

Falk Howe & Sönke Knutzen (Hrsg.)



KOMPETENZWERKSTATT

SEKTORANALYSE LAND- UND BAUMASCHINENTECHNIK

Technische Kommunikation in Lern- und
Arbeitsprozessen im Kontext Industrie 4.0

PRAXISBEISPIELE

HANDBÜCHER FÜR DIE BERUFSBILDUNGSPRAXIS

Michael Sander & Nils Petermann

Falk Howe / Sönke Knutzen (Hrsg.)

Kompetenzwerkstatt

Praxisorientiert ausbilden!

Handbücher für die Berufsbildungspraxis

Michael Sander / Nils Petermann

Sektoranalyse

Land- und Baumaschinentechnik

Technische Kommunikation in

Lern- und Arbeitsprozessen im Kontext Industrie 4.0

Bremen, Dezember 2023

Zitierlink

<https://doi.org/10.26092/elib/2712>

Lizensierung

Dieses Werk steht unter der Lizenz CC BY-NC-SA



Inhaltsverzeichnis

Die Kompetenzwerkstatt	1
Vorbemerkungen	3
1 Bedeutende Wirtschafts- und Technologiebereiche des Berufs Land- und Baumaschinenmechatroniker:in	3
1.1 Teilsektor Landwirtschaft / Landmaschinentechnik	4
1.1.1 Zahlen, Daten und Fakten zum Teilsektor Landwirtschaft / Landmaschinentechnik	4
1.1.2 Digitalisierung in der Landwirtschaft / Landmaschinentechnik	5
1.2 Teilsektor Bauwirtschaft / Baumaschinentechnik	6
1.2.1 Zahlen, Daten und Fakten zum Teilsektor Bauwirtschaft / Baumaschinentechnik ...	6
1.2.2 Digitalisierung in der Bauwirtschaft / Baumaschinentechnik	6
1.3 Teilsektor Forstwirtschaft / Forsttechnik – Gartenwirtschaft / Gartentechnik (Kleingerätetechnik).....	7
1.3.1 Zahlen, Daten und Fakten zum Teilsektor Forstwirtschaft / Forsttechnik	7
1.3.2 Digitalisierung in der Forstwirtschaft / Forsttechnik	8
1.3.3 Zahlen, Daten und fakten zum Teilsektor Gartenwirtschaft / Gartentechnik (Kleingerätetechnik)	8
1.3.4 Digitalisierung in der Gartenwirtschaft / Gartentechnik (Kleingerätetechnik)	8
1.4 Teilsektor Kommunalwirtschaft / Kommunalgerätetechnik	9
1.4.1 Zahlen, Daten und Fakten zum Teilsektor Kommunalwirtschaft / Kommunalgerätetechnik	9
1.4.2 Digitalisierung im Teilsektor Kommunalwirtschaft / Kommunalgerätetechnik	9
1.5 Teilsektor Flurförderwirtschaft / Flurfördertechnik	9
1.5.1 Zahlen, Daten und Fakten zum Teilsektor Flurförderwirtschaft / Flurfördertechnik .	9
1.5.2 Digitalisierung im Teilsektor Flurförderwirtschaft / Flurfördertechnik	9
2 Digitalisierung und deren Auswirkungen auf den Beruf (Technische Kommunikation)	11
2.1 Zusammenfassung der Digitalisierungstrends in den berufsrelevanten Wirtschafts- und Technologiebereichen des Land- und Baumaschinenmechatronikers/der Land- und Baumaschinenmechatronikerin	11
2.1.1 Ausgewählte Ergebnisse der Fachtagung „Next Level: Die Berufsbildung der LandBauTechnik-Branche auf dem Weg in die Zukunft“	12
2.2 Ausgewählte Ergebnisse aus der BIBB-Studie Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Der Ausbildungsberuf „Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in“ im Screening	16
3 Der Ausbildungsberuf zum/zur Land- und Baumaschinenmechatroniker:in im Überblick	18
3.1 Berufsgenese	18
3.2 Auszubildendenstatistik	19
3.3 Inhalte und Struktur der Ausbildung	19
3.4 Fort- und Weiterbildungen	22
4 Verbände und Organisationen (Auswahl)	23
5 Projekte aus dem Land- und Baumaschinenbereich (Auswahl)	23
6 Fachzeitschriften Landtechnik (Auswahl)	24
7 Fachzeitschriften Bautechnik (Auswahl)	24

8	Lehr- und Lernmittel (Auswahl)	25
9	Literatur	26
9.1	Weiterführende Literatur	28
10	Abbildungsverzeichnis	33
11	Autoren	
11.1	Michael Sander	34
11.2	Nils Petermann	34

Die Kompetenzwerkstatt

Das Berufsbildungspersonal an allen Lernorten des dualen Systems sieht sich mit steigenden und zum Teil auch grundlegend neuen Herausforderungen konfrontiert: Die Dynamik des technologischen und ökonomischen Wandels und die damit einhergehende, zunehmende Digitalisierung der Arbeits- und Berufswelt werfen mehr denn je auch die Frage auf, wie sich berufliche Bildung angemessen, attraktiv und effektiv gestalten lässt.

Um die Akteure in den Ausbildungsbetrieben, in den überbetrieblichen Berufsbildungszentren und in den berufsbildenden Schulen bei der Bewältigung dieser neuen Herausforderungen zu unterstützen, liefert die Kompetenzwerkstatt ein einfach zu handhabendes und doch umfassendes Konzept, mit dem sich Ausbildung und Unterricht arbeitsprozessorientiert, kompetenzfördernd und digital gestützt planen, durchführen und evaluieren lassen.

Die Kompetenzwerkstatt weist dabei vier Rubriken auf:



Abb. 1: Rubriken der Kompetenzwerkstatt

Konzeptionelle Elemente

Die konzeptionellen Elemente bilden das Gerüst der Kompetenzwerkstatt. Unter ihrer Verwendung werden die inhaltlichen Voraussetzungen für eine arbeitsprozessorientierte, kompetenzfördernde und digital gestützte Berufsbildung geschaffen.

Die Einzelbände der Rubrik „Konzeptionelle Elemente“ sind methodenorientiert aufgebaut, d. h. es handelt sich um klar strukturierte Instrumente, die eine Umsetzung in die Ausbildungs- und Unterrichtspraxis systematisch Schritt für Schritt beschreiben. Dabei steht einerseits jeder Band für sich und kann entsprechend auch für sich alleine angewendet werden. Andererseits stellt die Kompetenzwerkstatt als konzeptionelles Dach sicher, dass die Handbücher untereinander direkte Bezüge aufweisen, in einem Gesamtzusammenhang stehen und nahtlos zueinander passen.

Digitale Tools

In der Kompetenzwerkstatt wurden in den letzten Jahren verschiedene digitale Tools entwickelt, die sich für eine digital gestützte Berufsbildung verwenden lassen. Alle digitalen Tools stehen grundsätzlich kostenlos zur Verfügung, ggf. sind spezifische Anpassungen z. B. an die Berufsbildungsinstitution, Berufe oder Berufsfelder erforderlich.

Die Rubrik „Digitale Tools“ widmet sich der Darstellung der Kompetenzwerkstatt-Software. Zu jeder Anwendung findet sich ein Einzelband, in dem der Aufbau und die verschiedenen Funktionen des

Tools dargestellt sind, ihre Konfiguration und Handhabung schrittweise beschrieben und schließlich die verschiedenen Einsatzszenarien illustriert werden.

Die Tools der Kompetenzwerkstatt folgen einem gemeinsamen Corporate Design, sodass die Anwendungen auch in Kombination – z. B. als Ausbildungsmanagementsystem – in einem ansprechenden und durchgängigen Look-and-Feel verwendet werden können.

Studien und Evaluationen

Bei der Umsetzung der konzeptionellen Elemente und der Verwendung der Tools der Kompetenzwerkstatt stellt sich naturgemäß auch die Frage, welchen Nutzen dies für die jeweiligen Berufsbildungsmaßnahmen besitzt, was verbessert werden konnte, welche Erfahrungen gemacht wurden usw. So sind bei größeren Forschungs- und Entwicklungsprojekten Evaluationen z. B. in Form von Befragungen, Gruppendiskussionen oder teilnehmenden Beobachtungen obligatorisch.

Die Rubrik „Studien und Evaluationen“ widmet sich der Darstellung solcher Untersuchungsergebnisse. Wie auch bei den Praxisbeispielen ergibt sich dabei eine Spannweite von breit angelegten bis zu begrenzten, auf einen spezifischen Sachverhalt fokussierenden Studien.

Praxisbeispiele

Die Kompetenzwerkstatt hat sich seit 2003, als mit der „Kompetenzwerkstatt Recycling“ das erste große Entwicklungsprojekt realisiert wurde, bewährt: Das Konzept wird auf die spezifischen Bedarfe eines Berufsbildungsträgers, sei es z. B. eine Berufsschule, ein Ausbildungsbetrieb oder eine Überbetriebliche Bildungsstätte, angepasst und in einem Forschungs- und Entwicklungsprojekt umgesetzt. Die dabei gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse fließen in die Weiterentwicklung des Konzepts ein, das dann in seiner aktualisierten Form wieder in neue Projekte überführt wird usw.

Unter der Rubrik „Praxisbeispiele“ finden sich exemplarische Darstellungen aus solchen Umsetzungsprojekten. Dies können sowohl große langjährige Vorhaben als auch kleine, zeitlich begrenzte Analysen, Entwicklungen und Erprobungen sein.

Der vorliegende Band „Sektoranalyse Land- und Baumaschinentechnik. Technische Kommunikation in Lern- und Arbeitsprozessen im Kontext Industrie 4.0“ zählt zu dieser Rubrik.

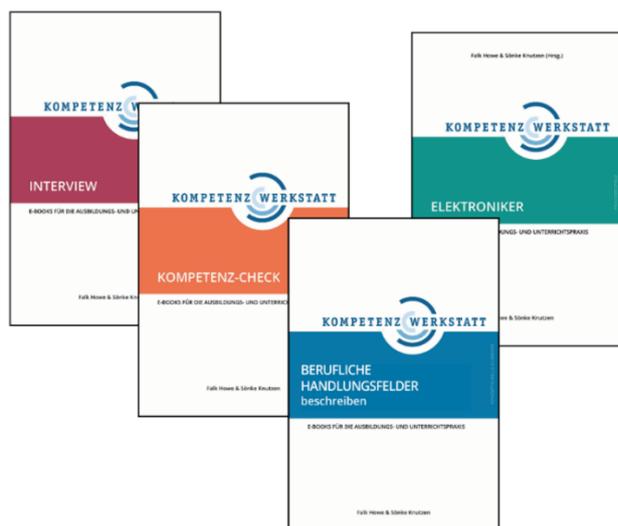


Abb. 2: Farbliche Kennzeichnung der Kompetenzwerkstatt-Rubriken

Vorbemerkungen

Die hier vorliegende Sektoranalyse wurde im Rahmen des Projekts „tekom_LandBauMT – technische Kommunikation in Lern- und Arbeitsprozessen der Land- und Baumaschinenmechatroniker:innen im Kontext Industrie 4.0“ zwischen dem Bau-ABC Rostrup als Projektverantwortlichem und dem Institut Technik und Bildung (Universität Bremen) als Projektpartner erstellt. Das Projekt befasste sich insgesamt mit der Ausbildung der Land- und Baumaschinenmechatronikerin bzw. des Land- und Baumaschinenmechatronikers im Zuge der voranschreitenden Digitalisierung und versucht, die sich daraus ergebenden Herausforderungen für die berufliche Bildung, insbesondere im Zusammenhang mit der Gestaltung der überbetrieblichen Ausbildung, perspektivisch zu entfalten. Das Projekt wurde aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

1. Bedeutende Wirtschafts- und Technologiebereiche des Berufs Land- und Baumaschinenmechatroniker:in

Die beruflichen Tätigkeits- und Aufgabenbereiche von Land- und Baumaschinenmechatroniker:innen umfassen verschiedene Technologiefelder, die, für sich genommen, jeweils einen wichtigen volkswirtschaftlichen Stellenwert einnehmen und im Folgenden zunächst im Einzelnen genauer beleuchtet werden sollen. Der Schwerpunkt der Betrachtungen liegt dabei auf der Kenntlichmachung des Voranschreitens der Digitalisierung in den jeweiligen Technologiefeldern bzw. Teilsektoren und den sich daraus ergebenden Konsequenzen für den Beruf des Land- und Baumaschinenmechatronikers/der Land- und Baumaschinenmechatronikerin.



Abb. 3: Technologiefelder des Land- und Baumaschinenmechatronikers/der Land- und Baumaschinenmechatronikerin (eigene Darstellung)

In der Berufsbezeichnung des Land- und Baumaschinenmechatronikers/der Land- und Baumaschinenmechatronikerin tauchen begrifflich bereits zwei zentrale Tätigkeitsfelder bzw. Aufgaben-

bereiche des Berufs, die Landmaschinentechnik sowie die Baumaschinentechnik, auf. Darüber hinaus werden Land- und Baumaschinenmechatroniker:innen auch in der Forsttechnik, der Garten- und Kleingerätetechnik, der Flurfördertechnik sowie der Kommunalwirtschaft eingesetzt. Durch das Zusammenwirken dieser Technologiefelder arbeiten Land- und Baumaschinenmechatroniker:innen in sich überschneidenden Teilsektoren und beruflichen Aufgabenbereichen (siehe Abb. 3).

Im Folgenden werden zunächst die unterschiedlichen Technologiefelder des Land- und Baumaschinenmechatronikers/der Land- und Baumaschinenmechatronikerin mit dem Fokus Digitalisierung betrachtet. Anschließend werden die möglichen Auswirkungen auf den Beruf und dessen Ausbildung beleuchtet.

1.1 Teilsektor Landwirtschaft / Landmaschinentechnik

Die Landmaschinentechnik nimmt einen der größten Bereiche des Berufsbildes ein. Zur Landmaschinentechnik gehören alle Fahrzeuge und zu bedienenden Gerätschaften, die auf Feldern, Wiesen, Äckern und Höfen zum Einsatz kommen, wie z. B. Schlepper, Hoflader, Anbaugeräte zur Boden- und Flächenbearbeitung, aber auch automatisierte Melkstände, Futtermischwagen und Anhänger für verschiedene Einsatzzwecke.

1.1.1 Zahlen, Daten und Fakten zum Teilsektor Landwirtschaft / Landmaschinentechnik

Die Landwirtschaft bildet zusammen mit der Fischerei und der Forstwirtschaft den primären Sektor der Volkswirtschaft in Deutschland. Zusammengefasst spricht man auch von der Agrarwirtschaft. Mehr als 50 % der Fläche Deutschlands wird landwirtschaftlich genutzt, darauf folgt „Waldflächen und Gehölze“ mit circa 30 % (Umweltbundesamt 2020). Die deutsche Landwirtschaft besteht aus 263.500 Betrieben, von denen der größte Anteil einer Betriebsgröße von 20 bis 50 Hektar zuzuordnen ist. Die in diesen Betrieben rund 936.000 haupt- und nebenberuflich beschäftigten Personen (Statista 2021b) erwirtschafteten im Jahr 2019 einen Nettoumsatz von 39.719 Mio. € (Statista 2021a).

Der Strukturwandel in der Landwirtschaft setzt sich kontinuierlich fort, was sich u. a. an der Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe verdeutlichen lässt. Diese ist zwischen 2010 und 2020 um 12 % auf 263.500 gesunken. Im Vergleich zu 2001 bedeutet das insgesamt einen Rückgang um 40 %. Dafür nehmen die Betriebsgrößen immer mehr zu: war ein Betrieb 2010 im Schnitt noch 56 Hektar groß, erhöhte sich diese Fläche 2020 auf etwa 63 Hektar (Bundesinformationszentrum Landwirtschaft 2021a).

Wie oben angedeutet, arbeiteten 2020 rund 936.000 Arbeitskräfte in der deutschen Landwirtschaft; das sind rund 13 % weniger als noch in 2010. Zur Begründung für diesen Rückgang wird vor allem die veränderte Tierhaltung angeführt, da es zum einen immer weniger Tierhaltungen gibt und zum anderen die verbliebenen Betriebe immer größer und stärker technisiert sind (Bundesinformationszentrum Landwirtschaft 2021b).

Zudem hat in der Landwirtschaft, wie in anderen Wirtschaftsbereichen auch, die Produktivität stark zugenommen, sodass immer mehr Menschen von einem Hektar Nutzfläche ernährt werden können: lag der Ertrag für einen Hektar Weizen 1950 bei gerade mal 2.580 Kilogramm, waren es 1980 bereits 4.890 Kilogramm; heute liegt der Weizenertrag bei rund 7.300 Kilogramm. Durch den verstärkten Einsatz von Düngemitteln, effizienteren Anbaumethoden und moderneren Land-

maschinen kann ein Landwirt heute etwa 134 Menschen ernähren, 1950 waren es dagegen nur zehn und um 1900 gerade mal vier (ebd.).

Die zunehmende Produktivität hat aber auch dazu geführt, dass immer weniger Menschen in der Landwirtschaft Beschäftigung finden. Waren zu Beginn des letzten Jahrhunderts noch rund 38 % aller Deutschen in der Landwirtschaft erwerbstätig, waren es 50 Jahre später noch 24 % und Anfang des 21. Jahrhunderts nur noch zwei Prozent (ebd.)

Weiter hält der Trend zur Umstellung auf den ökologischen Landbau an. So wirtschafteten im Jahr 2020 knapp 26.400 Betriebe nach den Regeln des ökologischen Landbaus. Das sind 10 % der Betriebe insgesamt. Damit nahm die Zahl der Ökobetriebe im Vergleich zu 2010 um rund 9.900 (+60 %) zu (Statistisches Bundesamt 2021).

1.1.2 Digitalisierung in der Landwirtschaft / Landmaschinentechnik

Die Landwirtschaft ist bereits seit Jahren digital unterwegs, Informatik und Elektronik prägen den landwirtschaftlichen Alltag. Digitale Anwendungen helfen dabei in vielen Bereichen der Landwirtschaft, wie z. B. bei der Düngung, beim Pflanzenschutz sowie bei der Tierhaltung. Für diese Art von „Präzisionslandwirtschaft“ (Precision Farming) sind Landmaschinen mit intelligenten Technologien ausgestattet und automatisierte Arbeitsprozesse sind auf den Feldern und Höfen angekommen. Mehr noch verknüpft die Digitalisierung verschiedenste Prozesse und Akteure durch vielfältige Informationen miteinander. Dazu zählen neben dem Landwirt/der Landwirtin unter anderem IT-Dienstleister:innen, Landmaschinenhersteller, Berater:innen sowie die öffentliche Verwaltung und letztlich natürlich auch die Land- und Baumaschinenmechatroniker:innen.

Die Landwirtschaft war Vorreiter bei der Nutzung von GPS-Daten. Durch GPS-Steuerung, verbunden mit geeigneten Computerprogrammen, konnten für Traktoren und selbstfahrende Erntefahrzeuge der Fahrweg optimiert und Treibstoff eingespart werden. Mittlerweile lassen sich mit Hilfe von Satellitennavigation und Korrektursignal Traktoren auf bis zu zwei Zentimeter genau steuern (BMEL 2020). Weiter beschreibt das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) die Möglichkeiten der Digitalisierung und deren Perspektiven wie folgt:

„Wetter-Apps, Drohnen und andere Datenmanagementsysteme helfen, Bodenbearbeitungs- und Ernteverfahren zu optimieren. Digitale Lösungen, beispielsweise für die Grund- und Stickstoff-Düngung, ermöglichen Pflanzen besser und effizienter zu versorgen. Komplexe Prozessabläufe, wie beispielsweise die Silomais- oder Zuckerrübenenernte, können in Echtzeit überwacht und gemeinschaftlich organisiert werden. Futterroboter, Messeinrichtungen zur Milchinhaltstoffbestimmung oder Klimaführungssysteme leisten einen wesentlichen Beitrag zum Tierwohl und für den Umweltschutz. Außerdem dienen sie der Arbeiterleichterung. Durch neue Entwicklungen in der Sensortechnik kann das Tierverhalten ermittelt und bewertet werden.“

Die Landwirtschaft nutzt schon seit etwa zwei Jahrzehnten viele Möglichkeiten, um die Prozesse entsprechend der guten fachlichen Praxis möglichst optimal und präzise zu gestalten und durch intelligente Steuerung weiter zu optimieren ("Smart Farming"). Hard- und Software werden weiter verbessert und erlauben, das Gespann von Traktor und Anbaugerät besser aufeinander abzustimmen und den Bereich der Logistik einzubinden. Denn die Landwirtschaft nutzt Betriebsmittel (zum Beispiel Saatgut, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel) und erzeugt Produkte, die transportiert und weiterverarbeitet werden, bis sie schließlich beim Verbraucher ankommen.

Diese Stoff- und Transportströme digital abzubilden und abzustimmen, davon erwarten viele einen Effizienz- und Transparenzgewinn sowie Arbeitserleichterungen. Auch werden positive Effekte

für die Umwelt durch einen nachhaltigen Ressourceneinsatz und bedarfsgerechte Anwendungen in Ackerbau und Tierhaltung mit der Digitalisierung der Landwirtschaft verbunden.“

Aufgabe der Land- und Baumaschinenmechatronikerin bzw. des Land- und Baumaschinenmechatronikers ist es u. a., die oben benannten, in der Landwirtschaft zum Einsatz gebrachten, High-Tech-Landmaschinen in Betrieb zu nehmen, zu reparieren und zu (fern)warten sowie auch den dahinterstehenden Informationsfluss (Big-Data, Cloud-Computing, Machine-to-Machine-Communication etc.) zu verstehen und für auftretende berufliche Problemstellungen in diesem Zusammenhang Lösungen zu finden.

1.2 Teilssektor Bauwirtschaft / Baumaschinentechnik

Ein weiterer wichtiger Aufgabenbereich für die Land- und Baumaschinenmechatroniker:innen ist die Baumaschinentechnik, die einen Teil des Maschinenbaus abbildet. Die Baumaschinentechnik kann ebenfalls über die Gerätschaften und genutzten Maschinen definiert werden. Alle Fahrzeuge und Maschinen, die auf Baustellen und im Bereich der Straßenherstellung genutzt werden, können diesem Bereich zugeordnet werden. Auch die Bereiche Bergbaugeräte und Baustoffmaschinen sind hier zugehörig. Neben Baggern, Radladern und ähnlichen Fahrzeugen, zählen auch Straßentrichter zu diesem Technologiefeld.

1.2.1 Zahlen, Daten und Fakten zum Teilssektor Bauwirtschaft / Baumaschinentechnik

Die Bauwirtschaft gilt als Schlüsselbranche der deutschen Wirtschaft; 2020 ergab sich das Baugewerbe mit 6,1 % an der Bruttowertschöpfung und am Bruttoinlandsprodukt mit fast doppelt so hohem Prozentanteil, nämlich 11,6 %. In Deutschland hat Bayern, gefolgt von Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg, den höchsten baugewerblichen Umsatz. Bundesweit betrug dieser 2019 circa 135 Mrd. €, davon wurde ein Fünftel von Betrieben mit Sitz in Bayern erwirtschaftet. Im Juni 2019 verzeichnete das deutsche Bauhauptgewerbe insgesamt 871.928 Personen in einem Beschäftigungsverhältnis. Wichtigster Bestandteil liegt hier bei den Facharbeiter:innen mit einem Anteil von 42,9 % (vgl. Bauwirtschaft in Zahlen 2021).

Die Baumaschinenindustrie in Deutschland umfasst ca. 132 Betriebe mit rund 40.000 Beschäftigten. Der Umsatz der deutschen Baumaschinenindustrie betrug im Jahr 2020 12.164 Mrd. Euro (Statista 2021a). Der weltweit größte Baumaschinenhersteller ist das US-amerikanische Unternehmen Caterpillar, gefolgt vom japanischen Unternehmen Komatsu. Ebenfalls ein Global Player ist Liebherr als deutsches Unternehmen (Breitkopf 2021). Bei Liebherr sind 2020 weltweit 47.925 Angestellte verzeichnet, bei einem Umsatz der Firmengruppe von 10,341 Millionen Euro (Liebherr 2021).

1.2.2 Digitalisierung in der Bauwirtschaft / Baumaschinentechnik

Die Bauwirtschaft ist im hohen Maß gefordert, Prozesse und Abläufe effizient und ressourcensparend zu gestalten. Dazu trägt u. a. das Building Information Modeling (BIM) bei. BIM ermöglicht eine digitale Simulation der Prozesse auf den Baustellen. Diese bringt eine höhere Datenqualität durch ständige Synchronisation und aktuelle und wichtige Daten sind mittels Software abrufbar. Zudem ermöglicht sie den Austausch und die Kommunikation aller Prozessbeteiligten. Die hierdurch ermöglichten digitalen Baustellen bringen smarte Baustellenfahrzeuge mit sich, die durch Remote Control gesteuert werden können. Diese Fernsteuerungen haben eine optimierte Software und somit bessere Ladezeiten und Ladekapazitäten. Die Digitalisierung, das Bauen 4.0,

ermöglicht somit eine effizientere Nutzung von Baumaschinen und neben Kosten kann auch Energie eingespart werden (TU Dresden 2022).

Im Bereich der Baumaschinentechnik zeichnet sich eine Entwicklung zur Vernetzung von Baumaschinen und der erforderlichen Services an Baumaschinen ab. Die ökologische und umweltfreundliche Nutzung von Baumaschinen wird immer präsenter und birgt so einen Trend in Richtung neu entwickelter Baumaschinen, die eine „Machine-to-Machine-Communication“ (M2M). M2M steht für den automatisierten Informationsaustausch zwischen Endgeräten wie Maschinen, Automaten, Fahrzeugen oder Containern untereinander oder mit einer zentralen Leitstelle, zunehmend unter Nutzung des Internets und den verschiedenen Zugangsnetzen, wie dem Mobilfunknetz. Eine Anwendung ist die Fernüberwachung, -kontrolle und -wartung von Maschinen, Anlagen und Systemen, die traditionell als Telemetrie bezeichnet wird. Die M2M-Technologie verknüpft dabei Informations- und Kommunikationstechnik (vgl. Mischler 2021).

1.3 Teilssektor Forstwirtschaft / Forsttechnik – Gartenwirtschaft / Gartentechnik (Kleingerätetechnik)

Die Forst-, Garten- und Kleingerätetechnik sind weitere berufliche Aufgabenfelder für den/die Land- und Baumaschinenmechatroniker:in. Diese umfassen alle Maschinen und Geräte, die im Forst und Garten genutzt werden. Dazu zählen in der Forsttechnik u. a. Forstraktoren, Harvester, Holzhäcksler und Forwarder (vgl. waldwissen.net 2021, Überblick Forstmaschinen) und in der Gartentechnik z. B. Rasenmäher, Vertikutierer und Häcksler.

1.3.1 Zahlen, Daten und Fakten zum Teilssektor Forstwirtschaft / Forsttechnik

Die Waldfläche in Deutschland beträgt rund 11,4 Millionen Hektar (Mio. ha), was etwa einem Drittel der Gesamtfläche des Landes entspricht (vgl. Thünen-Institut 2021). Bezogen auf die Fläche stellt die Forstwirtschaft nach der Landwirtschaft die bedeutendste Landnutzungsform in Deutschland dar. In Deutschland sind die Waldbesitzer:innen nach den Bundes- und Landeswaldgesetzen dazu verpflichtet, ihre Wälder „ordnungsgemäß und nachhaltig“ (§11 Bundeswaldgesetz) zu bewirtschaften. Hierbei kommt es darauf an, dass die Funktionen des Waldes nicht nur als Rohstoffquelle, sondern auch als Grundlage für den Arten-, Boden-, Klima- und Wasserschutz sowie für Freizeit und Erholung der Bevölkerung berücksichtigt werden. Dazu erfordert die heutige Forstwirtschaft ein ständiges Abwägen zwischen wirtschaftlichen und ökologischen Interessen, um die unterschiedlichen Ansprüche an den Wald berücksichtigen zu können. Wälder erfüllen vielfältige ökologische Funktionen und haben einen hohen Wert für eine intakte Umwelt. Gleichzeitig besitzen sie auch eine hohe wirtschaftliche Bedeutung: Sie stellen unverzichtbare Rohstoffe wie Holz und andere Naturmaterialien bereit und bilden die Grundlage für die Beschäftigung von rund 1,0 Mio. Menschen im Cluster „Forst und Holz“ (vgl. Umweltbundesamt 2021).

Im Jahr 2020 wurden insgesamt 80,4 Millionen Kubikmeter (Mio. m³) Holz (ohne Rinde) eingeschlagen (Statistisches Bundesamt 2021: Holzeinschlagsstatistik). 83 % des gesamten Holzeinschlags entfielen auf Nadelhölzer wie Fichte, Tanne, Douglasie, Kiefer und Lärche, 10 % auf Buche und sonstiges Laubholz und nur etwa 2 % auf Eiche und Roteiche. Das eingeschlagene Holz wird auf vielfältige Art und Weise genutzt. Abhängig von Holzsorte und Holzqualität kann es als Baumaterial, Brennstoff, Werkstoff, in der Papierherstellung sowie bei der Produktion von Verpackungen verwendet werden. Bundesweit gibt es in der Forstwirtschaft rund 34.000 Unternehmen, die einen

Umsatz von mehr als 5 Milliarden Euro erzielen. Dort sind etwa 68.000 Personen beschäftigt (vgl. KIWUH 2019).

1.3.2 Digitalisierung in der Forstwirtschaft / Forsttechnik

Die Digitalisierung in der Forstwirtschaft umfasst mittlerweile die gesamte Wertschöpfungskette und reicht von Waldinformationssystemen über die vernetzte Holzernte bis zum modernen Poltermanagement. Zum Einsatz kommen dabei Drohnen, Apps, Laserscanner und hochkomplexe IT-Programme. Besonders im Blickpunkt stehen nach wie vor die Großgeräte. Hier gewinnt die Vernetzung zwischen Forwarder, Harvester und Auftraggeber immer mehr an Bedeutung. Solche Systeme übermitteln Informationen über Auslastung, Verbrauch und Störungen via GPS-Daten. Mit Hilfe der genauen Standortangaben ist eine präzisere Einsatzplanung mit optimierten Maschinenbewegungen möglich und unterstützt darüber hinaus die Effektivität bei der Beseitigung von Störungen und erforderlichen Reparaturen (vgl. Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 2021).

Ein weiterer Digitalisierungsbereich in der Forstwirtschaft zeichnet sich durch die vermehrte Nutzung digitaler Karten auf der Grundlage von Geodaten ab. Diese wird erweitert durch das ELDAT und ELDATsmart, einer Kommunikationsschnittstelle zwischen den verschiedenen Akteuren (Wald 4.0 – Digitalisierung in der Forstwirtschaft – forstpraxis.de). Weitere Digitalisierungsbestrebungen finden bei der Prozessplanung von der Holzernteplanung bis zu den Sägewerken statt (vgl. Zukunfts-Forum-Agra 2021).

1.3.3 Zahlen, Daten und fakten zum Teilssektor Gartenwirtschaft / Gartentechnik (Kleingerätetechnik)

Die folgenden Zahlen und Angaben beziehen sich auf private Gärten sowie Klein- und Schrebergärten und Gemeinschaftsgärten. Rund 35 Millionen Menschen besitzen einen Garten und damit fast jeder zweite Haushalt in Deutschland. Mit den für die Pflege der Gärten erforderlichen Kleingeräten (sog. Gartenhardware) wie Rasenmäher, Laubbläser, Kehrmaschinen, Hochdruckreiniger, Heckenscheren, Häcksler, Trimmer, Motorsägen, Vertikutierer usw. erwirtschafteten die entsprechenden Hersteller einen Umsatz rund 8 Mrd. Euro. Hinzu kommen noch einmal rund 8 Mrd. Euro für Blumen und Pflanzen (vgl. Statista 2021b).

1.3.4 Digitalisierung in der Gartenwirtschaft / Gartentechnik (Kleingerätetechnik)

Im Gartenbereich setzt sich mehr und mehr das sog. „Smart Gardening“ durch. Dies wird als das Gärtnern mit vernetzten und programmierbaren Geräten verstanden. Die Hersteller versprechen in diesem Zusammenhang, dass sich mithilfe intelligenter Gartengeräte Gärten zukünftig mehr oder weniger selbst pflegen und versorgen. Deutlich wird dies insbesondere bei der Gartenpflege, wobei mittlerweile Rasenroboter zum Einsatz kommen, die Wetterdaten empfangen können und auf dieser Grundlage automatisch entsprechende Mähprogramme zur optimalen und wetterangepassten Pflege des Rasens abrufen und ausführen können. Weiter können programmierbare und sensorgesteuerte Bewässerungssysteme dafür sorgen, dass genau dann der Garten mit Wasser im richtigen Umfang versorgt wird, wenn es notwendig ist. Diese Systeme können mittlerweile auch mit Apps bedient und aus der Ferne gesteuert werden, sodass der Garten sogar aus dem Urlaub versorgt werden kann (vgl. Bayerischer Rundfunk 2021; Statista 2021c).

1.4 Teilssektor Kommunalwirtschaft / Kommunalgerätetechnik

Die Kommunalwirtschaft umfasst viele wichtige gesellschaftliche Aufgabenbereiche wie z. B. Abfallsammlung und -behandlung, digitale Infrastrukturen, Energiedienstleistungen, Gasnetze, Ladeinfrastruktur, Messstellenbetrieb, Mobilität, Netzzugang und -Anschluss, Stadtreinigung, Winterdienst und Baubetriebshöfe, Stromnetze, Telekommunikation und Breitband, Wärmenetze, Wasser- und Abwasserinfrastrukturen (vgl. VKU 2021).

Zur Kommunalgerätetechnik zählen Geräte und Maschinen, die von kommunalen Einrichtungen bzw. Verwaltungen z. B. zur Stadtreinigung oder für den Winterdienst eingesetzt werden. Dazu gehören zum Beispiel Straßenkehrer, Rasenmäher und Motorsägen, aber auch sämtliche akkubetriebenen Geräte, die in öffentlichen Gärten oder Parks sowie bei ähnlichen Tätigkeiten Anwendung finden. Hierzu zählen Akku-Motorsägen, Rasenmähroboter, Laubbläser und auch akkubetriebene Geräte des täglichen Gebrauchs.

1.4.1 Zahlen, Daten und Fakten zum Teilssektor Kommunalwirtschaft / Kommunalgerätetechnik

Die im Verband kommunaler Unternehmen e. V. (VKU) rund 1.500 organisierten kommunalen Einrichtungen erwirtschafteten mit 223.000 Beschäftigten einen Jahresumsatz von 123 Mrd. Euro (vgl. VKU 2021).

1.4.2 Digitalisierung im Teilssektor Kommunalwirtschaft / Kommunalgerätetechnik

Die in der Kommunalwirtschaft eingesetzte Maschinen und Geräte unterscheiden sich kaum von denen aus den oben beschriebenen Wirtschaftsbereichen bzw. Technologiefeldern und unterliegen daher auch im vergleichbaren Ausmaß den dort angedeuteten Digitalisierungstrends.

1.5 Teilssektor Flurförderwirtschaft / Flurfördertechnik

Flurfördergeräte sind Transportmittel für den horizontalen Transport von Gütern, die zumeist innerbetrieblich zu ebener Erde eingesetzt werden. Sie zählen zu den sog. Unstetigförderern. In den einschlägigen Normen wird heute der Begriff Flurförderzeug verwendet; andere Quellen verwenden den Begriff Flurfördermittel. Zu den Flurförderzeugen zählen vor allem Stapler, Hand-Hubwagen und Nieder- und Hoch-Hubwagen. In Deutschland sind die größten Hersteller Linde, Still und Jungheinrich.

Land- und Baumaschinenmechatroniker:innen kommen häufig bei Herstellern von Flurförderzeugen und Logistikunternehmen, die Flurförderzeuge verwenden, zum Einsatz.

1.5.1 Zahlen, Daten und Fakten zum Teilssektor Flurförderwirtschaft / Flurfördertechnik

Der Gesamtumsatz der deutschen Fördermitteltechnik betrug im Jahr 2019 rund 19.000 Mio. Euro. Dieser wurde mit rund 132.500 Beschäftigten erwirtschaftet (vgl. Statista 2021d).

1.5.2 Digitalisierung im Teilssektor Flurförderwirtschaft / Flurfördertechnik

Die Digitalisierung im Bereich der Flurförderzeuge ist durch die starke Vernetzung erkennbar. Geräte und Maschinen sind in der Automatisierung selbstständig unterwegs und können so gewisse Arbeiten übernehmen. Außerdem werden Fahrzeuge, die von Personen gesteuert werden,

getrackt. Neben den Daten der Benutzung durch die Bediener, können auch Zusammenstöße vermieden und, falls dies nicht gelingt, dadurch entstehende Beschädigungen erfasst und zugeordnet werden. Anbaugeräte werden teilweise durch Akkus betrieben und ersetzen so die herkömmliche hydraulische Verbindung. Dies ermöglicht ein schnelleres, sauberes wechseln der Anbaugeräte und bietet vielseitige Möglichkeiten. Induktives Laden und Transportroboter sind aktuelle weitere wichtige Themen im Zusammenhang mit dem Stichwort Logistik 4.0.

2 Digitalisierung und deren Auswirkungen auf den Beruf (Technische Kommunikation)

Die oben skizzierten Digitalisierungstrends in den unterschiedlichen Wirtschafts- und Technologiefeldern im Beruf Land- und Baumaschinenmechatroniker:in sollen im Folgenden zunächst zusammenfassend beschrieben werden. Diese Zusammenfassung wird mit ausgewählten Ergebnissen aus vergleichbaren Projekten ergänzt.

Daran anschließend werden die sich daraus ergebenden veränderten Kompetenzanforderungen für den Beruf diskutiert. Abschließend sollen, vor dem Hintergrund der Digitalisierung und den sich daraus ergebenden veränderten Kompetenzanforderungen, Empfehlungen für die zukünftige Gestaltung von Bildungsmaßnahmen für den/die Land- und Baumaschinenmechatroniker:in mit Fokus auf die im Rahmen des Projekts „tekomp_LandBauMT“ formulierten Projektziele gegeben werden.

2.1 Zusammenfassung der Digitalisierungstrends in den berufsrelevanten Wirtschafts- und Technologiebereichen des Land- und Baumaschinenmechatronikers/der Land- und Baumaschinenmechatronikerin

Die Betrachtung der für den/die Land- und Baumaschinenmechatroniker:in berufsrelevanten Wirtschafts- und Technologiefelder zeigt, dass sich die Digitalisierung in allen Bereichen umfassend und hochdynamisch fort- und durchsetzt. Über alle Technologiefelder hinweg spielen dabei insbesondere folgende Trends eine Rolle (vgl. berufenet.de):

- Aktorik und Sensorik (z. B. Aktoren bzw. Sensoren in Land- und Baumaschinen einbauen, überprüfen und austauschen)
- Apps für Überwachung der Produktionsprozesse (z. B. vernetzte mechatronische Anlagen überwachen und deren Betriebsbereitschaft sicherstellen)
- Augmented Reality (z. B. Wartungen an Land- und Baumaschinen mithilfe von Datenbrillen oder Tablets durchführen)
- Auto-ID – Automatische Identifizierung (z. B. Bauteile im Rahmen der Überwachung und Instandhaltung von Land- und Baumaschinen automatisiert identifizieren)
- Connected Cars (z. B. Vernetzungssysteme in Land- und Baumaschinen überprüfen und austauschen)
- Echtzeitdatensysteme (z. B. Fertigungseinrichtungen mithilfe der Auswertung von Maschinen- und Prozessdaten in Echtzeit optimieren)
- Embedded Systems (z. B. eingebettete Systeme von Land- und Baumaschinen überprüfen und warten)
- Fahrerassistenzsysteme – FAS (z. B. in Land- und Baumaschinen verbaute Fahrerassistenzsysteme überprüfen und warten)
- Industrieroboter (z. B. Industrieroboter reparieren und optimieren)
- IoT-Plattformen (z. B. mit IoT-Plattformen vernetzte Land- und Baumaschinen überprüfen und warten)
- Lidar-Technologien (z. B. Lidar-Technologien in Land- und Baumaschinen einbauen; Lidar-Systeme überprüfen und austauschen)

- Maschinendatenerfassung – MDE (z. B. Schnittstellen für digital vernetzte Maschinenanlagen definieren)
- Predictive Maintenance (z. B. ungeplante Ausfälle und Reparaturen durch laufende Auswertung der Daten von Maschinen und Land- und Baumaschinen minimieren)
- Vernetzte Produktionssysteme (z. B. mit digital vernetzten Fertigungsanlagen umgehen)
- 3-D-Druck (z. B. Ersatzteile für Land- und Baumaschinen nach Kundenwunsch und digitalen Vorlagen herstellen)

2.1.1 Ausgewählte Ergebnisse der Fachtagung „Next Level: Die Berufsbildung der LandBauTechnik-Branche auf dem Weg in die Zukunft“

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert seit 2016, unter Federführung des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB), in einem ÜBS-Sonderprogramm 20 Projekte, die ebenfalls der Frage nachgehen, welche Auswirkungen die Digitalisierung auf unterschiedliche Berufsbilder mit sich bringen und wie dieses explizit im Rahmen der überbetrieblichen Ausbildung Berücksichtigung finden können (BIBB 2022). Einige dieser Projekte, mit inhaltlicher Nähe zum Beruf Land- und Baumaschinenmechatroniker:in, führten im November 2021 eine Fachtagung unter dem Titel „Next Level: Die Berufsbildung der LandBauTechnik-Branche auf dem Weg in die Zukunft“ durch¹. Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse dieser Fachtagung zusammenfassend dargestellt.

Im Projekt LBT-Forward wurde im Rahmen einer Analyse mittels Expert:inneninterviews der Frage nachgegangen, welche zukünftigen Tätigkeitsprofile von Land- und Baumaschinenmechatroniker:innen sich vor dem Hintergrund des technologischen Wandels abzeichnen und welche Qualifizierungsbedarfe sich daraus aus betrieblicher Sicht ableiten lassen. Hierzu wurden zu den in Abb. 4 dargestellten Bereichen entsprechende Interviews mit Mitarbeiter:innen im Innendienst, Außendienst, mit koordinierender Funktion und mit leitender Funktion durchgeführt.

¹ Weitere Informationen zur Tagung sowie eine umfangreiche Tagungsdokumentation finden sich unter <https://www.bibb.de/de/145518.php>



Abb. 4: Relevante Themen und Kompetenzbereiche (aus: Schlöglmann 2021)

Über alle 38 durchgeführten Expert:inneninterviews hinweg zeigte sich zum einen, dass die zukünftige Bedeutung und Gewichtung der metalltechnischen Grundlagen in der Ausbildung von Land- und Baumaschinenmechatroniker:innen eher kontrovers diskutiert wurden, jedoch weitgehender Konsens darin bestand, dass insbesondere im Hinblick auf die Durchführung von Diagnostikaktivitäten ein erhöhtes Prozess- und Systemverständnis erforderlich sei.

In einer ebenfalls im Rahmen des Projekts LBT-Forward vom HPI durchgeführten Literaturrecherche zu den technologischen Entwicklungen im Land- und Baumaschinenbereich zeigten sich die in Abb. 5 dargestellten Innovationsbereiche.

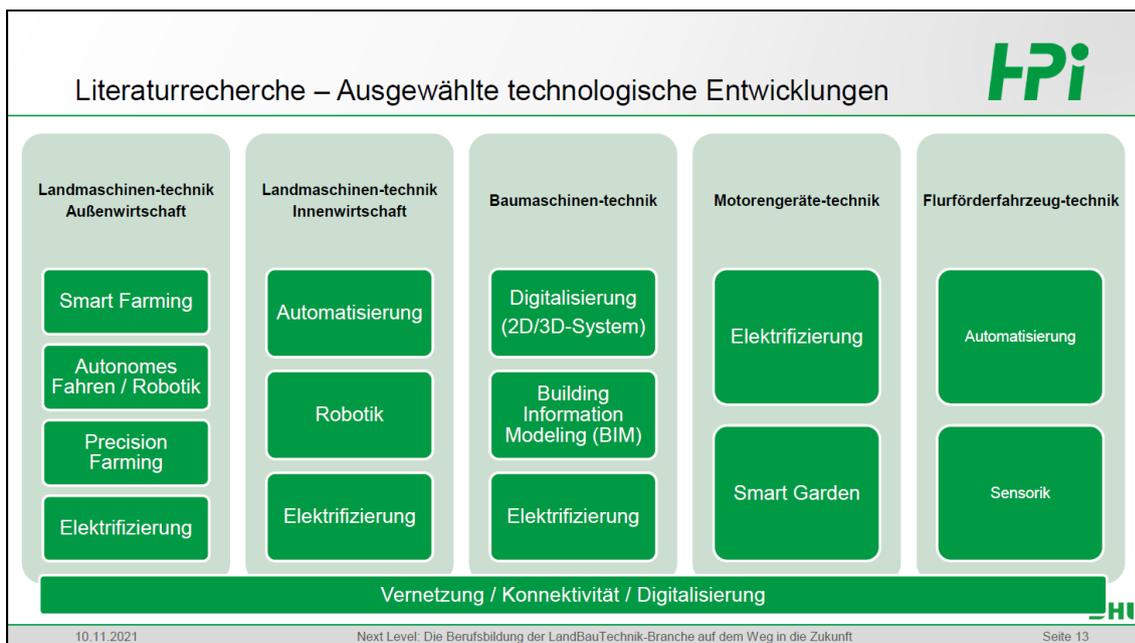


Abb. 5: Literaturrecherche – Ausgewählte technologische Entwicklungen (Ramm 2021)

Auf der Grundlage der Literaturrecherche und mithilfe von sieben leitfadengestützten Expert:inneninterviews wurden folgende Veränderungen der Maschinen und Technologien für den Beruf identifiziert:

- Komplexität der Maschinen nimmt gegenwärtig und zukünftig zu
 - Berufsprofil wird umfangreicher
- Vernetzung/Konnektivität
 - Maschine-Maschine-Interaktion
- Automatisierung
- Elektrifizierung

Als Schlussfolgerung aus den Expert:inneninterviews werden zukünftig verstärkt technische Zusatzqualifikationen gewünscht bzw. erforderlich. Zudem müssen technologische und digitale Kompetenzen in die Berufsbildung stärker integriert werden (Ramm 2021).

Einen weiteren Blick auf die zukünftige Entwicklung des Berufs des Land- und Baumaschinenmechatronikers/der Land- und Baumaschinenmechatronikerin lieferte im Rahmen der Fachtagung ein Vortrag, der sich mit den Veränderungen in der Diagnosearbeit befasste. Dabei wurde grundsätzlich zunächst auf die sich verkürzenden technologiebedingten Innovationszyklen und die zunehmende Digitalisierung eingegangen (siehe Abb. 6).




Innovationszyklen verkürzen sich, Digitalisierung nimmt zu

- Trend zur Virtualisierung und Verlagerung von bislang diskreten Abläufen in Softwaresystemen
- Dezentrale Steuerung vom Produkt oder über das Internet/Unternehmensnetz
- Einzelne mechatronische Systeme tauschen sich mit einander aus
- Steuerungslogiken verlagern sich immer weiter weg von den Baugruppen und es wird schwieriger, die Systeme zu verstehen.

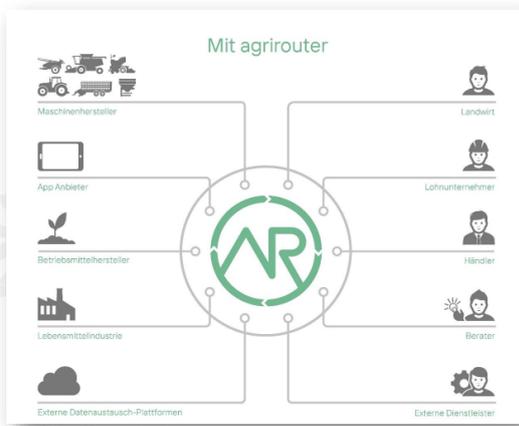


Bild: <https://my-agrirouter.com>

9. & 10. Nov. 2021
Copyright LandBauTechnik Bundesverband e. V.
6

Abb. 6: Innovationszyklen und Digitalisierung (Grantz 2021)

Die sich permanent ändernden technologischen Rahmenbedingungen im Verbund mit der zunehmenden Digitalisierung führen zur erhöhten Komplexität beruflicher Arbeitshandlungen und -tätigkeiten (siehe Abb. 7).




Komplexität von Problemen

- **Komplexität** – im Sinne der Anzahl beteiligter Variablen ✓
- **Vernetztheit** – im Sinne der Beziehungen zwischen den Variablen ✓
- **Intransparenz** – im Sinne fehlender oder nicht zugänglicher Informationen über die Problemlage ✓
- **Dynamik** – im Sinne der Veränderungen von Variablen des Systems auch ohne Zutun des Problemlösers über die Zeit ✓
- **Vielzieligkeit** – im Sinne der beteiligten Werte und Zielvorgabe, die zu beachten sind ✓

vgl. Betsch, Funke, Plessner, 2011

- Wie können wir nachhaltig und langfristig sicherstellen, dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter über die notwendige berufliche Handlungskompetenz verfügen?
- Wie können immer komplexere Technologien und Arbeitsprozesse vermittelt werden und ein entsprechendes Prozess- und Systemverständnis sowie Methodenkompetenz aufgebaut werden?
- Wie gestalten wir das Lernen im Prozess der Problemlösung?

9. & 10. Nov. 2021 Copyright LandBauTechnik Bundesverband e. V. 7

Abb. 7: *Komplexität von Problemen (Grantz 2021)*

Im Ergebnis wurden Maßnahmen für die Kompetenzentwicklung aufgezeigt (siehe Abb. 8).




Ideen für einen Kompetenzaufbau

- Sich verändernde technische und ökonomische Prozesse erfordern Fähigkeiten zu einem kreativen und wirkungsvollem Handeln.
- Kompetenz = Fähigkeiten zum selbstorganisierten, kreativen Handeln unter Unsicherheit in offenen Systemen.
- Erfahrungen kann man nur selbst machen. Kompetenzen kann man deshalb ebenfalls nur selbst – in neuartigen, offenen und realen Problemsituationen kreativ handelnd – erwerben.
- Kompetenzentwicklung erfordert echte Herausforderungen:
 - Wirklichkeit bspw. Lernen im Arbeitsprozess oder in Projekten als Bedingung für Kompetenzzulernen
 - Handlungs- und Kommunikationsprozesse in realen Entscheidungssituationen Reflexion der Entscheidungsprozesse mit Lernpartnern, Trainern oder Coaches
 - Lernen im Arbeitsprozess und Reflexion an den anderen Lernorten
 - ...

Abb. 8: *Ideen für den Kompetenzaufbau (Grantz 2021)*

2.2 Ausgewählte Ergebnisse aus der BIBB-Studie Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Der Ausbildungsberuf „Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in“ im Screening

Für den Beruf Land- und Baumaschinenmechatroniker:in liegt aktuell nur eine Studie vor, die sich im Detail mit Fragen der Auswirkungen der Digitalisierung auf das berufliche Handeln und auf die zukünftige Gestaltung des Berufsbildes beschäftigt.

Ziel des Berufscreenings für den/die Land- und Baumaschinenmechatroniker:in war es, *„festzustellen, welche Auswirkungen digitale Anwendungen und Technologien auf aktuelle und zukünftige Aufgaben und Tätigkeiten in diesen Berufen haben, welche Kompetenzerfordernisse sich daraus ergeben und was mögliche Konsequenzen für die Aus- und Weiterbildung sein können“* (Ranft/Zinke 2019, S. 8). Das Untersuchungsdesign der Studie umfasste den Einsatz sowohl qualitativer (Sektoranalyse, Fallstudien, Curriculumabgleich) als auch quantitativer (Onlinebefragung) Methoden (vgl. ausführlich ebd., S. 35).

Im Ergebnis halten die Autoren fest, *„dass die Digitalisierung in der beruflichen Praxis der LBM bereits in der Vergangenheit zu Veränderungen geführt hat und auch in Zukunft führen wird und sich dies sehr rasant vollzieht. Es handelt sich hier trotzdem um einen schrittweisen Prozess. IT-gestützte Arbeiten diffundieren in bestehende Arbeitsaufgaben, einzelne Tätigkeiten und Tätigkeitsbündel kommen neu hinzu. Tradiertere Aufgaben bleiben größtenteils bestehen. Im Einzelnen heißt das: Durch den Einsatz digitaler Technologien verändern sich Tätigkeiten und Kompetenzerfordernisse. Insbesondere durch IT-Nutzung veränderte Arbeits- und Geschäftsprozesse erfordern ein noch höheres Maß an Selbstständigkeit und autonomem Handeln. Arbeitsaufgaben werden anspruchsvoller. System- und Prozessverständnis wird als die wichtigste Kompetenz im Beruf verstanden“* (ebd. S. 88).

Dabei werden insbesondere folgende Kompetenzbereiche, die in Zukunft durch die Digitalisierung in eine Aufwertung erfahren, hervorgehoben:

- *„IT-Anwenderkenntnisse auf Hard- und Softwareebene werden in der betrieblichen Praxis immer bedeutsamer, um alle beruflichen Arbeitsaufgaben ausführen zu können. Insbesondere Tätigkeiten im Kontext von Diagnoseprozessen sind betroffen.“*
- *Mit dem zunehmenden Einsatz und der Vernetzung digitaler Technologien stehen immer größere Datenmengen mit vielfältigen Informationsinhalten zur Verfügung. Diese müssen auch auf Ebene der Facharbeit gehandhabt werden. Ein Datenverständnis in enger Verzahnung mit System- und Prozesskenntnissen bietet die Grundlage für die Analyse, Interpretation und Plausibilitätsbewertung von Daten sowie letztlich die Entscheidungsfindung und Einleitung geeigneter Maßnahmen.*
- *Durch eine Vernetzung über Maschinen-, Betriebs- und Unternehmensgrenzen hinweg entstehen sicherheitsbezogene Risiken. Ein IT-Sicherheitsbewusstsein in Form eines bewussten Handelns nach der Reflexion von Sicherheitsaspekten und unter Berücksichtigung des Datenschutzes stellt eine notwendige Bedingung für den Umgang mit Informationstechnik im Rahmen der Facharbeit dar.*
- *Technologische Innovationen können erst dann langfristig eine nutzenbringende Wirkung erzielen, wenn eine adäquate Instandhaltung sichergestellt ist. Neben der Fähigkeit, sich fachbezogene Kompetenzen aneignen zu können, spielt auch die Offenheit der Beschäftigten gegenüber neuen Technologien und die Bereitschaft zu einem stetigen Lernprozess eine zentrale Rolle. Dies bedeutet, dass neben einer fachbezogenen, didaktisch optimierten Kompetenzvermittlung auch motivationale Aspekte sowohl auf intrinsischer als auch extrinsischer Ebene zu berücksichtigen sind.*

- *Zunehmend sind LBM mit Gegebenheiten konfrontiert, in denen die Fähigkeit der Kommunikation mit unterschiedlichen Akteuren – auch unter Verwendung digitaler Medien – notwendig wird, um einerseits Komplexität zu reduzieren und andererseits stressfördernde Situationen souverän zu meistern“ (Ranft/Zinke 2019, S. 88 f).*

Als besondere Herausforderung für die Berufsbildung von Land- und Baumaschinenmechaniker:innen sehen die Autoren dabei, dass weiterhin tradiertes Wissen und Können für weite berufstypische Aufgabenbereiche Bestand haben werden (ebd., S. 89):

- *Aufgrund sehr langer Innovationszyklen, einer relativ hohen Lebensdauer von Land- und Baumaschinen sowie Motorgeräten und dem Bestand weiterhin konventioneller Technik in allen Teilbereichen wird ein Nebeneinander mehrerer Technikgenerationen das berufliche Handeln der LBM weiterhin bestimmen. Außerdem können auch hochdigitalisierte Service- und Instandhaltungsmaßnahmen notwendig werden, die ohne IT-Vernetzungen erfolgen (z. B. hinsichtlich Mechanik, Elektrik, Hydraulik oder Pneumatik).*

Im Abgleich mit den Ordnungsmitteln des Berufs schließen sie daher (ebd., S. 89):

- *In den bundesweit geltenden Ordnungsmitteln, der Ausbildungsordnung nebst Rahmenlehrplan für die LBM sowie der Landmaschinenmechanikermeisterverordnung sind die in Folge der Digitalisierung identifizierten Qualifikationsanforderungen nicht genügend abgebildet, und die Gewichtung inhaltlicher Schwerpunkte innerhalb der Ordnungsmittel entspricht nicht ihrem gegenwärtigen und zukünftigen Stellenwert. Letzteres betrifft auch die Rahmenpläne der überbetrieblichen Ausbildung.*

Zusammenfassend kommen die Autoren im Hinblick auf die Gestaltung eines zukünftigen Ausbildungsberufsbilds zu dem Schluss, dass grundsätzlich auf das Vorhandene aufbauen und ergänzend folgende Positionen beinhalten sollte (ebd., S. 90):

- *Lernen als berufsbegleitende Daueraufgabe begreifen,*
- *Arbeits- und Geschäftsprozesse IT-gestützt planen, vorbereiten, durchführen, abschließen und dokumentieren, mit Kunden und im Team abstimmen, auch unter Nutzung digitaler Medien,*
- *Störungen an Hard- und Softwarekomponenten erkennen, IT-gestützte Systemanalysen planen und durchführen,*
- *Daten und Informationen IT-gestützt erfassen, bewerten, verwalten und archivieren,*
- *geeignete Maßnahmen zum Datenschutz und zur IT-Sicherheit treffen und unterstützen, mobile und stationäre IT-Systeme an Land- und Baumaschinen sowie Motorgeräten installieren, ggf. in Netzwerke einbinden, in Betrieb nehmen, ändern und testen sowie*
- *Land- und Baumaschinen sowie Motorgeräte IT-gestützt diagnostizieren und parametrieren.*

3 Der Ausbildungsberuf zum/zur Land- und Baumaschinenmechatroniker:in im Überblick

Im folgenden Kapitel werden die grundlegenden Merkmale des Berufs zur Land- und Baumaschinenmechatronikerin bzw. zum Land- und Baumaschinenmechatroniker im Überblick beschrieben. Dazu gehören jeweils Ausführungen zur Entwicklung des Berufs, zur Ausbildungsstruktur und -organisation sowie zu den Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten.

3.1 Berufsgenese

Der Beruf Land- und Baumaschinenmechatroniker:in hat seinen Ursprung in der Landwirtschaft. Jahrhundertlang waren die primären Geräte der Landwirtschaft, einfache landwirtschaftliche Maschinen, von Zugtieren gezogen.

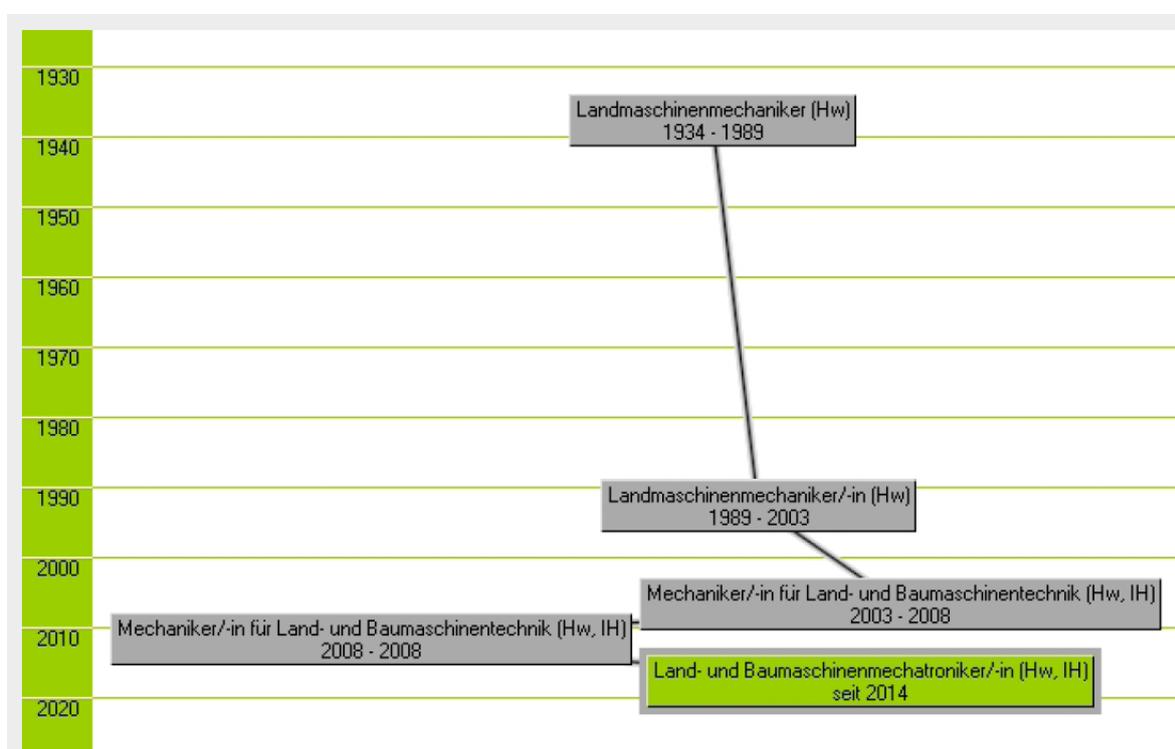


Abb. 9: Genealogie des/der Land- und Baumaschinenmechatroniker:in (aus: Ranft/Zinke 2019, S. 23)

Im Laufe der Zeit und der zunehmenden Technologisierung benötigten die Landwirte Unterstützung bei der Reparatur und Instandhaltung der Maschinen und Geräte. So entstand circa 1940 aus verschiedenen einzelnen Berufen, wie dem/der Mechaniker:in und dem/der Schmied:in, der Beruf des/der Landmaschinenmechanikers:in. Durch die stetigen technischen Neuerungen ergab sich 1989 eine Neuordnung des Berufes, um sich den neuen Entwicklungen anzupassen. Dies kann in der Genealogie des Berufsfeldes beim BIBB nachgelesen werden und wird dort in einer Grafik veranschaulicht (zur Genealogie Land und Baumaschinenmechatroniker:in (BIBB 2021a).

Im Jahr 2003 fand die Umbenennung des Landmaschinenmechanikers in den/die Mechaniker:in für Landmaschinentechnik statt. Jedoch gab es Uneinigigkeiten, denn der Bereich der Baumaschinentechnik, der einen hohen Stellenwert in dem Berufsbild besitzt, findet keinerlei Erwähnung. So fand 2004 eine Umbenennung in Mechaniker:in für Land- und Baumaschinentechnik statt. 2014 erlebte der Beruf die zunächst letzte Umstrukturierung. Durch die neuen Technologien und den

vermehrten Einsatz von Elektronik und Elektrotechnik wurde eine Anpassung der Berufsbezeichnung zum/zur Mechatroniker:in für Land- und Baumaschinentechnik vorgenommen (Ausbildung.de 2021). Seit 2014 trägt der Beruf die Bezeichnung Land- und Baumaschinenmechatroniker:in.

3.2 Auszubildendenstatistik

Im Jahr 2020 wurden im Beruf Land- und Baumaschinenmechatroniker:in 8.044 Auszubildende erfasst (ZDH 2021a) und rund 2.400 Neuabschlüsse verzeichnet (ZDH 2021b). Konnte man im Beruf Land- und Baumaschinenmechatroniker:in den letzten Jahren jeweils einen leichten Anstieg der Ausbildungszahlen feststellen, so scheinen sich die Zahlen mittlerweile auf dem genannten Niveau einzupendeln.

Bezüglich des Bestehens der Gesellenprüfung lässt sich deutschlandweit eine recht geringe Durchfallquote im Beruf Land- und Baumaschinenmechatroniker:in erkennen. 2019 lag die niedrigste Bestehensquote bei circa 68 % in Thüringen, gefolgt von Mecklenburg-Vorpommern mit 78,8 %. Die höchsten Quoten liegen bei 100 % im Saarland, 95,1 % in Baden-Württemberg und 95 % in Nordrhein-Westfalen. Deutschlandweit ergibt sich aus den einzelnen Quoten eine Bestehensquote vom 91,8 % bzw. von 1.869 Auszubildenden (Bundesverband Landbautechnik 2021).

3.3 Inhalte und Struktur der Ausbildung

Die Ausbildung zum/zur Land- und Baumaschinenmechatroniker:in ist ein anerkannter dualer Ausbildungsberuf. Die Abschlussprüfung erfolgt in Form einer „Gestreckten Abschlussprüfung“.

Die aktuelle Ausbildungsordnung für Land- und Baumaschinenmechatroniker:innen ist als Monoberuf mit einer Ausbildungsdauer von dreieinhalb Jahren ausgelegt (vgl. Bundesgesetzblatt 2008). In der vorangegangenen Ausbildungsordnung war der Ausbildungsberuf in die Schwerpunkte Landmaschinen, Baumaschinen und Motorgeräte strukturiert.

Das Berufsbild des Land- und Baumaschinenmechatronikers/der Land- und Baumaschinenmechatronikerin umfasst insgesamt 24 Berufsbildpositionen (vgl. Bundesgesetzblatt 2014). Im Einzelnen sind diese der Abb. 10 zu entnehmen.

Nr.	Berufsbildpositionen
1	Berufsbildung, Arbeits- und Tarifrecht
2	Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes
3	Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit
4	Umweltschutz
5	Planen und Vorbereiten von Arbeitsabläufen sowie Kontrollieren und Bewerten von Arbeitsergebnissen
6	Durchführen von qualitätssichernden Maßnahmen
7	Messen und Prüfen an Systemen
8	Betriebliche und technische Kommunikation
9	Bedienen von Fahrzeugen und Systemen
10	Durchführen von Service- und Wartungsarbeiten
11	Demontieren, Reparieren und Montieren von Bauteilen, Baugruppen und Systemen
12	Messen und Prüfen

Nr.	Berufsbildpositionen
13	Fügen, Trennen, Umformen
14	Manuelles und maschinelles Bearbeiten
15	Warten, Prüfen und Einstellen von Fahrzeugen, Systemen und Betriebseinrichtungen
16	Eingrenzen und Bestimmen von Fehlern, Störungen und deren Ursachen sowie Beurteilen von Schäden
17	Instandsetzen von Fahrzeugen, Systemen und Betriebseinrichtungen
18	Prüfen, Einstellen und Anschließen von mechanischen, hydraulischen, pneumatischen, elektrischen und elektronischen Anlagen und Systemen
19	Prüfen von Abgasen und Einrichtungen zur Emissionsminderung
20	Installieren von Maschinen und Anlagen
21	Herstellen und Prüfen von elektrischen Stromanschlüssen
22	Ausrüsten und Umrüsten mit Zubehör und Zusatzeinrichtungen
23	Inbetrieb- und Außerbetriebnehmen von Fahrzeugen, Maschinen, Geräten und Anlagen
24	Übergeben von Fahrzeugen, Maschinen, Geräten und Anlagen an Kunden

Abb. 10: Berufsbildpositionen des Berufs Land- und Baumaschinenmechatroniker:in

Die die betriebliche Ausbildung ergänzenden Inhalte der überbetrieblichen Unterweisung sind in 13 überbetrieblichen Lehrgängen organisiert (vgl. HPI 2021), die im Jahr 2020 aktualisiert wurden. Dabei wurde aufgrund der gestiegenen Bedeutung von Hochvoltssystemen ein neuer Lehrgang „Hochvoltssysteme in eigengesicherten Fahrzeugen der Land- und Baumaschinentechnik sowie Motorgeräten“ eingeführt (LBM6/19). Eine inhaltliche bzw. zeitliche Erweiterung fand in den Themenbereichen Datenübertragungssysteme (GPS- und Telemetrie-Systeme) (LBM9/19) sowie Hydraulik (Hydraulik und Elektrohydraulik) (LBM1/19 und LBM2/19) statt. Außerdem wurde die Motorgerätektechnik – neben dem Lehrgang LBM7/19 – in mehreren Lehrgängen (LBM3/19, LBM5/19, LBM6/19 und LBM9/19) explizit benannt.

Die „Übergabe von Maschinen an Kunden“ (LBM8/05) und die „Einbeziehung des Kunden bei der Reparaturannahme bzw. bei spezifischen Kundenwünschen“ ist in die Lehrgänge LBM3/19, LBM4/19, LBM5/19, LBM7/19 und LBM9/19 integriert worden. Der Lehrgang „Elektrotechnische Geräte und Schutzmaßnahmen“ (LBM6/05) ist entfallen.

Nr.	Überbetriebliche Lehrgänge
G-LBM 19	Fahrzeugelektrik für Land- und Baumaschinen und Motorgerätektechnik
FUE1/04	Fügen und thermisches Trennen (Elektro-Handschiweißen)
FUE2/04	Schutzgasschiweißen
FUE3/04	Schutzgasschiweißen (MAG-St)
LBM-1/19	Hydraulik und Elektrohydraulik an Land- und Baumaschinen I - Systeme und Komponenten
LBM-2/19	Hydraulik und Elektrohydraulik an Land- und Baumaschinen II - Diagnose und Fehlersuche
LBM-3/19	Fehlerdiagnose und Instandsetzung an Land- und Baumaschinen sowie Motorgeräten

Nr.	Überbetriebliche Lehrgänge
LBM-4/19	Kraftübertragungs- und Fahrwerkstechnik
LBM-5/19	Motoren- und Abgastechik in Land- und Baumaschinen sowie Motorgeräten
LBM-6/19	Hochvoltsysteme in eigensicheren Fahrzeugen der Land- und Baumaschinentechnik sowie in Motorgeräten
LBM-7/19	Motorgerätetechnik
LBM-8/19	Metallbearbeitungstechniken
LBM-9/19	Datenübertragungssysteme in Land- und Baumaschinen sowie in Motorgeräten

Abb. 11: Überbetriebliche Lehrgänge des Berufs Land- und Baumaschinenmechatroniker:in

Der für den berufsschulischen Teil der Ausbildung von Land- und Baumaschinenmechatroniker:innen relevante KMK-Rahmenlehrplan ist nach folgenden Lernfeldern strukturiert (vgl. KMK 2021):

Nr.	Lernfelder
1	Fahrzeuge und Systeme nach Vorgaben warten und inspizieren
2	Einfache Baugruppen und Systeme prüfen, demontieren, austauschen und montieren
3	Funktionsstörungen identifizieren und beseitigen
4	Umrüstarbeiten nach Kundenwünschen durchführen
5	Herstellen von Bauteilen für Maschinen, Geräte und Anlagen
6	Instandhalten von Verbrennungsmotoren
7	Prüfen und Instandsetzen von fahrzeugelektrischen Systemen
8	Prüfen und Instandsetzen von hydraulischen Steuerungs- und Regelungssystemen
9	Prüfen und Instandsetzen von Kraftübertragungssystemen an Maschinen und Geräten
10	Instandhalten von Fahrwerken an Maschinen und Geräten
11	Prüfen und Instandsetzen von komplexen Steuerungs- und Regelungssystemen
12a	Instandhalten von Maschinen, Geräten und Anlagen der Landmaschinentechnik
12b	Instandhalten von Maschinen, Geräten und Anlagen der Baumaschinentechnik
12c	Instandhalten von Maschinen, Geräten und Anlagen der Forst-, Garten- und Kommunaltechnik
13a	In- und Außerbetriebnehmen und Übergeben von Maschinen, Geräten und Anlagen der Landmaschinentechnik
13b	In- und Außerbetriebnehmen und Übergeben von Maschinen, Geräten und Anlagen der Baumaschinentechnik
13c	In- und Außerbetriebnehmen und Übergeben von Maschinen, Geräten und Anlagen der Forst-, Garten- und Kommunaltechnik

Abb. 12: Lernfelder des Berufs Land- und Baumaschinenmechatroniker:in

3.4 Fort- und Weiterbildungen

Mit einer abgeschlossenen Berufsausbildung zum/zur Land- und Baumaschinenmechatroniker:in eröffnen sich unterschiedliche Möglichkeiten zur Fort- und Weiterbildung (vgl. dob 2021). Am bekanntesten ist die des Meisters bzw. der Meisterin. Der berufliche Aufstieg ermöglicht es, einen eigenen Betrieb zu eröffnen oder eine Werkstatt zu leiten. Die Berufsbezeichnung lautet Meister:in für Landmaschinentechnik.



Abb. 13: Karriereplan für Land- und Baumaschinenmechatroniker:innen
(vgl. Landbautechnik Bundesverband 2021b)

Auch der/die Techniker:in und der/die Servicetechniker:in sind bekannte Weiterbildungen, die einen beruflichen Aufstieg ermöglichen. Hier wirkt der Geselle/die Gesellin als Kundenbetreuer:in für technische und wirtschaftliche Problemlösungen vor Ort, als land- und baumaschinen-technischer Systemspezialist:in für Instandhaltung und als Vermittler:in für technische Neuerungen (vgl. Landbautechnik Bundesverband 2021b).

Durch den Meistertitel oder eine bereits erreichte Hochschulzugangsberechtigung kann auch ein Studium möglich sein, zum Beispiel Maschinenbau für Land- und Baumaschinen oder Fahrzeugtechnik. Darüber hinaus gibt es Fortbildungen zur Spezialisierung und Qualifikationsmöglichkeiten in den Bereichen Arbeitssicherheit, Umwelttechnik oder im Sachverständigenwesen. Hierbei handelt es sich um eine individuelle Erweiterung, die Fähigkeiten und Kenntnisse des jeweiligen Gesellen /der jeweiligen Gesellin, auf freiwilliger Basis, die berufliche Kompetenz zu erweitern (vgl. granit.de 2021).

Im Rahmen des Projekts „LBT-Forward“ wird an einem neuen Berufslaufbahnkonzept für den Beruf Land- und Baumaschinenmechatroniker:in gearbeitet. Die Kernidee des LBT-Projektes ist es, die Aus- und Weiterbildung von Fach- und Führungskräften für das Land- und Baumaschinen-

Handwerk weiterzuentwickeln, vor allem vor dem Hintergrund des fortschreitenden digitalen Wandels und der zunehmenden Automatisierung (Landbautechnik Bundesverband 2021c).

4 Verbände und Organisationen (Auswahl)

Name	Internet
Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM)	https://www.bghm.de
BG BAU - Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft	https://www.bgbau.de
Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V.	https://www.bauindustrie.de
IG Metall (IGM)	https://www.igmetall.de
Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt (IG BAU)	https://www.igbau.de
LandBauTechnik - Bundesverband e.V.	https://www.landbautechnik.de
Zentralverband Deutsches Baugewerbe (ZDB)	https://www.zdb.de
Bundesfachgruppe Motorgeräte - Verband für Motorgerätechändler	https://www.bufamot.de/verband/
Verband Land- und Baumaschinentechnik Bayern	https://www.agrartechnik.de/
Verband der Baubranche, Umwelt- und Maschinentechnik e.V. (VDBUM)	https://vdbum.de

5 Projekte aus dem Land- und Baumaschinenbereich (Auswahl)

Projekttitlel	Projektkürzel	Internet
Entwicklung eines Berufslaufbahnkonzeptes von der DQR-Stufe 4-7 mit Orientierung aktueller und zukünftiger Bedürfnisse der Beschäftigten und der Betriebe	LBT Forward	https://www.inno-vet.de/inno-vet/de/die-projekte/alle-projekte-von-a-bis-z/lbt-forward.html
Digitale Konzepte für eine moderne Ausbildung in der Land- und Baumaschinenmechatronik	DiKonA	https://www.foraus.de/de/themen/dikona-131602.php
Digitales Arbeiten und Lernen in der Baumaschinenbedienung	DALiB	https://www.foraus.de/de/themen/dalib-131593.php

6 Fachzeitschriften Landtechnik (Auswahl)

Name	Internet
Fachzeitschrift Ökologie & Landbau	https://www.soel.de/publikationen/oekologie-landbau
Profi – Das Magazin für professionelle Agrartechnik	https://www.profi.de/
Landtechnik – Agricultural Engineering	https://www.landtechnik-online.eu/landtechnik
Stark – Das Magazin	http://www.starkmagazin.de/
Agrar Technik	https://www.agrartechnikonline.de/
Technik Börse	https://www.technikboerse.com/content/technikboerse-magazin-archiv

7 Fachzeitschriften Bautechnik (Auswahl)

Name	Internet
Bau Magazin	https://www.baumagazin-online.de/magazin/
Baugewerbe	https://www.baugewerbe-magazin.de/baumaschinen.htm
Maschinen und Technik	https://www.mt-magazin.de/
Treffpunkt Bau	https://www.treffpunkt-bau.eu/
Bi baumagazin	https://bi-medien.de/fachzeitschriften/baumagazin

8 Lehr- und Lernmittel (Auswahl)

Titel	Internet
Fachkunde Land- und Baumaschinentechnik	Europa-Nr. 20079: Bietet Auszubildenden des Land- und Baumaschinenwesens das theoretische Fachwissen, um technische Vorgänge sowie Systemzusammenhänge zu verstehen und praktische Fähigkeiten zu erlernen
Tabellenbuch Land- und Baumaschinentechnik	Europa-Nr. 20789: Nachschlagewerk zur Lösung von technischen Problemstellungen in der Land-, Bau-, Kommunal- und Forstmaschinentechnik
Formeln Land- und Baumaschinentechnik	Europa-Nr. 20006: Die Formelsammlung enthält alle wichtigen und notwendigen Formeln zum Rechnen in der Ausbildung zum Land- und Baumaschinenmechatroniker/-innen
Kombi-Paket Land- und Baumaschinenmechatroniker - Lehrkarten	https://www.azubishop24.de/land-und-baumaschinenmechatroniker-kombi-paket
Baumaschinen: Erdbau- und Tagebaumaschinen (Fördertechnik und Baumaschinen)	Stefan Dietsche, Gerd Lausen, Rainer Rempfer, René Rempfer, Ralf Siebecker, Stefanie Szeguhn
Paketangebot Land- und Baumaschinentechnik/Tabellenbuch Land- und Baumaschinentechnik	Hermann Meiners, Stefan Dietsche, Jörg Völker
Lernsituationen Land- und Baumaschinentechnik. Lösungen für 3./4. Ausbildungsjahr	https://www.buecher.de/shop/fahrzeugtechnik/lernsituationen-land-und-baumaschinentechnik-3-4-ausbildungsjahr-schuelerheft/meiners-hermann-dietsch/products_products/detail/prod_id/14449663/
Tabellenbuch Land- und Baumaschinentechnik: Systemtechnik, Technische Mathematik, Arbeitsplanung	Europa Lehrmittel
Ausbildungsplan und Ausbildungsordner	https://www.agrartechnik.de/infos-downloads/materialien/

9 Literatur

- Ausbildung.de 2021: Ausbildung als Land- und Baumaschinenmechatroniker/in, <https://www.ausbildung.de/berufe/land-und-baumaschinenmechatroniker/> Absatz: Wusstest du schon, dass...; 16.07.2021
- Bauwirtschaft in Zahlen 2021: Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V., Broschüre, https://www.bauindustrie.de/fileadmin/bauindustrie.de/Zahlen_Fakten/Bauwirtschaft-im-Zahlenbild/Bauwirtschaft-im-Zahlenbild_2020_final_Inhalt_verlinkt.pdf
- Bayerischer Rundfunk 2021: Computertechnik im Garten: "Smart Gardening", https://www.br.de/nachrichten/wirtschaft/smart-gardening-computertechnik-im-garten_SdKw86x
- BIBB 2021a: Informationen zu Aus- und Fortbildungsberufen; 16.07.2021
- BIBB 2022: Die überbetriebliche Ausbildung modernisieren — das Sonderprogramm zur Digitalisierung in überbetrieblichen Berufsbildungsstätten, <https://www.bibb.de/de/152051.php>
- BMEL 2020: Digitalisierung in der Landwirtschaft – Chancen nutzen – Risiken minimieren, Broschüre, <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/digitalpolitik-landwirtschaft.pdf>
- Breitkopf, A., 2021: [Baumaschinenindustrie in Deutschland, Statista](#); 17.05.2021
- Bundesgesetzblatt Jahrgang 2008 Teil I Nr. 33, ausgegeben zu Bonn am 31. Juli 2008: Verordnung über die Berufsausbildung zum Mechaniker und zur Mechanikerin für Land- und Baumaschinentechnik vom 25. Juli 2008
- Bundesgesetzblatt Jahrgang 2014 Teil I Nr. 27, ausgegeben zu Bonn am 26. Juni 2014: Erste Verordnung zur Änderung der Verordnung über die Berufsausbildung zum Mechaniker und zur Mechanikerin für Land- und Baumaschinentechnik vom 19. Juni 2014
- Bundesinformationszentrum Landwirtschaft 2021a: Wo steht die deutsche Landwirtschaft heute?, <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/wie-funktioniert-landwirtschaft-heute/wo-steht-die-deutsche-landwirtschaft-heute>, 28.09.2021
- Bundesinformationszentrum Landwirtschaft 2021b: Landwirtschaft gestern und heute, <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/wie-funktioniert-landwirtschaft-heute/landwirtschaft-gestern-und-heute>
- Bundesverband Landbautechnik 2021; <https://www.landbautechnik.de/archiv/statistik/> 16.07.2021
- dob Landtechnik AG 2021, <https://dob-landtechnik.de/karriere/>
- Farm & Food 4.0: <https://www.farm-and-food.com/category/landwirtschaft/>, 28.09.2021
- granit.de 2021, https://www.granit-parts.com/media/cms/GRANIT_DE_Schulungsprogramm_2020_2021.pdf
- Grantz, Torsten, 2021: Veränderungen in der Diagnosearbeit als berufliches Handlungsfeld, Vortrag im Rahmen der Fachtagung „Next Level: Die Berufsbildung der LandBauTechnik-Branche auf dem Weg in die Zukunft“ am 9. und 10.11.2022
- HPI, 2021, <https://hpi-hannover.de/gewerbefoerderung/unterweisungsplaene.php>
<https://neuelandschaft.de/artikel/durchblick-mit-digitalem-flottenmanagement-16564.html>

- KIWUH 2019: Kompetenz- und Informationszentrum Wald und Holz (KIWUH), Wald und Holz in Deutschland, https://www.fnr.de/fileadmin/kiwuh/broschueren/Brosch_Wald_Holz_KI-WUH_Web.pdf, 15.03.2022
- KMK 2021, Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Land- und Baumaschinenmechatroniker und Land- und Baumaschinenmechatronikerin, Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.05.2003 i.d.F. vom 27.06.2014
- Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0, 2021. <https://www.ligna.de/de/news/news-fachartikel/digitalisierung-in-der-forstwirtschaft-vernetzung-im-wald>
- Landbautechnik Bundesverband 2021b, <https://www.starke-typen.info/fortbildung-karriere/>
- Landbautechnik Bundesverband 2021c, <https://www.landbautechnik.de/bildung-karriere/projekt-innovet/>
- Liebherr 2021, [Zahlen und Fakten – Liebherr](#); 17.05.2021
- Mischler, G., 2021, Baumaschinen: So verändert die Digitalisierung die Branche, <https://www.produktion.de/wirtschaft/baumaschinen-digitalisierung-verleiht-schwerem-geraet-fingerspitzen-gefuehl-258.html>
- Ramm, M., 2021: Erste Ergebnisse – Wissenschaftliche Begleitung, Vortrag im Rahmen der Fachtagung „Next Level: Die Berufsbildung der LandBauTechnik-Branche auf dem Weg in die Zukunft“ am 9. und 10.11.2022
- Ranft, Sebastian; Zinke, Gert 2019: Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Der Ausbildungsberuf „Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in“ im Screening. Bonn 2019
- Schlöglmann, A. 2021: Ergebnisse der wissenschaftlichen Analyse, Projekt LBT-Forward, Vortrag im Rahmen der Fachtagung „Next Level: Die Berufsbildung der LandBauTechnik-Branche auf dem Weg in die Zukunft“ am 9. und 10.11.2022
- Statista 2020d, Intralogistik in Deutschland
- Statista 2021a: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/162313/umfrage/anzahl-von-arbeitskraeften-in-der-landwirtschaft-seit-1990/>, 28.09.2021
- Statista, 2021a: [Umsatz der deutschen Baumaschinenindustrie bis 2020 | Statista](#); 17.05.2021
- Statista 2021b, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/205607/umfrage/umsatzentwicklung-im-gartenbereich-lebendes-gruen/>, 12.11.2021
- Statista 2021c, Daten und Fakten zu Smart Gardening, <https://de.statista.com/themen/4221/smart-gardening>
- Statistisches Bundesamt 2021, https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/01/PD21_028_412.html
- Thünen-Institut 2021: Wald in Deutschland – Wald in Zahlen, <https://www.thuenen.de/de/thema/waelder/>
- TU Dresden 2022, Bauen 4.0, BMBF-Verbundprojekte, <https://www.verbundprojekt-bauen40.de/>, 15.03.2022
- Umweltbundesamt 2020: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/struktur-der-flaechennutzung#die-wichtigsten-flaechennutzungen>, 28.09.2021
- Umweltbundesamt 2021, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/forstwirtschaft#wirtschaftliche-bedeutung-des-waldes>

VKU 2021, https://www.vku.de/fileadmin/user_upload/Verbandsseite/Publikationen/2021/2021_VKU_Zahlen_Daten_Fakten_WEB_EN_ES.pdf

waldwissen.net, 2021: Überblick Forstmaschinen <https://www.waldwissen.net/de/technik-und-planung/forsttechnik-und-holzernte/forstmaschinen>

ZDH 2021a: Anzahl der Lehrlinge im Elektro- und Metallhandwerk in Deutschland im Jahr 2020 nach Berufen [Graph]. In Statista. 01. Februar 2022, von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/329063/umfrage/lehrlinge-im-bau-und-ausbauhandwerk-in-deutschland-nach-berufen/>

ZDH 2021b: Anzahl der neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge im Elektro- und Metallhandwerk in Deutschland im Jahr 2020 nach Berufen [Graph]. In Statista. 01. Februar 2022, von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1030215/umfrage/neuvertraege-im-elektro-und-metallhandwerk-in-deutschland-nach-berufen/>

Zukunft der Landwirtschaft: <https://www.ipzf.de/landwirtschaft.html>

Zukunfts-Forum-Agra, 2021: Digitalisierung in der Forstwirtschaft - Ein Versuch die Prozesse der vollmechanisierten Holzernte zu verstehen (dlg-wintertagung.de); 17.05.2021

9.1 Weiterführende Literatur

Agrar Trends (2021). Was sind die Trends in der Landtechnik? Abgerufen 25. Juli 2021, von https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjZmOiGnflWAhVKhRoKHXMJCEEQFjAAegQIBBAD&url=https%3A%2F%2Fagrartrends.de%2Flandtechnik%2F&usg=AOvVaw3C-04imeJBU8JPAS0_ySQ4

Ahrens, S. (2021). Umsatz der Landwirtschaft in Deutschland bis 2019. Abgerufen 25. Juli 2021, von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/323340/umfrage/umsatz-der-landwirtschaft-in-deutschland/>

Baumaschinenmechatroniker/-in. 17. August 2021, von <https://docplayer.org/18948604-Aus-und-weiterbildung-landbautechnik-der-die-neue-land-und-baumaschinenmechatroniker-in.html>

Bayer, M. (2020). Was Sie über Landwirtschaft 4.0 wissen müssen. Abgerufen 25. Juli 2021, von <https://www.computerwoche.de/a/was-sie-ueber-landwirtschaft-4-0-wissen-muessen,3544215>

BBS-Technik (2021). Land- und Baumaschinenmechatroniker/in. Abgerufen 17. August 2021, von <https://www.bbst-clp.de/bildungsangebote/land-und-baumaschinenmechatroniker-in>

Böcker, L. (2018). Wie die GRIMME Landmaschinenfabrik die Digitalisierung der Landtechnik-Branche meistert. 25. Juli 2021, von <https://www.d-velop.de/blog/branchenprozesse/wie-grimme-landmaschinen-die-digitalisierung-der-landtechnik-branche-meistert/>

Böhm, A. (2019). Clevere Labore. 17. August 2021, von https://www.kwh40.de/wp-content/uploads/2019/12/Clevere_Labore.pdf

Boomgaarden, J., Michel, D., Boomgaarden, J. (2019). Land- und Baumaschinenmechatroniker. Berufsausbildung wird modernisiert. 17. August 2021, von <https://www.eilbote-online.com/artikel/land-und-baumaschinenmechatroniker-berufsausbildung-wird-modernisiert-35445>

Böttcher, F. (2021). Digitalisierung in der Forstwirtschaft - Ein Versuch die Prozesse der vollmechanisierten Holzernte zu verstehen. 17. August 2021, von <https://www.dlg-wintertagung.de/blog/archiv-themen-2018/digitalisierung-in-der-forstwirtschaft>

- Bundesagentur für Arbeit (2021). Mechaniker/Mechanikerin für Land- und Baumaschinentechnik. 17. August 2021, von https://kursnet-finden.arbeitsagentur.de/kurs/ausgangsberufDetail.do;jsessionid=TEdcPsErrw01j3yknwBH5jtsNOop_5qmo-NlxfLn8B10g20u7643S!792272527?al=M&seite=1&anzahlSeite=200&bi=15627&anzahlGesamt=197&anzahlProSeite=200&doNext=detail
- Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB). Interview mit Peter Kottmann, Ausbildungsverantwortlicher Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH & Co. KG, 48480 Spelle. 25. Juli 2021, von https://www.foraus.de/de/themen/foraus_109450.php
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2020). Landwirtschaft in Zahlen. 25. Juli 2021, von <https://www.bmel.de/SharedDocs/Bilder/DE/Landwirtschaft/Landwirtschaft-in-Zahlen.html>
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2021). Tabellen zur Forstwirtschaft und Holzwirtschaft. 17. August 2021, von <https://www.bmel-statistik.de/forst-holz/tabellen-zu-forst-und-holzwirtschaft/>
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2021. April). Digitalisierung in der Landwirtschaft. 25. Juli 2021, von https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewifgqLey-DuAhVbDmMBHZQvAygQFjAHegQIChAC&url=https%3A%2F%2Fwww.bmel.de%2FShared-Docs%2FDownloads%2FDE%2FBroschueren%2Fdigitalpolitik-landwirtschaft.pdf%3F_blob%3DpublicationFile%26v%3D8&usg=AOvVaw2_vduhiNI9zivgOywBIDGu
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021). Land- und Baumaschinenmechatroniker/-in. Abgerufen 17. August 2021, von <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Berufsbilder/mechaniker-fuer-landmaschinenbau.html>
- CLAAS Kommanditgesellschaft auf Aktien mbH (2021). Vernetzung und Farming 4.0 – die digitale Transformation von Landwirtschaft und Landtechnik. 25. Juli 2021, von <https://www.claas.de/aktuell/meldungen-veranstaltungen/meldungen/vernetzung-und-farming-4-0---die-digitale-transformation-von-landwirtschaft-und-landtechnik/1146840>
- Demopark at all (2021). Landtechnik. Abgerufen 25. Juli 2021, von <https://de.wikipedia.org/wiki/Landtechnik>
- Deter, A. (2020). 8 von 10 Landwirten setzen auf digitale Technologien. 25. Juli 2021, von <https://f3.de/farm/8-von-10-landwirten-setzen-auf-digitale-technologien-638.html>
- Digitale Baumaschinen. 25. Juli 2021, von <https://www.handwerkundbau.at/baumaschinen/wie-baumaschinen-von-der-digitalisierung-profitieren-16186>
- Digitales Innovationszentrum (2018). Forstwirtschaft 4.0 – Digitalisierung und nachhaltige Technikentwicklung. 17. August 2021, von <https://www.diz-bw.de/newsroom/detail/news/forstwirtschaft-40-digitalisierung-und-nachhaltige-technikentwicklung/>
- Dittrich, K. (2019). Digitalisierung Baumaschinenbranche und 5G. 25. Juli 2021, von <https://www.messe.tv/2019/bauma/klaus-dittrich-digitalisierung-baumaschinenbranche-5G>
- Dlugosch, G. (2019). Forstmaschinen-Neuheiten: Effizienz und Leistung gefragt. 17. August 2021, von <https://www.fluid.de/anwendungen/mobile-maschinen/forstmaschinen-hersteller-setzen-auf-effizienz-und-leistung-221.html> Forstmaschinen-Neuheiten: Effizienz und Leistung gefragt
- eFarmer B.V. (2020). Wie Die Digitale Technologie die Landwirtschaft in der Welt verändert. 25. Juli 2021, von <https://www.fieldbee.com/de/wie-die-digitale-technologie-die-landwirtschaft-in-der-welt-veraendert/>

- Feist, H. (2021). Baumaschinen werden immer smarter. 25. Juli 2021, von <https://www.bauma.de/de/messe/branchentrends/digitalisierung/baumaschinen-werden-immer-smarter/>
- Fell, F. (2020). Smart Farming: Wie die Digitalisierung die Landwirtschaft verändert. 25. Juli 2021, von <https://www.techtag.de/digitalisierung/smart-farming-wie-die-digitalisierung-die-landwirtschaft-veraendert/>
- Girschner, S.(2016). Baumaschinen der Zukunft: M2M-Kommunikation & BIM. 25. Juli 2021, von <https://www.digitalbusiness-cloud.de/baumaschinen-der-zukunft-m2m-kommunikation-bim/>
- Goger, G. (2017). Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen. https://publik.tuwien.ac.at/files/publik_270334.pdf
- Handwerkskammer Braunschweig-Lüneburg-Stade (2020). Bade: "Mehr Innovation in berufliche Bildung". 17. August 2021, von <https://www.hwk-bls.de/artikel/bade-mehr-innovation-in-berufliche-bildung-22,0,1438.html>
- Handwerkskammer Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim (2020). Millionenförderung für BTZ. 17. August 2021, von <https://hwk-osnabrueck.de/millionenfoerderung-fuer-btz/>
- Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V. (2021). Bedeutung der Bauwirtschaft. 25. Juli 2021, von <https://www.bauindustrie.de/zahlen-fakten/bauwirtschaft-im-zahlenbild/bedeutung-der-bauwirtschaft>
- Heidorn, S. (2020). Baumaschinen-Trends: Neuheiten, Eigenschaften & Qualität. 25. Juli 2021, von <https://www.trendsderzukunft.de/baumaschinen-trends-neuheiten-eigenschaften-qualitaet/>
- Heini, G. (2019). Wie Digitalisierung den Hydraulik-Service verändert. 17. August 2021, von <https://www.fluid.de/hydraulik/wie-digitalisierung-den-hydraulik-service-veraendert-207.html>
- Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik (2021). Unterweisungspläne nach Berufen/Fachrichtungen. 17. August 2021, von <https://hpi-hannover.de/gewerbefoerderung/unterweisungsplaene.php>
- Hesse, G. & von Zittwitz, F. (2021). Karrierepfad Land- und Baumaschinenmechatroniker/in. 17. August 2021, von <https://www.ausbildung.de/berufe/land-und-baumaschinenmechatroniker/karriere/>
- Holzapfel, C. (2017). Was bringt die Digitalisierung für die Baumaschinenmiete? 25. Juli 2021, von <https://allgemeinebauzeitung.de/abz/strukturelle-veraenderung-als-chance-was-bringt-die-digitalisierung-fuer-die-baumaschinenmiete-23482.html>
- Kanat, A. (2019). Zunehmende Digitalisierung in der Kommunalwirtschaft. 17. August 2021, von <https://www.bauhof-online.de/d/zunehmende-digitalisierung-in-der-kommunalwirtschaft/>
- Lamprecht, M. (2021). ISOBUS. 25. Juli 2021, von <https://de.wikipedia.org/wiki/ISOBUS>
- Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft mit Fischerei und Wein- und Gartenbau (2021). 25. Juli 2021, von https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEWjux9Kw-YPxAhUy_7sIHRZoBwwQFjANe-gQIEhAD&url=https%3A%2F%2Fwww.bmel.de%2FSharedDocs%2FDownloads%2FDE%2FBroschueren%2FDaten-und-Fakten-Landwirtschaft.pdf%3F_blob%3Dpublication-File%26v%3D6&usq=AOvVaw2LbQLajWA5TdxByYXwkau4
- LandBauTechnik – Bundesverband e.V. (2017). Investition in die Zukunft. 25. Juli 2021, von <https://www.landbautechnik.de/investition-in-die-zukunft/>

- LandBauTechnik-Bundesverband e.V. (2018). Fortbildung & Karriere. 17. August 2021, von <https://www.starke-typen.info/fortbildung-karriere/>
- Landwirtschaft verstehen (2021). Hätten Sie's gewusst? Infografiken. 25. Juli 2021, von <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/haetten-sies-gewusst/infografiken>
- Landwirtschaft (2021): Diese digitalen Technologien sind im Einsatz. 25. Juli 2021, von <https://www.agrarheute.com/technik/welche-digitalen-technologien-einsatz-573533>
- Lorenz, B. (2020). Zum Spezialisten für Land- und Baumaschinen werden. 17. August 2021, von <https://www.handwerksblatt.de/bildung/zum-spezialisten-fuer-land-und-baumaschinen-werden>
- Messe München (2018). Hinter der INTERFORST steht eine Branche mit großer volkswirtschaftlicher Bedeutung. 17. August 2021, von <https://www.pressebox.de/inaktiv/messe-muenchen-gmbh/Cluster-Forst-und-Holz-1-1-Millionen-Beschaefigte-180-Milliarden-Umsatz/boxid/897271>
- Müller, P. (2018). Mechatroniker: Fit für die Digitalisierung. 17. August 2021, von https://rp-online.de/nrw/staedte/kempen/mechatroniker-fit-fuer-die-digitalisierung_aid-16471719
- Nagel, M. & Ruminski, N. (2018). Wald 4.0 – Digitalisierung in der Forstwirtschaft. 17. August 2021, von <https://www.forstpraxis.de/go-digital-wald-4-0/>
- Netzwerk Digitale Landwirtschaft (2020). 10 Trendbegriffe der digitalen Landwirtschaft erklärt. 25. Juli 2021, von <https://digitale-landwirtschaft.com/10-kernbegriffe-digitaler-landwirtschaft/>
- Nie wieder bücken! 25. Juli 2021, von <https://www.spiegel.de/auto/aktuell/agritechnica-megatrend-digitalisierung-praegt-landmaschinen-a-1295099.html>
- Pöttinger Landtechnik GmbH (2021). Digitale Landtechnik. 25. Juli 2021, von https://www.poettinger.at/de_de/produkte/produktgruppe/digitale-landtechnik#
- Rast, D. E. (2019). Smart Farming-Lexikon: Begriffe rund um die digitale Landwirtschaft. 25. Juli 2021, von <https://www.diegruene.ch/artikel/smart-farming-lexikon-auslegeordnung>
- Building Radar (2021). 20 Trends in der Baubranche, die Sie 2020 unbedingt beobachten sollten. 25. Juli 2021, von <https://buildingradar.com/de/construction-blog/trends-baubranche/>
- REMAV GmbH (2021). Digitalisierung von Baumaschinen. 25. Juli 2021, von <https://www.remav.de/produkt-29-baumaschinen-digitalisierung-furhpark-management-tracking-gps.html>
- Rohleder, B., & Krüsken, B. (2016). Digitalisierung in der Landwirtschaft. 25. Juli 2021, von <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Zahlen-zur-Digitalisierung-in-der-Landwirtschaft.html>
- Roland Berger GmbH (2016). Digitalisierung der Bauwirtschaft. 25. Juli 2021, von https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_digitalisierung_bauwirtschaft_final.pdf
- Röwekamp, R. (2019). Das Amazon der Bauindustrie. 25. Juli 2021, von <https://www.cio.de/a/das-amazon-der-bauindustrie,3596037>
- Schreier, J. (2020). Digitalisierung – in der Landwirtschaft bereits Alltag. 25. Juli 2021, von <https://www.industry-of-things.de/digitalisierung--in-der-landwirtschaft-bereits-alltag-a-927532/>
- Selke, S. et. al (2018). Mit Digitalisierung der Hydraulik Kosten reduzieren. 25. Juli 2021, von <https://www.fluid.de/hydraulik/mit-digitalisierung-der-hydraulik-kosten-reduzieren-127.html>

Servicetechniker/in für Land- und Baumaschinen (HWK). 17. August 2021, von <https://www.hwk-bls.de/artikel/servicetechniker-in-fuer-land-und-baumaschinen-hwk-22,0,309.html>

Soll, K. (2020). Wie sich das Berufsbild Servicetechniker im Zuge der Digitalisierung weiterentwickelt. 17. August 2021, von <https://www.soll-galabau.de/aktuelle-news/ansicht-aktuelles/datum/2020/02/01/wie-sich-das-berufsbild-servicetechniker-im-zuge-der-digitalisierung-weiterentwickelt.html>

Süddeutsche Baumaschinen Handels GmbH (2021). Telematik und Digitales. 25. Juli 2021, von <https://bau-baumaschinen.de/dienstleistungen/telematik-digitales/>

UFA-Revue (2021). Wissen was passiert, bevor es passiert. 25. Juli 2021, von <https://www.ufarevue.ch/landtechnik/digitalisierung>

Uppenkamp, N. (2007). ISOBUS - welche Vorteile hat der Einsatz des Systems? 25. Juli 2021, von <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/technik/elektronik/zeltechnik/isobus.htm>

Wachenbrunner, T. (2019). Baumaschinenpark ist bereit für die digitale Baustelle. 17. August 2021, von <https://www.kompetenzzentrum-planen-und-bauen.digital/kos/WNetz?art=News.show&id=487>

Wo steht die Digitalisierung in der Landwirtschaft? 25. Juli 2021, von <https://digitale-landwirtschaft.com/aktueller-stand-digitalisierung-in-der-landwirtschaft/>

Zinke, G. (Bundesinstitut für Berufsbildung) (2021). Digitalisierungs- und Vernetzungsansätze in der betrieblichen Praxis. Abgerufen 17. August 2021, von <https://www.bibb.de/datenreport/de/2019/104530.php>

10 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Rubriken der Kompetenzwerkstatt	1
Abb. 2: Farbliche Kennzeichnung der Kompetenzwerkstatt-Rubriken	2
Abb. 3: Technologiefelder des Land- und Baumaschinenmechatronikers/ der Land- und Baumaschinenmechatronikerin	3
Abb. 4: Relevante Themen und Kompetenzbereiche	13
Abb. 5: Literaturrecherche – Ausgewählte technologische Entwicklungen	13
Abb. 6: Innovationszyklen und Digitalisierung	14
Abb. 7: Komplexität von Problemen	15
Abb. 8: Ideen für den Kompetenzaufbau	15
Abb. 9: Genealogie des/der Land- und Baumaschinenmechatronikers:in	18
Abb. 10: Berufsbildpositionen des Berufs Land- und Baumaschinenmechatroniker:in	20
Abb. 11: Überbetriebliche Lehrgänge des Berufs Land- und Baumaschinenmechatroniker:in ...	21
Abb. 12: Lernfelder des Berufs Land- und Baumaschinenmechatroniker:in	21
Abb. 13: Karriereplan für Land- und Baumaschinenmechatroniker:innen	22

11 Autoren

11.1 Michael Sander



ist stellvertretender Abteilungsleiter im Institut Technik und Bildung der Universität Bremen.

Nach einer Berufsausbildung zum Zentralheizungs- und Lüftungsbauer und einem Studium der Psychologie ist Michael Sander seit 1995 als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich der Berufsbildungsforschung beschäftigt.

Seit 2010 bildet er Lehrkräfte in den beruflichen Fachrichtungen Elektrotechnik, Fahrzeugtechnik, Informationstechnik und Metalltechnik aus. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der Anwendung berufswissenschaftlicher Methoden, der Entwicklung berufsbezogener digitalgestützter Lernszenarien sowie in der Gestaltung einer arbeitsprozess- und kompetenzorientierter Berufsbildung.

Weitere Informationen und Kontaktdaten finden sich [hier](#).

11.2 Nils Petermann



ist technischer Mitarbeiter im Institut Technik und Bildung der Universität Bremen.

Er ist B. Sc. der beruflichen Fachrichtung Metall- und Fahrzeugtechnik, Berufspädagoge (IHK) sowie KFZ-Technikermeister, leitet das Mechatronik-Labor des Instituts und führt Laborveranstaltungen in den Bereichen Metalltechnik, Mechatronik und Elektromobilität durch.

Als Mitarbeiter ist er in regionalen, nationalen und internationalen Forschungsprojekten im berufsbildenden Bereich tätig.

Ehrenamtlich ist er Mitglied in den Prüfungsausschüssen Kfz-Mechatroniker:in, Kfz-Servicetechniker:in und Kfz-Technikermeister:in in Bremen.

Weitere Informationen und Kontaktdaten finden sich [hier](#).