kompetenzen

Durch neue Technologien und Entwicklungslinien ergeben sich neue Anforderungen an die Kompetenzen der LBM. Im Folgenden werden nur signifikante Veränderungen im Kompetenzspektrum aufgezeigt, welche aus den Expert/-innen-Interviews hervorgingen.
Durch den massiven Einfluss der Vernetzung und Konnektivität von Maschinen auf die Branche wird das Verständnis von der vernetzten Infrastruktur und des gesamten Ökosystems immer wichtiger. Somit müssen die LBM nicht nur die Technik der einzelnen, vernetzten Maschinen gut verstehen und kennen, sondern viel wichtiger ist hier das Verständnis des Gesamtsystems, in dem die jeweilige Maschine vernetzt ist. Demnach richtet sich eine große Anforderung an das **lückenlose System- und Prozessverständnis** von Prozess- und Wertschöpfungsketten. Denn durch die Verlängerung dieser Prozessketten, durch mögliche Vernetzungen und das Zusammenspiel verschiedener Prozessteilnehmer, ist es viel schwieriger geworden den Gesamtprozess zu überblicken, was aber dennoch unerlässlich ist. *(IH01, IH03)*
Resultierend aus den, durch die Vernetzung immer länger werdenden, Prozessketten werden Kompetenzen im Bereich des **Datenmanagements** und des Verständnisses von **IT-Infrastrukturen** immer wichtiger. Durch die Vernetzung im Sinne von Maschine-Maschine-Interaktion, Maschine-Umwelt-Interaktion und Maschine-Internet-Interaktion fallen durch die breite Datenerfassung in vernetzten Prozessketten eine große Menge an Daten an, welche die LBM auslesen, deuten und verarbeiten müssen. *(IH01, IH03, IH04)*
Durch die Vernetzung von Maschinen im Ökosystem der Landwirtschaft bedarf es neben den Kompetenzen im Datenmanagement laut den Expert/-innen der Hersteller von Landmaschinen ebenfalls eines gewissen Grundverständnisses landwirtschaftlicher Grundlagen. **Landwirtschaftliches Grundlagenwissen** zu verschiedenen Verfahren ist für die LBM insofern elementar, als dass auch LBM nicht nur isoliertes Wissen zu Maschinen und Steuerungssystemen etc. besitzen sollten, sondern auch den Nutzen der einzelnen Maschinen im jeweiligen Verfahren verstehen müssen. Hintergrundwissen zu landwirtschaftlichen Grundlagen erleichtert zum einen die Diagnose bzw. die Reparatur von defekten Bauteilen und erleichtert zum anderen das Verständnis über die Auswirkungen stehender Maschinen im Arbeitsprozess der Landwirte. Dadurch kommt den LBM gleichzeitig eine beratende Funktion zu, um die Kunden z.B. über den optimalen Einsatz der jeweiligen Maschine im jeweiligen landwirtschaftlichen Verfahren zu informieren und um Defekte vorzubeugen. *(IH03)*

Somit gewinnen auch **„wirtschaftliche“ Kompetenzen** der LBM weiter an Bedeutung. LBM oder Servicetechniker/-innen müssen für Kundenberatungen ein gewisses Maß an **wirtschaftlichem Denken und Handeln** mitbringen, um die Kunden umfänglich zu beraten und im Sinne der Betriebskosten der Kunden angemessen zu helfen. Gleichzeitig ist es wichtig, dem Kunden ggü. ebenfalls Wartungskalkulationen vorzurechnen. *(IH01, IH03)*

Im Sinne der **beruflichen Handlungsfähigkeit** werden für die LBM neben „neuen“ Fachkompetenzen die Anforderungen an Sozial- und Methodenkompetenzen immer wichtiger. Laut den Expert/-innen der Hersteller kommt einer ausgeprägten **Konfliktkompetenz** und **Stressresistenz** im Umgang mit erwartungsvollen Kunden eine immer größere Bedeutung zu. Dadurch, dass der Umsatz von Landwirt/-innen oder Lohnunternehmer/-innen eng mit der Problemlösung des Technikers bei einem Defekt an einer Maschine gekoppelt ist, erwarten Kunden heutzutage einen immer verlässlicheren und schnelleren Service. Da dies aber nicht immer unbedingt realisierbar ist, ist der Ausbau der Sozialkompetenz und der Soft Skills im Hinblick auf das Führen von Konfliktgesprächen mit Kunden in Stresssituationen unerlässlich. Gleiches gilt auch für das **eigenständige Lösen von Problemen**. Bei LBM ist zunächst eine hohe Eigeninitiative und das selbstständige Arbeiten im Sinne einer Problemlösekompetenz nötig, bevor die Hilfe beim herstellerseitigen Kundendienst angefordert wird. *(IH01, IH02, IH03)*

Eng verknüpft mit der geforderten, hohen Eigeninitiative von LBM ist ebenfalls das **Erfahrungslernen** bzw. das **informelle Lernen**. Durch das in Kapitel 4.7 beschriebene, mögliche Hinzukommen neuer Lerninhalte durch Technologien in Aus- und Weiterbildungen müssen in Zukunft viele Kenntnisse oder Fähigkeiten durch Erfahrungen erlernt werden. Dabei ist es unabhängig vom Lehrplan nötig, bereits vor oder während der Ausbildung Fähigkeiten und Kenntnisse erfahrungsbasiert zu erlernen. Gleichermaßen gewinnt daher auch **implizites Wissen** im Beruf der LBM immer mehr an Bedeutung. *(IH01, IH03)*

Weitere Schlüsselqualifikationen, welche für die LBM laut der Expert/-innen der Hersteller zunehmend wichtiger werden, liegen im Bereich der **Methodenkompetenz**. Durch die immer kürzeren Entwicklungszyklen von Maschinen müssen die LBM häufig an neuartigen Maschinen arbeiten, an denen sie in der Vergangenheit eher wenig Erfahrungen sammeln konnten. Dies wird auch durch stetig zuverlässiger laufende Maschinen beeinflusst (siehe auch Kap. 4.5). Diese Faktoren fordern vom Personal zunächst eine **strukturierte Vorgehensweise** in der Informationsbeschaffung zur Unterstützung bei der Arbeit, aber auch eine strukturierte Vorgehensweise während des Vorgangs der Diagnose. Aufgrund wachsender Maschinenkomplexität muss also Basiswissen durch **logisches Denken** und strukturierte Vorgehensweise auf neue Maschinen und deren Gesamtkomplexität übertragen werden können. *(IH03)*

4.9 Relevanz und zeitliche Durchdringung von Technologien

Relevante technologische Entwicklungen und Entwicklungslinien in der LBT-Branche, welche durch die Vorab-Umfrage im Vorhinein des Expert/-innen-Workshops ermittelt wurden, sind in Abbildung 7 dargestellt. Deutlich wird hier die Gewichtung der jeweiligen technologischen Entwicklung oder Entwicklungslinie, welche der Größe nach dargestellt sind. Am relevantesten schätzen demnach die Teilnehmenden des Workshops die Entwicklungslinie des „**Datenmanagements**“ ein, dicht gefolgt von „**Robotik**“.

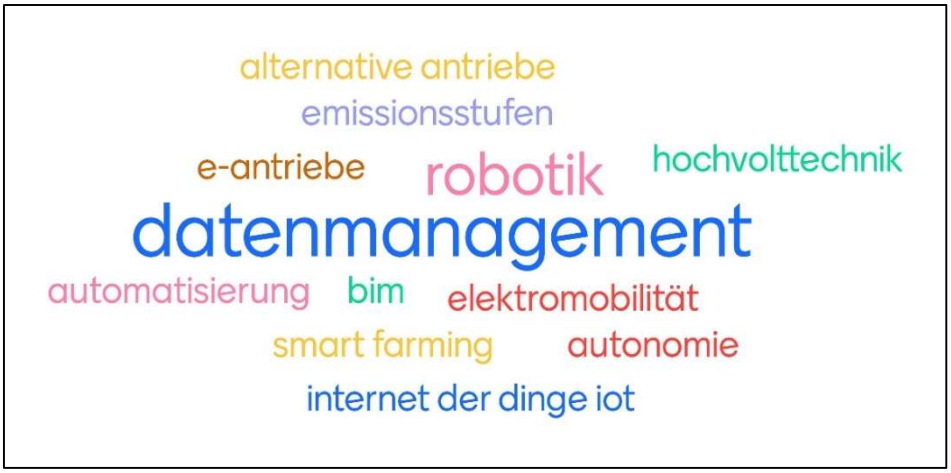

Abbildung 7 - Ergebnis Vorab-Umfrage: Relevante Technologien für die LBT-Branche

Aus den Workshop-Phasen zur Relevanz und zeitlichen Durchdringung von technologischen Entwicklungen und Entwicklungslinien ergaben sich die in zwei Gruppen erarbeiteten Schaubilder in Abbildung 8 und Abbildung 9. Angelehnt an das Eisenhower-Prinzip wurden Technologien, welche sich aus der Analyse ergaben und durch die Vorab-Umfrage oder durch Wortmeldungen in den Workshop eingebracht wurden, in der Matrix zur Relevanz und zeitlichen Durchdringung eingeordnet, um Einschätzungen zu den jeweiligen Dimensionen zu geben. Deutlich wurden hier 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. Um im nächsten Schritt die Auswirkungen der relevantesten technologischen Entwicklungen und Entwicklungslinien zu identifizieren, wurde sich im Plenum zur Weiterarbeit mit den Entwicklungslinien für „Datenmanagement“ und „Konnektivität / Vernetzung“ entschieden.

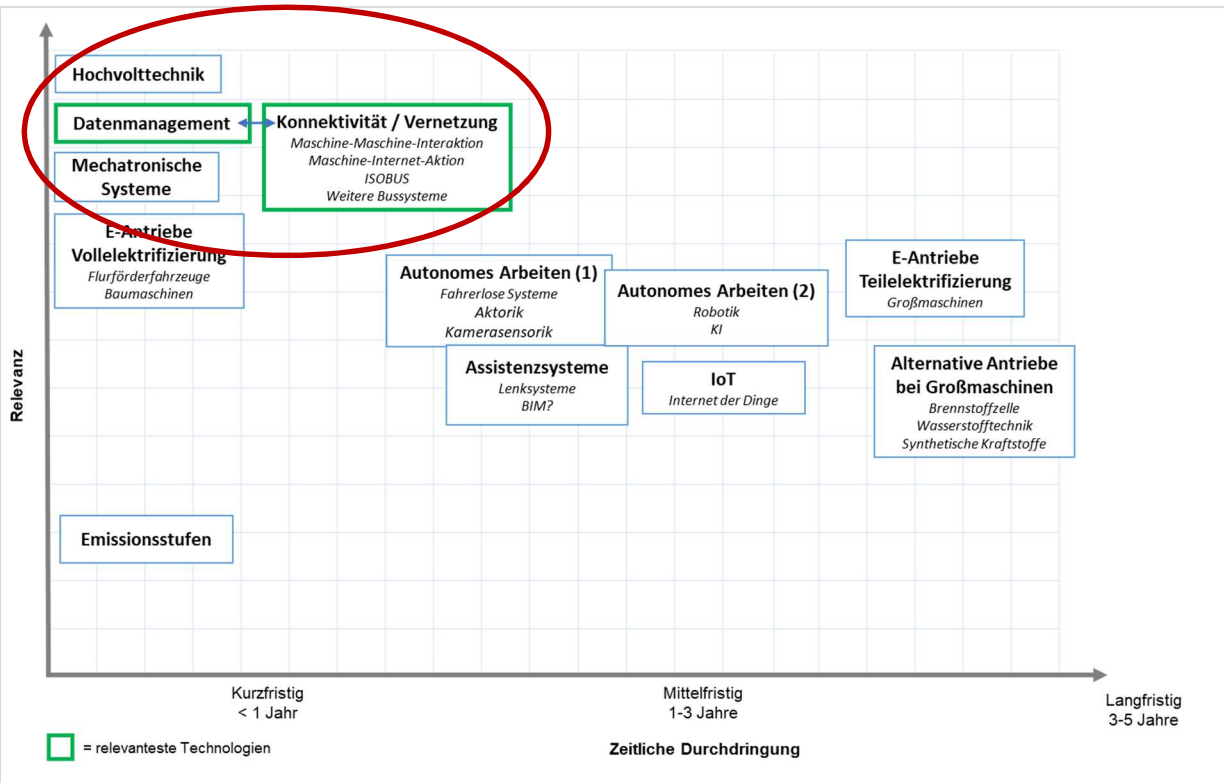

Abbildung 8 - Gruppe 1: Relevanz und zeitliche Durchdringung von technologischen Entwicklungen und Entwicklungslinien

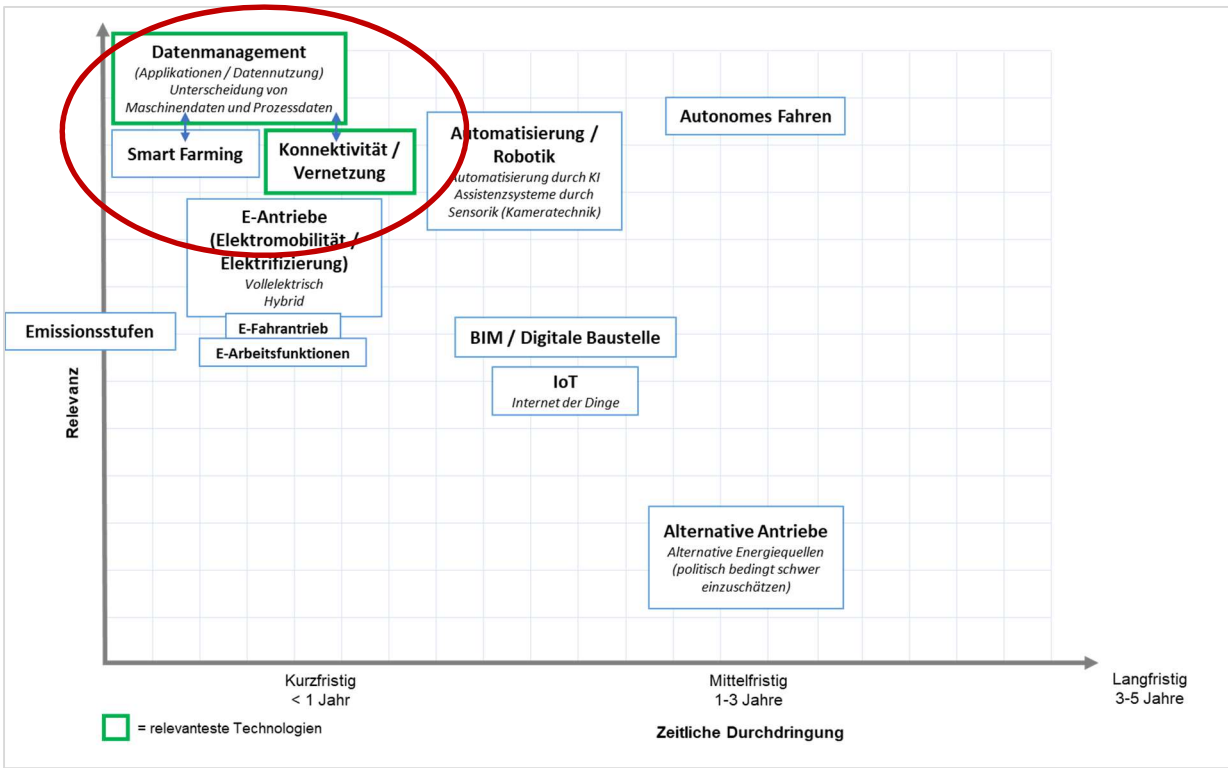

Abbildung 9 - Gruppe 2: Relevanz und zeitliche Durchdringung von technologischen Entwicklungen und Entwicklungslinien

4.10 Auswirkungen von technologischen Entwicklungen und Entwicklungslinien

Im zweiten Teil des Workshops diskutierten die Expert/-innen über die kurz- bis mittelfristigen Auswirkungen von „Datenmanagement“ und „Konnektivität / Vernetzung“ auf die Werkstattarbeit, das Personal und die berufliche Aus- und Weiterbildung der LBM. Dabei wurde das Plenum in zwei Gruppen geteilt und die Aufgabenstellung gemäß einer rotierenden Stationsarbeit bearbeitet. (Abbildung 10).

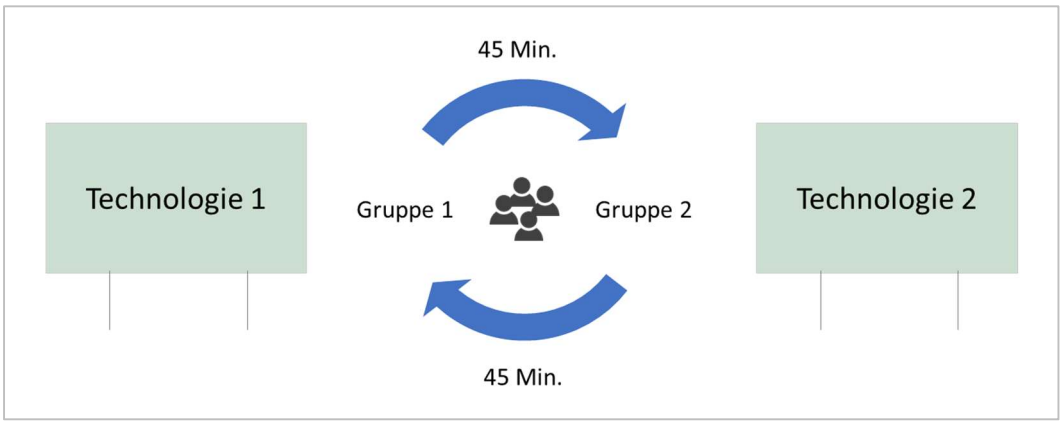

Abbildung 10 - Rotierende Stationsarbeit während der zweiten Arbeitsphase

Auswirkungen von Konnektivität und Vernetzung

In der **Werkstattarbeit** ändern sich durch zunehmende Konnektivität und Vernetzung vornehmlich grundlegende Arbeitsprozesse. Somit wandeln sich die Ausrüstungen der Werkstätten, Arbeitsmodelle des Personals und generelle Werkstattabläufe werden digitalisiert. Gleichzeitig verändern sich Kommunikationswege von Daten insofern, als dass die Maschine im Sinne einer Art vorrausschauenden Services selbstständig die nötigen Daten über Fehlermeldungen o.ä. direkt an die Werkstatt übermittelt, ohne dass die Kunden dieses tun müssen.

In der Dimension des **Personals** liegt der Fokus auf den Anforderungen an die Kompetenzen und der beruflichen Handlungsfähigkeit. Das komplexe Denken und das Vorstellungsvermögen von technischen Strukturen wird aufgrund neuer Vernetzungsstrukturen viel wichtiger. Gleichzeitig ändert sich durch neue Arbeitsabläufe auch der Diagnoseprozess und erhöht damit die Bedeutung eines umfassenden System- und Prozessverständnisses in Bezug auf alle im System vernetzten Prozessteilnehmer. Das Verständnis des „großen Ganzen“ wird dadurch wesentlich für den Beruf der LBM.

Die Anforderungen an die **berufliche Aus- und Weiterbildung** betreffen größtenteils die verschiedenen Lernorte. Festgelegt werden muss, welcher Lernort in der Aus- und Weiterbildung welche Lerninhalte vermittelt. Somit muss bestimmt werden, welche Bildungsstätte welche Inhalte während der Erstausbildung verfolgt und was Herstellerschulungen für weiterführende Qualifizierungen im Bereich Konnektivität und Vernetzung leisten können bzw. sollen. Die Expert/-innen nannten ebenfalls die Notwendigkeit weiterführender Module, welche aufbauend

auf die Grundausbildung angeboten werden sollten. Signifikant ist generell die Vermittlung eines Grundverständnisses von technischen Zusammenhängen und der Fokus auf relevante Werkstattprozesse aus der Praxis. Weitere Ergebnisse sind Abbildung 11 zu entnehmen.

Auswirkungen von Datenmanagement

Primär ist Datenmanagement als eine Folge von Konnektivität und Vernetzung anzusehen. Wie bereits aus der Literaturrecherche und den Expert/-innen-Interviews hervorging, nimmt die Menge an produzierten Daten durch den Ausbau von Vernetzungsstrukturen im Sinne von Maschine-Maschine-Interaktion, Maschine-Internet-Interaktion und Maschine-Umwelt-Interaktion immer weiter zu. Im Bereich der **Werkstattarbeit** wird laut der Expert/-innen demnach das Datenmanagement die größten Auswirkungen auf die Kollaboration, Kooperation und Kommunikation innerhalb der Werkstätten haben. Dabei müssen zum einen Schnittstellen zwischen den Daten und den Abläufen der Werkstätten geschaffen werden und zum anderen müssen vorliegende Probleme nachvollziehbar und vollständig ggü. Dritten wie z.B. Kunden, Facharbeiter/-innen und Ingenieur/-innen, aber auch zwischen Mechatroniker/-innen und Kolleg/-innen erläutert und kommuniziert werden können. Dadurch stellen sich zunächst Anforderungen an die Arbeitsprozesse innerhalb der Werkstätten, die Fachsprache in Form von technischen Begrifflichkeiten und zusätzliche Kompetenzen.

In der Dimension des **Personals** ist ab einem gewissen Grad im Management von Daten der Bedarf an spezialisiertem Personal nötig. Dennoch sollte ein gewisses Grundverständnis von Datenmanagement bei allen LBM, auch ohne Spezialisierung, vorliegen. Dies bedarf eines umfassenden Verständnisses über die Bedeutung von Daten für die Endkunden und die Bedeutung der Daten für deren Farmmanagement-System. Eng gekoppelt ist daher auch die Notwendigkeit landwirtschaftlichen Hintergrundwissens, um die Situation der Endkunden nachvollziehen zu können: Was bedeuten die Daten in dem jeweiligen System, bzw. was hat es für Folgen, wenn das System keine Daten liefert?

Für die **berufliche Aus- und Weiterbildung** bedeutet dies, dass zunächst die Berufsbildung in der Vermittlung von Kompetenzen zum Datenmanagement umfänglich für alle Betriebe geeignet sein muss, unabhängig von Unternehmensgröße oder Anzahl der Spezialist/-innen. Des Weiteren sollten im Lernort Berufsschule hauptsächlich Grundfertigkeiten zur Verarbeitung und Bewertung von Daten gelehrt werden. Spezielle Wissensvermittlung sollte im Nachgang einer Berufsausbildung über die jeweiligen Hersteller erfolgen. Ebenfalls bedeutsam zur Vermittlung einer umfassenden beruflichen Handlungsfähigkeit ist das entsprechend geschulte Lehrpersonal an den Lernorten. Weitere Ergebnisse sind Abbildung 12 zu entnehmen.

Werkstattarbeit

Welche Auswirkungen hat Vernetzung und Konnektivität auf die Werkstattarbeit kurz- bis mittelfristig?

- Ausrüstung der Werkstätten ändert sich
  - z.B. die Logistik in der Werkstatt
- Arbeitsmodelle des Personals ändern sich
- Werkstattabläufe ordnen sich neu
  - Elektronische Übertragung von Arbeitsaufträgen
- "Hoch"-qualifiziertes Personal nimmt zu
  - Welche Arbeiten macht dann welches Personal?
- Grundlegende Veränderung von Arbeitsprozessen
- Vernetzung untereinander
  - Zusammenarbeit mehr gefragt
- Maschine übermittelt Daten an die Werkstatt und „umgeht" die Kundenkommunikation
  - Maschine ist in der Kommunikation schneller als der Kunde selbst

Personal

Welche Auswirkungen hat Vernetzung und Konnektivität auf die Land- und Baumaschinen-mechatroniker/-innen?

- Komplexes Denken und Vorstellungsvermögen von technischen Strukturen wird wichtiger
- Grundverständnis von der Verwendung und Verwaltung von Daten wird wichtiger
- Diagnoseprozess ändert sich
  - System- und Prozessverständnis und das Wissen zur Fehlersuche ändern sich
- Bedeutung der Kommunikationskompetenz bzgl. der Kundenkommunikation nimmt zu
- Technische Zusammenhänge verstehen wird elementar
  - z.B. Schaltpläne, Wissensdatendanken
- Selbstbestimmtes Arbeiten wird wichtiger
- „Externe Anforderungen"
  - Gesetzliche Anforderungen
  - Anforderungen durch Unternehmen an die LBM
- Soft Skills werden noch wichtiger
- Problemlösefähigkeit und Entwicklung der beruflichen Handlungsfähigkeit stehen im Fokus

Berufliche Aus- und Weiterbildung

Welche Auswirkungen hat Vernetzung und Konnektivität auf die berufliche Aus- und Weiterbildung kurz- bis mittelfristig?

- Grundverständnis von technischen Zusammenhängen muss in die Ausbildung integriert werden
- Welcher Lernort leistet was?
  - Welche Inhalte verfolgen Bildungsstätten während der Erstausbildung?
  - Welche Inhalte zu weiterführenden Qualifizierungen leisten Herstellerschulungen?
- Weiterführende Module, aufbauend auf die Grundausbildung sind nötig
- Grundlegende Diagnosekompetenz muss vermittelt werden
- Fokus auf relevante Werkstattprozesse aus der Praxis

Abbildung 11 - Ergebnis Station 2: Auswirkungen von Konnektivität/Vernetzung auf die Werkstattarbeit, das Personal und die berufliche Aus- und Weiterbildung.

Werkstattarbeit

Welche Auswirkungen hat das Datenmanagement auf die Werkstattarbeit kurz- bis mittelfristig?

- Schnittstelle zwischen Daten und Werkstattablauf muss geschaffen werden
  - Beobachtende Person, die die Daten weitergibt
- Vorliegende Probleme müssen ggü. Dritten nachvollziehbar und vollständig erläutert werden können
  - Welche Prüfungen habe ich bereits durchgeführt,
  - Wie äußert sich das Problem genau?
  - ➔ Kollaboration & Kooperation
- Fachsprache und Begrifflichkeiten verändern sich

Beispiel Digitale Baustelle:

- Datenmanagement (Flottenmanagement) liegt bei den Baustellenverantwortlichen
- Die LBM kommen erst bei Fehlermeldungen mit den Daten in Berührung

Personal

Welche Auswirkungen hat das Datenmanagement auf die Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen?

- Datenmanagement bedarf ab einem gewissen Grad spezialisiertes Personal, dennoch sollte bei allen LBM ein gewisses Basiswissen vorhanden sein
- Grundverständnis für die Relevanz, Wichtigkeit und Potenzial der Daten muss bei allen LBM vorhanden sein
- Digital Natives bringen (im besten Fall) bereits mehr Affinität für Datenmanagement mit - müssen aber häufig lernen Daten kritisch zu bewerten
- Verständnis über die Bedeutung von Daten(-sammlung) für den Endkunden (bspw. im Farmnet) nötig
- Notwendigkeit von landwirtschaftlichem Hintergrundwissen, um die Situation des Endkunden nachvollziehen zu können
- Farmmanagement-Systeme

➔ Was bedeuten die Daten in diesem System, bzw. was hat es für Folgen, wenn das System (keine) Daten liefert?

- Technische Probleme müssen kommuniziert werden.
  Kunde ➔ Facharbeiter ➔ Ingenieur (und zurück)
- (Weiter-) Entwicklung einer gemeinsamen Sprache

Berufliche Aus- und Weiterbildung

Welche Auswirkungen hat das Datenmanagement auf die berufliche Aus- und Weiterbildung kurz- bis mittelfristig?

- Grundfertigkeiten zur Verarbeitung und Bewertung von Daten sollten nach der Ausbildung vorhanden sein, alles Weitere muss über die Hersteller laufen
- Software aufspielen können – Wissen darüber, was sich dahinter verbirgt
- Daten auf Plausibilität prüfen können
- Daten interpretieren können - wissen, was diese besagen - wo sind die Grenzen? (bspw. Diagnosesystem vs. mechanische Fehler)
- Berufsbildung muss für alle passen, sowohl für kleine als auch für große Betriebe mit vielen Spezialist:innen
- Vermittlung der Terminologien muss mitgedacht werden
- Lehrpersonal muss geschult werden

➔ Berufliche Handlungsfähigkeit der Lernenden muss sicher gestellt werden (vs. reines Fachwissen)

Abbildung 12 - Ergebnis Station 1: Auswirkungen von Datenmanagement auf die Werkstattarbeit, das Personal und die berufliche Aus- und Weiterbildung.

5 Fazit und Ausblick

Aus der Analyse geht deutlich hervor, dass sich der Beruf der Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen aktuell und auch zukünftig im Umbruch befindet. Bedingt durch verschiedenste Einflüsse, wie z.B. gesetzliche Regelungen zu Abgasnormen, technologische Innovationen oder auch das Streben nach Effizienzsteigerung haben neue technologische Entwicklungen und Entwicklungslinien erheblichen Einfluss auf die Maschinentechnik und Maschinenausrüstung von Land- und Baumaschinen. Durch die schnelllebigen Veränderungen von Maschinen und Technologien entsteht ein gewisses Delta zwischen der eigentlichen Maschinentechnik und dem Wissen der Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen.

Generell ist zu sagen, dass die Komplexität von Land- und Baumaschinen, sowohl technisch als auch architektonisch, durch Entwicklungslinien wie Elektrifizierung, Automatisierung und Sensorik immer weiter zunimmt. Dadurch, dass neue technologische Entwicklungen zusätzlich zu den herkömmlichen Techniken, wie z.B. der Hydraulik in der Landbautechnik, Anwendung finden, verbreitert sich das Berufsprofil der LBM enorm und stellt das Personal in den Werkstätten vor große Herausforderungen. Demnach müsste jeder/jede LBM ein derart breites Kompetenzspektrum aufweisen, um beispielsweise hochkomplexe Videoanlagen zu warten, aber auch gleichzeitig „einfache“ Schweißarbeiten durchführen zu können. Hinzu kommen ebenfalls die sehr unterschiedlichen Ausprägungen neuer Technologien, wie z.B. der elektrischen Antriebstechnik in den verschiedenen Geschäftsfeldern der Landbautechnik.

Im Vordergrund der technologischen Entwicklungen steht zunächst das „smarte“ und intelligente Arbeiten von Land- und Baumaschinen. Durch neue Möglichkeiten der Vernetzung steigt die Zahl der Maschinen, die in Gesamtprozessen der Land- und Bauwirtschaft miteinander agieren. Damit einhergehend steigen die Anforderungen an die LBM, nötige Kompetenzen im Datenmanagement (Big Data), der Digitaltechnik und im Verständnis von IT-Infrastrukturen zu entwickeln. Gleichermaßen wird es für die LBM immer wichtiger, im Sinne eines zunehmenden Gesamtökosystems in dem die Maschinen miteinander vernetzt sind, ein ganzheitliches System- und Prozessverständnis zu entwickeln. Dabei gewinnt auch das nötige Know-how zu landwirtschaftlichen Grundlagen, verschiedensten landwirtschaftlichen Verfahren sowie Baustellprozessen immer mehr an Bedeutung.

Gemäß eines angemessenen Technologietransfers ergibt sich ebenfalls die Notwendigkeit technischer Zusatzqualifikationen für die LBM. Demnach sollten weitere technologische und digitale Kompetenzen in die berufliche Aus- und Weiterbildung integriert werden, da seitens der Lernenden und Absolvent/-innen erheblicher Schulungsbedarf in vielen technologischen Bereichen besteht.

Die Erkenntnisse der hier vorliegenden Studie werden im Nachgang mit den Ergebnissen des FBH (Schlöglmann, 2022a & Schlöglmann, 2022b) zusammengeführt, um die zentralen

Ergebnisse der Projektphase „Analyse“, seitens der wissenschaftlichen Begleitung, gesammelt darzustellen.

Literaturverzeichnis

Bauer, W. (09. 11. 2020a). *Seat macht mit Outdoor-FTS großen Schritt in RIchtung Smart Factory*. Abgerufen am 10. 03. 2021 von foerdernundheben.de: https://www.foerdern-und-heben.de/seat-macht-mit-outdoor-fts-grossen-schritt-in-richtung-smart-factory/

Bauer, W. (02. 11. 2020b). *Logistik 4.0: Wie eine Gabelzinke neue Dimensionen des Wiegens eröffnet*. Abgerufen am 10. 03. 2021 von foerdern-und-heben.de: https://www.foerdern-und-heben.de/logistik-4-0-wie-eine-gabelzinke-neue-dimensionen-des-wiegens-eroeffnet/

bauma. (kein Datum). *Digitale Baustelle: effizientes Bauen 4.0 dank Digitalisierung*. Abgerufen am 10. 03. 2021 von bauma Messeprofil: https://www.bauma.de/de/messe/messeprofil/ausstellungsbereiche/digitalisierung/

BIBB. (2020). *Wettbewerb „Zukunft gestalten – Innovationen für eine exzellente berufliche Bildung“ (InnoVET)*. Abgerufen am 12. April 2022 von https://www.bibb.de/de/93954.php

BMBF. (2020a). *LBT Forward*. Abgerufen am 19. April 2022 von https://www.inno-vet.de/innovet/de/die-projekte/alle-projekte-von-a-bis-z/lbt-forward.html

BMBF. (2020b). *Was ist InnoVET?* Abgerufen am 12. April 2022 von https://www.inno-vet.de/innovet/de/was-ist-innovet/was-ist-innovet_node.html

BMBF. (07. 03 2022). *Wettbewerb InnoVET: Zukunft gestalten – Innovationen für eine exzellente berufliche Bildung*. Abgerufen am 12. April 2022 von https://www.bmbf.de/bmbf/de/bildung/berufliche-bildung/foerderinitiativen-und-program-ur-staerkung-der-berufsbildung/wettbewerb-innovet/wettbewerb-innovet_node.html

Brill, A. (23. 03. 2020). *Klimafreundliche Technologie*. Abgerufen am 11. 03. 2021 von Neue Landschaft : https://neuelandschaft.de/artikel/klimafreundliche-technologie-13318.html

Claas. (a). *Precision Farming Kreislauf. Das Potenzial der Fläche im Blick.* Abgerufen am 09. 03. 2021 von https://www.claas.de/produkte/easy/precision-farming

Claas. (b). *Ertragskartierung. Mehr Durchblick.* Abgerufen am 09. 03. 2021 von https://www.claas.de/produkte/easy/precision-farming/datenauswertung

Der Melkroboter. (kein Datum). S. 78-85.

DLG-Ausschuss Technik in der Tierhaltung, Oberschätzl-Klopp, R., & Haidn, B. (2018). *DLG-Merkblatt 398 Automatische Fütterungssysteme für Rinder.* Frankfurt am Main.

Freund, K. (04 2019). *Die Zukunft des Handwerks: Trends für 2025.* Abgerufen am 26. 02. 2021 von handwerksblatt.de: https://www.handwerksblatt.de/betriebsfuehrung/handwerk-die-trends-fuer-2025

Harms, J. (kein Datum). *Automatisches Melken - Fragen und Antworten.* Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, München.

Herlitzius, T. (20. 03. 2020). Autonome mobile Maschinen in der Landtechnik - Wie geht es weiter? *ATZ Heavy Duty, 13*(66).

Husqvarna. (2021). *Mähroboter für den professionellen Einsatz*. Abgerufen am 08. 03. 2021 von www.husqvarna.com: https://www.husqvarna.com/de/garten-rasen/profi/professionelle-maehroboter/

Innovation Farm. (2020). *Die Innovation Farm Arbeitsbereiche in der Innenwirtschaft*. Abgerufen am 11. 03. 2021 von innovationfarm.at: https://www.innovationfarm.at/innovation-farm/innenwirtschaft/

Kompetenzzentrum Digitales Handwerk. (kein Datum). *Cyber-Sicherheit für Handwerksbetriebe*. Abgerufen am 09. 03. 2021 von handwerkdigital.de: https://www.handwerkdigital.de/Cyber-Sicherheit

LandBauTechnik Bundesverband. (2019). *Jahresbericht 2019.* Abgerufen am 13. 11. 2020 von https://www.agrartechnik.de/wp-content/uploads/sites/9/LBT_Jahresbericht19_Inhalt_low_2.pdf

Menning, J. (a). Stationäre Mistschieber im Überblick. *top Ratgeber*, 70-73.

Menning, J. (b). Robis schieben den Mist. *top Ratgeber*, 74.

Naegele, L., Kortsch, T., Paulsen, H., Wiemers, D., Kauffeld, S., & Frerichs, F. (2015). *Zukunft im Blick: Trends erkennen, Kompetenzen entwickeln, Chancen nutzen.* Verbundprojekt In-K-Ha, Braunschweig.

Pieringer, M. (20. 11. 2020). *Logistikrobotik: "Smart Transport Robot (STR)" wird zu "iw.hub"*. Abgerufen am 09. 03. 2021 von Logistik Heute : https://logistik-heute.de/news/logistikrobotik-smart-transport-robot-str-wird-zu-iw-hub-32209.html

Rabe, M. (08. 03. 2021). Telefonat zu Trends in der Innenwirtschaft und im Bereich der Motorgerätetechnik. (A. Schlöglmann, Interviewer)

Ranft, S., & Zinke, G. (2019). Berufsbildung 4.0 - Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Der Ausbildungsberuf "Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in" im Screening. *Wissenschaftliche Diskussionspapiere*. Bonn.

Schlöglmann, A. (2022a). Tätigkeitsprofle und Qualifizierungsbedarfe in der LandBauTechnik-Branche. *Arbeitshefte zur berufs- und wirtschaftpädagogischen Forschung(Heft A 54)*. Köln. Abgerufen am 19. April 2022 von https://www.fbh.uni-koeln.de/veroeffentlichungen

Schlöglmann, A. (2022b). Weiterbildungs- und Qualifizierungsangebote in der LandBauTechnik-Branche. *Arbeitshefte zur berufs- und wirtschaftpädagogischen Forschung(Heft A 55)*. Köln. Abgerufen am 19. 04 2022 von https://www.fbh.uni-

koeln.de/sites/default/files/upload/A55_Weiterbildungs-%20und%20Qualifizierungsangebote%20in%20der%20LandBauTechnik-Branche_Zweiter%20Ergebnisbericht_LBT%20Forward.pdf

Trends der Zukunft. (23. 12. 2020). *Baumaschinen-Trends: Neuheiten, Eigenschaften & Qualität*. Abgerufen am 11. 03. 2021 von trendsderzukunft.de: https://www.trendsderzukunft.de/baumaschinen-trends-neuheiten-eigenschaften-qualitaet/

Waurich, V., Richter, C., Lübbert, J., & Köhler, S. (06. 2020). Automatisierung von hydraulisch angetriebenen Erdbewegungsmaschinen - Teil 1. *Mobile Maschinen*, S. 40-43.

Weltzien, C. (26. 08. 2019). Jetzt kommt Digital Farming. *deutschland.de*. (M. Orth, Interviewer)

Welzbacher, D., Pirk, W., Ostheimer, A., Bartelt, K., Bille, J., & Klemmt, M. (2015). *Digitalisierung der Wertschöpfungs- und Marktprozesse - Herausforderungen und Chancen für das Handwerk.* Hannover.

Wirtschaft digital Baden Württemberg. (2021). *Smart Farming.* Abgerufen am 09. 03. 2021 von https://www.wirtschaft-digital-bw.de/aktuelles/thema-des-monats/smart-farming

Zinke, G. (07. 2018). Im digitalen Wandel. *Agrartechnik*, 63. (G. Schulte-Kemper, Interviewer)

Zinke, G. (2019). *Berufsbildung 4.0 - Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Branchen- und Berufescreening.* Bundesinstitut für Berufsbildung , Bonn . Abgerufen am 08. 03. 2021 von Vergleichende Gesamtstudie: https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/show/10371

Zukunftsinstitut. (a). *Verschiedene Trends und Trendkategorien.* Abgerufen am 26. 02. 2021 von https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/trends-grundlagenwissen/

Zukunftsinstitut. (b). *Megatrends.* Abgerufen am 26. 02. 2021 von zukunftsinstitut.de: https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrends/

Anlage 1: Interviewleitfaden Hersteller

Interviewleitfaden zur Erfassung der Veränderungen von Prozessen, Arbeit und Technik - Hersteller

Thema	Leitfragen	Nachfragen
Teil 1 – Hintergrund der interviewten Person	1. Können Sie uns zum Einstieg bitte kurz etwas zu Ihrer eigenen Person erzählen?	• Wie ist Ihr Werdegang? • Was sind Ihre Aufgaben im Unternehmen?
Teil 2 – Abläufe im Unternehmen	2.1. Für einen kurzen Einblick: Wie hat sich Ihr Unternehmen, insbesondere die Bereiche des Fachhandels und des Service, in den letzten Jahren entwickelt? 2.2. Was sind die wesentlichen Entwicklungen, die Sie auf die Händlerbetriebe und Werkstätten zukommen sehen? 2.3. Bitte beschreiben Sie den Kundendienst-/Serviceprozess in Ihren Vertragswerkstätten.	• Was waren die größten (technologisch getriebenen) Herausforderungen und wie sind Sie ihnen begegnet? • Gibt es hier bereits Überlegungen wie sich dieser zukünftig verändern soll? Wenn ja, welche? • Wie wollen Sie diesen begegnen? • Wo sehen Sie die größten Unterstützungsbedarfe (organisatorisch für die Werkstätten und in Bezug auf das Personal)?
Teil 3 – Veränderungen von Arbeit und Technik	3.1. Welche Rolle werden verschiedene Technologien zukünftig spielen und wie wird sich die Arbeit in den Werkstätten konkret verändern? 3.2. Wie stellen Sie bei der Markteinführung neuer Entwicklungen sicher, dass das diagnoserelevante Know-how in den Werkstätten vorhanden ist?	• Wie schätzen Sie den Durchdringungsgrad bzw. die Relevanz der genannten Technologien und die Auswirkungen auf die Facharbeit in den nächsten 2 bis 5 Jahren ein? • Bitte beschreiben Sie Ihre Unterstützungsstruktur für die Werkstätten im Fall von schwierigen Diagnosen (Support-Level). Können Sie den Prozess beispielhaft beschreiben? • Gibt es vorgeschriebene Diagnosevorgehen?

		• Sind neue Wege zur Wissensvermittlung angedacht? Wenn ja, welche? Sind hier neue/innovative Formate geplant?
Teil 4 – Qualifikations-bedarfe und Herstellersicht auf Aus- und Weiterbil-dung	4.1. Gibt es vorgeschriebene Kompetenzen für das Werkstattpersonal auf Basis des Händlervertra-ges (bspw. Servicetechniker) und entspre-chende Qualifizierungspfade der Hersteller? 4.2. Sehen Sie zusätzlich zu den etablierten Berufs-bildern besondere Karrierepfade? 4.3. Wo sehen Sie persönlich den vordringlichsten Qualifikationsbedarf im Rahmen der Personal-entwicklung?	• Wie sehen diese aus? • Aus welchen anderen Berufen ist hier ein Quereinstieg sinnvoll? • Sehen Sie über den Meister hinaus, Bedarf nach kauf-männischen bzw. Technikexperten? • Bedarf nach akademisch ausgebildeten MA auf DQR 7?
Teil 5 - Abschluss	5. Haben Sie zum Abschluss des Interviews noch Themen, die aus Ihrer Sicht wichtig sind, die wir bisher noch nicht angesprochen haben?	
Interviewende		

Anlage 2: Interviewleitfaden Wissenschaft

Thema	Leitfragen	Nachfragen
Einstieg	1. Zu Beginn würden wir Sie bitten, zunächst ein paar Worte zu sich und Ihrem Lebenslauf sowie Ihrem Lehrstuhl zu sagen.	• In welchem Forschungsgebiet sind Sie tätig? • Wie sind Sie zu diesem Forschungsgebiet gekommen? • Seit wann sind Sie am Lehrstuhl tätig? • Mit welchen Themen haben Sie sich vorher beschäftigt?
Forschungsfeld	2. Mit welchen Themen beschäftigen Sie und Ihr Lehrstuhl sich in Ihrem Forschungsgebiet?	• Im welchem Bereich liegt Ihr Schwerpunkt? • Welche Zielgruppen haben Ihre Forschungsergebnisse?
Technologische Entwicklungen	3. Was sind die aktuellen technologischen Entwicklungen in Ihrem Forschungsgebiet?	• Wie weit sind diese bereits in der Praxis relevant? • Können Sie bitte Beispiele für konkrete Anwendungen in der Praxis nennen?
	4. Welche dieser Entwicklungen sind aus Ihrer Sicht besonders zukunftsträchtig und relevant?	
	5. Welche relevanten Entwicklungen gab es darüber hinaus in den letzten 5 Jahren?	• Wie haben diese sich in der Praxis etabliert?
Blick in die Zukunft	6. Welche technologischen Entwicklungen werden in den kommenden fünf Jahren aus Ihrer Sicht an Bedeutung gewinnen?	• Welche Anwendungsmöglichkeiten sehen Sie hier? • Wie werden sich diese auf die Landmaschinen bzw. Baumaschinenbranche auswirken?
Abschluss	7. Haben Sie zum Abschluss noch Punkte, die aus Ihrer Sicht relevant sind, aber noch nicht angesprochen wurden?	

Anlage 3: Agenda Expert/-innen-Workshop

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

INNOVET LBT FORWARD

„Vorwärts-Denken" in der LBT-Branche

Veranstaltungsort: virtuell via MS Teams

Veranstaltungszeitraum: 15.03.2022, 10:00 - 15:45 Uhr

10:00 Uhr	Beginn der Veranstaltung (Einfinden im virtuellen Raum)
10:10 Uhr	Begrüßung und Vorstellung
10:20 Uhr	Vorstellung des Projektes LBT-Forward *Torsten Grantz, Projektleitung LBT-Forward, LandBauTechnik-Bundesverband e.V.*
10:35 Uhr	Präsentation der Studien zu technologischen Entwicklungen im Markt, in Wertschöpfungsketten und Geschäftsprozessen *Marius Ramm, Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik an der Leibniz Universität Hannover* Präsentation der Tätigkeitsprofile *Anja Schlöglmann, Forschungsinstitut für Berufsbildung im Handwerk an der Universität zu Köln*
11:05 Uhr	Zielsetzung des Workshops
11:10 Uhr	Kurze Pause
11:20 Uhr	Relevanz und zeitliche Durchdringung von technologischen Entwicklungen und Entwicklungslinien in der Landbautechnik *Arbeitsphase*
12:15 Uhr	Mittagspause
13:00 Uhr	Auswirkungen und Bedeutung von Technologien für die Werkstattarbeit, das Personal und die berufliche Aus- und Weiterbildung *Arbeitsphase Teil 1 + 2*
14:15 Uhr	Kaffeepause
14:30 Uhr	Auswirkungen und Bedeutung von Technologien für die Branche, die Berufsbildung und Tätigkeitsprofile *Arbeitsphase Teil 3*
15:10 Uhr	Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse
15:30 Uhr	Zusammenfassung, Ausblick und Feedback
15:45 Uhr	Ende der Veranstaltung

INNOVET

Bundesministerium für Bildung und Forschung

bibb Bundesinstitut für Berufsbildung

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

Anlage 4: Arbeitsphasen Expert/-innen-Workshop

Abbildung 13 - Aufgabenstellung zur Relevanz und zeitlichen Durchdringung von Technologien

Abbildung 14 - Aufgabenstellung zu Auswirkungen von technologischen Entwicklungen und Entwicklungslinien