Matthias Becker, Martin Frenz,
Klaus Jenewein, Michael Schenk (Hg.)

Digitalisierung und Fachkräftesicherung

Herausforderung für die gewerblich-technischen Wissenschaften und ihre Didaktiken

53 BERUFSBILDUNG, ARBEIT UND INNOVATION

wbv

Digitalisierung und Fachkräftesicherung

Herausforderung für die gewerblich-technischen Wissenschaften und ihre Didaktiken

Matthias Becker, Martin Frenz, Klaus Jenewein, Michael Schenk (Hg.)

Reihe „Berufsbildung, Arbeit und Innovation“

Die Reihe **Berufsbildung, Arbeit und Innovation** bietet ein Forum für die grundlagen- und anwendungsorientierte Berufsbildungsforschung. Sie leistet einen Beitrag für den wissenschaftlichen Diskurs über Innovationspotenziale der beruflichen Bildung. Angesprochen wird ein Fachpublikum aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie aus schulischen und betrieblichen Politik- und Praxisfeldern.

Die Reihe ist in drei Schwerpunkte gegliedert:
- Berufsbildung, Arbeit und Innovation (Hauptreihe)
- Dissertationen/Habilitationen (Unterreihe)

Reihenherausgebende:

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

Prof. Dr. paed. Klaus Jenewein
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut I: Bildung, Beruf und Medien; Berufs- und Betriebspädagogik
Lehrstuhl Ingenieurpädagogik und gewerblich-technische Fachdidaktiken

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

Prof. Dr. Dr. h. c. Georg Spöttl M. A.
Zentrum für Technik, Arbeit und Berufsbildung an der Uni Campus GmbH
der Universität Bremen und Steinbeis-Transferzentrum InnoVET in Flensburg

Wissenschaftlicher Beirat
- Prof. Dr. Thomas Bals, Osnabrück
- Prof.in Dr.in Karin Büchter, Hamburg
- Prof. Dr. Frank Bünning, Magdeburg
- Prof.in Dr.in Ingrid Darmann-Finck, Bremen
- Prof. Dr. Michael Dick, Magdeburg
- Prof. Dr. Uwe Faßhauer, Schwäbisch Gmünd
- Prof. Dr. Martin Fischer, Karlsruhe
- Prof. Dr. Philipp Gonon, Zürich
- Prof. Dr. Franz Ferdinand Mersch, Hamburg
- Prof.in Dr.in Manuela Niethammer, Dresden
- Prof. Dr. Jörg-Peter Pahl, Dresden
- Prof. Dr. Tade Tramm, Hamburg
- Prof. Dr. Thomas Vollmer, Hamburg

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

Matthias Becker, Martin Frenz, Klaus Jenewein, Michael Schenk (Hg.)

Digitalisierung und Fachkräftesicherung

Herausforderung für die gewerblich-technischen Wissenschaften und ihre Didaktiken

wbv

Berufsbildung, Arbeit und Innovation – Hauptreihe, Band 53

wbv Media GmbH & Co. KG Bielefeld
2019

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

Umschlagmotiv: 1expert, 123rf

Bestellnummer: 6004711
ISBN (Print): 978-3-7639-6059-0
ISBN (E-Book): 978-3-7639-6060-6
DOI: 10.3278/6004711w

Printed in Germany

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

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

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

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

Inhalt

Matthias Becker, Martin Frenz, Klaus Jenewein, Michael Schenk
Digitalisierung und Fachkräftesicherung – zu den Intentionen dieses Buchs ... 9

I. Digitalisierung – Wandel in Ausbildungs- und Arbeitswelten 15

Hartmut Hirsch-Kreinsen
Entwicklung und Gestaltung digitaler Arbeit 17

Arbeitswelten im Wandel 31

Tina Haase
Didaktische Gestaltung technologiebasierter Lern- und Assistenzsysteme für die Instandhaltung 33

Mareike Gerhardt, Tina Haase, C. Benjamin Nakhosteen
Gestaltung eines erfahrungsbasierten Assistenzsystems in der Stahlindustrie .. 49

Alinde Keller, Tina Haase
Lernen und kreativ planen in einem 360°-Projektionsraum 63

Marlene Eisenträger, Sebastian Möser, Sergii Skrytutskyi, Ulrich Schmucker
Planspiele als didaktisches Mittel für die Entwicklung zur Arbeit 4.0 77

Katharina Bartsch, Katharina Ahrens-Rosemann, Dirk Herzog, Claus Emmelmann
Additive Technologien – Implikationen für die gewerblich-technischen Wissenschaften 93

Christian Daniel, Raphael von Galen, Claudia Fenzl, Falk Howe
Fachkräfte in der digitalisierten Arbeitswelt – (Mit-)Gestalter:innen lern- und gesundheitsförderlicher Arbeitsbedingungen 105

Lisa Mehler, Tobias Berens, Sascha Wischniewski
Digitale, mobile situative Gefährdungsbeurteilungen für sicheres Handeln am Beispiel der Stahlindustrie 119

Veränderungen in industriellen Arbeits- und Bildungsprozessen 135

Matthias Becker, Georg Spöttl
Berufswissenschaftliche Deckungsanalyse zur Prüfung gewerblich-technischer Berufsbilder auf Industrie 4.0-Eignung 137

Lars Windelband, Uwe Faßhauer
Veränderungen durch Industrie 4.0 in der dualen Ausbildung von industriellen M+E-Berufen 157

Thomas Hägele, Heike Kreutzer
Prozess- und systemorientierte Entwicklung der Fachschule Industrie 4.0 169

Martin Fischer, Gerd Gidion, Olga Reifschneider, Daniela Reimann
Perspektiven der Weiterbildung für Produktionsmitarbeiter:innen im Kontext von Industrie 4.0 181

Clarissa Schmitz, Nora Warner, Martin Frenz
Weiterbildung des betrieblichen Ausbildungspersonals im Zuge der Digitalen Transformation 197

Torben Karges
Wissensmanagement und Kollaborationen im Kfz-Service 211

Martin Frenz, Clarissa Schmitz, Anne Pursche
Beiträge arbeitswissenschaftlicher Qualifikationsforschung zum Paradigma der Prozessorientierung in industriellen Berufen 225

Digitalisierungsprozesse in der gewerblich-technischen Domäne „Bau- und Holztechnik“ 241

Johannes Meyser
Fachkräftesicherung in der Bauwirtschaft – Zwischen Demografie, Digitalisierung und Akademisierung 243

Bernd Mahrin
Digitalisierung am Bau zwischen Entwicklung und Verdrängung 261

Hannes Ranke, Stefan Krümmel, Franz Ferdinand Mersch
Digitales bauberufliches Lernen und Arbeiten (DigiBAU) – Innovation von Kooperation und Transfer in Akteursnetzwerken 275

Stefan Martin, Manuela Niethammer
Bedeutung der Digitalisierung für die Bauausführung in sächsischen Bauunternehmen 289

Philipp Popp, Franz Ferdinand Mersch, Martin Multhauf
Digitale Lern- und Arbeitsprozesse als Thema der beruflichen Fachrichtung Holztechnik 305

Matthias A. Schönbeck
Vom Sinn händischen Zeichnens und Darstellens in digitalisierten Lernumgebungen bei Bauzeichner:innen 319

II. Fachkräftesicherung der Zukunft 329

Gero Scheiermann
Die Integration Geflüchteter in die duale Ausbildung – Ergebnisse eines Entwicklungsprojektes 331

Martin Nettling, Manuela Niethammer, Robert Eichinger
Sicherung des Fachkräftebedarfs in Kleinst-, kleinen und mittleren Unternehmen 345

Philipp Struck
Gestiegene Bildungsaspirationen und die Folgen für gewerblich-technische Ausbildungsberufe 361

Marvin Goppold, Daniel Braun, Katharina Gerschner, Martin Frenz
Lernen mit Autorensystemen in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung am Beispiel der manuellen Montage 371

Philipp Schüßler, Linda Vieback, Stefan Brämer, Lars Müller
Fachkräftesicherung durch die Integration von Lern- und Arbeitsprozessen in die berufliche Weiterbildung am Beispiel der Composite-Berufe 387

Maria König
Förderung der mündlichen Kommunikationsfähigkeit von Auszubildenden in einer gewerblich-technischen Berufsausbildung 401

Ingrid Hotarek
Sichtweisen von Lehrer:innen zum Unterricht mit Geflüchteten an gewerblich-technischen Berufsschulen in Tirol 413

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren 429

Digitalisierung und Fachkräftesicherung – zu den Intentionen dieses Buchs

Matthias Becker, Martin Frenz, Klaus Jenewein, Michael Schenk

Abstract

Die Digitalisierung verändert die Arbeitswelt. Die Diskussion um Entwicklungen rund um „Industrie 4.0“ beherrscht aktuell die gewerblich-technischen Wissenschaften und ihre Didaktiken. Diese Einführung der Herausgeber thematisiert die beträchtlichen Auswirkungen als Herausforderungen für das Berufsbildungssystem und die Fachkräftesicherung in der Wirtschaft, beschreibt die Intentionen des vorliegenden Bandes und stellt die Beiträge in den inhaltlichen Zusammenhang der Schwerpunkte dieses Bandes: Dem Wandel in den Ausbildungs- und Arbeitswelten und die erforderlichen Konsequenzen für die Fachkräftesicherung der Zukunft.

Digitization is changing the world of work. The debate about developments surrounding "Industry 4.0" currently dominates the industrial and technical sciences and their didactics. This editor's introduction addresses the considerable implications as challenges for the VET system and the recruiting and retaining of skilled employees, describes the intentions of the present volume and puts the contributions in the content context of the main topics: The change in the training and working economy and the need of consequences for the recruiting and retaining of skilled employees in the future.

Moderne Produktion – die Vision „Smart Factory“

„Es ist Montag 9 Uhr“, so beginnt Sven Rahner sein Buch über die neuen Entwicklungen der Arbeit – und beschreibt ein Szenario aus der Welt von morgen: Ein Zuliefererbetrieb in einer süddeutschen Kleinstadt, der einen Auftrag über Maschinenbauteile erhält; die mit einem Sender ausgestatteten Rohlinge, die über WLAN die CNC-Maschinen nach freien Arbeitskapazitäten anfragen; die darauf antwortenden CNC-Maschinen, die ihre Kapazitätsauslastung selbst kalkulieren; die durch die Maschine informierte Mitarbeiterin, die die Meldung erhält, dass für die Übernahme des Fertigungsauftrags eine Maschinenumrüstung erforderlich ist; eine Arbeits- und Termindisposition per netzbasierter Mensch-Maschine-Kommunikation bis hin zur Abstimmung der Produktionssysteme mit der Transportlogistik. Zu dieser Vision einer Smart Factory führt Rahner aus: „Was wie ein Ausschnitt aus einem Science-Fiction-Roman klingt, ist schon heute in immer mehr Unternehmen Realität“. Laut

einer Umfrage bei 100 deutschen Unternehmen steuere bereits mehr als ein Fünftel mindestens eine ihrer Produktionsstätten über vernetzte IT-Systeme, bei der Hälfte sei die Einrichtung in Planung (Rahner 2014, S. 9 f.).

Was diese Aussagen für uns interessant macht, sind Rahners Einschätzung und Vision zu den Konsequenzen durch eine im Umbruch stehende Arbeitswelt:

- „Alte Berufsbilder verschwinden, neue entstehen."
- „Lebensverläufe der Menschen sind zunehmend von Brüchen und Wechseln gekennzeichnet", es werde immer seltener, „dass man ein und denselben Beruf ein Leben lang am selben Ort für dieselbe Firma ausübt".
- Mehr als die Hälfte der Befragten einer Forsa-Studie hätten in den letzten Jahren „mindestens eine einschneidende Veränderung in ihrem beruflichen Werdegang" erlebt.
- Erstaunlicherweise würden jedoch „mehr als drei Viertel" dieser Personen diese Veränderung als „weitgehend selbst gewählt" und „überwiegend positiv" beurteilen.

Rahner zitiert Schlagworte wie „Zeitenwende auf dem Arbeitsmarkt" und „Strukturbruch der Industriemoderne" und führt aus:

> „Der technologische Fortschritt und die digitale Beschleunigung sind Triebfedern dieser Entwicklung. Sie verläuft im Kontext von Globalisierung, Ressourcenknappheiten, des demografischen Wandels sowie weltweiter Migration. [...] Für alle Gruppen auf dem Arbeitsmarkt gilt aber immer mehr: Bildung, Weiterbildung und Qualifizierung werden zum Gebot der Stunde" (ebd.).

Und er führt diese Vision in seinem Beitragstitel zusammen, der da heißt: „Die Zukunft braucht uns alle".

Wenn diese Einschätzung stimmt – und es spricht nach unserer Einschätzung als Herausgeber dieses Bandes wenig dagegen –, erhalten nicht nur die berufliche Facharbeit, die hier anstehenden Aufgaben und die hierfür erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten eine neue Bedeutung. Deutlich wird die stete Zunahme einer Verbindung traditioneller Fähigkeiten, die etwa auf Prozesse der industriellen Produktion bezogen sind, mit spezifischen Kenntnissen und Fähigkeiten im Umgang mit unterschiedlichsten Formen und Ausprägungen der Digitalisierung und einer immer bedeutsamer werdenden Verbindung mit dispositiven und planerischen Kompetenzen.

Heutiges Verständnis beruflicher Arbeit

Welche Konsequenzen entstehen hieraus für die berufsförmige Arbeit? Ein Beispiel für die in den vergangenen Jahren geführte Diskussion zeigt die durch die IG Metall herausgearbeitete gewerkschaftliche Position zur Weiterentwicklung der Berufs- und Arbeitswelt. Gayer (2015) beschreibt die Reaktion des beruflichen Bildungssystems auf die Anforderungen zukünftiger Entwicklungen mit der folgenden Abbildung.

Abbildung 1: Heutiges Verständnis von Beruflichkeit (Gayer 2015, S. 32)

Ausgehend von der Annahme, dass das traditionelle Verständnis der Beruflichkeit in Form eines Lebensberufs überholt ist, sind spezialisierte Berufe – mit gemeinsamer Grundbildung und einer spezialisierten Fachbildung, wie dies als Gestaltungsprinzip bis Mitte der 90er-Jahre üblich war – bereits seit Beginn der 2000er-Jahre durch prozessorientierte Berufsbilder mit Anforderungen an selbstständiges und verantwortliches Handeln und mit einer Orientierung an Arbeits- und Geschäftsprozessen abgelöst worden; die Berufsschule hat dies mit der Einführung des Lernfeldkonzepts begleitet. Das aktuell sich entwickelnde Kernverständnis einer „erweiterten modernen Beruflichkeit" führt jedoch – so Gayer – mehr und mehr betriebliches und wissenschaftliches Lernen zusammen:

> „Traditionelle Beruflichkeit ging davon aus, dass der einmal erlernte Beruf während des ganzen Arbeitslebens ausgeübt werden kann. Auf dem Weg zu einem neuen Berufsverständnis war das Konzept moderner Beruflichkeit ein Meilenstein. Der modernen Beruflichkeit ging es darum, spezialisierte Einzelberufe zu Kernberufen zu bündeln, die Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung in den Mittelpunkt von Lernen zu rücken, das selbständige Handeln zu fördern und eine umfassende berufliche Handlungs- und Gestaltungsfähigkeit zu vermitteln" (ebd., S. 31).

Digitalisierung und Fachkräftesicherung als aktuelle Herausforderung

Die bisherigen Ausführungen machen deutlich, dass die Intention dieses Bandes, die aufgeworfenen Perspektiven über den aktuellen Zusammenhang zwischen der Digitalisierung einerseits und den sich veränderten Ausbildungs- und Arbeitswelten andererseits in den Blick zu nehmen, einen breiten thematischen Fokus erfordert. Auf der einen Seite liegt das Augenmerk auf unterschiedlichen Formen des digitalen Wandels und den Veränderungen in der Arbeitswelt, die nicht nur durch neue Produktionsverfahren wie additive Fertigung den technologischen Rahmen verändern. Auch die unterschiedlichen Einsatzbereiche digitaler Technologien – etwa in Form neuer Assistenzsysteme oder neuer Rahmenbedingungen für eine belastungsmindernde und gesundheitsfördernde Arbeitsgestaltung oder für eine verbesserte Gefährdungsprävention – verändern nicht nur die Arbeitsplätze selbst, sondern schaffen auch neue Aufgaben und Formen für die betriebliche Facharbeit.

Zugleich führt die Digitalisierung auch zu neuen Entwicklungen in den Arbeits- und Bildungsprozessen. Die intensive Diskussion um die Auswirkungen von „Industrie 4.0“ prägt in diesen Jahren die Debatten und Entwicklungen insbesondere im Bereich der gewerblich-technischen Industrieberufe, wobei zu erkennen ist, dass es kaum ein Berufsbild gibt, das hierdurch nicht von Veränderungen betroffen ist. Eines der Merkmale dieser Diskussion ist die Frage, ob im Zusammenhang mit solchen Entwicklungen auch Veränderungen in der beruflichen Didaktik einhergehen; die Diskussion um eine „Didaktik 4.0“ wird daher an dieser Stelle ebenfalls geführt. Zudem korreliert dieser Prozess mit der demografischen Entwicklung und damit mit der Frage, wie mit der mit diesen Veränderungen einhergehenden Alterung der Belegschaften etwa in der betrieblichen Weiterbildung auf die neuen Anforderungen durch Digitalisierung vorbereitet und neue Entwicklungen für die Facharbeit begleitet werden können.

Eine vergleichbare Diskussion besteht jedoch auch in der zum großen Teil handwerklich geprägten Domäne der Bau- und Holztechnik. Thematisiert wird auch hier die Wechselbeziehung zwischen demografischer Entwicklung, Digitalisierung und Akademisierung, von der die Bau- und Holzberufe ebenso betroffen sind wie andere gewerblich-technische Berufsgruppen. Getrieben wird die Entwicklung durch Konzepte des „Building Information Modeling“ (BIM) und darauf basierenden Anwendungen, die besonders die Arbeit in den Planungs- und Leitungsbüros, aber auch die bautechnischen Prozesse verändern und in diesem Band bspw. hinsichtlich der Berufe in der Bauausführung untersucht werden. Weitere grundlegende Entwicklungen finden in der Gebäudetechnik statt, etwa im Zusammenhang mit Fragen der gewerkeübergreifenden Zusammenarbeit. Hier wird nach neuen Antworten für die berufliche Aus- und Weiterbildung gesucht, die in diesem Band zur Diskussion gestellt werden. Auch in den Bauberufen wird über die Bedeutung der Digitalisierung für die Weiterentwicklung der Berufsarbeit und der Berufsbilder nachgedacht

und es wird über Konsequenzen hinsichtlich der Verdrängung menschlicher Arbeit durch digitale Technologie diskutiert.

Wie bereits angemerkt, korrespondiert diese Entwicklung mit den demografischen Veränderungen und damit mit der Frage, mit welchen Handlungsansätzen und -konzepten die Fachkräftesicherung in den gewerblich-technischen Domänen in Zukunft erfolgen kann. Hierbei gilt auch für die gewerblich-technischen Berufe der generelle Trend zu studienqualifizierenden Bildungsabschlüssen und damit die zunehmende Konkurrenz der akademischen Bildung, mit der die ohnehin schwieriger werdende Situation in der Nachwuchsgewinnung besonders für die kleinen und mittleren Unternehmen sich weiter verschärft. Daher haben die Herausgeber entschieden, diesen Band mit Beiträgen abzurunden, die sich mit der Fachkräftesicherung der Zukunft befassen. Analysen und Lösungsansätze für das regionale Handeln, für die besonderen Problemlagen kleiner und mittlerer Unternehmen, für die berufliche Weiterbildung bis hin zu Konsequenzen zunehmender Heterogenität und aktueller Flüchtlingsbewegungen für die gewerblich-technische Berufsbildung stehen hier im Mittelpunkt. Die Fachkräftesicherung in Verbindung mit den neuen fachlichen und technologischen Entwicklungen bei den gewerblich-technischen Berufen zu diskutieren, ist das besondere Anliegen des vorliegenden Bandes.

Die Beiträge zur Digitalisierung und zur Fachkräftesicherung wurden auf der 20. Herbstkonferenz der Arbeitsgemeinschaft Gewerblich-Technische Wissenschaften und ihre Didaktiken (gtw) am 4. und 5. Oktober 2018 in Magdeburg diskutiert und fassen den aktuellen Forschungsstand zu diesem Fragenkomplex zusammen. Die Herausgeber erhoffen sich, mit diesem Werk eine solide Diskussionsgrundlage zur Weiterentwicklung der gewerblich-technischen Wissenschaften und ihrer Didaktiken geschaffen zu haben. Der Band richtet sich nicht nur an die wissenschaftliche Disziplin, sondern auch an die Bildungspolitik und Bildungspraxis und soll für notwendige Entscheidungen über die zukünftige Ausrichtung der beruflichen Bildung solche Impulse setzen, die zu nachhaltigen Veränderungen der Berufs- und Arbeitswelt führen.

Literatur

Gayer, T. (2015). Erweiterte moderne Beruflichkeit. In: R. Dreher, K. Jenewein, U. Neustock & U. Schwenger (Hrsg.), Wandel der elektro- und metalltechnischen Berufsbildung. Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 21–42.

Rahner, S. (2014). Architekten der Arbeit: Positionen, Entwürfe, Kontroversen. Hamburg: Edition Körber-Stiftung.

I. Digitalisierung – Wandel in Ausbildungs- und Arbeitswelten

Entwicklung und Gestaltung digitaler Arbeit

Hartmut Hirsch-Kreinsen

Abstract

Die These des Beitrages ist, dass langfristig mit einem weitreichenden Strukturwandel von Arbeit durch die Digitalisierung zu rechnen ist. Es wird gezeigt, dass der Wandel von Arbeit jedoch nicht technologisch determiniert wird, sondern strategischer und politischer Gestaltung zugänglich ist. Voraussetzung hierfür ist, dass die neuen Technologien als soziotechnische Systeme verstanden werden, die vielfältige Gestaltungsoptionen gerade auch für qualifikations- und humanorientierte Formen der Arbeit eröffnen.

It is argued that in the long term a far-reaching structural change of work through digitization can be expected. It is shown, however, that the change of work is not determined technologically, but it is accessible to strategic and political shaping. The prerequisite for this is that the digital technologies are understood as socio-technical systems that open up a variety of design options, especially for qualification- and human-oriented forms of work.

1 Technologieschub „Industrie 4.0“

Seit einigen Jahren prägen die Schlagworte ‚digitale Transformation‘ und ‚Industrie 4.0‘ nachhaltig die politische und wissenschaftliche Debatte über die Zukunft des industriellen Sektors und der wirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland. Die hierzu vorgelegten programmatischen Publikationen sowie die einschlägigen Tagungen, Kongresse und Messen sind kaum mehr überschaubar. Zudem wurden inzwischen eine Vielzahl von industrie- und forschungspolitischen FuE-Maßnahmen angestoßen. Die grundlegende Perspektive dieses Diskurses richtet sich im Kern auf die Anwendungspotenziale digitaler Technologien, die neue Formen der Produktion und des Absatzes industrieller Güter in einem so erheblichen Ausmaß eröffnen sollen, dass von einer absehbaren „vierten industriellen Revolution“ gesprochen werden kann. Der Diskurs ist Bestandteil der internationalen Debatte über die neue Qualität, die Perspektiven und die Konsequenzen der Nutzung digitaler Technologien, die auch als „Second Machine Age“ und „Internet of Things“ bezeichnet werden, eine Debatte, die gegenwärtig weltweit mit dem Thema „Künstliche Intelligenz“ ihre Fortsetzung findet.

In Hinblick auf die Entwicklung von Arbeit ist es unstrittig, dass sie sich mit dem fortschreitenden Einsatz digitaler Technologien in nahezu allen Sektoren nach-

haltig wandeln wird. Im industriellen Bereich betrifft dies nicht nur die Tätigkeiten auf dem Shopfloor, sondern auch die indirekten Bereiche wie Planung, Steuerung und Engineering. Auch die Anforderungen an Leitung und Management sowie Führungsstile werden sich deutlich verändern. Darüber hinaus ist mit einer durchgreifenden Reorganisation überbetrieblicher Arbeits- und Wertschöpfungsketten sowie der Durchsetzung neuer Geschäftsmodelle zu rechnen.

Dabei werden sowohl in der öffentlichen wie auch in der wissenschaftlichen Debatte einerseits sehr optimistische, andererseits aber auch negative, ja dystopische Entwicklungsperspektiven für Arbeit prognostiziert. Optimistisch wird vielfach betont, dass Industrie 4.0 geradezu zwangsläufig zu sicheren Arbeitsplätzen, guter Arbeit, anspruchsvollen Jobs und einer deutlichen Verbesserung der Work-Life-Balance führen werde. Mit Industrie 4.0 eröffneten sich danach zugleich Möglichkeiten, den Fachkräftemangel bewältigen und längerfristig auch die demografischen Probleme beherrschbar machen zu können. In einer pessimistischen Perspektive wird vor allem vor absehbar hohen Arbeitsplatzverlusten, Gefahren der Dequalifizierung, einem deutlich erhöhten Kontrollpotenzial, einer forcierten Flexibilisierung und Prekarisierung von Arbeit sowie wachsenden Belastungen bei der Arbeit gewarnt. Resümiert man allerdings die bislang vorliegenden Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Arbeitsforschung, so lässt sich derzeit die Frage kaum beantworten, in welcher Weise sich Beschäftigung, Tätigkeiten und Qualifikationen tatsächlich verändern werden. Vielmehr finden sich widersprüchliche und nur wenig eindeutige Forschungsergebnisse und Prognosen.

An diese Debatte schließt die folgende Argumentation an. Der Hauptfokus richtet sich dabei auf industrielle Arbeit: Erstens werden die vorliegenden Forschungsergebnisse zum Wandel digitalisierter Arbeit zusammengefasst. Zweitens werden sich die mit Industrie 4.0 eröffnenden Gestaltungsoptionen für die Realisierung und den Ausbau qualifizierter Industriearbeit zur Diskussion gestellt. Drittens und abschließend werden hierfür relevante betriebliche und überbetriebliche Rahmenbedingungen angesprochen.

Die empirische Basis der folgenden Ausführungen umfasst einen Mix unterschiedlicher Methoden: Zum einen stützt sich die Argumentation auf die Ergebnisse laufender Analysen der einschlägigen Literatur sowie des öffentlichen und wissenschaftlichen Diskurses zur Frage der sozialen Folgen der Digitalisierung. Zum zweiten wird auf qualitative Ergebnisse von einer größeren Zahl Betriebsfallstudien und Expert:innengesprächen in Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes und der Logistik zurückgegriffen, die neue digitale Systeme einführen. Die qualitativen Erhebungen wurden und werden im Rahmen von verschiedenen empirischen Forschungsprojekten an der TU Dortmund durchgeführt.[1]

1 Genauere Angaben zu den Forschungsprojekten und ihrer methodischen Basis finden sich unter: http://www.wiwi.tu-dortmund.de/wiwi/de/forschung/gebiete/fp-hirschkreinsen/forschung/projekte/laufende_projekte/index.html

2 Zum Wandel von Arbeit

Die Debatte über den absehbaren Wandel von Arbeit lässt sich zu drei großen Themenfeldern bündeln: quantitative Beschäftigungseffekte, struktureller Wandel von Tätigkeiten und Qualifikationen sowie zunehmende Flexibilisierung und Entgrenzung von Arbeit.

2.1 Ungeklärte Beschäftigungseffekte

Sehr intensiv werden wissenschaftlich wie auch gesellschaftspolitisch die möglichen Beschäftigungseffekte von Industrie 4.0 diskutiert. Unstrittig ist in der vorliegenden Literatur, dass kurzfristig durchaus mit Freisetzungseffekten zu rechnen sei. Umstritten ist indes, ob diese sich auch langfristig durchsetzen oder ob sie längerfristig durch neu entstehende Arbeitsplätze kompensiert werden.

Weitgehend einig sind sich dabei fast alle einschlägigen Autor:innen, dass Arbeitsplatzverluste vor allem im Segment geringqualifizierter und standardisierter Tätigkeiten in Produktion und Logistik anfallen werden. Die Voraussetzung hierfür ist, dass es sich dabei um Tätigkeiten handelt, die einen gut strukturierten und regelorientierten Charakter aufweisen, daher problemlos in Algorithmen überführt und automatisiert werden können. Zu nennen sind hier beispielsweise Frey und Osborne (2017), die in ihrer international prominenten Studie für die nahe Zukunft auf dem US-amerikanischen Arbeitsmarkt vor allem die Substitution von Berufen mit vornehmlich routinierten Tätigkeiten prognostizieren. Ähnliche Befunde werden auch für Deutschland vorgelegt (z. B. Dengler/Matthes 2018). Darüber hinaus nehmen viele Autor:innen aber auch eine mögliche Substitution qualifizierter (nicht-)routinierter Tätigkeiten und Berufe mit kreativen und sozial-interaktiven Aufgaben an. Dies betrifft nicht nur qualifizierte Tätigkeiten auf dem Shopfloor, sondern auch die indirekten Bereiche der Planung und Steuerung, die Verwaltung, die Produktentwicklung und das Management.

Solchermaßen weitreichende Substitutionsthesen sind allerdings umstritten. Denn, so das Argument (z. B. Vogler-Ludwig et al. 2016; Warning/Weber 2017), erwartbare positive Wachstums- und Beschäftigungseffekte der Digitalisierung heben das gesamte Beschäftigungsniveau an und zudem werde insbesondere auch einfache Routinearbeit in einem dynamischen Wirtschaftssystem weiterhin gebraucht. Darüber hinaus wird kritisiert, dass auch Routinetätigkeiten stets Nicht-Routine-Elemente wie Erfahrungswissen einschließen, die sich computertechnisch kaum zureichend abbilden und substituieren lassen (z. B. Autor 2015; Pfeiffer/Suphan 2018). Letztlich richtet sich diese Kritik auf die als tendenziell überschätzt angesehenen technologischen Nutzungspotenziale digitaler Systeme, die methodisch zumeist auf den Einschätzungen von Technikexpert:innen beruhen. Zusammenfassend lässt sich daher festhalten, dass die tatsächlichen quantitativen Beschäftigungseffekte der Digitalisierung derzeit nur schwer zu prognostizieren sind.

2.2 Langfristiger Strukturwandel von Arbeit

Allerdings wird in der laufenden Debatte unisono von einer *wachsenden Dynamik und weitreichenden Strukturverschiebungen* auf dem Arbeitsmarkt ausgegangen (z. B. Wolter et al. 2015; BMAS 2017; Hirsch-Kreinsen et al. 2018). Angenommen wird, dass diese ganze Branchen, Beschäftigtensegmente sowie Tätigkeiten und Qualifikationen verschiedenster Beschäftigtengruppen betreffen. Der Frage, wie Qualifikationsanforderungen und Kompetenzen sich entwickeln werden, wird im Industrie-4.0-Diskurs ein hoher Stellenwert eingeräumt. So liegen eine ganze Reihe instruktiver Studien vor, die insgesamt die Notwendigkeit einer generellen Förderung von Kompetenzen und die Ausweitung von Weiterbildung und Qualifizierungsmaßnahmen für möglichst alle Beschäftigten postulieren (z. B. acatech 2016; Pfeiffer et al. 2016). Als Begründung wird auf die Notwendigkeit verwiesen, die Erwerbstätigen durch einen kontinuierlichen Kompetenzerwerb und Weiterbildungsaktivitäten in die Lage zu versetzen, die absehbaren dynamischen Wandlungs- und Anpassungsprozesse zu bewältigen (BMAS 2017).

Im Einzelnen wird freilich die absehbare Qualifikations- und Kompetenzentwicklung in durchaus unterschiedlicher Weise thematisiert. Resümiert man diese unterschiedlichen Perspektiven, so lässt sich ein relativ breites Spektrum möglicher Pfade der Tätigkeits- und Qualifikationsentwicklung entwerfen, das durch zwei Pole begrenzt wird (vgl. zusammenfassend Hirsch-Kreinsen et al. 2018): Der eine Pol bezeichnet eine Tendenz zu einer generellen *Aufwertung von Tätigkeiten und Qualifikationen*. Diese wird zunächst als Folge der Substitution einfacher und geringqualifizierter Tätigkeiten durch digitale Technologien angesehen. Darüber hinaus wird darunter aber auch ein Prozess verstanden, der generell alle Beschäftigtengruppen erfasst. Digitalisierung von Arbeit wird in dieser Perspektive primär als Informatisierung von Arbeit verstanden, die zu einer steigenden Verfügbarkeit einer großen Vielfalt von Informationen und Wissen über laufende Prozesse führt. Deren Komplexität und Nutzungsmöglichkeiten implizieren demnach generell neue und bislang nicht gekannte Anforderungen an Tätigkeiten.

Der andere Pol des Qualifikationsspektrums lässt sich als fortschreitende *Polarisierung von Arbeit* bezeichnen.[2] Sein Kern ist, dass sich zunehmend eine Schere zwischen komplexen Tätigkeiten mit hohen Qualifikationsanforderungen und einfachen Tätigkeiten mit niedrigem Qualifikationsniveau öffnet, während mittlere Qualifikationsgruppen durch ihre Automatisierung und qualifikatorische Entwertung zunehmend an Bedeutung verlieren. Daher werden einfache Tätigkeiten auch kaum durch Automatisierung verschwinden, vielmehr werden neue einfache Tätigkeiten mit niedrigen Qualifikationsanforderungen entstehen. Als Ursache einer fortschreitenden Polarisierung und insbesondere der Erosion der mittleren Qualifikationsgruppen kann das Zusammenspiel von Automatisierung und Informatisierung der neuen Technologien angesehen werden: Die Voraussetzung hierfür ist, dass es sich auch dabei um Tätigkeiten handelt, die einen gut strukturierten und regel-orientierten Charakter aufweisen und daher „algorithmisiert" werden können und sich

2 Vgl. dazu in einer makroökonomischen Perspektive auch: OECD (2017).

technisch rationalisieren lassen. Zudem ist beobachtbar, dass die Beschäftigten zwar über ein Mehr an Informationen über laufende Prozesse verfügen, jedoch computergestützte Informationsvorgaben ursprünglich komplexe Tätigkeiten durch ihre Modellierung und Formalisierung zugleich weitreichend standardisieren können. So können durch den Einsatz entsprechend ausgelegter Assistenzsysteme viele Tätigkeiten, etwa bislang anspruchsvolle Produktionsarbeiten in der Montage und Überwachung, relativ problemlos arbeitsteilig in Teiloperationen zerlegt und vereinfacht sowie mit restriktiven Arbeitsvorgaben, die kaum noch Handlungsspielräume erlauben, versehen werden. Damit eröffnen sich zudem deutlich gestiegene Kontrollmöglichkeiten von Arbeit.

2.3 Beschleunigte Flexibilisierung

Unübersehbar sind zudem Tendenzen einer Flexibilisierung und beschleunigten Entgrenzung von Arbeit. *Innerbetrieblich* können diese Tendenzen die unterschiedlichsten Beschäftigungssegmente vom Shopfloor, über Engineeringtätigkeiten bis hin zu Leitungs- und Managementfunktionen betreffen. Vor allem ist hier die mit modernen digitalen Technologien verbundene Abkehr von den bisherigen hierarchisch aufgebauten IT-Systemen zu sehen. Die damit verbundene Erwartung vieler Expert:innen ist, dass dadurch die bisherigen Formen der Fabrikorganisation, insbesondere auch die bis heute existierenden mehr oder weniger zentralisierten Muster der Arbeitsorganisation und des Personaleinsatzes, umgebaut und dezentralisiert werden. Als eine Konsequenz gilt, dass innerbetrieblich vermehrt flexible und temporäre Projektorganisationen und Netzwerke an die Stelle fester und hierarchischer Organisations- und Managementstrukturen treten.

Darüber hinaus sind die digitalen Technologien, insbesondere die Nutzung von Vernetzung, Big-Data-Methoden und Ansätzen einer Plattformsteuerung die Voraussetzung für neue Geschäftsmodelle und intensivierte Kundenbeziehungen. Dies verweist auf die *überbetriebliche Dimension* der digitalen Transformation von Arbeits- und Wertschöpfungsprozessen. Unstrittig ist, dass die digitalen Technologien damit zu einer sehr viel weitergehenden Ausdifferenzierung von Arbeitsprozessen als früher und den via Internetplattformen koordinierten Einbezug unterschiedlichster unternehmensexterner Akteure in den Wertschöpfungsprozess genutzt werden können. Die dadurch neu entstehenden Arbeitsformen werden auch als „Crowdworking" oder „Gigwork" bezeichnet (Benner 2014). Verstanden wird darunter die Ausdifferenzierung von Arbeitsfunktionen nicht mehr in Form einer formalisierten Auslagerung vertraglich definierter Aufgaben an ein Drittunternehmen, vielmehr geht es dabei um die Verlagerung von Arbeitsaufgaben an eine ex ante nicht definierte Anzahl unterschiedlich spezialisierter einzelner Akteure.

Indes ist das Ausmaß eines solchermaßen überbetrieblich vernetzten orts- und zeitentkoppelten Arbeitens aufgrund fehlender Forschungsergebnisse weitgehend unklar. Allen vorliegenden Befunden zufolge betreffen diese Trends bislang, wenn überhaupt, nur ein kleines Beschäftigtensegment IT-gestützter wissensintensiver Tätigkeiten etwa aus Marketing- und Engineeringbereichen (Vogler-Ludwig et al. 2016).

Gleichwohl sind die möglichen Konsequenzen für Arbeit Gegenstand einer intensiven Debatte und werden als sehr weitreichend eingeschätzt (Leimeister/Zogaj 2013; Benner 2014; BMAS 2017). Auf der einen Seite finden sich Argumente, die eine Steigerung der Qualität der Arbeit betonen. Hervorgehoben wird, dass die neuen Technologien trotz steigender betrieblicher Flexibilisierungsanforderungen aufgrund der mit ihren Social-Media-Funktionen gegebenen Kommunikations- und Koordinationsmöglichkeiten eine deutlich verbesserte „Work-Life-Balance" ermöglichen. Auf der anderen Seite werden vielfältige Risiken für die Beschäftigten betont. Hingewiesen wird auf den Druck ständiger Erreichbarkeit, die fehlende sozial- und arbeitspolitische Regulation der neuen Arbeitsverhältnisse, damit neu entstehende prekäre Arbeitsformen sowie auch auf das bislang kaum einschätzbare digitale Kontrollpotenzial über die Arbeit.

3 Gestaltungsoptionen

3.1 Industrie 4.0 als sozio-technisches System

Die vorliegenden Forschungsergebnisse zum Wandel von Industriearbeit zeigen, dass zukünftig mit heterogenen, teilweise widersprüchlichen Entwicklungstrends von Arbeit zu rechnen ist. Anders formuliert, es existiert offensichtlich keine eindeutige, durch die Technologie determinierte und sich zwangsläufig durchsetzende Entwicklungsperspektive von Arbeit. Deutlich machen die Forschungsergebnisse vor allem aber auch, dass sich weder die eingangs angeführten positiven, noch die skizzierten pessimistischen Perspektiven im Selbstlauf durchsetzen werden. Sollen indes die negativen Arbeitsfolgen vermieden und positive Konsequenzen für Arbeit, d. h. human- und qualifikationsorientierte Arbeitsformen gefördert werden, so wird in der laufenden Debatte überzeugend darauf verwiesen (z. B. Forschungsunion/acatech 2013; Hirsch-Kreinsen et al. 2018), dass analytisch und gestalterisch ein ganzheitlicher Blick auf Industrie 4.0 erforderlich sei. Es darf nicht nur technikzentriert die Einführung von Industrie 4.0 angegangen werden, sondern es sollen gleichermaßen die technologische, die organisatorische und die arbeitsbezogene Dimension eines Produktionsprozesses in den Blick genommen werden.

Nutzbar ist hierfür der Ansatz des *sozio-technischen Systems*. Dieser Ansatz wurde explizit in den Umsetzungsempfehlungen für das Projekt Industrie 4.0 von der Forschungsunion und acatech als Voraussetzung einer umfassenden Systemgestaltung für Industrie 4.0 hervorgehoben (Forschungsunion/acatech 2013). Er hat aber schon seit geraumer Zeit in der Arbeitsforschung einen prominenten konzeptionellen und analytischen Stellenwert bei der Untersuchung und Gestaltung technisierter und automatisierter Arbeitsprozesse (z. B. Trist/Bamforth 1951). Diesem Ansatz zufolge geht es bei der Analyse und Gestaltung eines technisierten Arbeitsprozesses nicht um die Frage eines *entweder Technik oder Mensch*, sondern anzustreben ist eine *komplementäre* Gestaltung der einzelnen Systemelemente zu einem aufeinander abgestimmten sozio-technischen Gesamtsystem (z. B. Grote 2018). Bei der

komplementären Gestaltung des Gesamtsystems sollte das leitende Kriterium stets sein, die Potenziale einer qualifikationsorientierten Gestaltung der Arbeit bestmöglich auszuschöpfen.

Die dafür zentralen Gestaltungsräume sind daher weniger die einzelnen Teilsysteme Technik, Arbeit und Organisation, als vielmehr die *Interdependenzen* zwischen Technik, Mensch und Organisation. Konkret geht es dabei um die Auslegung der funktionalen Interdependenzen bzw. der *Schnittstellen* zwischen den technischen, menschlichen und organisationalen Teilsystemen. Für deren konkrete Ausgestaltung spielen neben funktionalen und ökonomischen Erfordernissen vor allem die normativen Vorgaben über qualifikationsorientierte Arbeit eine wichtige Rolle.

3.2 Schnittstellen im sozio-technischen System[3]

Ausgehend von diesen Überlegungen und auf der Basis der vorliegenden Forschungsergebnisse lassen sich eine Reihe grundlegender Gestaltungskriterien für die Schnittstellen zwischen Mensch, Technik und Organisation benennen. Unterstrichen werden muss dabei, dass diese Gestaltungskriterien qualifikationsorientierter Arbeit einerseits weit in den tradierten Wissensbestand der Arbeitsforschung und Arbeitsgestaltung zurückreichen. Andererseits aber eröffnen die Social-Media-Funktionen der neuen Technologien nicht nur völlig neue Möglichkeiten, diese Gestaltungsziele umzusetzen, sondern es ergeben sich auch neue Herausforderungen für die Arbeitsgestaltung.

3.2.1 *Mensch-Maschine-Schnittstelle*

Als zentrale Kriterien für die qualifikationsorientierte Gestaltung der Schnittstelle zwischen Maschine und Mensch lassen sich *Kontextsensitivität, Adaptivität* sowie *Komplementarität* hervorheben:

- Kontextsensitivität und Adaptivität umfassen zunächst Aspekte einer ergonomisch orientierten Anpassung von digitalen Systemen an spezifische Arbeitsbedingungen und Belastungen, ggf. eine systematische Belastungskontrolle oder die Automatisierung besonders belastender Tätigkeiten. Darüber hinaus geht es dabei um eine situationsspezifisch optimale Bereitstellung von Daten und Informationen zur Sicherung eines störungsfreien Arbeitsflusses und die Vermeidung stressauslösender und belastender Unterbrechungen. Zudem ist eine intelligente Anpassungsfähigkeit der Informations- und Assistenzsysteme an jeweils unterschiedliche, teilweise individuell verschiedene Qualifikationsniveaus möglich, um damit technologisch die Möglichkeiten für kontinuierliche Lern- und Qualifizierungsprozesse zu gewährleisten.
- Komplementarität stellt auf zwei zentrale Aspekte der Mensch-Maschine-Interaktion ab: Zum einen geht es um eine flexible situationsspezifische Funktionsteilung zwischen Mensch und Maschine, zum anderen sollen die Voraussetzungen für eine hinreichende Transparenz und Kontrollierbarkeit des Systems durch die Beschäftigten geschaffen werden. Relevante Gestaltungsaspekte sind

3 Vgl. zum Folgenden zusammenfassend: Hirsch-Kreinsen et al. 2016; Ittermann et al. 2016.

dabei: sichere Mensch-Maschine-Interaktion durch intuitiv bedienbare und schnell erlernbare Anlagen sowie zielgerichteter und situationsspezifischer Zugang zu digitaler Information in Echtzeit, um damit digital gestützte Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten der Beschäftigten zu sichern und auszubauen.

Die Interaktion zwischen smarten Systemen und Arbeitshandeln kann im skizzierten Sinn auch als *hybrid* charakterisiert werden. Im Unterschied zu einer traditionellen Perspektive auf Technik als passives Objekt wird in digitalen Systemen Technik die Rolle eines „handlungsfähigen" Agenten zugeschrieben mit der Folge, dass sich nicht nur die Arbeitsteilung, sondern auch die Entscheidungskompetenzen in situationsspezifischer Weise stets zwischen der Technik und dem Menschen einspielen müssen.

3.2.2 Schnittstelle Mensch-Organisation

Die leitenden Kriterien für die Gestaltung von Tätigkeiten an der Schnittstelle Mensch und Organisation, d. h. für die Auslegung der Arbeitsorganisation, können durch die Stichworte *Ganzheitlichkeit* und *Dynamik* von Tätigkeiten und Personaleinsatz zusammengefasst werden:

- Das bekannte Kriterium der Ganzheitlichkeit stellt auf die Vollständigkeit von Tätigkeiten in doppelter Hinsicht ab: Zum einen soll eine Tätigkeit nicht nur ausführende, sondern auch dispositive (organisierende, planende und kontrollierende) Aufgaben umfassen. Zum anderen zielt dieses Kriterium auf eine angemessene, belastungsreduzierende Mischung von mehr oder weniger anspruchsvollen Aufgaben. Ganzheitlichkeit der Tätigkeiten ist daher die zentrale Voraussetzung für hohe Handlungsspielräume sowie die Selbstorganisation von Arbeit. Schließlich werden damit auch die arbeitsorganisatorischen Voraussetzungen für kontinuierliche Lern- und Qualifizierungsprozesse hergestellt.
- Das Kriterium der Dynamik von Tätigkeiten zielt zum einen auf arbeitsorganisatorische Möglichkeiten für einen systematischen Aufgabenwechsel, um Lernprozesse zu ermöglichen und zu fördern. Zum zweiten fördern die neuen Social-Media-Funktionen die interdisziplinäre Kommunikation und Kooperation zwischen verschieden spezialisierten Beschäftigten und damit die Steigerung der Innovationsfähigkeit der Arbeit und das Finden neuer Lösungen. Zugleich wird im Kontext nur wenig strukturierter Arbeitsformen auch der Einsatz von Mitarbeiter:innen mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Leistungsvoraussetzungen möglich, z. B. in altersgemischten Arbeitsgruppen. Zum dritten sind wenig strukturierte und dynamische Arbeitsprozesse vielfach die Voraussetzung dafür, um angesichts der wachsenden Komplexität von Anlagen und Systemen in unbestimmten und unstrukturierten Situationen handlungs- und entscheidungsfähig zu sein und Störungen effektiv beheben zu können.

Die Umsetzung dieser Gestaltungskriterien führt zu einer Form der Arbeitsorganisation, die durch eine lockere Vernetzung unterschiedlich qualifizierter, aber gleichberechtigt agierender Beschäftigter in horizontaler wie auch vertikaler Dimension gekennzeichnet ist. Dieses Muster zeichnet sich durch ein hohes Maß an struktureller Offenheit, eine sehr begrenzte Arbeitsteilung, selbstorganisierte Tätigkeiten und hohe Flexibilität aus. Diese Form der Arbeitsorganisation kann auch – in einem Endstadium ihrer Entwicklung – metaphorisch als *Schwarm-Organisation* bezeichnet werden.[4]

3.2.3 Schnittstelle Technologie-Organisation

Als das zentrale Gestaltungskriterium für die Schnittstelle zwischen Organisation und Technologie und damit für die Auslegung der Prozess- und Betriebsorganisation ist die weitreichende Einführung von dezentralisierten Organisationssegmenten anzusehen. Damit können einerseits die Gestaltungspotenziale der neuen, im Vergleich zu früheren IT-Systemen ausgeprägt dezentralen digitalen Technologien für einen Abbau hierarchischer Strukturen und eine durchgreifende Reduktion der Arbeitsteilung genutzt werden. Andererseits stellen dezentralisierte Organisationssegmente eine zentrale organisatorische Rahmenbedingung dafür dar, neue Formen humanorientierter innovativer Industriearbeit zu schaffen. Relevante Kriterien sind auch hier Ganzheitlichkeit und Selbstorganisation von Arbeit, Polyvalenz der Tätigkeiten und interdisziplinäre Projektgruppen. Damit liegt ein nachhaltiger Umbau der gesamten Prozessorganisation in ihren verschiedenen Dimensionen nahe. In organisatorisch-horizontaler Hinsicht geht es um die flexible Integration unterschiedlich spezialisierter Funktionsbereiche. In der vertikalen Dimension wird tendenziell die bisherige Arbeitsteilung zwischen ausführenden Shopfloor-Funktionen und indirekten Bereichen aufgehoben und durch neue Formen flexibler und interdisziplinärer Kooperation ersetzt. Schließlich ist eine Neuorganisation von Managementfunktionen, etwa von Produktions- und Betriebsleitungen, in Hinblick auf den Wandel ihrer Entscheidungskompetenzen und die Verantwortungsverlagerung auf nachgeordnete Ebenen unabdingbar.

4 Fazit

Abschließend ist freilich zu betonen, dass die Sicherung und der Ausbau qualifizierter Produktionsarbeit an eine Reihe von Zusatzbedingungen geknüpft sind. Diese betreffen zum einen die betriebliche Ebene, zum anderen die überbetriebliche, gesellschaftliche Ebene. In Hinblick auf die betriebliche Ebene seien an dieser Stelle zwei Aspekte besonders hervorgehoben:

4 Vgl. hierzu insbesondere die soziologische Debatte über internetbasierte soziale Prozesse, in der mit dem Begriff des „Swarms" eine soziale Formation bezeichnet wird, die sich durch ein sehr lockeres Netzwerk von individuellen und nicht kollektiv orientierten Akteur:innen auszeichnet (Dolata/Schrape 2013: 11 ff.). Ergänzend dazu ist allerdings die für betriebliche Abläufe unverzichtbare kollektive bzw. überindividuelle Handlungsorientierung eines solchen Swarms zu betonen.

Erstens muss die Akzeptanz von Industrie-4.0-Systemen und der damit verbundenen Gestaltungsmöglichkeiten der Arbeit sowohl aufseiten der Belegschaften und ihrer Vertretungen als auch seitens des Managements gesichert und vielfach erst hergestellt werden. Dass diesem Faktor eine wichtige Rolle zukommt, belegt eine Vielzahl betrieblicher Fälle. Um Vorbehalte seitens der Belegschaft gegenüber den neuen Gestaltungsmöglichkeiten von Arbeit zu verringern, müssen beispielsweise Befürchtungen wegen möglicher Arbeitsplatzverluste, neuer Belastungen wie steigender Flexibilitätsanforderungen, Probleme des Datenschutzes sowie der jetzt erleichterten Kontrollierbarkeit von Arbeit angesprochen und ausgeräumt werden. Denn, wie seit jeher bekannt, bergen Reorganisationsprozesse vielfach neue, zum Teil auch widersprüchliche Anforderungen und Belastungen für die Beschäftigten hinsichtlich Flexibilität und Selbstorganisation (vgl. Moldaschl 2012). Geeignete Lösungsansätze liegen in Methoden einer *partizipativen Systemauslegung* und Beteiligungsverfahren für Beschäftigte und ihre Interessenvertretungen im Verlauf des Einführungs- und Gestaltungsprozess von Industrie-4.0-Systemen (z. B. Forschungsunion/acatech 2013). Seitens des Managements kommen oftmals vor allem Vorbehalte gegenüber weitreichenden Umstellungsmaßnahmen der eingespielten Arbeits- und Betriebsorganisation auf, da die Effizienzvorteile der existierenden Prozesse durch neue, möglicherweise schwer beherrschbare Technologien nicht gefährdet werden sollen. Um diese Vorbehalte zu überwinden, sollten beispielsweise die existierenden Instrumente und Konzepte eines *Wissens- und Erfahrungstransfers* ausgebaut werden, mit denen exemplarisch erfolgreiche Good-Practice-Fälle präsentiert und die Erfolgspotenziale humanorientierter Arbeitsformen vermittelt werden.

Zweitens ergeben sich Herausforderungen für einen Wandel von Managementfunktionen und Führungsstilen. Denn es ist davon auszugehen, dass angesichts der Gestaltungspotenziale der neuen Technologien wie auch angesichts der Implementation humanorientierter Arbeitsformen die bisherigen hierarchisch verfestigten Managementpraktiken und -strukturen dysfunktional und obsolet werden. Mit diesen Herausforderungen verbindet sich allerdings noch eine ganze Reihe offener konzeptioneller, aber auch unternehmensstrategischer Fragen. Die derzeit erkennbare Richtung des Wandels verweist auf die wachsende Bedeutung von „soft skills“ sowie Kommunikations- und Teamfähigkeiten: Statt Kontrolle stehen Führen und Motivation auf „Distanz“ und statt hierarchischer Direktion nunmehr „Orchestrieren“ von Mitarbeiter:innen im Zentrum; „peer-to-peer“-Kommunikation und Förderung von Mitarbeiter:innenpartizipation werden zu zentralen Erfolgsfaktoren. Generell muss das Unternehmensmanagement durch ein deutlich geändertes Statusbewusstsein der Tendenz Rechnung tragen, dass durch Digitalisierung und gewandelte Arbeitsformen die funktionalen und sozialen Grenzziehungen zwischen Management und Mitarbeiter:innen erodieren, ja unter Umständen auf den Kopf gestellt werden. Auf jeden Fall werden die bisherigen Statusunterschiede zwischen „blue collar“ und „white collar“ zunehmend verschwimmen. Eine Zielvorstellung ist, dass sich neue Formen der Selbstorganisation und eine an den Unternehmenszielen orientierte Kontrolle etablieren, die sich durch fluide, problemorientierte Formen der Leitung

auszeichnen. Freilich resultiert aus dieser Öffnung bisheriger Führungsmuster und der Betonung von bottom-up-Prozessen der Widerspruch, dass ein nachhaltiger und erfolgreicher digitaler Wandel im Unternehmen zugleich an funktionierende top-down-Prozesse gebunden ist (acatech 2016a).

Auf der überbetrieblichen Ebene spielen Faktoren eine Rolle, die den Wandel und die Weiterentwicklung arbeits- und sozialpolitischer Regulationsformen zum Gegenstand haben und zumindest indirekt die Einführung digitaler humanorientierter Formen der Arbeit berühren. Zu nennen sind beispielsweise Fragen der Regulation von Flexibilisierung, Arbeitszeit, Mitbestimmung sowie Aus- und Weiterbildung (z. B. BMAS 2017). Erforderlich ist in diesen Feldern vielfach ein neuer arbeits- und sozialpolitischer Interessenkompromiss. Denn nur dann können wirksame Hemmnisse und Vorbehalte gegen einen Wandel der Arbeit vermieden werden, die aus ungeklärten Konflikten und Vorbehalten resultieren. Dabei kann die Bedeutung von Maßnahmen der Weiterbildung und Bildung sowie Kompetenzentwicklung für die Verbreitung humanorientierter Arbeitsformen im Kontext des digitalen Wandels nicht hoch genug eingeschätzt werden (z. B. acatech 2016). Ein zentrales Ziel solcher Maßnahmen muss vor allem auch die Vermeidung eines wirtschafts- und sozialstrukturellen „digital divide“ sein: Zum Ersten müssen die Kompetenzunterschiede zwischen großen technologieintensiven Unternehmen und weniger technologieintensiven KMU ausgeglichen werden. Zum Zweiten sollen Kompetenz- und Leistungsdivergenzen zwischen unterschiedlichen Beschäftigtengruppen möglichst angeglichen werden. Vor allem müssen den Beschäftigten Fähigkeiten und Kompetenzen vermittelt werden, den absehbaren, digital getriebenen Strukturwandel in der Arbeitswelt erfolgreich bewältigen zu können. Dabei muss in besonderer Weise auch geringqualifizierter Arbeit Rechnung getragen werden, um diese Beschäftigten von der generellen Qualifikationsentwicklung nicht abzukoppeln. Insgesamt wird daher mit dem Stichwort Kompetenzentwicklung eine zentrale bildungs- und gesellschaftspolitische Voraussetzung dafür bezeichnet, dass qualifikations- und humanorientierte Arbeitsformen im Zuge der Digitalisierung von Arbeit auf breiterer Front durchgesetzt werden können.

Literatur

acatech (Hrsg.) (2016). Kompetenzen für Industrie 4.0. Qualifizierungsbedarfe und Lösungsansätze. München: Utz.

acatech (Hrsg.) (2016a). Die digitale Transformation gestalten – Was Personalvorstände zur Zukunft der Arbeit sagen. Ein Stimmungsbild aus dem Human-Resources-Kreis von acatech und Jacobs Foundation (acatech IMPULS). München: Utz.

Autor, D. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. Journal of Economic Perspectives, *29 (3)*, S. 3–30.

Benner, C. (Hrsg.) (2014). Crowd Work – Zurück in die Zukunft. Frankfurt am Main: Bund Verlag.

BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2017). Weissbuch Arbeiten 4.0. Berlin.

Dengler, K. & Matthes, B. (2018). Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt (IAB-Kurzbericht 4/2018). Nürnberg.

Dolata, U. & Schrape, J.-F. (2013). Zwischen Individuum und Organisation. Neue kollektive Akteure und Handlungskonstellationen im Internet (SOI Discussion Paper 2013–02). Stuttgart.

Forschungsunion, acatech (2013). Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Berlin.

Frey, C. B. & Osborne, M. A. (2017): The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting & Social Change, 114 (1), S. 254–280.

Grote, G. (2018). Gestaltungsansätze für das komplementäre Zusammenwirken von Mensch und Technik in Industrie 4.0. In: H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann & J. Niehaus (Hrsg.), Digitalisierung industrieller Arbeit (2., aktual. u. überarb. Aufl.). Baden-Baden, S. 215–232.

Hirsch-Kreinsen, H., ten Hompel, M., Ittermann, P., Niehaus, J. & Dregger, J. (2016). Social Manufacturing and Logistics. Konturen eines Leitbildes digitaler Industriearbeit. Berlin Verfügbar unter: http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Autonomik-somali.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (Zugriff: 08.10.2016).

Hirsch-Kreinsen, H., Ittermann, P. & Niehaus, J. (Hrsg.) (2018). Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen (2., aktual. u. überarb. Aufl.). Baden-Baden: Nomos

Ittermann, P., Niehaus, J., Hirsch-Kreinsen, H., Dregger, J. & ten Hompel, M. (2016). Social Manufacturing and Logistics. Gestaltung von Arbeit in der digitalen Produktion und Logistik (Soziologisches Arbeitspapier Nr. 47). TU Dortmund. Verfügbar unter: http://www.wiso.tu-dortmund.de/wiso/is/de/forschung/soz_arbeitspapiere/AP-SOZ-47.pdf (Zugriff: 25.10.2016).

Leimeister, J. M. & Zogaj, S. (2013). Neue Arbeitsorganisation durch Crowdsourcing. Eine Literaturstudie (Arbeitspapier der Hans-Böckler-Stiftung, Reihe Arbeit und Soziales 287). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.

Moldaschl, M. (2012). Das Konzept der Widersprüchlichen Arbeitsanforderungen (WAA). Ein nichtlinearer Ansatz zur Analyse von Belastung und Bewältigung in der Arbeit. In: G. Faller (Hrsg.), Lehrbuch Betriebliche Gesundheitsförderung (2. Aufl.). Bern: Hans Huber, S. 102–112.

OECD (2017). OECD Employment Outlook 2017. Paris: OECD

Pfeiffer, S. & Suphan, A. (2018). Industrie 4.0 und Erfahrung: Statt vager Prognosen zu technologischer Arbeitslosigkeit morgen, heute das Gestaltungspotenzial der Beschäftigten nutzen und anerkennen. In: H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann & J. Niehaus (Hrsg.), Digitalisierung industrieller Arbeit (2., aktual. u. überarb. Aufl.). Baden-Baden: Nomos, S. 275–302.

Pfeiffer, S., Lee, H., Zirnig, C. & Suphan, A. (2016). Industrie 4.0 – Qualifizierung 2015. Studie für den VDMA. Verfügbar unter: www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2016-Pfeiffer-Industrie40-Qualifizierung2025.pdf (Zugriff: 15.07.2016).

Trist, E. & Bamforth, K. (1951). Some social and psychological consequences of the long wall method of coal-getting. Human Relations, 4 (1), S. 3–38.

Vogler-Ludwig, K., Düll, N. & Kriechel, B. (2016). Arbeitsmarkt 2030. Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter. Prognose 2016. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales, unter Mitarbeit von T. Vetter. München: Prognos

Warning, A. & Weber, E. (2017). Digitalisierung verändert die betriebliche Personalpolitik (IAB-Kurzbericht 12/2017). Nürnberg.

Wolter, M. I., Mönnig, A., Hummel, M., Schneemann, C., Weber, E., Zika, G., Helmrich, R., Maier, T. & Neuber-Pohl, C. (2015). Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft (IAB-Forschungsbericht 8/2015). Nürnberg.

Autor

Hirsch-Kreinsen, **Hartmut**, Prof. Dr., Professor für Wirtschafts- und Industriesoziologie an der TU Dortmund sowie Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung Düsseldorf (Themenbereich Digitalisierung von Arbeit – Industrie 4.0), hartmut.hirsch-kreinsen@tu-dortmund.de

Arbeitswelten im Wandel

Didaktische Gestaltung technologiebasierter Lern- und Assistenzsysteme für die Instandhaltung

Tina Haase

Abstract

Der Beitrag untersucht die Fragestellung, wie technologiebasierte Lern- und Assistenzsysteme in der Instandhaltung für den Einsatz in der beruflichen Weiterbildung und unmittelbar im Arbeitsprozess didaktisch zu gestalten sind und welche Veränderungen sich bei der Seminardurchführung ergeben. Die Konzeption und Realisierung erfolgen interdisziplinär aus drei Perspektiven:

1. die didaktische Aufbereitung der Lerninhalte,
2. die organisationale Einbettung und
3. die Berücksichtigung anwendungsspezifischer Anforderungen.

The paper at hand analyses the didactic design of technology-based learning and assistance systems in maintenance for use in vocational education and directly in the work process, as well as the changing seminar design. The conception and realization phases take into account the following interdisciplinary perspectives:

1. the didactic design of the learning content,
2. the organizational embedding and
3. the consideration of application-specific requirements.

1 Motivation und Problemstellung

Produktionsprozesse sind durch eine zunehmende Automatisierung, Vernetzung und Autonomie der Maschinen gekennzeichnet (Kagermann et al. 2013). Über das sog. Internet der Dinge werden die Maschinen, Betriebsmittel und Informationssysteme Informationen austauschen und Produktionsprozesse steuern. Eine zukünftige Herausforderung bei der Gestaltung dieser Prozesse wird die technologische Weiterentwicklung sein. Diese soll jedoch nicht Gegenstand dieses Beitrages sein. Vielmehr wird auf die veränderten Anforderungen an die Mitarbeiter:innen in diesen Systemen im Rahmen der Instandhaltung eingegangen.

Zwei grundlegende Bedarfe können identifiziert werden:

1. Es bedarf neuer Lerngelegenheit, um Erfahrungen abseits des Arbeitsprozesses machen zu können.
2. Es sind Methoden und Technologien erforderlich, die den Transfer von Erfahrungswissen unterstützen.

Erfahrungen machen

Die Ironien der Automation, wie sie bereits 1983 von Bainbridge beschrieben wurden (Bainbridge 1983), sind im Zuge der Industrie-4.0-Debatte hochaktuell. Ein Großteil der Produktionsprozesse ist automatisiert, vernetzt und für die Mitarbeiter:innen nicht transparent. Die Tätigkeiten haben einen zunehmend überwachenden Charakter und erfordern von den Fachkräften das Verarbeiten einer Vielzahl von Daten. Hier benötigt der Mensch „situationsbezogene Filterungsmechanismen" (Schlick et al. 2014, S. 62), um die für die Arbeitsaufgabe erforderlichen Informationen zur Verfügung zu haben.

Im Fehlerfall wird eine schnelle und effiziente Fehleranalyse und -behebung erwartet. Das dafür erforderliche Erfahrungswissen kann im heutigen Produktionsprozess jedoch kaum noch erworben werden. Es bedarf daher anderer Lerngelegenheiten, in denen Handlungskompetenz erworben und Erfahrungen gemacht werden können.

Erfahrungen transferieren

Die aktuelle demografische Entwicklung, die sich auf der einen Seite durch einen steigenden Fachkräftemangel und auf der anderen Seite durch altersbedingt ausscheidende Mitarbeiter:innen zeigt (Bullinger et al. 2015), erfordert Methoden und Technologien, um das wertvolle Erfahrungswissen zu transferieren. Von besonderer Relevanz ist im Kontext der Instandhaltung das implizite Wissen, welches einen wesentlichen Anteil an erfolgreichen Problemlösestrategien hat und das in der Regel nicht dokumentiert ist.

Technologiebasierte Lern- und Assistenzsysteme bieten das Potenzial, den beiden genannten Anforderungsaspekten gerecht zu werden. Der vorliegende Beitrag beschreibt den Gestaltungsprozess eines didaktischen Seminarkonzeptes, der vor allem durch die Auswahl geeigneter Methoden sowie der medialen Aufbereitung der Lerninhalte gekennzeichnet ist, und stellt Ergebnisse der Evaluation eines Lernsystems im betrieblichen Einsatz vor. Die grundlegenden Erkenntnisse dieses Beitrages gehen auf ein Dissertationsvorhaben (Haase 2017) zurück. Die theoretischen Überlegungen werden mit Bezug zur praktischen Umsetzung in einem technologiebasierten Lern- und Assistenzsystem für die Instandhaltung von Hochspannungsschaltgeräten beschrieben.

2 Zielstellung

Aus den beschriebenen Anforderungen werden für die Konzeption und Umsetzung eines integrierten Lern- und Assistenzsystems folgende Ziele abgeleitet:

1. *Erarbeitung eines didaktisch-methodischen Designs für die Gestaltung der technischen und prozeduralen Lerninhalte*
   Die technologiebasierte Lern- und Assistenzlösung soll so gestaltet werden, dass sie beim Einsatz im Seminar und im Arbeitsprozess einen bestmöglichen Wissenstransfer und Lernerfolg ermöglicht. Dazu wurden didaktische Lernprinzipien aus der beruflichen Bildung analysiert und auf ihre Anwendbarkeit in einer technologischen Lösung überprüft.
2. *Entwicklung eines Vorgehens zur Erhebung und zur technologischen Aufbereitung von Erfahrungswissen*
   Es soll die Charakteristik von Erfahrungswissen betrachtet werden, um daraus Anforderungen an die multimediale Aufbereitung abzuleiten.
3. *Konzeptionierung des Medieneinsatzes mit dem Fokus auf Virtual-Reality-Technologien*
   Es soll untersucht werden, welches Potenzial der Einsatz von Virtual-Reality-Technologien bei der Anwendung in technologiebasierten Lern- und Assistenzsystemen hat und wo Grenzen liegen.
4. *Entwicklung eines Seminarkonzeptes unter Einbindung des gestalteten Lernsystems*
   Die Einbindung eines digitalen Lernsystems erfordert eine Anpassung des Seminarkonzeptes. Dieses soll mit Blick auf die veränderte Rolle der Ausbilder:innen beschrieben werden.

3 Theoretische Bezüge

Die Umsetzung der beschriebenen Anforderungen erfordert einen Zugriff auf interdisziplinäre Theorien. Im Rahmen dieses Beitrages werden die relevanten Theorien mit Bezug zur Störungsdiagnosekompetenz in der Instandhaltung sowie die grundlegenden didaktisch-methodischen Ansätze beschrieben. In Haase (2017) werden darüber hinaus das Anwendungsfeld der Instandhaltung, Grundlagen der Virtual-Reality-Technologie, narrative Methoden des Erfahrungstransfers und die aktuellen Industrie-4.0-Entwicklungen betrachtet und ein Überblick über vorhandene Lern- und Assistenzsysteme in diesem Themenfeld gegeben.

3.1 Störungsdiagnosekompetenz bei Instandhaltungstätigkeiten

Fachkräfte in der Instandhaltung benötigen Störungsdiagnosekompetenz[1], um im Fehlerfall schnell und effizient den Fehler analysieren und beheben zu können.

1 In der DIN 31051 2012 wird nicht mehr der Begriff ‚Störung' verwendet, sondern der Begriff ‚Fehler'. Um den Bezug zur beschriebenen Veröffentlichung herstellen zu können, wird hier weiterhin der Begriff der Störungsdiagnosekompetenz verwendet.

Bergmann und Wiedermann (1997) beschreiben die Störungsdiagnosekompetenz in der Instandhaltung. Sie vergleichen die Störungsdiagnosekompetenz erfahrener Instandhalter:innen mit der von Aus- und Fortzubildenden, um daraus Rückschlüsse auf Qualifizierungsanforderungen und informationstechnische Unterstützungssysteme im Arbeitsprozess ableiten zu können.

Betrachtet werden bei der Analyse solche Fehler, für die bisher keine eindeutige Lösungsstrategie vorliegt. Die Bewertung der Störungsdiagnosekompetenz erfolgt anhand der folgenden Diagnosekriterien:

- Diagnoseerfolg,
- Diagnosezeit,
- Gesamtzahl der Prüfschritte,
- Anzahl der Prüfschritte im relevanten Bereich.

> „Eine effiziente Störungsdiagnose würde sich äußern in einem Diagnoseerfolg, kurzer Diagnosezeit und geringer Anzahl benötigter Prüfschritte, die nur im relevanten Bereich der Anlage durchgeführt werden. Eine ineffiziente Störungsdiagnose würde sich äußern in fehlendem Diagnoseerfolg oder bei selbständiger Diagnose in langer Diagnosezeit und einer hohen Anzahl benötigter Prüfschritte, von denen ein erheblicher Teil im irrelevanten Suchbereich durchgeführt wird." (Bergmann und Wiedemann 1997, S. 125).

Die Ergebnisse der Untersuchung haben gezeigt, dass die erfahrenen Instandhalter:innen durchweg bei allen Kriterien bessere Ergebnisse erzielt haben als die Aus- und Fortzubildenden. Das Ermitteln der Fehlerursache ist in beiden Gruppen die größte Herausforderung. Die besseren Diagnoseleistungen lassen sich nicht auf einen größeren Umfang an Wissen zurückführen, sondern auf ein qualitativ anderes Wissen, z. B. die Fähigkeit, relevantes und irrelevantes Wissen voneinander zu trennen. Bergmann und Wiedemann formulieren folgende Schlussfolgerung:

> „Nicht das Aneignen einer überschaubaren Anzahl von Diagnosestrategien kann das Ziel sein, sondern eher die Befähigung zu diesem sehr flexiblen, stark rückkopplungsorientierten, viel und sich änderndes Detailwissen nutzendem Vorgehen, mit dem erfahrene Personen nicht immer optimal, aber doch oft erfolgreich die Diagnose neuartiger Störungen meistern." (Bergmann und Wiedemann 1997, S. 134).

Für die Fragestellungen des vorliegenden Beitrags werden folgende Schlüsse gezogen (Haase 2017, S. 53):

- Eine optimale Fehlerbehebung ist nicht durch einen einzigen optimalen Problemlösepfad gekennzeichnet.
- Aufgrund der Vielfältigkeit von Fehlerursachen kann die Fehlerdiagnose nicht immer durch das Abrufen definierter Fehlerdiagnosen erfolgen. Daher muss das Lern- und Assistenzsystem die Möglichkeit bieten, verschiedene Vorgehensweisen und ihre Auswirkungen zu reflektieren.
- Für eine erfolgreiche Fehlerdiagnose ist ein rückkopplungsintensives Vorgehen erforderlich.

3.2 Didaktisch-methodisches Design

Für die didaktisch-methodische Gestaltung des technologiebasierten Lern- und Assistenzsystems wurden zunächst Gestaltungskriterien entwickelt, deren Ausprägungen Auswirkungen auf die inhaltliche und didaktische Ausgestaltung sowie die Medienauswahl haben. Als einflussreich auf die spätere Gestaltung der Lerninhalte wurden die Charakteristik des/der Lernenden, die Charakteristik der unterstützenden Tätigkeit sowie der organisationale Rahmen identifiziert. Diese Kriterien werden im Folgenden benannt und kurz hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Gestaltung beschrieben:

1. Charakteristik des/der Lernenden

Der/die Lernende wird maßgeblich durch seinen/ihren aktuellen Wissensstand, seine/ihre Erfahrungen, sein/ihr Alter und das angestrebte Lernziel charakterisiert.

Der aktuelle Wissensstand

Die Beurteilung des aktuellen Wissensstandes orientiert sich an den von Dreyfus et al. (1986) beschriebenen Stufen der Kompetenzentwicklung.

> „Die von Dreyfus identifizierten fünf Stufen der Kompetenzentwicklung und die damit korrespondierenden entwicklungstheoretisch angeordneten vier Lernbereiche haben eine hypothetische Funktion zur Identifizierung von Schwellen und Stufen bei der Entwicklung beruflicher Kompetenz und Identität sowie eine didaktische Funktion bei der Entwicklung arbeits- und gestaltungsorientierter beruflicher Bildungsgänge." (Rauner 2002, S. 15).

Das entsprechend der zugehörigen Kompetenzstufe in der Instandhaltung zu erwerbende Wissen lässt sich für Aufgaben der Instandhaltung wie folgt beschreiben:

Der/die *Noviz:in* benötigt Überblickswissen, z. B. über Aufbau und Funktionsweise der instand zu haltenden Maschine.

Der/die *fortgeschrittene Anfänger:in* nutzt erste berufliche Erfahrungen, um Zusammenhänge zu erlernen. Das kann z. B. die Fehleranalyse sein. Das Handeln wird durch festgelegte Regeln und Muster bestimmt.

Der/die *Kompetente* benötigt Lernaufgaben, mit denen komplexere Problemsituationen, die so im Berufsleben noch nicht aufgetreten sind, abgebildet und bearbeitet werden können, z. B. in Form eines komplexen Kundenauftrags.

Über ein hohes Maß an Arbeitserfahrung wird der *Gewandte* zum *Experten*. Dabei ist der/die Expert:in, neben seiner/ihrer fachlichen Expertise, in der Lage, Arbeitsaufträge zu planen, durchzuführen und in die organisationalen Zusammenhänge einzuordnen (vgl. Schmucker et al. 2015, S. 344 ff.).

Das Lernziel

Für eine adressatengerechte Aufbereitung der Lerninhalte ist neben dem aktuellen Wissensstand auch das angestrebte Lernziel zu ermitteln und zu berücksichtigen. Die Systematisierung des Lernziels erfolgt anhand der Lernzieltaxonomie nach

Bloom (2004) und wird in Tabelle 1 für die Umsetzung eines Lern- und Assistenzsystems für die Instandhaltung von Hochspannungsleistungsschaltern beispielhaft beschrieben (vgl. Haase 2017).

Tabelle 1: Stufen der Lernzieltaxonomie für die Instandhaltung eines Hochspannungsleistungsschalters

Wissen
Die Lernenden sind in der Lage, Einzelkomponenten eines Schaltertyps zuzuordnen, kennen die Funktion des Schutzgases SF_6 und wissen, in welcher Reihenfolge Arbeitsschritte durchzuführen sind.
Verstehen
Die Lernenden können die Funktionsweise der wichtigsten Komponenten (Antrieb, Polsäule, Gestänge) erläutern und sind in der Lage, die Veränderungen von Gas und Strom im Funktionsverlauf zu beschreiben.
Anwenden
Die Lernenden können das erworbene Wissen auf weitere Schaltertypen übertragen.
Analyse
Die Lernenden können eine Problemstellung in Teilprobleme zerlegen und diese auf Basis vorhandenen Fakten- und Prozesswissens bearbeiten.
Synthese
Die Lernenden sind in der Lage, neue Probleme zu lösen. Sie erkennen Zusammenhänge und können neue Lösungswege erarbeiten.
Beurteilung
Die Lernenden beziehen in ihre Lösungsfindung nicht nur fachliche, sondern auch betriebswirtschaftliche und organisationale Kenntnisse ein und sind in der Lage, Kollegen anzuleiten.

Mit steigender Taxonomiestufe steigt der Anspruch an die Mitarbeiter:innen und es verändert sich die Art des zu vermittelnden Wissens. Während in der Stufe *Wissen* vor allem deklaratives Wissen vermittelt wird, sind in den höheren Stufen Prozesswissen und Problemlösefähigkeit erforderlich. Um diese Fähigkeiten zu vermitteln, ist eine handlungsorientierte Gestaltung von Arbeitsaufträgen erforderlich.

Das Alter der Lernenden

Untersuchungen haben gezeigt (Lehr 2003; Winkler 2002; Seitz 2004), dass Ältere nicht besser oder schlechter lernen als Jüngere, aber anders. Sie hinterfragen den Lerninhalt stärker als ihre jüngeren Kolleg:innen und knüpfen verstärkt an Erfahrungen aus ihrem Berufsleben an. Zudem konnte gezeigt werden, dass Ältere bevorzugt im Prozess der Arbeit lernen. Hier kommt dem Einsatz von arbeitsplatzintegrierten Assistenzsystemen eine besondere Bedeutung zu, die sich zukünftig weiter verstärken wird. Diese Entwicklung wird zusätzlich durch eine steigende Variantenvielfalt der Produkte bei immer kleineren Losgrößen vorangetrieben.

Die Aufbereitung der Lerninhalte sollte an die Bedürfnisse der älteren Anwender:innen angepasst werden, ein selbstbestimmtes Lerntempo ermöglichen und die Lerninhalte in Form realer betrieblicher Arbeitsaufträge umsetzen.

2. Charakteristik der Tätigkeit

Der Einsatz technologiebasierter Lern- und Assistenzsysteme wird auch durch die Art der zu erlernenden und unterstützenden Tätigkeit bestimmt. Insbesondere variantenreiche Tätigkeiten bieten für die Lernenden ein hohes Potenzial zur unmittelbaren produktiven Arbeit durch die Anwendung eines Assistenzsystems, z. B. für Montageaufgaben.

Weitere Indikatoren, die den Einsatz solcher Systeme begünstigen, sind die schlechte Sichtbarkeit funktionaler Prozesse, eine mangelnde Verfügbarkeit der Maschine oder eine von ihr ausgehende Gefährdung.

Dagegen wird die Entwicklung technologiebasierter Lern- und Assistenzsysteme nicht empfohlen, wenn das Lernen an der realen Maschine oder entsprechenden Komponenten ohne Einschränkungen möglich ist.

3. Die Organisation

Die Entscheidung zur Umsetzung und Anwendung eines technologiebasierten Lern- und Assistenzsystems wird auch von der organisationalen Struktur und Ausrichtung des Unternehmens beeinflusst. Immer mehr Unternehmen agieren international und müssen ihre Mitarbeiter:innen, aber auch Kund:innen, weltweit für die Montage, Bedienung und Instandhaltung von Maschinen und Anlagen qualifizieren. Viele Hersteller liefern ihre Produkte heute bereits mit digitalen Schulungsunterlagen aus (hybrides Leistungsbündel).

Ein stark visuell geprägtes System, wie es sich bei Anwendung von Virtual-Reality-Technologien darstellt, bietet eine weitgehend sprachunabhängige Möglichkeit der Wissensvermittlung, die aufgrund der situativen Darstellung für eine große Zielgruppe anschlussfähig ist.

Schulungen können unter Nutzung technologiebasierter Lernsysteme orts- und zeitunabhängig oder im Rahmen von Blended-Learning-Einheiten eingesetzt werden.

Die Betrachtung der beschriebenen Einflussgrößen (der Lernende, die Tätigkeit, die Organisation) kann für die Gestaltung eines Lern- und Assistenzsystems als Planungs- und Entscheidungshilfe dienen und wurde daher in die in ***1*** dargestellte Morphologie überführt.

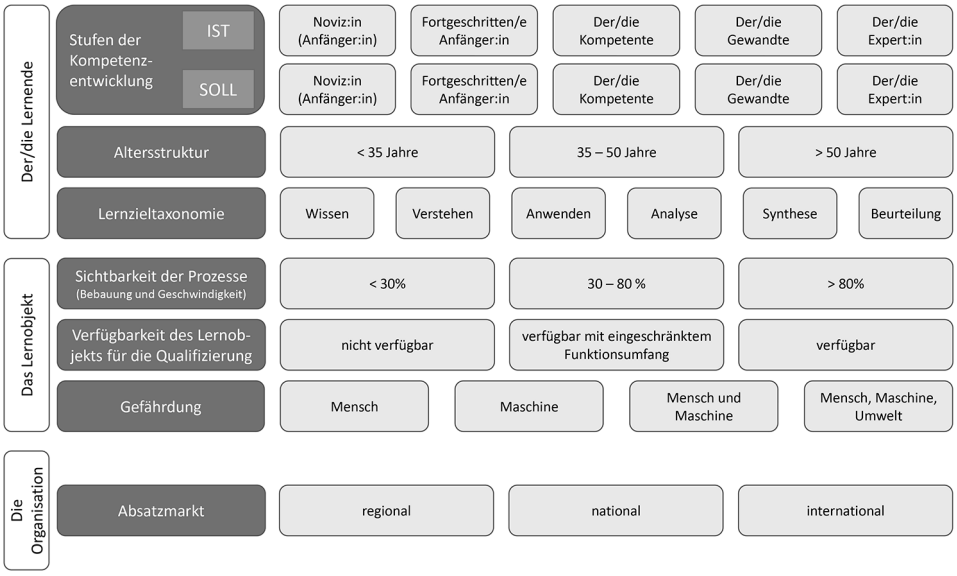


Abbildung 1: Morphologie der Einflussgrößen zur Gestaltung eines Lern- und Assistenzsystems (Quelle: eigene Darstellung)

In aktuellen weiterführenden Arbeiten wird die Morphologie dahingehend erweitert, dass sich aus gewählten IST- und SOLL-Zuständen konkrete Gestaltungsempfehlungen, basierend auf Projekterfahrungen und evaluierten Anwendungen, ableiten lassen. Die Gestaltungsempfehlungen umfassen z. B. die Wahl der Medien und Technologien sowie Hinweise zur didaktischen Aufbereitung der Lerninhalte.

4 Didaktische Gestaltung eines technologiebasierten Lern- und Assistenzsystems

Ein Potenzial des Einsatzes von Virtual-Reality-Technologien bei der Realisierung eines Lern- und Assistenzsystems ist die Möglichkeit der handlungsorientierten Gestaltung von Lernaufgaben, die die Entwicklung von Handlungskompetenz fördern.

In diesem Abschnitt wird dieser Aspekt der didaktischen Gestaltung daher etwas detaillierter vorgestellt. Darüber hinaus umfasst die didaktische Gestaltung Fragen zur Auswahl und Umsetzung geeigneter Lerntheorien, zum gezielten Einsatz von Medien und zur Gestaltung der Mensch-Technik-Interaktion in Abhängigkeit des Einsatzszenarios.

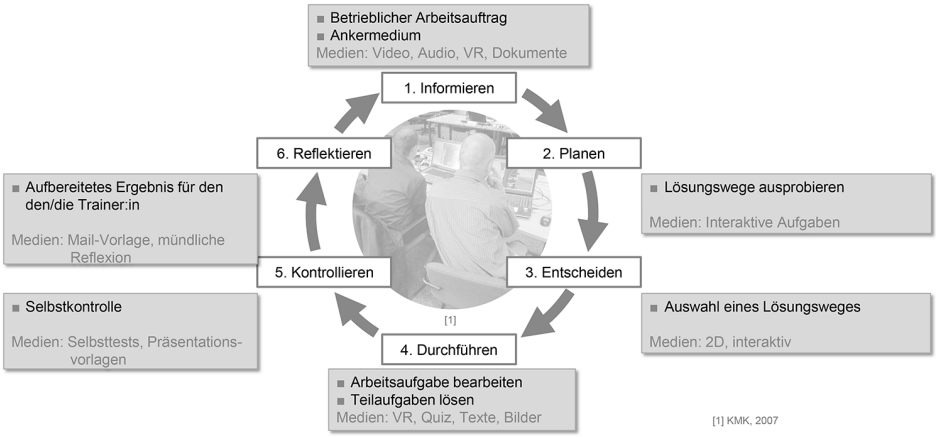


Abbildung 2: Umsetzung der Phasen der vollständigen Handlung im technologiebasierten Lernsystem (Quelle: eigene Darstellung)

Abbildung 2 zeigt die sechs Phasen der vollständigen Handlung (KMK 2007) und ihre Umsetzung in der technologiebasierten Lernumgebung für die Instandhaltung eines Hochspannungsleistungsschalters. In Tab. 2 werden die Phasen detaillierter beschrieben.

Tabelle 2: Beschreibung der Phasen der vollständigen Handlung.

Informieren
In der Informationsphase kann der/die Lernende auf Informationsmaterial zugreifen, das auch in der Realität zur Bearbeitung des Arbeitsauftrages zur Verfügung steht, z. B. Wartungs- und Bedienanleitungen und technische Zeichnungen. Darüber hinaus können die Funktionsabläufe des technischen Gerätes interaktiv nachvollzogen werden, sodass das grundlegende Zusammenhangswissen zur Durchführung des Arbeitsauftrages erworben werden kann.
Planen und Entscheiden
Die Arbeitsplanung umfasst sowohl die Auswahl der erforderlichen Werkzeuge und Arbeitsmittel als auch die Planung der Arbeitsschritte. Hier besteht aus technologischer Sicht die Herausforderung, dem/der Nutzer:in einen möglichst großen Handlungsspielraum zur Verfügung zu stellen. Dazu können die erforderlichen Schritte aus einer Menge vorbereiteter Schritte ausgewählt werden, die sowohl richtige als auch falsche Schritte beinhalten. Das Anbieten falscher Arbeitsschritte steigert die Aufmerksamkeit und ermöglicht das gezielte Hinführen zu Gefahrenquellen, die z. B. aus der Verwendung nicht isolierter Werkzeuge resultieren können. Ergebnis der Phase Planen und Entscheiden ist eine Liste ausgewählter Arbeitsmittel sowie eine Liste mit durchzuführenden Arbeitsschritten.
Durchführen
Die Durchführung ist der Kern der vollständigen Handlung und ermöglicht in der technologiebasierten Lernumgebung das mentale Probehandeln. Zu betonen ist, dass die praktische Durchführung im Sinne einer haptischen Umsetzung nicht realisiert und auch langfristig nicht umgesetzt wird. Derartige Grundfertigkeiten sind weiterhin in der praktischen Ausbildung zu erwerben. Vielmehr soll durch das Handeln in der virtuellen Arbeitsumgebung eine bessere Orientierung an der Maschine erreicht werden, die die Durchführungszeit in der Praxis und damit Kosten der praktischen Schulung reduziert. Zudem kann hier das Prinzip des Lernens aus Fehlern gefahrlos für Mensch und Maschine umgesetzt werden.

(Fortsetzung Tabelle 2)

Kontrollieren
Die Phase des Kontrollierens schließt nicht immer konsequent an die Durchführung an, sondern kann auch begleitend in Form von Feedback durch das System realisiert werden. Dieses Feedback kann sowohl als textueller Hinweis erfolgen als auch durch Visualisierung des authentischen Maschinenverhaltens, indem das Betätigen eines Schalters z. B. eine Maschinenbewegung auslöst.
Reflektieren
In der Phase der Reflexion werden die durchgeführten Handlungen bewertet und hinsichtlich möglicher Verbesserungen oder Veränderungen analysiert. Diese Phase ist in der Regel in eine Präsenzveranstaltung integriert und wird in Zusammenarbeit mit anderen Schulungsteilnehmer:innen und dem/der Dozent:in durchgeführt. Ziel ist es, Optimierungspotenzial bei der Durchführung des Arbeitsauftrages zu identifizieren.

5 Seminarkonzept

Das technologiebasierte Lern- und Assistenzsystem wird sowohl als Unterstützung im Arbeitsprozess als auch als ergänzendes Medium im Präsenzseminar eingesetzt. Es wird nicht angestrebt, das System als Selbstlernsystem zu gestalten, sondern es soll vielmehr in ausgewählten Seminarphasen unterstützend zum Einsatz kommen.

Abbildung 3 zeigt den bisherigen Seminarablauf (links) und den angepassten Ablauf (rechts).

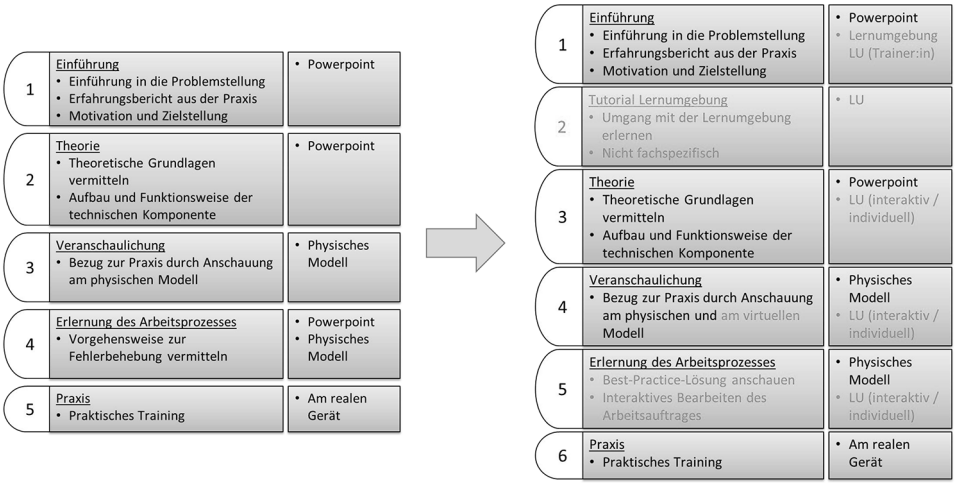


Abbildung 3: Ablauf eines konventionellen Seminars (links) und Seminarablauf unter Einsatz einer technologiebasierten Lernumgebung

Die wichtigste Veränderung zeigt sich in der Rolle des/der Dozent:in, der/die unter Einsatz einer interaktiven Lernumgebung zunehmend zum/zur Lernbegleiter:in wird. Der Anteil der frontalen Wissensvermittlung geht zugunsten des selbstgesteuerten Lernens der Teilnehmer:innen zurück. In den durchgeführten Seminaren kam dem/der Dozent:in vor allem die Rolle des/der Expert:in zu, der/die das Gelernte durch seine/ihre Erfahrungen reflektierte.

Die Lernumgebung wird im Seminar zunächst zur Visualisierung der Problemstellung genutzt. Dazu wird der Hochspannungsleistungsschalter per Projektion am Beamer gezeigt und die Anwendung durch den/die Dozent:in bedient. Daran schließt sich ein Tutorial zur Bedienung der Anwendung an, sodass die Teilnehmer:innen in der Lage sind, die bereitgestellten Funktionen sicher zu nutzen und sich im weiteren Verlauf des Seminars auf die Fachlichkeit zu konzentrieren. Die Arbeit erfolgt hierzu einzeln oder in Kleingruppen am Laptop. Im weiteren Seminarverlauf erarbeiten die Teilnehmer:innen ausgewählte Fragestellungen selbst am Laptop, z. B. zur Funktionsweise einzelner Komponenten oder die Durchführung eines Arbeitsauftrages.

Die praktische Durchführung ist nach wie vor ein wichtiger Bestandteil des Seminars.

6 Ergebnisse

Die technologiebasierte Lernumgebung wurde im Rahmen mehrerer Seminare im praktischen Einsatz evaluiert (n = 20; nur männliche Teilnehmer). Eine größere Stichprobe war aufgrund der betrieblichen Rahmenbedingungen nicht möglich, daher können die erzielten Ergebnisse als Trends im Sinne einer Vorstudie bewertet werden.

Das Evaluationsdesign wurde in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Ingenieurpädagogik an der Universität Magdeburg entwickelt und ist in **Abbildung 4** dargestellt. Die folgenden Ergebnisse wurden erzielt:

1. Höhere Akzeptanz bei älteren Mitarbeitern

Nach anfänglicher Skepsis gegenüber dem neuen Lernmedium zeigte sich bei den älteren Seminarteilnehmern eine höhere Akzeptanz als bei den jüngeren Kollegen. Dies wird auf die deutlich längere Berufsbiografie zurückgeführt und die Reflexion von Arbeitssituationen, in denen eine solche technische Lösung bei der Fehleranalyse und -behebung hätte unterstützen können. Die jüngeren Seminarteilnehmer haben diese Erfahrungen nicht gemacht und sind ich ihrem privaten Umfeld bereits zahlreich mit derartigen technologischen Lösungen in Kontakt gekommen, sodass hier eher eine Erwartungshaltung zur Anwendung derartiger Lösungen besteht.

2. Höhere technologische Anforderungen von jüngeren Mitarbeitern

Abgeleitet aus den Erfahrungen, die die jüngeren Teilnehmer in ihrem privaten Umfeld z. B. bei der Nutzung von Computerspielen machen, bestehen hier deutlich höhere Anforderungen an die grafische Qualität. Hieraus lässt sich weiterer Forschungsbedarf ableiten, der durch die Bearbeitung der folgenden Frage ausgedrückt werden kann: Wie realistisch muss die Visualisierung einer Arbeitsumgebung sein, um einen möglichst großen Lernerfolg zu erzielen?

3. VR-Gruppe zeigt bessere Orientierung am realen Modell

Bei der Bearbeitung der Arbeitsaufgabe am realen Gerät zeigten die Teilnehmer, die mit dem interaktiven Lernsystem gelernt hatten, eine bessere Orientierung am Gerät. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass sie aufgrund der situativen Darstellung in der Lernanwendung bereits ein mentales Modell aufbauen konnten und damit das Gefühl hatten, sie wären schon mal dort gewesen.

4. Höhere Motivation der VR-Gruppe

Die Auswertung der Fragebögen hat für die VR-Gruppe eine höhere Motivation nachgewiesen. Dies wird auf ein stärker selbstgesteuertes und bedarfsgerechtes Lernen als im Frontalunterricht zurückgeführt. Hier fehlen derzeit noch Langzeituntersuchungen, ob dieser Effekt auch bei längerer Nutzung bestehen bleibt.

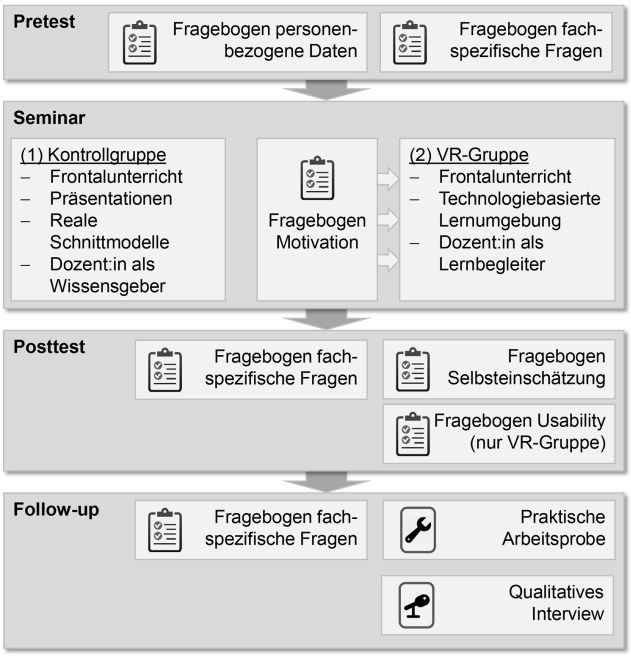


Abbildung 4: Evaluationsdesign

7 Zusammenfassung und Ausblick

Im Beitrag wurde die didaktische Gestaltung eines technologiebasierten Lern- und Assistenzsystems für die Instandhaltung eines Hochspannungsleistungsschalters vorgestellt. Dazu wurden Bezüge zu ausgewählten Theorien dargelegt, die Gestaltung handlungsorientierter Lernaufgaben und die veränderte Seminargestaltung beschrieben. Die Anwendung wurde in der betrieblichen Praxis evaluiert.

Zukünftige Arbeiten werden sich verstärkt mit der Gestaltung arbeitsplatzintegrierter Assistenzsysteme beschäftigen. Die zunehmende Individualisierung der Produkte bei kleinsten Losgrößen führt zu sehr variablen Prozessen, die neue Anforderungen an die Mitarbeiter:innen stellen. Technologische Weiterentwicklungen ermöglichen den Einsatz von Virtual- und Augmented-Reality-Technologien (VR/AR) mit vergleichsweise geringem Kostenaufwand. Die Herausforderungen bei der didaktischen Gestaltung eines AR-basierten Assistenzsystems werden vor allem in der lernförderlichen Gestaltung gesehen. Ziel ist es, dass die Mitarbeiter:innen weiterhin eigenverantwortlich Entscheidungen treffen und das Assistenzsystem die dafür erforderlichen Daten nachvollziehbar aufbereitet und nutzeradaptiv darstellt, ohne dequalifizierend zu wirken.

Literatur

Bainbridge, L. (1983). Ironies of Automation. Automatica, 19 (6), S. 775–779.

Bergmann, B. & Wiedemann, J. (1997). Beschreibung der Störungsdiagnosekompetenz bei Instandhaltungstätigkeiten in der flexibel automatisierten Fertigung. In: K. Sonntag & N. Schaper (Hrsg.), Störungsmanagement und Diagnosekompetenz. Leistungskritisches Denken und Handeln in komplexen technischen Systemen (Mensch Technik Organisation 13). Zürich: vdf, Hochsch.-Verl. an der ETH, S. 119–136.

Bloom, B. S. (2004). Revised Bloom's taxonomy. Roselle, NSW: Syba Signs.

Bullinger-Hoffmann, A. C., Cernavin, O., Richter, D. & Schmicker, S. (Hrsg.) (2015). Innovationspotenziale im demografischen Wandel. Forschung und Praxis für die Arbeitswelt. München: Hampp.

DIN 31051 (2012). Grundlagen der Instandhaltung. Berlin: Beuth.

Dreyfus, H. & Dreyfus, S. (1986). Mind over machine: The power of human intuition and expertise in the era of the computer. New York: Free Press.

Haase, T. (2017). Industrie 4.0 – Technologiebasierte Lern- und Assistenzsysteme für die Instandhaltung (Berufsbildung, Arbeit und Innovation – Dissertationen und Habilitationen 46). Bielefeld: W. Bertelsmann.

Kagermann, H., Wahlster, W. & Helbig, J. (2013). Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Unter Mitarbeit von A. Hellinger, V. Stumpf & C. Kobsda. Hrsg. v. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissensschaft. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. Frankfurt a. Main.

KMK (2007). Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe in der Fassung von September 2007.

Lehr, U. (2003). Psychologie des Alterns (9. Auflage, neu bearbeitet von U. Lehr und H. Thomae). Wiebelsheim: Quelle und Meyer.

Rauner, F. (2002). Berufliche Kompetenzentwicklung – vom Novizen zum Experten. Vernetzte Kompetenzentwicklung. Alternative Positionen zur Weiterbildung. In: Dehnbostel, P., Elsholz, U., Meister, J. & Meyer-Menk, J. (Hrsg.): Vernetzte Kompetenzentwicklung – Alternative Positionen zur Weiterbildung. Berlin: Edition Sigma, S. 111–132.

Schlick, J., Stephan, P., Loskyll, M. & Lappe, D. (2014). Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung. In: T. Bauernhansl, M. ten Hompel & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung – Technologien – Migration. Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 57–84.

Schmucker, U., Haase, T. & Schumann, M. (2015). Digital Engineering and Operation. In: Produktion und Logistik mit Zukunft. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, S. 283–375.

Seitz, C. (2004). Qualifizierung älterer Mitarbeiter: Lebenslanges Lernen ein Selbstverständnis? Wirtschaft und Berufserziehung, 56 (11), S. 9–16.

Winkler, R. (2002). Ältere lernen anders, aber sie lernen. Schweizer Arbeitgeber Nr. 10, S. 2–5.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Morphologie der Einflussgrößen zur Gestaltung eines Lern- und Assistenzsystems 40

Abb. 2 Umsetzung der Phasen der vollständigen Handlung im technologiebasierten Lernsystem 41

Abb. 3 Ablauf eines konventionellen Seminars (links) und Seminarablauf unter Einsatz einer technologiebasierten Lernumgebung 42

Abb. 4 Evaluationsdesign 44

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Stufen der Lernzieltaxonomie für die Instandhaltung eines Hochspannungsleistungsschalters 38

Tab. 2 Beschreibung der Phasen der vollständigen Handlung. 41

Autorin

Haase, Tina, Dr.-Ing., Leiterin Technologiefeld „Lernen und Erfahrungstransfer“, Geschäftsfeld „Mess- und Prüftechnik“, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF Magdeburg, Sandtorstr. 22, 39106 Magdeburg
tina.haase@iff.fraunhofer.de

Gestaltung eines erfahrungsbasierten Assistenzsystems in der Stahlindustrie

Mareike Gerhardt, Tina Haase, C. Benjamin Nakhosteen

Abstract

Das Projekt „StahlAssist“ untersucht die technologiebasierte Aufbereitung und Nutzung von Erfahrungswissen in der Instandhaltung. Ziel ist es, den Mitarbeiter:innen das Expert:innenwissen im Arbeitsprozess zur Verfügung zu stellen.

Der Beitrag stellt den aktuellen Stand des Projektes vor und fragt nach der Bedeutung von Erfahrungswissen in der Industrie und danach, wie die Verzahnung einer technologischen Lösung mit einem erfahrungsgeleiteten Ansatz des Wissensmanagements gelingen kann.

The research project StahlAssist focuses on the processing and application of experience-based knowledge in maintenance. Therefore, a technology-based infrastructure will be designed to provide expert knowledge in the work process.

The article presents the current status of the project and reflects the significance of experience-based knowledge in industrial processes. Additionally, the linkage between a technological solution and an experienced-based approach in knowledge management is addressed.

1 Einleitung

Die Anforderungen an die Fachkräfte in der industriellen Produktion sind durch die zunehmende Technologisierung (Stichwort Industrie 4.0) und daran geknüpfte Hybridisierung sowie Automatisierung von Arbeit geprägt. Technische Systeme werden immer komplexer, wodurch Unsicherheiten im Arbeitssystem und für den/die Mitarbeiter:in entstehen. Zeller et al. (2010, S. 78) beschreiben in diesem Zusammenhang die neue Kernaufgabe industrieller Facharbeit, welche auf den Umgang mit und die Vermeidung von Störungen ausgerichtet ist und damit eine steigende Höherqualifizierung voraussetzt. Weyer (2008, S. 240) bestärkt, dass sich industrielle Fachkräfte und ihre Tätigkeiten durch den Umgang mit Unsicherheiten in komplexen Situationen auszeichnen.

Insbesondere das an die Mitarbeiter:innen gebundene Erfahrungswissen spielt in diesen kritischen Situationen eine entscheidende Rolle (Fischer 2016). Neben systematischem Fachwissen gewinnt die subjektive Erfahrung von Mitarbeiter:innen an Bedeutung. Erfahrungswissen beschreibt die Fähigkeit,

> „aus meist disparaten und nicht selten uneindeutigen Informationen und Signalen, die mit Hilfe verschiedener Sinne aufgenommen werden, unverzüglich (und unter Nutzung früherer Erfahrungen) ein möglichst umfassendes Situationsbild zu konstruieren, das

> entweder sofortige Interventionen ermöglicht oder schnell anhand quasi experimenteller Eingriffe in den technischen Prozeß vervollständigt bzw. korrigiert werden kann" (Lutz & Meil 2000, S. 26).

Böhle (2004, S. 48) stellt Erfahrungswissen als ein Schlüsselelement in der Bewältigung von unvorhergesehenen Situationen heraus und unterstreicht dessen Unverzichtbarkeit im Umgang mit komplexen Anlagen. Darüber hinaus wird erfahrungsgeleitetes Wissen als Antwort verstanden, um technischen Lücken und Unzulänglichkeiten erfolgreich zu begegnen (Zeller et al. 2010, S. 78).

Nichtsdestotrotz entsteht an der Schnittstelle von Erfahrungswissen und zunehmender Automatisierung ein Spannungsfeld. Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales stellt fest, dass mit zunehmender Leistungsfähigkeit autonomer Systeme die Mitarbeiter:innen lediglich überwachende Tätigkeiten wahrnehmen und damit Gelegenheiten zur Entwicklung von Erfahrungswissen abnehmen (BMAS 2017, S. 71). Bainbridge (1983) beschreibt dieses Phänomen bereits frühzeitig als „Ironies of Automation". Es ist im Kontext von Industrie 4.0 nach wie vor hoch aktuell. Die Erwartung, Störungen erfolgreich zu bewältigen, steht im Widerspruch zu der Beschaffenheit von Tätigkeiten in hochautomatisierten Kontexten. Der/die Facharbeiter:in überwacht ein System, das nach vorprogrammierten Routinen abläuft. Erst durch das Auftreten einer Störung oder eines ungeplanten Zwischenfalls wird ein Eingreifen notwendig. Einerseits erfordert die Bewältigung dieser Unwägbarkeiten eine enorme Deutungsleistung aufseiten der Fachkraft, die aus den zur Verfügung stehenden Informationen eine schlüssige Entscheidung beziehungsweise Maßnahme ableiten muss (Weyer 2008, S. 242). Andererseits entsteht eine Kompetenzlücke, da das im Störbetrieb benötigte Fachwissen fehlt (Windelband & Spöttl 2011, S. 11).

Aus diesem Spannungsfeld ergibt sich eine grundlegende Herausforderung. Es stellt sich die Frage, wie Fachkräfte zukünftig Entscheidungen treffen werden und inwieweit diese durch technologische Lösungen unterstützt werden können. „Eine Entwicklung zu mehr Automatisierung birgt die Gefahr, dass Erfahrungen, Wissen und Intuition der Fachkräfte durch Computerprogramme und Software ersetzt werden, die auf Statistiken, Algorithmen und Wahrscheinlichkeitsberechnungen beruhen. Diese ersetzen zunehmend die menschliche Entscheidung" (Windelband & Dworschak 2018, S. 71). Dies markiert das Risiko, dass Fachkräfte Tätigkeiten lediglich ausführen, ohne diese zu hinterfragen. Die Autoren unterstreichen in diesem Zusammenhang die Bedeutung von Lernen im und aus dem Arbeitsprozess und das Vermeiden einer Dequalifizierung von Mitarbeiter:innen. Dies kann nur gelingen, wenn Assistenzsysteme in der Lage sind, den Transfer sowie Aufbau von Wissen – und insbesondere Erfahrungswissen – zu fördern. An dieser Herausforderung setzt das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „StahlAssist" an.

Das durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt ist im Bereich der Instandhaltung der Stahlindustrie angesiedelt. Die Mitarbeiter:innen der Instandhaltung bewegen sich in komplexen Arbeitssituationen, in denen sie eine Vielzahl an aktuellen Prozessdaten auswerten. Darüber hinaus wird von den Fachkräften ein hohes Maß an Analyse- und Problemlösefähigkeit er-

wartet (Haase et al. 2016, S. 323). Dabei ist das Erfahrungswissen der Spezialist:innen im Unternehmen und bei externen Dienstleistern für eine schnelle und sichere Bewältigung der Aufgabenstellung unverzichtbar.

„StahlAssist" verfolgt das Ziel, die Mitarbeiter:innen in der Fehleranalyse, Entscheidungsfindung und Problemlösung zu unterstützen. Hierbei soll das Erfahrungswissen von Expert:innen technologiebasiert aufbereitet und in einem Assistenzsystem verfügbar gemacht werden. Die Fachkräfte können somit unmittelbar im Arbeitsprozess auf das Erfahrungswissen zugreifen und dieses in ihr Handeln einbeziehen. In einem interdisziplinären Forschungsteam werden die Projektziele in enger Kooperation mit den betrieblichen Anwendungspartnern bearbeitet. Ziel des vorliegenden Beitrages ist es, die Perspektive von forschungs- und anwendungsorientierten Projektpartnern zusammenzuführen und dabei den aktuellen Projektstatus aufzuarbeiten.

2 Zur Bedeutung von Erfahrungswissen

Die Forschungsperspektive wird durch das Konzept des subjektivierenden Arbeitshandelns nach Böhle (2004; 2017) gerahmt. Im Arbeitshandeln existiert ein Bereich, der sich planmäßigem, rationalem und ausschließlich an objektiven Kriterien ausgerichtetem Handeln entzieht und auf Intuition, Gespür sowie Erfahrung vertraut. Böhle untermauert das Konzept mit arbeitssoziologischen Untersuchungen unter anderem aus den Bereichen der Metallverarbeitung sowie der Prozessindustrie (Böhle 2017; Bauer et al. 2006).

Das Konzept des subjektivierenden Arbeitshandelns liefert mit Bezug auf „StahlAssist" einen entscheidenden Begründungszusammenhang, an den die Projektarchitektur anknüpft. Das Handeln von Expert:innen ist zu einem bedeutenden Anteil erfahrungsgeleitet und „unerlässlich und unersetzbar für ein reibungsloses Funktionieren großtechnischer Systeme" (Böhle 2017, S. 187). Damit rückt das Konzept im Besonderen die Grenzen der wissenschaftlich-technischen Beherrschbarkeit von Produktionsprozessen in den Fokus (Nies & Sauer 2010, S. 149).

Arbeitshandeln nach Böhle (2004, S. 48) gliedert sich in zwei Handlungsformen (siehe Tab. 1). Zum einen das verstandesgeleitete, planmäßige Handeln, das auch als objektivierendes Handeln beschrieben wird. Im Mittelpunkt stehen die Berechenbarkeit sowie Planbarkeit betrieblicher Abläufe. Daraus ergeben sich die Charakteristika des Handlungsmodus: Die Trennung von Planung und Ausführung, die Betonung von systematischem Fachwissen und analytischem Denken sowie exaktem, objektivem Erfassen, wobei Beziehungen sachlich und distanziert gestaltet werden. Zum anderen das erfahrungsgeleitete Arbeitshandeln, welches als subjektivierendes Handeln bezeichnet wird. Für diesen Handlungsmodus sind folgende Merkmale kennzeichnend: Ziele und Vorgehensweisen werden im und durch den praktischen Vollzug konkretisiert, Denken ist unmittelbar in die Handlung eingebunden und erfolgt wahrnehmungs- sowie verhaltensnah, Gefühle sowie subjektives Erleben und Emp-

finden erfahren eine besondere Bedeutung und werden bewusst in den Erkenntnisprozess eingebunden, wobei Beziehungen durch Nähe, Einheit, aber auch Gemeinsamkeit geprägt sind. Beide Formen existieren gleichwertig nebeneinander und treten je nach Beschaffenheit der Tätigkeit in den Vordergrund oder Hintergrund oder werden miteinander kombiniert (Bauer et al. 2006, S. 24).

Tabelle 1: Arbeitshandeln nach Böhle (2004, S. 48, eigene Darstellung)

Objektivierendes Arbeitshandeln	**Subjektivierendes Arbeitshandeln**
Vorgehen	
• planmäßiges Vorgehen, Trennung von Planung und Ausführung	• dialogisch-explorativ
Denken	
• formalisierbares, kategoriales Wissen und logisch-formales, analytisches Denken	• assoziativ, wahrnehmungsgeleitet, verhaltens- und erlebnisbezogen, nachvollziehbar
Sinnliche Wahrnehmung	
• exaktes, objektives Registrieren	• komplexe Wahrnehmung, Sinnesempfindungen, Gefühl, Vorstellung (Imagination)
Beziehung	
• distanzierte, sachliche, affektiv-neutrale Beziehung	• persönlich, Nähe, Einheit
Berechenbarkeit und Planbarkeit betrieblicher Abläufe	**Kritische Situationen Unwägbarkeiten**

Erfahrungsgeleitet betont in diesem Zusammenhang nicht das Erwerben und das Sammeln von Erfahrungen im Sinne eines Erfahrungsschatzes oder in Form von Arbeitsroutinen. Vielmehr geht es im Konzept des subjektivierenden Arbeitshandelns um das „Erfahrung-Machen". Entscheidend dafür ist eine grundlegende Offenheit für Neues und eine stetige Synchronisierung zwischen bereits erworbenen sowie neuen Erfahrungen (Böhle 2004, S. 48). Insbesondere neuartige und unvorhergesehene Situationen, in denen bislang bewährte Wissens- und Erfahrungsbestände an ihre Grenzen stoßen, sind prädestinierte Anlässe für die Weiterentwicklung sowie Reflexion von Erfahrungen (Bauer et al. 2006, S. 22; Pfeiffer 2007, S. 28). Durch die Irritation sowie Synchronisierungsleistung von Erfahrungswissen entstehen somit spezifische Momente des Lernens im Arbeitsprozess. Darüber hinaus findet sich der Erfahrungsbegriff in der Expertise- sowie Kompetenzforschung wieder und wird dort als bedeutende Kategorie diskutiert. Wie Gruber feststellt, spielt Erfahrung sowohl für die Beschreibung menschlicher Kompetenz als auch für die Förderung kompetenten Handelns eine zentrale Rolle. Expert:innen zeichnen sich über das Merkmal der Erfahrung aus (Gruber 1999, S. 8 ff.).

„StahlAssist“ muss sich dabei der Herausforderung stellen, inwieweit die Explikation von erfahrungsbasiertem Wissen überhaupt gelingen kann. Wie Dick et al. (2010, S. 376) hervorheben, ist „erfahrungsbasiertes Wissen [...] nicht standardisierbar, liegt oft nicht in verbaler Form vor und bleibt zu einem wesentlichen Anteil äußerlich unsichtbar“. Es ist stark mit spezifischen Orten beziehungsweise Situationen verknüpft, somit deutlich kontextgebunden, und entsteht in der Verbindung mit praktischem Handeln (Böhle et al. 2004, S. 95). Untrennbar mit dem Begriff des Erfahrungswissens ist der des impliziten Wissens gekoppelt (Büssing & Herbig 2003, S. 53). Ähnlich wie beim Erfahrungswissen geht es beim impliziten Wissen um das nicht vollständig oder nicht angemessen explizierbare, verbalisierbare, objektivierbare, formalisierbare, technisierbare Wissen von Einzelpersonen. Dabei stehen ebenso Momente des Erfahrungsgebundenen im Mittelpunkt (Neuweg 2006, S. 581). Erfahrungswissen weist demnach einen impliziten Charakter auf.

Der Transfer sowie die technologiebasierte Visualisierung von Erfahrungswissen stellt ein Ziel von „StahlAssist“ dar. Die Forschungsperspektive stützt sich dabei auf einen narrativen Ansatz des Wissensmanagements und bedient sich einer spezifischen methodischen Konstellation, um Erfahrungen explizierbar zu machen.

Die Forschungsperspektive des Fraunhofer IFF fokussiert die Gestaltung von arbeitsprozessintegrierten Assistenzlösungen. Für die Gestaltung der Inhalte werden die Vorteile einer multimedialen, vor allem visuellen Darstellung genutzt und über Technologien der virtuellen und erweiterten Realität umgesetzt (Haase et al. 2015).

3 Narrative Perspektive im Wissensmanagement

Im Zentrum eines narrativen Zugangs zu Erfahrungen steht die Erzählung. Entlehnt aus der systemischen Therapie und Beratung zeigt sich die Bedeutung von Narrationen darin, dass in Geschichten Erfahrungen verborgen liegen, die die Voraussetzung dafür bilden, Erfahrungen überhaupt erinnern zu können. Individuen kommunizieren miteinander über Geschichten und offenbaren dabei etwas über ihre Wirklichkeit, die aus diesen Geschichten konstruiert wird (Schlippe & Schweitzer 2013, S. 59 f.). Der/die Zuhörer:in erhält die Chance, am Akt der Sinnkonstruktion des Erzählers/der Erzählerin teilzuhaben und ein gemeinsames Nacherleben sowie Nachvollziehen des Ereignisses und der Erfahrung wird möglich (Dick 2006, S. 144).

Auf dieses Prinzip stützt sich die Methode des Triadengesprächs, die von Dick (2006) entwickelt wurde. Das Triadengespräch zielt auf die Explikation sowie den Transfer erfahrungsbasierten Wissens, wobei ein Prozess des gemeinschaftlichen Lernens durch den Zugang zu individuellen Erzählungen eröffnet wird. Die Besonderheit liegt in der Auflösung einer klassischen dyadischen Gesprächssituation. Im Triadengespräch treffen drei Beteiligte in einer spezifischen sowie erweiterten Rollenkonstellation aufeinander. Dabei werden die Rollen des/der Expert:in, Noviz:in sowie Lai:in unterschieden (siehe Abb. 1).

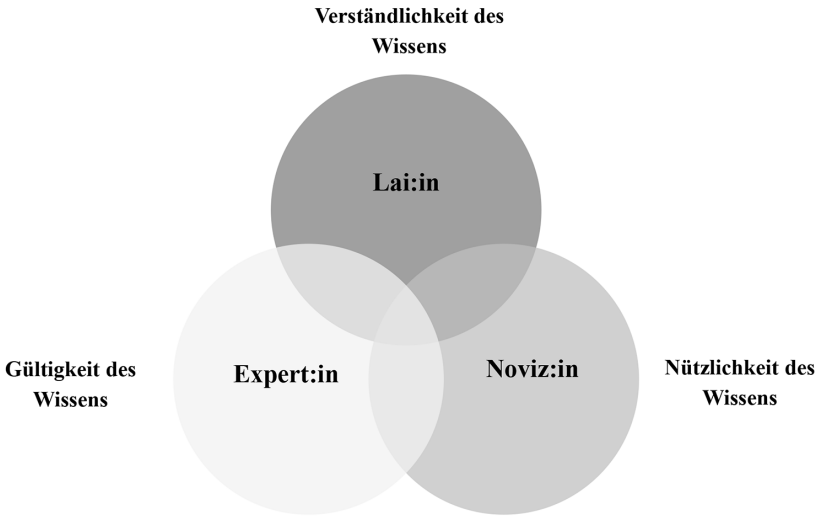


Abbildung 1: Rollenkonstellation im Triadengespräch (eigene Darstellung in Anlehnung an Dick et al. 2010, S. 377)

Jede dieser Rollen erfüllt eine besondere Funktion. Der/die Expert:in steht für die Gültigkeit des Wissens. Er/sie tritt als Erfahrungsträger:in im Hinblick auf den ausgewählten Gegenstandsbereich auf und nimmt die Funktion des/der Erzählers/Erzählerin ein. Der/die Noviz:in ist der/die fachliche beziehungsweise thematische Zuhörer:in. Das heißt, er/sie bringt eine sehr konkrete Erwartungshaltung in das Gespräch ein und erhofft sich, von der Erfahrung des/der Expert:in zu lernen. Er/sie versucht, sich in das Erzählte hineinzuversetzen und dieses nachzuerleben. Der/die Noviz:in steht damit für die Nützlichkeit des Wissens. Der/die Lai:in tritt als methodische/r Zuhörer:in auf. Er/sie ist Lai:in im Hinblick auf das diskutierte Thema und kein:e Angehörige:r des gemeinsamen Handlungsfeldes von Expert:in und Noviz:in. Demnach verfolgt er/sie nicht den Anspruch, sich neues Wissen im Rahmen des Gesprächs anzueignen. Die Aufgabe des/der Lai:in ist primär auf die Verständlichkeit des Wissens fokussiert. Er/sie verantwortet zudem die Vorbereitung, Moderation sowie Auswertung des Triadengesprächs (Dick et al. 2010, S. 377).

Das Potenzial des Triadengesprächs entfaltet sich insbesondere in Settings, in denen der Transfer von Wissen direkt und intentional erfolgen soll. Gleichzeitig kann die Methode als Instrument zur individuellen beruflichen Reflexion genutzt werden. Das Triadengespräch geht über einen eindimensionalen Wissenserwerb hinaus und die Vorteile des Verfahrens liegen in der Glaubwürdigkeit der Wissensquelle sowie dem Kontextbezug, in dem das Wissen erzählt wird (Dick et al. 2006, S. 9; Dick et al. 2016, S. 332–335).

Schreyögg und Geiger (2003, S. 21 f.) hinterfragen in diesem Zusammenhang kritisch, inwieweit Narrationen in der Lage sind, Wissen mit einem impliziten Charakter abzubilden. Die Autoren kritisieren die Annahme, dass implizites Wissen über Narrationen aktiviert und transportiert werden kann, da es seinen Merkmalen

nach nicht sprachlich ist. Im Rahmen einer Evaluationsstudie (Dick et al. 2006, S. 40) zum Triadengespräch konnten die Ergebnisse zeigen, dass die Methode dazu beiträgt, erfahrungsbasiertes Wissen weiterzugeben. Das erworbene Wissen wurde von den beteiligten Akteur:innen im Berufsalltag angewendet. Weiterhin wurde bei den Teilnehmer:innen eine hohe Akzeptanz im Hinblick auf die Methode festgestellt. In einem Vergleich zu weiteren Wissensmanagementmethoden erreichte das Triadengespräch ein gutes Ergebnis.

4 Integratives Wissensmanagement bei der thyssenkrupp Steel Europe AG

Die anwendungsorientierte Perspektive wird im Rahmen des Beitrages durch die Abteilung Wissensmanagement und Lernende Organisation aus dem Bereich Human Resources der thyssenkrupp Steel Europe AG (tk SE AG) vertreten. Das Wissensmanagementkonzept verfolgt eine ganzheitliche Strategie, die das Verhältnis Mensch, Technik, Organisation in den Fokus nimmt. Das Team verantwortet die strategische Ausrichtung des Wissensmanagements im Konzern in enger Verzahnung mit anderen Fachbereichen. Alle Ansätze und Maßnahmen richten sich dabei an elaborierten Konzepten sowie Ergebnissen der Forschung aus.

Das Anwendungsszenario bei thyssenkrupp zeichnet sich durch die Besonderheit aus, dass bereits ein digitales Wissensmanagementsystem existiert. Im Zuge eines Dissertationsprojektes in Kooperation mit der TU Dortmund erfolgte die Entwicklung und Implementierung einer Lern- und Wissensplattform, kurz Wissensspeicher. Das Forschungsvorhaben untersuchte zudem die Bedeutung technischen Erfahrungswissens in industriellen Produktionsprozessen (Nakhosteen 2009). Demnach besteht technisches Erfahrungswissen nicht ausschließlich aus einem einzelnen Strukturmerkmal, sondern basiert auf einer Kombination aus strategischen Handlungszielen, befähigenden Handlungsmustern sowie Faktenwissen. Die gewonnenen Forschungsergebnisse wurden aufbereitet und mit einem technischen System verschränkt. Dabei lag der Fokus im Besonderen auf der Externalisierung von Erfahrungsbeständen. Ziel war und ist es, eine unternehmensweite Sicherung und zugleich Weitergabe von Erfahrungswissen zu ermöglichen.

Der Wissensspeicher basiert auf dem Prinzip des Selbstlernens und hat sich den Aufgaben der Wissensbewahrung und Wissensveredelung verschrieben. Als soziotechnisches System besteht er aus zwei Hauptkomponenten. Zum einen existiert eine Intranetplattform, über die Wissenskomponenten erstellt und bearbeitet werden. Auf diese Wissensbestände können die Mitarbeiter:innen unmittelbar zugreifen. Zum anderen lebt das System – und insbesondere dessen Qualität – von der redaktionellen Unterstützung durch Wissensarbeiter:innen. Die Mitarbeiter:innen stehen dabei in einem engen Austausch mit den Erfahrungsträger:innen. In Einzelgesprächen on the Job wird das Erfahrungswissen geborgen. Die Wissensarbeiter:innen tauchen dabei intensiv in den Arbeitskontext ein. Neben der subjektiven Per-

spektive des/der Erfahrungsträgers/-trägerin wird ebenso das Kollektiv einbezogen. Das bedeutet, dass alle am Prozess beteiligten Wissensakteur:innen (unterschiedliche Schichten, Führungskräfte) ihre Erkenntnisse synchronisieren und in den Wissenstransfer einbringen. Anschließend wird das Erfahrungswissen zielgruppenspezifisch und didaktisch aufbereitet und in den Wissensspeicher integriert. Die Visualisierung des Erfahrungswissens erfolgt durch unterschiedliche mediale Zugänge. Dabei richtet sich die Auswahl der Medien nach den zu vermittelnden Inhalten. Neben Textelementen kommen insbesondere multimediale Inhalte zum Einsatz (Video- und Audiodateien mit erweiterten Informationen). Prozessabläufe werden in Form von Anlagenschemata und Flussdiagrammen dargestellt, wobei die Visualisierungen grafisch einfach gehalten sind, jedoch hoch komplexe Inhalte repräsentieren. Die Darstellungen sind darauf ausgerichtet, den Mitarbeiter:innen eine ganzheitliche Sichtweise auf den Zusammenhang zwischen Prozess- und Handlungsschritt zu eröffnen. Änderungen an Wissensinhalten setzen redaktionelle Kompetenzen voraus, die neben dem Team der Wissensarbeiter:innen eine geringe Anzahl von Mitarbeiter:innen besitzt. Der Wissensspeicher kann stationär an allen Office-PCs sowie anlagennahen Rechnern aufgerufen werden. Erhebungen bei thyssenkrupp haben gezeigt, dass die Einarbeitungszeit neuer Mitarbeiter:innen oder rollierender Mitarbeiter:innen durch den Einsatz des Wissensspeichers um 30 % verkürzt werden konnte (Nakhosteen 2015, S. 29 ff.).

„StahlAssist“ knüpft an diese bereits bestehenden und elaborierten Strukturen des Wissens- und Erfahrungstransfers an. Um die Entwicklung des Assistenzsystems entlang konkreter betrieblicher Anforderungen zu gestalten, wurde für das Projekt eine Pilotabteilung ausgewählt: die BETA-Anlage im Kaltwalzwerk Dortmund. Die Anlage wurde 1972 in Betrieb genommen und besteht aus den beiden namensgebenden Hauptteilen der Beize und Tandemstraße. Dort wird das Stahlblech als sogenanntes Warmband angeliefert und zu Kaltband verarbeitet. 1991 wurde die Anlage modernisiert.

Der Pilotbereich wurde für „StahlAssist“ bewusst angefragt. Unter den Mitarbeiter:innen besteht eine hohe Akzeptanz zum Thema Wissensmanagement. Bereits im beschriebenen Dissertationsprojekt wirkte die Abteilung mit und wurde als einer der ersten Bereiche im Wissensspeicher erfasst. Darüber hinaus fand Ende 2017 eine umfassende Modernisierung der Beizanlage statt. Es wurde ein neues Beiz- und Sicherheitskonzept eingeführt und die Inbetriebnahme von Robotern auf dem Shopfloor umgesetzt. Im Zuge der Modernisierung erfährt das bisherige Prozess- und Erfahrungswissen eine Neusortierung. Es stellt sich die Frage, inwiefern Wissen ersetzt oder sogar vergessen werden muss. Hinzu kommt ein weiterer Aspekt: Seit der Implementierung des Wissensspeichers haben sich die Potenziale der zur Verfügung stehenden Softwarelösungen deutlich weiterentwickelt. Des Weiteren existieren heute leistungsfähigere sowie leicht zu tragende Kameras, Tablets und Smartphones für die Aufzeichnung von technischen Abläufen, die im Arbeitsprozess eingesetzt werden können. Viele Instandhaltungstätigkeiten im Produktionsbereich erfordern das Verlassen der stationären Steuerstände, sodass die mobile Verfügbar-

keit von Wissen deutliche Vorteile für sicheres und effizientes Arbeitshandeln bietet. Im Rahmen eines Evaluationsworkshops zur Nutzung des Wissensspeichers konnten erste Impulse für dessen Weiterentwicklung gewonnen werden. Die Mitarbeiter:innen sehen im Wissensspeicher ein hohes Potenzial für die Unterweisung und das Anlernen neuer Mitarbeiter:innen, die Aufrechterhaltung von Wissen sowie die Kommunikation über Störungen. Entwicklungspotenziale liegen in der mobilen Verfügbarkeit von arbeitsplatzspezifischen Informationen und der noch stärkeren Fokussierung auf multimediale Inhalte wie Simulationen und Abbildungen.

5 Gestaltungsansatz für die Entwicklung eines technologie- und erfahrungsbasierten Assistenzsystems

In einem ersten Schritt wurden die Gestaltungsanforderungen an die (Weiter-) Entwicklung einer technischen Lösung für die konkreten Bedarfe bei thyssenkrupp herausgearbeitet.

Im Fokus steht die Anforderung, eine Lösung zu gestalten, die das Dokumentieren und Nutzen von Erfahrungswissen im Arbeitsprozess ermöglicht. Der Einsatz mobiler Endgeräte bietet erweiterte Zugriffsmöglichkeiten, die die Nutzung eines Assistenzsystems nicht ausschließlich auf den Leitstand beschränken, sondern ebenso auf dem Shopfloor, und somit die Integration in den Arbeitsprozess ermöglichen. Damit wird die Voraussetzung geschaffen – gerade in Störsituationen – Problemlösungsprozesse im Sinne von Erfahrungsepisoden nutzer- und tätigkeitsbezogen zu dokumentieren. Zugleich muss der Zugriffs- und Freigabeprozess von relevanten Wissensinhalten deutlich stärker in die Hände der Fachexpert:innen gelegt werden. Dadurch erhöhen sich der Grad der Selbstständigkeit sowie die Spielräume der Partizipation für die Mitarbeiter:innen. Somit werden gezielt Dimensionen für eine lernförderliche Arbeitsgestaltung adressiert. Frieling et al. (2006, S. 229) haben im Zuge eines Forschungsprojektes sechs Dimensionen ermittelt, die tätigkeitsbezogene Lernbedingungen kennzeichnen: 1) Selbstständigkeit, 2) Partizipation, 3) Variabilität, 4) Komplexität, 5) Kommunikation/Kooperation, 6) Feedback und Information. Im Rahmen von „StahlAssist“ bildet die Lernförderlichkeit ein zentrales Gestaltungskriterium für das Assistenzsystem. Eine weitere Anforderung sowie Herausforderung ergibt sich für die Digitalisierung von Erfahrungsepisoden. Es stellt sich die Frage, inwiefern das Erfahrungswissen technologiebasiert aufbereitet und visualisiert werden kann, ohne dabei dessen individuellen Charakter und dessen Alleinstellungsmerkmale zu vernachlässigen. Mit Blick auf den gesamten Entwicklungsprozess rückt die Anbindung und sinnvolle Integration in bereits bestehende Wissensstrukturen in den Mittelpunkt.

Ein Gestaltungsansatz zur Dokumentation von Erfahrungsepisoden im Arbeitsprozess wurde von Forschungs- und Anwendungspartnern in einem Strategieworkshop entwickelt. Ausgangspunkt für die Gestaltung einer technologischen Lösung bildet die Entwicklung einer App. Diese ermöglicht es den Mitarbeiter:innen, eine

Serienaufnahme aus Fotos, Videos oder Texten zu erstellen, die sich zum Beispiel auf eine Fehlersituation oder deren Lösung bezieht. Der vollständige Prozess der Erfahrungsdokumentation besteht aus fünf aufeinander aufbauenden Handlungsschritten (siehe Abb. 2):

Abbildung 2: Gestaltungsansatz (eigene Darstellung)

Die Aufzeichnung einer Serie erfolgt im Arbeitsprozess unmittelbar in der technischen Anlage, wobei Handlungen und Abläufe dokumentiert werden können. Dokumentierbare Anlässe sind Bedienvorgänge, Reparatur- und Instandhaltungstätigkeiten sowie Wartungs- oder Umbauarbeiten (1). Weiterführend wird die aufgenommene Serie abgelegt und gespeichert. Dabei besteht die Option, Metadaten zu hinterlegen. Die Serie erhält eine Bezeichnung, die den Kern der dokumentierten Tätigkeit beschreibt. Als Erweiterung können Stichworte hinzugefügt werden. Den Aufnahmen werden automatisch das aktuelle Datum und der Betriebsbereich zugeordnet (2). Im Zuge der betriebsinternen Frühbesprechung werden Störungen und besondere Vorkommnisse unter den Mitarbeiter:innen ausgetauscht. Hier erfolgt die Einbindung der dokumentierten Serie. Ziel ist es, eine kollektive Validierung der Erfahrungsepisoden zu initiieren und einen Raum zur Reflexion zu schaffen. Dabei können Kommentare oder die Reihenfolge von Bildern korrigiert werden. Die Frühbesprechung bietet das Potenzial, gezielt Fragetechniken aus dem Triadengespräch einzusetzen sowie systemische Fragekategorien einzubinden, sodass Strategien der Problemlösung und Entscheidungsfindung gezielt hinterfragt und aufgearbeitet werden. Das

Triadengespräch kann hierbei die Entwicklung eines Besprechungsleitfadens unterstützen, der aus dem Erfahrungswissen der Fachkräfte gewonnen wird (3). An die Diskussionsphase schließt sich die Freigabe der Serienaufzeichnung an. Damit wird das Wissen bewahrt und die Grundlage für die Anbindung an bestehende Systemstrukturen geschaffen. Es wird das Fundament gelegt, einen kollektiven Wissenstransfer zum Beispiel über unterschiedliche Schichten oder sogar Betriebseinheiten hinaus anzustoßen (4). Der Aufruf einer freigegebenen Serie steht für die Ganzheitlichkeit des Prozesses. Bereits aufgezeichnete Serien stehen in Form von Handlungsanleitungen bei erneuter Ausführung von Tätigkeiten zur Verfügung (5).

Die weitere Vorgehensweise ist auf die Bewertung und Weiterentwicklung des Gestaltungsentwurfs ausgerichtet. Die zukünftigen Nutzer:innen sowie Entscheidungsträger:innen bei thyssenkrupp (Führungskräfte, Betriebsräte) werden aktiv in die Entwicklungsphase einbezogen. Parallel dazu erfolgt die Überprüfung der technologischen Machbarkeit, mit dem Ziel, bestehende Hürden (Netzabdeckung Shopfloor) zu identifizieren.

6 Fazit und Ausblick

Die erfolgreiche Implementierung des Assistenzsystems bei thyssenkrupp wird maßgeblich davon abhängen, inwieweit die Lösung an die betriebliche Realität der Mitarbeiter:innen anknüpft, sodass die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, eine Nutzungskultur zu entwickeln und zu erhalten. Die Lösung muss adressatengerecht im Sinne der vorhandenen Medienkompetenz und der Einbindung in die betrieblichen Prozesse gestaltet werden, um unterschiedliche Nutzer:innengruppen anzusprechen und einen gelingenden Erfahrungstransfer in der Organisation zu ermöglichen. Die langfristige organisationale Einbettung beschreibt eine weitere Herausforderung. Es soll eine integrierte technologiebasierte Lösung entwickelt werden, die nachhaltig in die technologischen und organisationalen Prozesse eingebunden ist. Gleichzeitig begleitet die Projektakteur:innen die grundsätzliche Frage, wie eine erfolgreiche Verschränkung an der Schnittstelle von Mensch und Technik gelingen kann, sodass Entscheidungsspielräume erweitert und nicht reduziert werden.

Literatur

Bainbridge, L. (1983). Ironies of Automation. Automatica, 19 (6.), S. 775–779. Verfügbar unter: https://www.ise.ncsu.edu/wp-content/uploads/2017/02/Bainbridge_1983_Automatica.pdf (Zugriff: 14.11.2018).

Bauer, H. G., Böhle, F., Munz, C., Pfeiffer, S. & Woicke P. (2006). Hightech-Gespür. Erfahrungsgeleitetes Arbeiten und Lernen in hoch automatisierten Arbeitsbereichen. Ergebnisse eines Modellversuchs beruflicher Bildung in der Chemischen Industrie (Schriftenreihe des Bundesinstituts für Berufsbildung). Bielefeld: W. Bertelsmann.

BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2017). Weissbuch. Arbeiten 4.0. Berlin.

Böhle, F. (2004). Die Bewältigung des Unplanbaren als neue Herausforderung in der Arbeitswelt – Die Unplanbarkeit betrieblicher Prozesse und erfahrungsgeleitetes Arbeiten. In: F. Böhle, S. Pfeiffer & N. Sevsay-Tegethoff (Hrsg.), Die Bewältigung des Unplanbaren. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 12–54.

Böhle, F., Bolte, A., Dunkel, W., Pfeiffer, S., Porschen, S. & Sevsay-Tegethoff, N. (2004). Der gesellschaftliche Umgang mit Erfahrungswissen: Von der Ausgrenzung zu neuen Grenzziehungen. In: U. Beck & C. Lau (Hrsg.), Entgrenzung und Entscheidung: Was ist neu an der Theorie reflexiver Modernisierung? Frankfurt am Main: Suhrkamp, S. 95–122.

Böhle, F. (Hrsg.) (2017). Arbeit als Subjektivierendes Handeln. Handlungsfähigkeit bei Unwägbarkeiten und Ungewissheit. Wiesbaden: Springer VS.

Büssing, A. & Herbig, B. (2003). Implizites Wissen und Wissensmanagement – Schwierigkeiten und Chancen im Umgang mit einer wichtigen menschlichen Ressource. Zeitschrift für Personalpsychologie, 2 (2), S. 51–65.

Dick, M., Nebauer, K. & Schrader, K. (2006). Triadengespräche als Methode des Wissens- und Erfahrungstransfers: Die Evaluation einer Pilotanwendung. (Empirische Arbeitsforschung. Empirische Beiträge aus der Psychologie, Soziologie und Pädagogik der Arbeit, Nr. 01). Magdeburg: Universität.

Dick, M. (2006). Triadengespräche als Methode der Wissenstransformation in Organisationen. In: V. Luif, G. Thoma & B. Boothe (Hrsg.), Beschreiben – Erschließen – Erläutern. Psychotherapieforschung als qualitative Wissenschaft. Lengerich: Pabst, S. 141–166.

Dick, M., Braun, M., Eggers, I. & Hildebrandt, N. (2010). Wissenstransfer per Triadengespräch: eine Methode für Praktiker. Zeitschrift Führung + Organisation: ZfO, 79 (6), S. 375–383.

Dick, M., Nebauer-Herzig, K. & Termath, W. (2016). Triadengespräch. In: M. Dick, W. Marotzki & H. Mieg (Hrsg.), Handbuch Professionsentwicklung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt/Utb, S. 331–341.

Frieling, E., Bernard, H., Bigalk, D. & Müller, R. F. (2006). Lernen durch Arbeit. Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung der Lernmöglichkeiten am Arbeitsplatz. Münster: Waxmann.

Fischer, M. (2016). Erfahrung. In: M. Dick, W. Marotzki & H. Mieg (Hrsg.), Handbuch Professionsentwicklung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt/Utb, S. 181–192.

Gruber, H. (1999). Erfahrung als Grundlage kompetenten Handelns. Bern: Hans Huber.

Haase, T., Berndt, D. & Termath, W. (2016). Anforderungen an die lernförderliche Gestaltung von Assistenzsystemen für die Instandhaltung – Beispiele aus der Stahl- und Prozessindustrie. In: C. M. Schlick (Hrsg.), Megatrend Digitalisierung. Potentiale der Arbeits- und Betriebsorganisation (Schriftenreihe der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Arbeits- und Betriebsorganisation (WGAB) e. V.). Berlin: Gito, S. 323–338.

Haase, T., Termath, W. & Schumann, M. (2015). Integrierte Lern- und Assistenzsysteme für die Produktion von morgen. In: H. Meier (Hrsg.), Lehren und Lernen für die moderne Arbeitswelt (Schriftenreihe der Hochschulgruppe für Arbeits- und Betriebsorganisation (HAB)). Berlin: Gito, S. 183–207.

Lutz, B. & Meil, P. (2000). Thesen zum zukünftigen Qualifikationsbedarf der deutschen Industrie. In: B. Lutz, P. Meil & B. Wiener (Hrsg.), Industrielle Fachkräfte für das 21. Jahrhundert. Aufgaben und Perspektiven für die Produktion von morgen. Frankfurt a. M., New York: Campus, S. 17–38.

Nakhosteen, C. B. (2009). Technisches Erfahrungswissen in industriellen Produktionsprozessen. Aachen: Shaker.

Nakhosteen, C. B. (2015). Erfahrungswissen im Unternehmen sichern und weitergeben. In: J. Gutmann & K. Schwuchow (Hrsg.), Personalentwicklung: Themen, Trends, Best Practice. Freiburg, München: Haufe Gruppe, S. 29–31.

Neuweg, G. H. (2006). Implizites Wissen als Forschungsgegenstand. In: F. Rauner (Hrsg.), Handbuch Berufsbildungsforschung. Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 581–588.

Nies, S. & Sauer, D. (2010). Theoriegeleitete Fallstudienforschung. Forschungsstrategien am ISF München. In: H. J. Pongratz & R. Trinczek (Hrsg.), Industriesoziologische Fallstudien. Entwicklungspotenziale einer Forschungsstrategie. Berlin: Edition Sigma, S. 119–162.

Pfeiffer, S. (2007). Montage und Erfahrung. Warum Ganzheitliche Produktionssysteme menschliches Arbeitsvermögen brauchen. München, Mering: Rainer Hampp.

Schlippe, A. v. & Schweitzer, J. (2013). Lehrbuch der systemischen Therapie und Beratung (2. Auflage). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Schreyögg, G. & Geiger, D. (2003). Kann die Wissensspirale Grundlage des Wissensmanagements sein? Diskussionsbeiträge des Instituts für Management. Berlin: Freie Universität Berlin. Verfügbar unter: http://www.ub.uni-koeln.de/ssg-bwl/archiv1/2008/9309_wissensspirale_grundlage_wissensmanagements.pdf (Zugriff: 01.12.2018).

Weyer, J. (2008). Techniksoziologie. Genese, Gestaltung und Steuerung sozio-technischer Systeme. Weinheim, München: Juventa.

Windelband, L. & Dworschak, B. (2018). Arbeit und Kompetenzen in der Industrie 4.0. Anwendungsszenarien, Instandhaltung und Leichtbaurobotik. In: H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann & J. Niehaus (Hrsg.), Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden: Nomos, S. 63–80.

Windelband, L. & Spöttl, G. (2011). Konsequenzen der Umsetzung des „Internet der Dinge" für Facharbeit und Mensch-Maschine-Schnittstelle. In: FreQueNz Newsletter 2011, S. 11–12. Verfügbar unter: http://www.frequenz.net/uploads/tx_freqprojerg/frequenz_newsletter2011_web_final.pdf (Zugriff: 21.11.2018).

Zeller, B., Achtenhagen, C. & Föst, S. (2010). Das „Internet der Dinge“ in der industriellen Produktion – Studie zu künftigen Qualifikationserfordernissen auf Fachkräfteebene. Abschlussbericht. In: FreQueNz – Früherkennung von Qualifikationserfordernissen. Nürnberg: Forschungsinstitut Betriebliche Bildung (f-bb), S. 78–87. Verfügbar unter: http://www.frequenz.net/uploads/tx_freqprojerg/Abschlussbericht_IdD_in_der_industriellen_Produktion_final.pdf (Zugriff: 13.11.2018).

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Rollenkonstellation im Triadengespräch 54

Abb. 2 Gestaltungsansatz 58

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Arbeitshandeln nach Böhle 52

Autorinnen und Autor

Gerhardt, Mareike, M. Sc./M. A., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Lehrstuhl für Betriebspädagogik, Institut I: Bildung, Beruf und Medien, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 3, 39106 Magdeburg, mareike.gerhardt@ovgu.de

Haase, Tina, Dr.-Ing., Leiterin Technologiefeld „Lernen und Erfahrungstransfer“, Geschäftsfeld „Mess- und Prüftechnik“, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF Magdeburg, Sandtorstr. 22, 39106 Magdeburg, tina.haase@iff.fraunhofer.de

Nakhosteen, C. Benjamin, Dr.-Ing., Head of Learning & Transformation Concepts (Leiter Weiterbildung, Organisationsentwicklung, Wissensmanagement), Human Resources Development, thyssenkrupp Steel Europe AG, Kaiser-Wilhelm-Straße 100, 47166 Duisburg, benjamin.nakhosteen@thyssenkrupp.com

Lernen und kreativ planen in einem 360°-Projektionsraum

Alinde Keller, Tina Haase

Abstract

Zunehmend individualisierte Produkte und Prozesse erfordern hochflexible Produktionssysteme. Der interaktive Lern- und Kreativraum „LiMo-Raum“[1] unterstützt interdisziplinäre Teams bei der Planung und Gestaltung erforderlicher technologischer Veränderungen. Der Beitrag untersucht, in welcher Weise virtuelle und analoge Formate kombiniert werden können, um das didaktische Potenzial des LiMo-Raums zu nutzen und kreative Planungsprozesse zu ermöglichen. Das Ergebnis ist ein Gestaltungs- und Interaktionskonzept.

Increasingly individualized products and processes require high flexibility production systems. The interactive learning and creative space “LiMo-Raum” supports interdisciplinary teams who plan and design required technological changes. This paper examines how virtual and analogue formats can be combined in order to realize the didactic potential of the mixed-reality environment and to enable creative planning processes. The result is a design and interaction concept.

1 Ausgangssituation und Herleitung der Forschungsfrage

> “In the coming months and years, it [Augmented Reality] will transform how we learn, make decisions, and interact with the physical world. It will also change how enterprises serve customers, train employees, design and create products, and manage their value chains, and, ultimately, how they compete.” (Porter & Heppelmann 2017)

Der Einsatz virtueller und erweiterter Realitäten gewinnt derzeit hohe Aufmerksamkeit in der Industrie. Wie im Zitat der Wirtschaftswissenschaftler Porter und Heppelmann deutlich wird, ergeben sich Potenziale entlang der gesamten industriellen Wertschöpfungskette. Während erweiterte Realität physische Objekte mit digitalen Informationen überlagert, enthalten virtuelle Realitäten (VR) datengenerierte, nichtphysische Umgebungen. VR wird beispielsweise bei Qualifizierungen an selten verfügbaren Anlagen, für nicht sichtbare Prozesse oder besonders gefährliche Tätigkei-

1 LiMo-Raum: „Logistik- und Montageprozesse nutzerorientiert gestalten: interaktiver Lern- und Kreativraum“ (FKZ: ZWB 1704/00094); zugrundeliegende Arbeiten wurden im Rahmen der FuE-Richtlinien vom Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt und dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert und von der Investitionsbank Sachsen-Anhalt betreut.

ten eingesetzt (Haase 2017). Dabei werden sowohl Risiken als auch Kosten minimiert. In der Produktentwicklung wird VR u. a. in Form von 3D-Hologrammen bei kollaborativen Design-Reviews genutzt, um die Entwicklung eines kostenintensiven physikalischen Prototyps einzusparen (Porter & Heppelmann 2017).

Im Kontext von Industrie 4.0 werden neben technologischen Entwicklungen auch Themen der Akzeptanz sowie der interdisziplinären und partizipativen Gestaltung von Veränderungsprozessen für Unternehmen wichtig. Dieses zeigt beispielsweise die äußere Ebene „Enterprise Transformation" des Fraunhofer-Schalenmodells Industrie 4.0. (Neugebauer et al. 2016), die u. a. das Themenfeld „Change Management" enthält (Abb. 1).

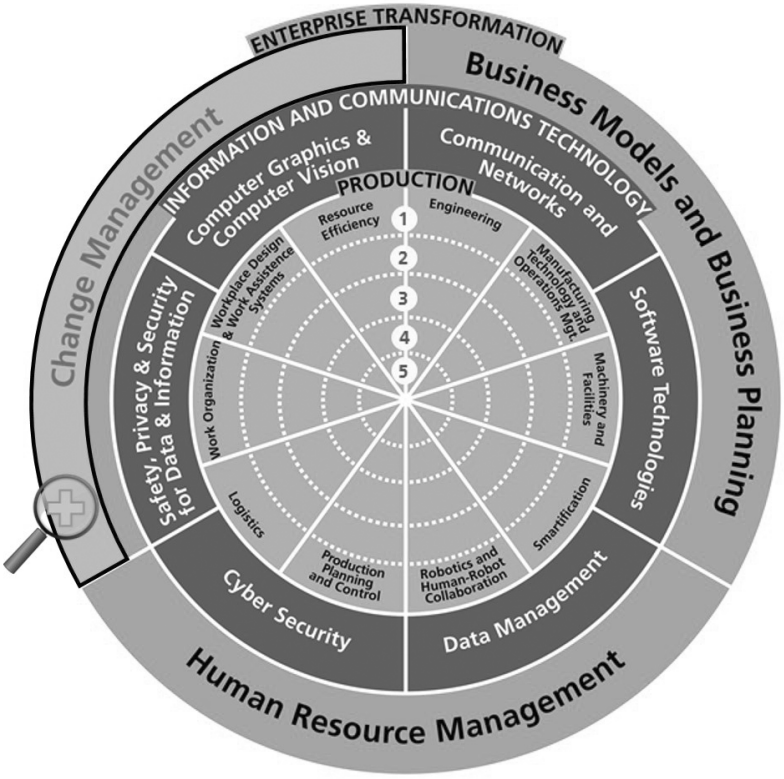


Abbildung 1: Das Fraunhofer Schalenmodell Industrie 4.0 zeigt das Handlungsfeld „Change Management" in der Ebene „Enterprise Transformation" (eigene Darstellung nach Neugebauer et al. 2016)

Der Beitrag stellt sich daher der Frage, wie das Potenzial von VR bei der nutzerzentrierten Einführung und Gestaltung technologischer Veränderungen sowie bei Planungs-, Umplanungs- und Neuplanungsprozessen in den Anwendungsfeldern Logistik und Montage genutzt werden kann. Im Ergebnis entsteht ein Gestaltungs- und Interaktionskonzept für den interaktiven Lern- und Kreativraum „LiMo-Raum" im 360°-Großprojektionssystem „Elbedome" (Schenk & Masik 2017).

2 360°-Projektionsraum „Elbedome“

Der Elbedome ist ein Mixed-Reality-Labor zur großflächigen Darstellung interaktiver Visualisierungen, in dem großdimensionale Inhalte im Maßstab 1:1 erlebbar gemacht werden können, z. B. Maschinen, Anlagen, Fabriken oder urbane Räume. Die Form des Elbedomes ähnelt der eines Zylinders mit einem Durchmesser von 16 Metern und einer Höhe von 4 Metern. Mit 360°-Wandfläche und Bodenfläche besitzt er so eine Projektionsfläche von über 400 m^2.

2.1 Technische Infrastruktur

Eine ausgefeilte technische Infrastruktur ermöglicht den Workshopteilnehmer:innen im Elbedome ein multisensorisches interaktives Erlebnis. Einige spezifische Angaben zur technischen Infrastruktur werden im Folgenden dargelegt.

2.1.1 Projektionsfläche

Als Projektionsfläche dienen die Mantelfläche und die Bodenfläche des Zylinders. Über die Krümmung der Leinwand wird im Bodenbereich ein homogener Übergang zwischen Boden- und Projektionsfläche erreicht und das immersive Erleben verstärkt. Die Türsegmente können verschlossen werden, sodass eine vollständige Rundumprojektion möglich ist.

Gegenüber der ersten Generation des Elbedomes wird jetzt eine deutlich verbesserte Helligkeit erzielt und die Reflektivität der Projektionsfläche erhöht.

2.1.2 Projektionssystem

Die Inhalte werden über 25 Stereo-Projektoren projiziert. Um 3D-Modelle in Form von Hologrammen direkt im Raum darstellen zu können, wird ein omnistereoskopisches Verfahren verwendet. Die Teilnehmer:innen tragen dafür 3D-Aktiv-Stereo-Brillen. Die Projektoren erreichen eine Helligkeit von 12.000 Lumen und eine Auflösung von 50 Megapixel.

2.1.3 Audiosystem

Das immersive Erleben wird durch die Verwendung eines Audiosystems verstärkt. 20 Hoch- und Mitteltönerboxen sowie 3 Tieftönerboxen generieren ein eindrucksvolles Klangerlebnis.

2.1.4 Sensorsysteme

Um in der projizierten Umgebung mit den virtuellen Welten interagieren zu können, müssen die Anwender:innen und Interaktionsgeräte lokalisiert werden. Dazu ist der Elbedome mit einer Reihe von Sensorsystemen ausgestattet und durch zusätzliche Sensorik erweiterbar. Ein Infrarot-Trackingsystem ermöglicht Motion Capturing.

2.1.5 Rechen-Cluster

Zur Echtzeit-Berechnung der projizierten Inhalte (Rendering) wird ein Rechen-Cluster aus 30 High-End-PCs genutzt. Die Rechenleistung dient neben der Bilderzeugung vor allem für High Performance Computing-Anwendungen wie numerische Simulationen oder Remote-Rendering-Anwendungen.

2.2 Didaktische Potenziale des Elbedomes für Lern- und Planungsprozesse

2.2.1 Didaktisches Potenzial virtueller Technologien für industrielle Anwendungen

Der Einsatz virtueller Technologien bietet für industrielle Anwendungen eine Reihe didaktischer Potenziale, die im Elbedome genutzt werden können. Jenewein und Schulz (2007) beschreiben diese Potenziale (Komplexität, Transparenz, Dynamik, Vernetztheit, Reversibilität, Kosten-, Zeit- und Ortsabhängigkeit), von denen einige ausgewählte im Folgenden mit Blick auf ihre Wirkung im Elbedome beschrieben werden:

Transparenz: Am realen Gerät ist die Sicht aufgrund baulicher Gegebenheiten oft eingeschränkt und die Nutzung für das Lernen damit nicht optimal. In virtuellen Welten können verdeckende Bauteile transparent dargestellt werden und geben so den Blick ins Innere frei. Im Elbedome besteht die Möglichkeit, sich das virtuelle Modell einer Maschine oder Anlage in den Raum zu projizieren und sich direkt in dieses Objekt hineinzubegeben.

Dynamik: Die Sichtbarkeit von Bauteilen oder funktionalen Prozessen ist oft auch durch die Prozessgeschwindigkeit eingeschränkt. In virtuellen Lern- und Arbeitsumgebungen können diese Prozesse durch Zeitstreckung oder -raffung so dargestellt werden, dass sie für die Betrachter nachvollziehbar werden. Im Elbedome können so z. B. die Auswirkungen von angepassten Planungsprozessen durch eine Simulation deutlich gemacht werden.

Vernetztheit: In einer realen Arbeitsumgebung sind die Inhalte miteinander vernetzt und können nicht losgelöst voneinander betrachtet werden. Das betrifft z. B. das gleichzeitige Wirken von physikalischen Parametern wie Druck und Temperatur. In einer virtuellen Lernumgebung können die Parameter voneinander getrennt und erst in einem fortgeschrittenen Lernstadium gemeinsam betrachtet werden. In ähnlicher Weise gilt dies in Produktionsanwendungen für die Betrachtung von Produkten und Produktionsumgebung.

2.2.2 Anwendung für Erfahrungstransfer

> „Wenn sich implizites Wissen nicht explizieren lässt, so müssen Rahmenbedingungen geschaffen werden, unter denen es sich erfahren lässt (Fischer 2007).

Das Erfahrungswissen erfahrener Mitarbeiter:innen zu transferieren ist eine Herausforderung vieler Unternehmen, die aufgrund des impliziten Charakters dieses Wissens nicht trivial zu bewältigen ist. Das Wissen ist an konkrete betriebliche Situa-

tionen und Tätigkeiten sowie an die Person selbst gebunden (Dick et al. 2016). Oft sind sich die Erfahrungsträger:innen ihrer Expertise nicht bewusst, was den Transfer dieses Wissens zusätzlich erschwert. Das Abrufen von Erfahrungswissen gelingt in der realen Arbeitssituation und direkt in der Tätigkeit besser.

Im Elbedome können diese Rahmenbedingungen bezüglich der oben genannten Potenziale geschaffen werden. Erfahrungsträger:innen und Wissensnehmer:innen können sich in der virtuellen Umgebung an die technischen Plätze begeben, an denen konkrete betriebliche Arbeitsaufträge durchzuführen sind (siehe Abb. 5). Der/die Expert:in wird unter diesen Bedingungen, besser als in einer Gesprächssituation im Büro, in die Lage versetzt, Erlebtes wiederzugeben und zu reflektieren.

3 Gestaltungs- und Interaktionskonzept

Als methodisches Grundprinzip für die Durchführung von Workshops im Elbedome wurde Design-Thinking (Plattner et al. 2009) ausgewählt. Die Gestaltung einzelner Phasen des Design-Thinking erfolgt anhand der didaktischen Potenziale sowie der Möglichkeiten der technischen Infrastruktur.

3.1 Auswahl der Methode Design-Thinking

Am Ansatz des Design-Thinking besteht derzeit ein gewachsenes Interesse in der Industrie. Er wird als „neuartige Methode zur Entwicklung innovativer Ideen in allen Lebensbereichen“ (HPI School of Design Thinking 2018) bezeichnet. Der LiMo-Raum bietet Potenziale für die neuartige Realisierung der drei Grundprinzipien des Design-Thinking: Multiperspektivität, Variabilität des Raums sowie Iterativität (Plattner et al. 2009). Vielfältige Interaktionsmöglichkeiten wie auch integrierte Daten-Schnittstellen zur schnellen Anpassung von prototypischen 3D-Modellen sind Beispiele für die Umsetzung dieser Prinzipien. Sie ließen sich in Räumlichkeiten ohne vergleichbare technologische Ausstattung nicht realisieren.

Üblicherweise wird die Methode im Produkt- oder Servicedesign eingesetzt. Weniger beleuchtet hingegen wurde das Design-Thinking in der unternehmensinternen Planung technologischer Neuerungen im Kontext von Industrie 4.0. Die Auswahl der Methode des Design-Thinking zur Unterstützung von Planungsprozessen im Mixed-Reality-Labor erfolgt im Wesentlichen aus drei Gründen: Er basiert auf visuellen Elementen, fördert interdisziplinäre Problemlöseprozesse und systematisiert die Einbindung von Nutzer:innen.

1. **Integration visueller Elemente**. Die Unterstützung des visuellen Denkens ist ein Grundelement des Design-Thinking. Durch den Einsatz von VR im Mixed-Reality-Labor ergeben sich hier neue Potenziale für die Umsetzung von Visualisierungen, die insbesondere für Planungen im Produktionsumfeld zur Geltung kommen (vgl. Kapitel 2.2). Visuelle Repräsentationen wiederum unterstützen wirkungsvoll kognitive Prozesse in technischen Disziplinen (vgl. Weisberg & Newcombe 2017).

2. **Förderung interdisziplinärer Problemlöseprozesse**. Der Designprozess selbst kann als Prozess des Problemlösens verstanden werden (vgl. Goldschmidt 2017; Plattner et al. 2009). Dabei gilt: Je höher der Neuheitsgrad eines Problems, desto effektiver wirkt sich das aktive Erkunden des Problemkontextes im *Raum* auf den Problemlöseprozess aus (vgl. Kaufmann 1980). Die aktive Erkundung von Problemstellungen und Lösungsideen im Produktionsumfeld kann im begehbaren 360°-Großprojektionssystem realisiert werden. Der Einsatz von VR ermöglicht in neuer Form das interdisziplinäre ‚Zusammendenken' und eine lebendige Interaktion im Planungsteam.
3. **Systematische Einbindung von Nutzer:innen**. Design-Thinking bindet die Perspektiven zukünftiger Anwender:innen in den Gestaltungsprozess systematisch ein. Eine nutzerzentrierte Gestaltung ist beispielsweise bei ergonomischen und informationstechnischen Assistenzlösungen erfolgskritisch. Der LiMo-Raum ermöglicht es verschiedenen Akteur:innen, Prototypen zu erleben und im Raum zu kollaborieren. Auf diese Weise wird der Dialog zwischen heterogenen Stakeholder:innen unterstützt. Durch die VR-Projektion im Designprozess werden Erlebnisse und Erfahrungen der zukünftigen Nutzer:innen aktiviert. So werden Reflexion, kreatives Feedback und Gestaltungsideen angeregt (Goldschmidt 2017; vgl. Schön 1984).

Abschließend soll ergänzt werden, dass Design-Thinking in diesem Rahmen nicht nur zur Produktinnovation, sondern zur Gestaltung von Technologie *und* sozialer Komplexität als soziotechnisches System im Produktionsumfeld eingesetzt wird. Vertreter:innen der beteiligten Stakeholder:innen – Expert:innen und Spezialist:innen der technologischen Veränderung, aber auch zukünftige Anwender:innengruppen oder Sozialpartner – spiegeln das zu gestaltende System ganzheitlich durch ihre Anwesenheit im Workshop wider. Dieses Verständnis geht über ein linear-planerisches Verständnis vom Gestaltungsprozess hinaus; es ist offen, vernetzt und zielt auf die Entstehung sozialer Innovationen am Arbeitsplatz (vgl. Weber 2014).

3.2 Gestaltung moderierter Workshops nach den Phasen des Design-Thinking

Ziel der Workshops im LiMo-Raum ist es, eine Plattform zur kollaborativen Planung und Gestaltung technologischer Veränderungen von interdisziplinären Teams aus Unternehmen sowie aus Forschung und Entwicklung zu schaffen. Die Perspektiven der zukünftigen Nutzer:innen der neuen Technologien stehen dabei im Zentrum.

In der Vorbereitung der Workshops werden die Zielstellungen der Beteiligten in den Unternehmen erfragt. Außerdem werden relevante Dokumente und Daten identifiziert, die im Elbedome genutzt werden können (z. B. Hallenlayouts oder CAD-Daten). Die Dauer des Workshops passt sich an diese Rahmenbedingungen an. Auch werden ggf. einzelne Phasen als Schwerpunkte ausgewählt.

Die Phasen des Workshops werden, bezogen auf diese Zielstellung, im LiMo-Raum wie in Tab. 1 dargestellt gestaltet. Die detaillierte Beschreibung der didaktischen Umsetzung (vgl. Kapitel 2.2) ausgewählter Phasen erfolgt im nächsten Abschnitt.

Tabelle 1: Die Gestaltung der Phasen des Design-Thinking für einen Workshop im LiMo-Raum

Phase	Umsetzung im Workshop im LiMo-Raum
Phase 0: Einführung	Die Teilnehmer:innen eines Workshops werden in die Infrastruktur des Elbedomes eingewiesen und lernen die Interaktionsmöglichkeiten kennen.
Phase 1: Verstehen	Der Problembereich wird im 360°-Großprojektionssystem visualisiert. Anhand der Visualisierung klären die Teilnehmer:innen ihr Verständnis von zentralen Begriffen und tauschen sich über Herausforderungen aus.
Phase 2: Observieren	Die Teilnehmer:innen bewerten das Problem aus unterschiedlichen Perspektiven in Kleingruppen. Dabei werden auch Problemursachen eingegrenzt.
Phase 3: Problemdefinition	Die Teilnehmer:innen stellen sich gegenseitig ihre Sichtweisen vor. Im Ergebnis wird eine präzise Zielstellung für den Workshop entwickelt.
Phase 4: Ideen entwickeln	Mittels Brainstorming werden Ideen entwickelt und technische Varianten geplant. Dies geschieht interaktiv, z. B. mit einer digitalen Kreativsoftware, die in der 360°-Arbeitsumgebung genutzt wird.
Phase 5: Prototypisierung	Ausgewählte Varianten werden weiter ausgearbeitet und anschließend in 3D visualisiert. Es können auch hybride Arrangements entstehen, z. B. ein Hologramm eines neuen Aufbaus an einem real aufgebauten Arbeitsplatz.
Phase 6: Testen	Prototypen oder Planungsvarianten werden nur so detailliert dargestellt, wie es nötig ist, damit die späteren Nutzer:innen der Technologie nützliches Feedback geben können. Dabei identifizieren die Teilnehmer:innen Stärken und Schwächen.
Phase 7: Abschluss	Die Teilnehmer:innen geben Feedback zum Workshop, zu den erzielten Ergebnissen und legen weitere Schritte fest. Eine multimedial aufbereitete Dokumentation der Ergebnisse wird vorgestellt.

3.3 Umsetzung der didaktischen Gestaltung in ausgewählten Phasen

Anhand ausgewählter Phasen wird im Folgenden veranschaulicht, wie das didaktische Potenzial des Lern- und Kreativraums im Elbedome (vgl. Abschnitt 2.2) in einem Gestaltungs- und Interaktionskonzept umgesetzt werden kann.

3.3.1 Phase 1: Verstehen

Das Produktionsumfeld eines Unternehmens kann mit einer 360°-Kamera während der Vorbereitung des Workshops fotografiert werden. Die fotorealistischen Darstellungen der Fabrikhalle werden dann in Phase 1 des Workshops auf der umgebenden Leinwand im 360°-Großprojektionssystem gezeigt. Die Verankerung der Problemsituation in der vertrauten Arbeitsumgebung ermöglicht situiertes Lernen: Zum einen weckt sie das Interesse der Teilnehmer:innen. Zum anderen aktiviert sie das komplexe Handlungs- und Erfahrungswissen der Teilnehmer:innen (vgl. Kapitel 2.2). Die Projektion verschiedener Situationen unterstützt einen multiperspektivischen Austausch über zentrale Begriffe. Erzählungen zu komplexen Wirkzusammenhängen

an Anlagen, Maschinen, Werkzeugen oder Produkten können zudem unterstützt werden, indem die fotorealistische Darstellung mit virtuellen Funktionsmodellen überlagert wird. So werden z. B. verdeckte Bauteile sichtbar. Die Teilnehmer:innen können zudem in der Diskussion sicherstellen, dass sich alle auf das gleiche Bauteil beziehen (Haase 2017; Gruber 1999 u. a.).

In dieser Phase des Workshops wird ein Plenumssetting gewählt. Rollbare Sessel mit Schreibtablar unterstützen die Beweglichkeit und Interaktion im Raum und bieten zugleich eine komfortable Sitzmöglichkeit.

Durch das Eintauchen in die Visualisierung und die Darstellung verschiedener Sichten entsteht ein gemeinsames Problemverständnis in der frühen Phase des Workshops.

Abbildung 2: Workshopteilnehmer tauschen sich in Phase 1 anhand einer 360°-Projektion über Herausforderungen aus verschiedenen Sichten aus. Im Foto sind virtuelle Funktionsmodelle zu sehen, welche die fotorealistische Darstellung der Fabrikhalle überlagern (Quelle: Fraunhofer IFF)

3.3.2 Phase 3: Problemdefinition

In der vorherigen Phase 2 (Oberservieren) haben sich die Teilnehmer:innen in Kleingruppen intensiv über Erfahrungsgeschichten ausgetauscht, Problemursachen eingegrenzt und bewertet. Ziel dieser Phase ist es, aus den vielfältigen Erzählungen und Bewertungen wieder das Zentrum des Problems zu identifizieren und es zu definieren. Auf dieser Basis wird die Zielstellung für den Workshop konkretisiert, die alle Teilnehmer:innen mittragen.

In dieser Phase entfaltet der LiMo-Raum sein Potenzial als variabler Raum. Für die Moderation können interaktive Moderationswerkzeuge genutzt werden, welche die gemeinsame Problem- und Zieldefinition unterstützen. Der/die Moderator:in kann über ein Moderationsinterface auf der 360°-Projektionsfläche z. B. die „Denk-

hüte“ nach de Bono (1986) zeigen. Der Raum wird dabei in farbliche Spektren eingeteilt, die jeweils für einen Denkhut stehen (Abb. 3). Der/die Moderator:in kann außerdem per Knopfdruck Workshopregeln oder die Zielstellung projizieren. Auf diese Weise wird die Moderation des Workshops zum Erlebnis.

Abbildung 3: Projektion der Denkhüte nach de Bono (1986) anhand von Farbspektren im Elbedome in Phase 3 (Quelle: Fraunhofer IFF)

3.3.3 Phase 4: Ideen entwickeln

Üblicherweise werden in der Phase der Ideenentwicklung Brainstorming-Methoden eingesetzt, beispielsweise zur Planung von Varianten. Anders als in den vorhergehenden Phasen wird für die Ideenentwicklung keine gegenständliche Projektion von Produktionsinhalten gewählt, sondern vorzugsweise inspirierende Naturszenarien, z. B. eine Waldumgebung oder eine leerstehende Fabrikhalle. Das Merkmal der Variabilität des Raums wird u. a. durch leichte, transportable Hocker unterstützt.

Für das Brainstorming stehen zwei rollbare Displays zur Verfügung, auf denen eine Kreativsoftware installiert ist. Notizen oder Skizzen, welche die Teilnehmer:innen auf Papier anfertigen, werden durch die Software sofort digital erfasst. Auch ermöglicht sie die digitale Abfrage von Metaplankarten auf einer unbegrenzten Leinwand. Somit können Ideen beliebig komplex dargestellt und Zusammenhänge einfach grafisch visualisiert werden. Die Durchführung von Brainstormings mit dieser Software ermöglicht eine teilautomatisierte Dokumentation der Ideen und Ergebnisse und reduziert damit den Dokumentationsaufwand.

Abbildung 4: Brainstorming mit Kreativsoftware in inspirierender Umgebung in Phase 4 (Quelle: Fraunhofer IFF)

3.3.4 Phase 6: Testen

Ziel der Testphase ist es, nützliches Feedback von späteren Nutzer:innen und weiteren Stakeholder:innen einer technologischen Innovation einzuholen. Die in Phase 5 erstellten Planungsvarianten und Prototypen werden gemeinsam virtuell „begangen" und künftige Auswirkungen auf verschiedenen Ebenen im Unternehmen diskutiert. Durch die 3D-Visualisierung im Großprojektionssystem werden Designentwürfe wie auch die künftige Raumatmosphäre eines Arbeitsplatzes erlebbar. So wird ein ganzheitliches, emotionales Feedback ermöglicht. Außerdem ist ein funktionsübergreifendes Feedback (z. B. aus Sicht des Brandschutzes oder der Logistik) möglich. Alle Maßnahmen der Testphase verfolgen das Ziel, punktgenaues Feedback künftiger Nutzer:innen und weiterer Stakeholder:innen einzuholen.

Abbildung 5: Virtuelle ‚Begehung' eines technischen Platzes im Stahlwerk in Phase 6 (Quelle: Fraunhofer IFF)

4 Zusammenfassung und Ausblick

Derzeit wird das Gestaltungs- und Interaktionskonzept in Workshops mit verschiedenen Zielgruppen und Anwendungsfeldern eingesetzt und evaluiert. Beispielsweise wurde es in Strategiesitzungen des eigenen Hauses genutzt. Auch bei einem Innovationsworkshop mit einem interdisziplinären Team eines Industriekonzerns wurden Erfahrungen gesammelt.

Die Auswertung des Nutzer:innenfeedbacks zeigt, dass die 360°-Großprojektion Faszination und Neugierde auslöst. Auch die Interaktion mit der Kreativsoftware machte den Teilnehmer:innen Spaß. Entwicklungspotenzial sahen die Nutzer:innen bei Interaktionsmöglichkeiten in der 360°-Arbeitsumgebung. Sie empfänden es als hilfreich, die Workshop-Agenda interaktiv und in Großformat zu projizieren und anpassen zu können. Auch wurde deutlich, dass die Simulationsoptionen für Planungsvarianten weiter ausgebaut werden sollten. Zu untersuchen ist, ob anfängliche Effekte, wie die faszinierende Wirkung, auch bei langfristiger Nutzung des LiMo-Raums anhalten.

Eine explorative Untersuchung auf Basis von Workshops mit Studierenden sowie anschließender leitfragengestützter Gruppendiskussionen wurde durchgeführt und wird derzeit ausgewertet (Werkhausen 2018). Das Untersuchungsergebnis sind Hypothesen über die Auswirkung der virtuellen Umgebung auf Kreativprozesse.

Eine vorläufige Auswertung deutet darauf hin, dass die Integration von Animationen in projizierte Szenarien den Erlebnischarakter verstärkt und inspirierend wirkt. Auch würden hierdurch gewohnte Gedankenmuster aufgebrochen, da mentale Provokationen erzeugt werden. Umgebungsbilder, die dem Problemumfeld entstammen, lenkten die Teilnehmer:innen in ihrer Ideenfindung und schränkten diese eher ein.

Zukünftige Forschungsfragen beziehen sich zum einen auf die Nutzung des Elbedomes als Forschungslabor z. B. für Ergonomieuntersuchungen. Dafür werden die Arbeitsplätze real im Elbedome aufgebaut und deren Umgebungsbedingungen realitätsnah simuliert. Zum anderen soll untersucht werden, inwiefern das visuelle Repertoire im Elbedome Bildungsprozesse unterstützt. Das Setting des LiMo-Raums kann darüber hinaus zukünftig bspw. auch für Formate der Berufsorientierung genutzt werden. Unternehmen, die Ausbildungsplätze anbieten, können sich im Elbedome in innovativer Weise den Ausbildungssuchenden präsentieren und Aufgaben aus ihrem Arbeitsalltag interaktiv erlebbar machen.

Zusammenfassend stellt sich als wichtigster Mehrwert des LiMo-Raums der Erlebnis- und Erfahrungscharakter für Einführungs- und Gestaltungsprozesse technologischer Veränderungen sowie für Planungsprozesse heraus. Die Workshopteilnehmer:innen können sich frei im Projektionsraum bewegen, Entwürfe schnell virtuell umsetzen und mit vorhandenen Prozessen abgleichen. Das interdisziplinäre Zusammenarbeiten wird in neuer Form unterstützt. Einschränkend ist zu sagen, dass der Einsatz digitaler Unterstützung bei Lern- und Kreativprozessen analoge Settings (Schreiben auf Papier, Nutzung von Pinnwänden) nicht ersetzt, sondern ergänzt. Eine sinnvolle Kombination im Sinne der Zielstellung eines Workshops sollte beachtet werden.

Literatur

De Bono, E. (1971). Laterales Denken. Ein Kursus zur Erschließung Ihrer Kreativitätsreserven. Reinbek: Rowohlt.

Dick, M., Nebauer-Herzig, K. & Termath, W. (2016). Triadengespräch. In: M. Dick, W. Marotzki & H. Mieg (Hrsg.), Handbuch Professionsentwicklung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt & Utb, S. 331–342.

Fischer, P. (2007). Berufserfahrung älterer Führungskräfte als Ressource. Wiesbaden: Springer.

Goldschmidt, G. (2017). Design Thinking: A Method or a Gateway into Design Cognition? She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation, 3 (2), S. 107–112. DOI: 10.1016/j.sheji.2017.10.009.

Gruber, H. (1999): Erfahrung als Grundlage kompetenten Handelns. Bern: Hogrefe.

Haase, T. (2017): Industrie 4.0. Technologiebasierte Lern- und Assistenzsysteme für die Instandhaltung. Bielefeld: W. Bertelsmann.

HPI School of Design Thinking (2018). Was ist Design Thinking? Verfügbar unter: https://hpi-academy.de/design-thinking/was-ist-design-thinking.html (Zugriff: 01.11.2018).

Jenewein, K. & Schulz, T. (2007). Didaktische Potentiale des Lernens mit interaktiven VR-Systemen, dargestellt am Training des Instandhaltungspersonals mit dem virtuellen System „Airbus A 320". In: Bericht zum 53. Arbeitswissenschaftlichen Kongress. Dortmund: GfA-Press, S. 323–326.

Kaufmann, G. (1980). Imagery, Language and Cognition: Toward a Theory of Symbolic Activity in Human Problem-Solving. Bergen: Universitetsforlaget AS.

Neugebauer, R., Hippmann, S., Leis, M. & Landherr, M. (2016). Industrie 4.0 – From the perspective of applied research. Procedia CIRP, 57 (1), S. 2–7.

Porter, M. E. & Heppelmann, J. E. (2017). A Manager's Guide to Augmented Reality. Harvard Business Review, 95 (6), S. 11–12.

Plattner, H., Meinel, C. & Weinberg, U. (2009). Design-Thinking. Innovation lernen – Ideenwelten öffnen. München: mi-Wirtschaftsbuch.

Schenk, M. & Masik, S. (2017). Work Space Layout and Evaluation Using the Elbedome 2.0 Virtual Environment. In: Tagungsband des 2. Kongresses Montage Handhabung Industrieroboter. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, S. 187–193.

Schön, D. A. (1983). The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action. New York: Basic Books.

Weber, S. M. (2014). Change by Design?! Wissenskulturen des „Design" und organisationale Strategien der Gestaltung. In: M. Göhlich et al. (Hrsg.), Organisation und das Neue. Wiesbaden: Springer, S. 27–48. DOI: 10.10007/978-3-658-03734-5_2.

Weisberg, S. M. & Newcombe, N. S. (2017). Embodied cognition and STEM learning: overview of a topical collection in CR: PI. Cognitive Research: Principles and Implications, 2 (38). DOI: 10.1186/s41235-017-0071-6.

Werkhausen, M. (2018). Herausforderungen und Chancen digital unterstützter Kreativitätsprozesse: Eine qualitative Erhebung zum Erleben eines Kreativitätsworkshops in einer virtuellen 360°-Umgebung. Unveröffentlichte Masterarbeit, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Das Fraunhofer Schalenmodell Industrie 4.0 zeigt das Handlungsfeld „Change Management" in der Ebene „Enterprise Transformation" 64

Abb. 2 Workshopteilnehmer tauschen sich in Phase 1 anhand einer 360°-Projektion über Herausforderungen aus verschiedenen Sichten aus. Im Foto sind virtuelle Funktionsmodelle zu sehen, welche die fotorealistische Darstellung der Fabrikhalle überlagern 70

Abb. 3 Projektion der Denkhüte nach de Bono (1986) anhand von Farbspektren im Elbedome in Phase 3 71

Abb. 4 Brainstorming mit Kreativsoftware in inspirierender Umgebung in Phase 4 . . 72

Abb. 5 Virtuelle ‚Begehung' eines technischen Platzes im Stahlwerk in Phase 6 73

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Die Gestaltung der Phasen des Design-Thinking für einen Workshop im LiMo-Raum 69

Autorinnen

Keller, Alinde, M.A., Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Technologiefeld »Lernen und Erfahrungstransfer«, Geschäftsfeld Mess- und Prüftechnik, Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb- und automatisierung IFF, Sandtorstr. 22, 39106 Magdeburg, alinde.keller@iff.fraunhofer.de

Haase, Tina, Dr.-Ing., Leiterin Technologiefeld »Lernen und Erfahrungstransfer«, Geschäftsfeld Mess- und Prüftechnik, Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb- und -automatisierung IFF, Sandtorstr. 22, 39106 Magdeburg, tina.haase@iff.fraunhofer.de

Planspiele als didaktisches Mittel für die Entwicklung zur Arbeit 4.0

Marlene Eisenträger, Sebastian Möser, Sergii Skrytutskyi, Ulrich Schmucker

Abstract

Industrie 4.0 wirkt sich auf die zukünftige Arbeitswelt aus und erfordert daher einen integrativen Ansatz mit humanzentrierter Prozessgestaltung. Wesentliche Grundlage dafür ist eine Befähigung der Anwender:innen und Entscheidungsträger:innen durch geeignete Wissens- und Kompetenzvermittlung bei komplexen Veränderungen, wie sie die Einführung von interdisziplinärer Engineeringsoftware darstellt. In diesem Beitrag[1] wird die methodische Konzeption eines Planspiels für diesen Anwendungsfall vorgestellt. Dadurch wird das didaktische Potenzial der Methode bei der Entwicklung zur Arbeit 4.0 aufgezeigt.

Industry 4.0 has a significant impact on the future work and therefore requires an integrative approach with human-centred process design. Essential for this is the empowerment of the users and decision-makers through appropriate knowledge transfer – especially for complex changes, such as the introduction of interdisciplinary engineering software. This article presents the methodical concept of a simulation game for this exemplary application to demonstrate the didactic potential of the method in the development to work 4.0.

1 Ausgangslage und Motivation

Im Zuge der Entwicklung zur Industrie 4.0 ist auch die Entwicklung von Anlagen (Engineering) im erheblichen Maße von Veränderungen betroffen. Kundenindividuelle Produktionssysteme entwickeln sich zunehmend zu flexiblen, cyber-physischen Produktionssystemen (CPPS), die u. a. durch hohe Prozessvarianz, IT-Integration und neue Anforderungen an die Entwickler:innen gekennzeichnet sind (Loskyll & Schlick 2013). Diese Entwicklung hin zu steigenden Effizienzanforderungen führt auch zu einer erhöhten technischen Komplexität moderner Produktionssysteme. Diese machen sich im Veränderungsdruck für Arbeitstätigkeiten bemerkbar (Ansari et al. 2018): Die Bedeutung von Wissensarbeit und das Informationsmanagement in

1 Diesem Beitrag zugrundeliegende Arbeiten wurden im Rahmen der FuE-Richtlinien (FuE-Projekt AsMo, Zuwendungsbescheid-Nr. 1704/00048) vom Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt und dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert und von der Investitionsbank Sachsen-Anhalt betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor:innen.

Entwicklung und Betrieb nehmen zu. Services wie Instandhaltung und Optimierung der Anlage erfordern einen engen Austausch zwischen herstellenden und betreibenden Unternehmen sowie Serviceanbieter:innen (Eisenträger/Künnemann et al. 2018). Die Intensität fachübergreifender Kooperation im Kontext der Anlage nimmt folglich zu und führt im Engineering zu einer erheblichen Komplexitätssteigerung (VDI/VDE-Gesellschaft 2016).

Die technologischen Entwicklungen tragen dazu bei, dass die Fertigungsanlage im Betrieb mehr und mehr zur Black Box für die Prozessbeteiligten wird (Kübler et al. 2018; Ropohl 2009). Ihr Verständnis bezüglich der Anlage beruht auf eingeschränkten und einseitigen Informationen. Der Systemüberblick, wie er in der Entwicklungsphase zumeist noch vorliegt, erodiert durch die mangelnde Ganzheitlichkeit der Betrachtung und Informationserfassung im weiteren Anlagenlebenszyklus. Im Betrieb sind stoffliche Inputs und Outputs des Systems beobachtbar, genauso die einstellbaren Parameter und die von der Anlage bereitgestellten Informationen. Komplexe Wirkzusammenhänge des Fertigungsprozesses sowie Zusammenspiel und Funktion der mechatronischen Komponenten in der Anlage sind jedoch teilweise verborgen, da die Anlagenfunktionen zumeist über Software gesteuert werden (Ropohl 2009). Die Wirkzusammenhänge lassen sich durch Einzelpersonen nicht mehr vollständig erfassen. Dies wird zudem durch die Weiterentwicklungen von Anlage und Prozess in der Betriebsphase verstärkt. Gleichzeitig entfremden sich die Beteiligten von der physischen Anlage, sei es aufgrund von Fernkommunikation, der Arbeit in Leitebenen oder infolge von externem Datenzugriff auf die Anlage (Arendt 2016).

Daher wächst die Bedeutung von Informationsmanagement. CPPS verfügen neben den physischen Komponenten über eine digitale Repräsentanz, dem sogenannten digitalen Zwilling. Dieser ist definiert als das digitale Modell eines realen Objektes oder Prozesses. Er beinhaltet digitale Dokumente und Strukturinformationen (Lebenslaufakte) entlang des Lebenszyklus und bildet reale Zustände in Echtzeit ab (Eisenträger/Adler et al. 2018; Negri et al. 2017). Damit bietet er Möglichkeiten, Anlageninformationen transparent und verfügbar zu halten und so die beschriebene Komplexität zu beherrschen. Der digitale Zwilling ist somit eine Technologie, deren konkrete Umsetzung erheblich vom Anwendungsfall und dem angestrebten Erkenntnisziel abhängt.

Um den digitalen Zwilling für Anlagen als spezifischen Anwendungsfall zu erhalten, ist eine geeignete Softwareunterstützung im Engineering zielführend (Plattform Industrie 4.0 2016, S. 14). Digitales Engineering ermöglicht eine datenbasierte Kooperation, um aus den unterschiedlichsten Sichten heraus aufbereitete Informationen zu integrieren. Die Software ist gekennzeichnet durch eine hohe Flexibilität im Anwendungsprozess. Dadurch können Prozesspotenziale genutzt werden, die ein erhebliches Umdenken der Anwender:innen erfordern. Die Grundstrukturen der Arbeitsweise sowie die Einstellung der Menschen sind hiervon maßgeblich betroffen. Dies bietet zugleich erhebliche Potenziale für soziale Verbesserungen. Im Zu-

sammenhang mit der industriellen Digitalisierung steht dafür allgemein das Schlagwort Arbeit 4.0.

Das Ziel ist daher die Identifikation und Gestaltung eines Vermittlungsformats anhand der Anlagenentwicklung, das die Einführung der Arbeit 4.0 in Unternehmen unterstützt. Die Herleitung zeigt den dafür vorgesehenen Anwendungskontext „Virtual Engineering“ auf: Es wird die Wissensvermittlung zur zukünftigen Arbeitsweise und Software im digitalen Engineering angestrebt. Zur Zielgruppe zählen sowohl die potenziellen Anwender:innen der Technologie, also die Fachingenieure:innen in der Anlagenentwicklung, als auch die Entscheidungsträger:innen auf Leitungsebene, die sich über die Auswirkungen und Potenziale des digitalen Engineerings informieren wollen.

2 Grundlagen

2.1 Anwendungsfall Engineering im Sondermaschinenbau

Wie einführend erläutert, gewinnt der digitale Zwilling im Anlagenbau zunehmend an Bedeutung. Für Anwendungen des Anlagenbaus bietet sich eine 3D-Visualisierung als Grundlage des dynamischen Modells an, da diese mit der Konstruktion bereits vorliegt. Außerdem ist sie eine verständliche Beschreibung der Anlage für die Kommunikation zwischen den einzelnen Fachabteilungen und mit dem/r späteren Betreiber:in der Anlage. Nachfolgend wird dies an der Softwareapplikation „Vincent“, einer interdisziplinären Software fürs digitale Engineering, beispielhaft erläutert. In Vincent kann das 3D-Modell um die realen Bewegungsmöglichkeiten erweitert werden. Dadurch können die Prozesse zur Steuerung der Anlage am 3D-Modell definiert werden. Dies erfolgt als strukturierte Abfolge von Bewegungen am Modell, die danach als Code exportiert werden können („Virtuelles Teachen“). Im Detail können Mehrwerte entlang des Anlagenlebenszyklus realisiert werden, die in Abb. 1 dargestellt sind.

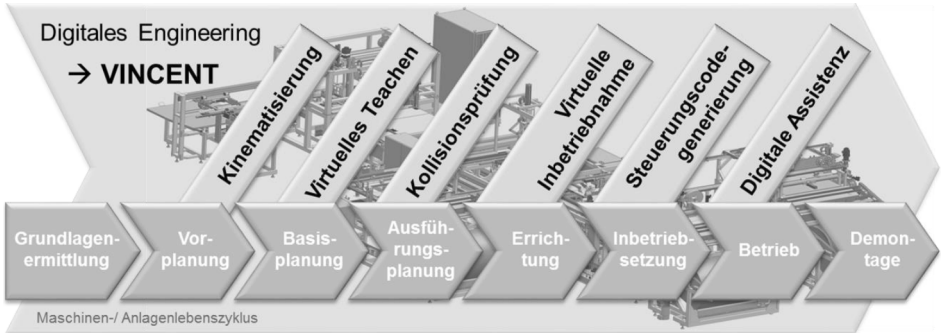


Abbildung 1: Virtual Engineering mit Vincent im Anlagenlebenszyklus (eigene Darstellung)

Es werden die frühzeitige Prüfung von Anlagenbewegungen im virtuellen Raum, z. B. hinsichtlich Kollisionen und zeitlicher Abstimmung bis hin zur virtuellen Inbetriebnahme (umfassender Test der Anlage), und die Steuerungscodegenerierung für Abläufe direkt aus dem Modell ermöglicht. Außerdem werden während des Engineering Daten wie Simulationsergebnisse und Dokumente gesammelt. Diese werden in einem separaten PDM[2]-System konsequent und strukturiert gespeichert. Ergänzend bietet Vincent eine Datenbank, mit der man funktionales Beziehungswissen erfassen kann. Das gesammelte Wissen kann zum Beispiel im Betrieb dafür genutzt werden, Instandhaltung mit digitalen Assistenzsystemen zu unterstützen, indem alle Informationen zur Anlage mobil und vernetzt zur Verfügung stehen (Bayrhammer et al. 2013).

Für die Betrachtungen der Arbeitsweise ist das Prinzip der Steuerungsmodellierung am 3D-Modell interessant. Es führt dazu, dass die Steuerungsentwicklung in Vincent auf einer anderen Abstraktionsebene erfolgt. Konstruktions- und Steuerungssicht werden stärker integriert, ohne die etablierten Entwicklungsanwendungen (CAx-Tools) der einzelnen Fachbereiche zu ersetzen. Für den Engineeringprozess bedeutet dies, dass Informationen digital und prozessintegriert zwischen den Fachbereichen ausgetauscht werden können. Dies ermöglicht eine Parallelisierung der Arbeitsprozesse im interdisziplinären Team und Steuerungstechniker:innen werden früher als bisher im Projekt benötigt. Diese Aspekte werden als hybride Entwicklungsmethodik für digitales Engineering in Eisenträger/Adler et al. 2018 detailliert erläutert.

Im Gegensatz dazu wird klassischerweise sequentiell vorgegangen, indem nach der Konstruktion die Elektroplanung und dann die Steuerungsprogrammierung vorgenommen wird (Schmucker et al. 2015). Dieser Paradigmenwechsel vom sequentiellen zum parallel-interdisziplinären Vorgehen betrifft viele Handlungsgrundsätze der Akteur:innen im Engineering. Der Wandel birgt soziale Potenziale hinsichtlich der Kooperation im Team und prozessuale Vorteile aus Unternehmenssicht, erfordert jedoch ein Umdenken der Beteiligten und eine neue Prozessgestaltung. Solche Veränderungen müssen geeignet vermittelt werden, um den Beteiligten den prozessübergreifenden Sinn der veränderten Tätigkeiten verständlich zu machen und damit Entscheidungskompetenz aufzubauen.

2.2 Planspiel als didaktische Methode

Die Didaktik als Wissenschaft des Lernens und Lehrens beschäftigt sich mit Lehr- und Lernmodellen sowie mit Bildungsprozessen (Merkens 2010, S. 14). Hierbei geht es darum, Vorgaben und Methoden für das Lernen zu entwickeln und zielorientiert anzuwenden. Der kognitiven Lernzieltaxonomie nach Bloom zufolge kann der Wissensstand einer lernenden Person eingeschätzt werden und Lernziele lassen sich daraus ableiten. Dazu beschreibt Bloom sechs Ebenen: Wissen (Kenntnis von Fakten und Theorien), Verstehen (Erlernen von Zusammenhängen und Bedeutungen), Anwenden (Übertragung auf neue Anwendungsfälle), Analyse (Zerlegung von Sachver-

2 PDM: Produktdatenmanagement.

halten), Synthese (Kreative Kombination bekannter Informationen) und Evaluation (Bewertung von Ergebnissen) (vgl. Bloom et al. 1984).

Im Kontext der Arbeit 4.0 sind verstärkt Methoden für die Vermittlung von sowohl theoretischem Wissen als auch dessen praktischer Anwendung nötig. Im vorliegenden Fall muss Faktenwissen zur agileren Entwicklungsmethodik und der Softwareunterstützung vermittelt werden. Zugleich ist Anwendungs- und Bewertungskompetenz bei den Lernenden zu entwickeln. Dies dient zur Übertragung der Prozesse auf die eigenen Tätigkeiten und zur Reflexion der Potenziale für die Gestaltung des zukünftigen Engineerings. Mehrere Ebenen der kognitiven Lernzieltaxonomie sind somit betroffen und müssen bei der Konzipierung Beachtung finden. Zudem stehen die Lerninhalte in komplexen Zusammenhängen miteinander in Beziehung, die mit konventionellen Methoden wie Schulungen oder Demovideos schwer darstellbar sind (Duke & Kriz 2014, S. 24–31).

Ein Ansatzpunkt ist das Planspiel: Diese Lehrmethode dient dem Vermitteln von Fachwissen und dem Steigern der Handlungskompetenz der Teilnehmer:innen „in einer realitätsnahen Umgebung“ (Schwägele 2015, S. 13). Nach Schwägele ist ein Planspiel durch vier elementare Aspekte definiert (Schwägele 2015, S. 45–51):

- **Simulation**: Für diesen Aspekt werden Vorgänge aus der Realität in einem dynamischen Modell nachgebildet, dessen Komplexität von der angestrebten Realitätsnähe abhängt. Durch dieses (didaktisch aufbereitete) Modell wird den Teilnehmer:innen die Spielwelt aufgezeigt.
- **Rollen:** Mehrere Personen agieren als Spieler:innen mit unterschiedlichen Rollen und entsprechend gewählten Perspektiven, Wahrnehmungen und Verhalten. Durch die Rolle werden die Spieler:innen zum Teil der Simulation und können dadurch mit der Spielwelt interagieren.
- **Spiel**: Ein Planspiel bietet stets einen Interaktionsrahmen mit Regeln für die Handlungen der Rollen. Spiele zielen darauf ab, Spaß und Spannung zu erleben. Daher sind auch Spielziel sowie Spielregeln für die durchzuführenden Aktionen im Planspiel einzuplanen.
- **Lernen**: Zielstellung eines Planspiels in Abgrenzung von Gesellschaftsspielen ist stets, dass die Teilnehmer:innen zuvor festgelegte Inhalte lernen und ihre Handlungskompetenz in definierten Bereichen erhöhen. Dafür bieten die vorherigen Elemente die passende „Lernwelt“.

Insbesondere der Simulationsaspekt unterstützt die Zielstellung, die zukünftigen Prozesse im Anlagenbau mit digitalem Zwilling erlebbar zu machen. Infolge der Immersion und Interaktivität erfüllt die Methode die didaktischen Anforderungen und wurde daher als Vermittlungsmethode gewählt.

3 Methode

3.1 Methodischer Rahmen

Der Einsatz von Planspielen in der Organisationsentwicklung hat Tradition und steht auch im engen Zusammenhang mit der Personalentwicklung aufgrund des individuellen Lernziels (Gillert 2007). Der vorliegende Anwendungsfall ist durch einen Gruppenkontext geprägt und zielt auf die Initiierung eines Veränderungsprozesses ab. Einsatzszenarien sind die Wissensvermittlung für Forschungskooperationen und die Einführung der innovativen Software im Unternehmen.

Dabei geht der Organisationsentwicklung eine Technologieentwicklung voraus. Aktuelle Ansätze der Innovationsentwicklung wie Design-Thinking und Open Innovation integrieren den/die Anwender:in von Anfang an aktiv in einen iterativen Innovationsprozess. Sie basieren auf einer ganzheitlichen Betrachtung der Anforderungen, die in der Arbeitsgestaltung als soziotechnischer Gestaltungsansatz von Mensch, Technik und Organisation (MTO) (vgl. Ulich 2011) bekannt ist.

Im deutschen Maschinenbau wird Innovation traditionell technologisch verstanden und daher auch primär technikzentriert entwickelt (Kehrbaum 2009, S. 19). Auch für Industrie 4.0 überwiegt die Sichtweise und Treiberfunktion der Technologieforschung (EFI Expertenkommission Forschung und Innovation 2018). Dadurch erfolgen in diesen Fällen auch die initialen Bestrebungen v. a. aus der technologischen Möglichkeit und wirtschaftlichen Effizienzbestrebung heraus (Mai 2014, S. 16). Werden die Nutzungsprozesse anschließend aus der technologisch-wirtschaftlichen Umsetzung als „technischer Imperativ“ (Freimuth & Freimuth 2017) abgeleitet, besteht die Gefahr, dass der Mensch unzureichend beachtet und objektiviert wird und die Entwicklung zur Industrie 4.0 in den Unternehmen auf Widerstände stößt (Deloitte 2016, S. 8; Demary et al. 2016). Als wichtigste Hürde für die Industrie 4.0 werden daher auch „neue Strukturen und Prozesse“ (Wolter & Fuchs 2018, S. 12) benannt. Dies kommt besonders bei interdisziplinären, kooperativ genutzten Technologien wie Virtual Engineering zum Tragen, da unterschiedlich qualifizierte Personen verschiedener Fachbereiche in Abhängigkeit voneinander mit der Technologie arbeiten und entsprechend diverse Anforderungen an die Softwareunterstützung und Nutzungsprozesse stellen.

Eine weitere Ursache der Technikzentrierung stellt die Komplexität des ganzheitlichen Vorgehens nach MTO-Ansatz dar: Vielfältige, widersprüchliche Anforderungen, die bereits in der Konzeptionierungsphase beachtet werden müssen, hoher Grad an Unsicherheit und in vielen Fällen der hohe Aufwand einer umfassenden Anwender:innenintegration sind kennzeichnend. Bei ohnehin schon komplexen Anwendungsfällen führt dies zur Überforderung der Entwickler:innen und auch der Anwender:innen. Ein Lösungsansatz für Technologieinnovationen stellt das Konzept der humanzentrierten Prozessgestaltung dar: Hierbei ist eine initiale technische Konzipierung erforderlich, deren Fokus hauptsächlich auf der Umsetzbarkeit und grundlegenden Anforderungen der Anwender:innen und des Marktes liegt. Anhand des daraus hervorgegangen Prototyps kann eine weiterführende Integration poten-

zieller Anwender:innen erfolgen, direkt anhand des vorliegenden Prototyps. Dabei können sie ihre Anforderungen hinsichtlich der technologischen Gestaltung und Nutzung verstärkt einbringen. Im Zuge der Prozessgestaltung wird die Technologie durch begleitende Optimierung an die detaillierten Nutzer:innenbedürfnisse angepasst. Somit wird bei der humanzentrierten Prozessgestaltung weiterhin davon ausgegangen, dass die Technologieentwicklung im Innovationsprozess die Initiatorin für die Weiterentwicklung ist, unter Beachtung bereits bekannter sozialer Anforderungen („Technologieinduktion"). Die einhergehende, durch die Technologie unterstützte soziale Veränderung wird beim humanzentrierten Ansatz in der Prozessgestaltung beachtet. Dies erfordert eine soziotechnische Betrachtung von Mensch, Technik und Organisation (Schlick et al. 2010, S. 759–762).

Somit stellt das Konzept insgesamt einen ganzheitlichen und integrativ ausgerichteten Innovationsprozess dar, der jedoch bewusst in operationale Phasen mit unterschiedlichen Betrachtungsschwerpunkten gegliedert ist, wie in Abb. 2 qualitativ dargestellt ist. Hierbei ist zu beachten, dass von einem iterativen Vorgehen in den einzelnen Innovationsphasen ausgegangen wird. Das Planspiel wurde im Rahmen der humanzentrierten Prozessgestaltung für den beschriebenen Anwendungsfall entwickelt, um die Reflexion der Anwender:innen bereits in dieser Phase zu unterstützen. Auch für die spätere Einführung von Software und gestaltetem Prozess bei Unternehmen wird das Planspiel eingesetzt.

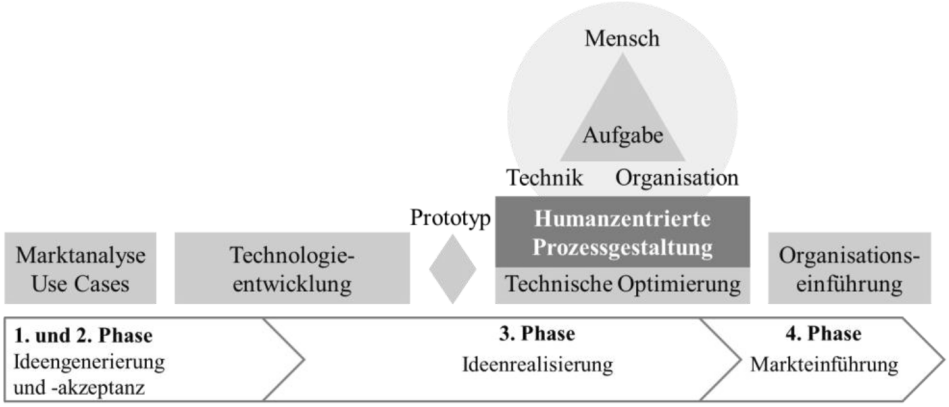


Abbildung 2: Einordnung der humanzentrierten Prozessgestaltung in den Innovationsprozess nach Thom (Au 2011, S. 25; eigene Darstellung)

3.2 Entwicklungsmethode für Planspiele

In der Planspielforschung wurden bereits zahlreiche Entwicklungsmethoden aufgestellt (Duke 2014, S. 78; Jones 1997, S. 121; Karl 2016, S. 192). Die Methode nach Duke und Guerts (Duke & Geurts 2004) wurde aufgrund der Ähnlichkeit zu etablierten technischen Entwicklungsmethoden ausgewählt (vgl. VDI 2221). Ergänzend verfügt sie über einen hohen Detaillierungsgrad in den Umsetzungsschritten, die spezielle Informationen für Planspiele aufzeigen. Das Vorgehen ist in Tab. 1 zusammengefasst.

Dieser Rahmen wurde bedarfsgerecht methodisch ergänzt. In Phase I wurde beispielsweise eine Prozessaufnahme bei einem Sondermaschinenbauer durchgeführt. Anhand dessen wurden Prozessveränderungen durch Virtual Engineering identifiziert und damit Vermittlungsschwerpunkte festgelegt.

Tabelle 1: Methode zur Planspielentwicklung, zusammengefasst nach Duke und Geurts (2004, S. 277)

Phase	Ausgewählte Umsetzungsschritte
Voraussetzung schaffen	• Projektorganisation • Anlass des Planspiels und Anforderungen ermitteln • Prüfung, ob Planspielmethode zielführend ist
Problembeschreibung	• System definieren (Grenze, Zusammenhänge) • Konkrete Zielstellung festlegen
Konzipierung	• Spielkonzept entwickeln und ausarbeiten • Umsetzungsformat definieren • Spielelemente planen und beschreiben
Ausgestaltung	• Prototyp erstellen und in Testläufen evaluieren • Aufbereitung der Präsentation
Implementierung	• Planspiel ins Anwendungsumfeld integrieren • Praktische Durchführung mit der Zielgruppe

4 Ergebnisdarstellung

Aus der Anforderungsanalyse resultieren zwei Zielstellungen des Planspiels:

1. Veränderungen der Entwicklungsmethodik durch die Verzahnung von der Kooperationstechnologie und dem Entwicklungsprozess erlebbar machen;
2. Veränderungsprozess initiieren, ausgehend vom Individuum und der Reflexion seiner mentalen Modelle.

Im Ergebnis liegt das Planspiel INVENT (Interaktives Virtual Engineering im Team) vor. Es simuliert ein Engineeringprojekt vom Angebot bis zur Inbetriebnahme der Anlage. Das Spiel beinhaltet vier Rollen, die gemeinsam ein typisches Entwicklungsteam im Anlagenbau bilden und für die kein rollenspezifisches Vorwissen nötig ist, sodass Fach- und Führungskräfte teilnehmen können. Das Spielziel ist, die Meilensteine im Projekt einzuhalten – das Team spielt somit gegen die Zeit. Im Folgenden wird der Ablauf des Planspiels detailliert erläutert (vgl. Abbildung 3).

INVENT ist methodentypisch in einen Workshop aus Briefing (Einführung) und Debriefing (Nachbereitung) eingebunden, um die Reflexion zu fördern (Stettina et al. 2018). Der inhaltliche Einstieg erfolgt über einen lockeren Austausch zu aktuellen Bedarfen im Engineering. Hierfür werden Impulsfragen eingebracht. Dies regt die Kreativität und Offenheit der Anwender:innen an. Dann werden die Spielregeln in einer einführenden Präsentation erläutert und Virtual Engineering kurz vorgestellt.

Das Spiel beginnt mit der Angebotsphase, die bewusst stark abstrahiert wurde. Hier wird das Entwicklungsziel mit dem Kund:innenunternehmen abgestimmt, also Lasten- und Pflichtenheft mit Anforderungskarten simuliert. Anhand eines bereitgestellten morphologischen Kastens können die Teilnehmer:innen vorgeschlagene Lösungsoptionen diskutieren und ein Konzept festlegen, das dem Kund:innenunternehmen vorgestellt wird. Das inhaltliche Ergebnis ist auf diese Weise vorgegeben, weil der Fokus auf den Kommunikationsprozessen liegt. In dieser Phase orientierten sich die Spieler:innen in der Spielwelt und bilden ihre Kooperationsstrukturen heraus.

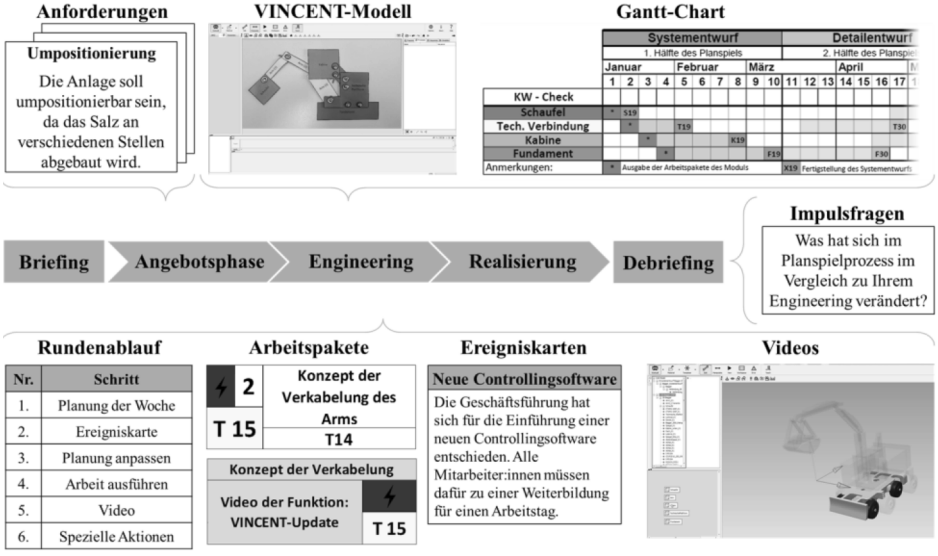


Abbildung 3: Ablauf und zentrale Elemente des Planspiels INVENT im Überblick (eigene Darstellung)

Die zentrale Phase des Spiels ist das Engineering, dessen kundenbasierte Umsetzung zwei Instrumente begleiten. Zum einen wird der inhaltliche Fortschrittt im Vincent-Modell dokumentiert, eine physische Repräsentation der interdisziplinären Software. Zum anderen verfolgt das Team mit einem Gantt-Chart wochenweise den zeitlichen Verlauf. Es vermittelt dabei auch die neuen Phasen des Entwicklungsprozesses System- und Detailentwurf.

Jede Woche entspricht einer Spielrunde, die einen Sprint entsprechend der agilen Vorgehensweise Scrum repräsentiert und interaktiv im Team geplant wird. Das didaktische Ziel ist neben der Methodenvermittlung eine hohe Interaktion der Teilnehmer:innen, um die Möglichkeiten der parallelen Entwicklung durch interdisziplinäre Abstimmung zu simulieren. Dafür wird zunächst die Kalenderwoche im Team geplant; der/die Projektleiter:in moderiert diesen Prozess. Die Planungsgrundlage sind die fälligen, in Abhängigkeit voneinander stehenden Arbeitspakete, die den Rollen zugeordnet sind. Jedes Anlagenmodul erfordert mehrfache Zuarbeiten von jeder

Rolle im Detail- und Systementwurf, sodass eine Abstimmung der Tätigkeiten erforderlich wird.

Ist die Planung im Team abgeschlossen, wird eine Ereigniskarte gezogen. Dadurch wird die Spielumwelt dynamisch, das Team muss unter Unsicherheit planen und flexibel reagieren, bevor es die Arbeit durchführen kann. Im Spiel wird dies durch Umdrehen der Arbeitspakete symbolisiert. Einigen Arbeitspaketen ist auf ihrer grau hinterlegten Rückseite ein Video zugeordnet. Das zeigt am Entwicklungsbeispiel des Planspiels, wie Funktionen der Software Vincent die Kooperation unterstützen. Alle benannten Elemente sind physische Spielelemente und bewusst nicht digital umgesetzt. So wird eine direkte Kommunikation zwischen den Spieler:innen erreicht und es existieren keine Qualifikationsanforderungen hinsichtlich Softwarebedienung. Der abschließende Schritt jeder Runde ist die Umsetzung rollenspezifischer Aufgaben wie die Aktualisierung des Vincent-Modells oder die Information der Spieler:innen über die anstehenden Meilensteine für die nächste Runde.

Ist die Entwicklung im Engineering abgeschlossen, werden auch die Fertigung und Montage in ähnlicher Form gespielt. Entschließen sich die Spieler:innen, die Anlage umfassend virtuell zu testen, treten Probleme bei Durchführung der Inbetriebnahme seltener auf. Anschließend bauen die Spieler:innen das Demonstrationsmodell auch physisch auf und nehmen die Anlage unter Anleitung in Betrieb. So erleben sie das Ergebnis der Entwicklung mit Virtual Engineering zum Abschluss live am Demonstrator (vgl. Abbildung 4) und können hier ihr Wissen zur technologischen Unterstützung vertiefen.

Abbildung 4: Digitaler Zwilling und dazugehöriger Demonstrator für die Montage und Inbetriebnahme mit Vincent (eigene Darstellung)

Zur Nachbereitung des Spiels folgt anschließend das Debriefing. Es beginnt mit einer inhaltlichen Reflexion, zu der Impulsfragen bereitgestellt werden (vgl. Abbildung 3). Dadurch soll die gemeinsame Reflexion der Teilnehmer:innen angeregt und der Lerneffekt im Gruppenkontext gesichert werden, um eine Basis für den weiteren Einführungsprozess der Software zu schaffen. Eine abschließende methodische Reflexion dient der Evaluation des Planspiels.

5 Evaluation und Diskussion

Die methodische Evaluation wird mit einem Fragebogen durchgeführt, der entsprechend der benannten Eigenschaften eines Planspiels nach Schwägele strukturiert ist. Dazu werden Aussagen wie „Lerneffekt: Das Planspiel vermittelt die Änderung von der sequentiellen zur simultanen Arbeitsweise“ hinsichtlich der Zustimmung in einer Ratingskala bewertet und optional mit Anmerkungen versehen. Zudem wird im Anschluss ein Feedbackgespräch geführt.

Dieses Vorgehen wurde bereits bei den entwicklungsintegrierten Testläufen zur Optimierung eingesetzt, die mit Lai:innen sowie Expert:innen des Engineerings durchgeführt wurden. Außerdem erfolgt die Evaluation bei den Einsätzen mit Kund:innenunternehmen und Forschungspartnern, von denen eine Anwendung im Forschungsprojekt AsMo stattfand. Hier wird ein Assistenzsystem für die Montage von Sonderanlagen entwickelt, für welches das kooperierende Industrieunternehmen die Datenbasis mit Virtual Engineering erstellen muss. In allen Befragungsteilen der Planspielevaluation wurden hierbei hohe Zustimmungswerte von 79–89 % ermittelt. Auch das inhaltliche Feedback zeigte, dass die angestrebten Ziele aus Teilnehmer:innensicht erreicht wurden.

Darüber hinaus wurde das Ergebnis an der Literatur gespiegelt. Anhand einer Analyse der historischen Anwendungsfelder der Methode identifiziert Schwägele folgende Lernpotenziale für Planspiele:

1. „Strategisches Denken und Handeln,
2. Handeln in einem sozialen Kontext und
3. Verständnis für die spezifische Situation“ (Schwägele 2015, S. 108).

Im vorliegenden Planspiel wird durch die Vermittlung von „Interaktionswissen“ (ebd., S. 113) zur softwaregestützten Kooperation hauptsächlich Aspekt 2 angesprochen. Zur Wissensvermittlung wird jedoch auch inhaltlich die technologieinduzierte Veränderung der zukünftigen Situation entsprechend Aspekt 3 dargestellt, u. a. durch eingebundene Videos.

Stettina et al. (2018) untersuchen Planspiele zum agilen Projektmanagement. Danach vermitteln die betrachteten Spiele vier relevante Fähigkeiten für agile Organisation: *Ideenfindung*, *Umsetzung*, *Portfoliomanagement* und *Strategie*. INVENT zielt inhaltlich auf die Umsetzung agiler Methoden ab. Durch die Reflexionsanregungen in den Diskussionsphasen des Workshops werden zusätzlich weitere Aspekte eingebracht: Mit Fachkräften wird die Ideenfindung zur individuellen Adaption vertieft; mit Führungskräften werden strategische Auswirkungen diskutiert. Die 26 Planspiele, die der Artikel vergleichend darstellt, fokussieren ebenfalls in der Mehrzahl auf die Umsetzung agiler Methoden. Im Vergleich zu INVENT gehen sie jedoch nicht auf die Verzahnung des Prozesses mit interdisziplinärer Entwicklungssoftware ein.

Weiterhin zeigt die Literatur Forschungserkenntnisse zur Einbettung von Planspielen in die Organisationsentwicklung und die benötigten organisationalen Lern-

prozesse auf (Kriz 2007, 2014). Als hauptsächlicher Mehrwert der Methode wird hierbei der Simulationsaspekt verstanden, der mithilfe der Immersion und des Spielcharakters ermöglicht, Entscheidungen risikolos zu testen. So lassen sich „Widerstände, Ängste und diverse andere psychologische Abwehrmechanismen" (Kriz 2007, S. 34) zunächst umgehen, die der realen Umsetzung im Wege stehen. Dadurch bietet das Spiel Reflexionsräume und Anstöße für neue Denkstrukturen des/der Einzelnen (Ameln & Kramer 2016, S. 175 f.), bevor die reale Veränderung anfängt. Je nach Konzeption können Planspiele nach Kriz in allen Phasen der Organisationsentwicklung eingesetzt werden. Typische Anwendungsfälle sind die Darstellung des aktuellen Stands, eine Modellierung zukünftiger Zustände wie bei INVENT, das Testen von Szenarien sowie das Training für neue Handlungen. Das vorliegende Planspiel setzt dabei bewusst auf der Gruppenebene an, da neben dem Tätigkeitsfeld des/der Einzelnen die Teamebene am stärksten von der Einführung einer solchen digitalen Kooperationstechnologie beeinflusst wird. Die übergeordnete Zielstellung des Einsatzes von INVENT ist die Initiierung eines Veränderungsprozesses.

6 Fazit und Ausblick

Die initialen Evaluationsergebnisse zeugen davon, dass das Ergebnis für den Anwendungsfall zweckmäßig ist, sowohl hinsichtlich der Wissensvermittlung als auch der Zielstellung, Reflexionsprozesse bei den Teilnehmern:innen anzuregen und so einen Veränderungsprozess zu initiieren. Dabei sind die Vermittlungsinhalte des Planspiels keine Gestaltungsvorgaben, sondern erlebbare Vorschläge und damit eine Befähigung der Mitarbeiter:innen zur Gestaltung ihres individuellen Engineerings der Zukunft. Zugleich können daraus Erkenntnisse zur Optimierung der Technologie gewonnen werden.

Damit steht der Anwendungsfall beispielhaft für die Nutzung der Methode zur Initiierung von Arbeit 4.0: Als geschlossenes, d. h. regelgeleitetes Planspiel kann INVENT die Zusammenhänge zwischen Technologie und neuen Arbeitsprozessen vermitteln. Dies geht jedoch zulasten des Gestaltungsspielraums der Spieler:innen im Planspiel selbst. Für den weiteren Einführungsprozess der Arbeit 4.0 haben Selbstorganisation und Handlungsspielräume inhaltlich große Bedeutung. Diese lassen sich in weiteren offeneren Planspielen besser simulieren, da hier der Entscheidungsfreiheit der Teilnehmer:innen mehr Bedeutung zukommt.

Planspiele eignen sich folglich prinzipiell als didaktisches Format für den Weg zur Arbeit 4.0, da sie die komplexen Zusammenhänge in einem interaktiven Format für die Spieler:innen bereitstellen können. Die konkrete Umsetzung der Methode hängt jedoch vom Lernziel und Zeitpunkt im Veränderungsprozess ab. INVENT steht beispielhaft für ein Planspiel zur Initiierung dieses Prozesses für kombinierte Technologie- und Prozessveränderungen. Aufgrund deren Komplexität ist es zielführend, prozessbegleitend verschiedene Vermittlungsformate und in dem Rahmen auch fallspezifische Planspiele einzusetzen.

Literatur

Ameln, F. v. & Kramer, J. (2016). Organisationen in Bewegung bringen. Handlungsorientierte Methoden für die Personal-, Team- und Organisationsentwicklung (2., überarb. Aufl.). Berlin: Springer.

Ansari, F., Khobreh, M., Seidenberg, U. & Sihn, W. (2018). A problem-solving ontology for human-centered cyber physical production systems. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 22, S. 91–106. DOI:10.1016/j.cirpj.2018.06.002.

Arendt, H. (2016). Vita activa oder Vom tätigen Leben (18. Aufl.). München: Piper.

Au, D. (2011). Strategisches Innovationsmanagement. Eine empirische Analyse betrieblicher Innovationssysteme in der spezialchemischen Industrie in Deutschland. Wiesbaden: Gabler.

Bayrhammer, E., Möser, S., Kennel, M. & Schmucker, U. (2013). Durchgängige Produktentwicklung im Sondermaschinenbau für kleine und mittlere Unternehmen. In: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (Hrsg.), Effizienz, Präzision, Qualität (Bd. 11), Beitrag C4–2, S. 1–7.

Bloom, B. S., Krathwohl, D. R. & Masia, B. S. (1984). Taxonomy of educational objectives. The classification of educational goals: Cognitive domain. New York: Longman.

Deloitte (Hrsg.) (2016). Industrie 4.0 im Mittelstand. Aus der Studienserie „Erfolgsfaktoren im Mittelstand". München: Deloitte (Stand: 03/2016).

Demary, V., Engels, B., Röhl, K.-H. & Rusche, C. (2016). Digitalisierung und Mittelstand. Eine Metastudie (IW-Analysen, Nr. 109). Köln: Institut der deutschen Wirtschaft.

Duke, R. D. (2014). Gaming. The future's language. Bielefeld: W. Bertelsmann.

Duke, R. D. & Geurts, J. L. A. (2004). Policy games for strategic management. Pathways into the unknown. Tilburg: Tilburg University Press.

Duke, R. D. & Kriz, W. C. (2014). Back to the future of Gaming. Bielefeld: W. Bertelsmann.

EFI Expertenkommission Forschung und Innovation (Hrsg.) (2018). Gutachten 2018. Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands. Verfügbar unter: https://www.e-fi.de/fileadmin/Gutachten_2018/EFI_Gutachten _2018.pdf (Zugriff: 24.07.2018).

Eisenträger, M., Adler, S., Kennel, M. & Möser, S. (2018). Changeability in Engineering. Symbioses of Agile Methodologies and Virtual Engineering. In: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (Hrsg.), Conference Proceedings ICE/IEEE ITMC 2018. 24th International Conference on Engineering, Technology and Innovation (IEEE Catalog Number CFP1839P-USB). Piscataway, NJ: IEEE, S. 28–35.

Eisenträger, M., Künnemann, S., Möser, S., Skrytutskyi, S. & Adler, S. (2018). Betriebsassistenz mit komponentengestützten Handlungsempfehlungen zur Reduzierung des Anlagenstillstands. Erstellungsmethode für Handlungsempfehlungen zur Störungsbehebung mit Assistenzsystem und funktionaler Anlagenstruktur. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.), Automation 2018, VDI-Berichte 2330. 19. Leitkongress der Mess- und Automatisierungstechnik: Seamless Convergence of Automation & IT. Düsseldorf: VDI Verlag, S. 849–861.

Freimuth, J. & Freimuth, L. (2017). Klassiker der Organisationsforschung (24). Fred Emery und Eric Trist. OrganisationsEntwicklung 2017 (02), S. 94–99.

Gillert, A. (2007). Der Alltag als Spiel. In: W. C. Kriz (Hrsg.), Planspiele für die Organisationsentwicklung (Wandel und Kontinuität in Organisationen, Bd. 8). Berlin: Wiss. Verl., S. 175–185.

Jones, K. (1997). Games and simulations made easy. Practical tips to improve learning through gaming. London: Kogan Page.

Karl, C. K. (2016). Designing Educational Games for Project Management using the MyPMgame Canvas©. Developments in Business Simulation and Experiential Learning, 43, S. 192–206. Verfügbar unter: https://www.uni-due.de/bautechnik/my_pm_game_canvas.php (Zugriff: 24.07. 2018).

Kehrbaum, T. (2009). Innovation als sozialer Prozess. Die Grounded Theory als Methodologie und Praxis der Innovationsforschung (VS research). Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss.

Kriz, W. C. (Hrsg.) (2007). Planspiele für die Organisationsentwicklung (Wandel und Kontinuität in Organisationen, Bd. 8). Berlin: Wiss. Verl.

Kriz, W. C. (2014). The shift from teaching to learning. Individual, collective and organizational learning through gaming simulation. Bielefeld: W. Bertelsmann.

Kübler, K., Scheifele, S., Scheifele, C. & Riedel, O. (2018). Model-Based Systems Engineering for Machine Tools and Production Systems (Model-Based Production Engineering). Procedia Manufacturing, 24, S. 216–221. DOI:10.1016/j.promfg.2018.06.036.

Loskyll, M. & Schlick, J. (2013). Cyber-Physische Produktionssysteme. at – Automatisierungstechnik, 61 (10), S. 84–89. DOI:10.1515/auto.2013.0060.

Mai, M. (Hrsg.) (2014). Handbuch Innovationen. Interdisziplinäre Grundlagen und Anwendungsfelder. Wiesbaden: Springer VS.

Merkens, H. (2010). Unterricht. Eine Einführung. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss.

Negri, E., Fumagalli, L. & Macchi, M. (2017). A Review of the Roles of Digital Twin in CPS-based Production Systems. Procedia Manufacturing 11, S. 939–948. DOI:10.1016/j.promfg.2017.07.198.

Plattform Industrie 4.0. (2016). Forschungsagenda Industrie 4.0 – Aktualisierung des Forschungsbedarfs. Ergebnispapier (hrsg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie). Berlin. Verfügbar unter: https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/forschungsagenda-i40.pdf?__blob=publicationFile&v=5 (Zugriff: 28.05.2017).

Ropohl, G. (2009). Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing.

Schlick, C., Luczak, H. & Bruder, R. (2010). Arbeitswissenschaft. Heidelberg: Springer.

Schmucker, U., Haase, T. & Schumann, M. (2015). Digital Engineering and Operation. In: M. Schenk (Hrsg.), Produktion und Logistik mit Zukunft. Digital Engineering and Operation (VDI-Buch). Berlin: Springer Vieweg, S. 283–377.

Schwägele, S. (2015). Planspiel – Lernen – Lerntransfer. Eine subjektorientierte Analyse von Einflussfaktoren. Dissertation, Otto-Friedrich-Universität Bamberg. Bamberg.

Stettina, C. J., Offerman, T., Mooij, B. de & Sidhu, I. (2018). Gaming for Agility: Using Serious Games to Enable Agile Project & Portfolio Management Capabilities in Practice. In: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (Hrsg.), Conference Proceedings ICE/IEEE ITMC 2018. 24th International Conference on Engineering, Technology and Innovation (IEEE Catalog Number CFP1839P-USB). Piscataway, NJ: IEEE, S. 35–44.

Ulich, E. (2011). Arbeitspsychologie (7. Auflage). Zürich: vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich; Schöffer-Poeschel Verlag.

VDI 2221 (Mai 1993). Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. Berlin: Beuth.

VDI/VDE-Gesellschaft (2016). VDI Statusreport: Anwendungsszenario DDA – Durchgängiges und dynamisches Engineering von Anlagen. Verfügbar unter: http://jahresbericht.vdi.de/fileadmin/user_upload/VDI-Statusreport_Anwendungsreport_DDA_Durchgaengiges_und_dynamisches_Engineering_von_Anlagen.pdf (Zugriff: 24.07.2018).

Wolter, D. & Fuchs, H. (2018). Digitalisierung & Vernetzung der Produktion 2018/2019. Survey Report. Driving the Internet of Manufacturing Studie 2018. Berlin: Rethink! SPMS 2018.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Virtual Engineering mit Vincent im Anlagenlebenszyklus 79

Abb. 2 Einordnung der humanzentrierten Prozessgestaltung in den Innovationsprozess nach Thom 83

Abb. 3 Ablauf und zentrale Elemente des Planspiels INVENT im Überblick 85

Abb. 4 Digitaler Zwilling und dazugehöriger Demonstrator für die Montage und Inbetriebnahme mit Vincent 86

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Methode zur Planspielentwicklung, zusammengefasst nach Duke und Geurts 84

Autoren und Autorin

Eisenträger, Marlene, M.Sc., Research Scientist

Möser, Sebastian, Dipl.-Ing. (FH) M.Sc., Chief Research Engineer

Skrytutskiy, Sergii, M.Sc., Research Engineer

Schmucker, Ulrich, Prof. Dr. sc. techn., Geschäftsfeldleiter Virtual Engineering

Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF), Geschäftsfeld Virtual Engineering, Sandtorstraße 22, 39106 Magdeburg
E-Mail: vorname.nachname@iff.fraunhofer.de

Additive Technologien – Implikationen für die gewerblich-technischen Wissenschaften

Katharina Bartsch, Katharina Ahrens-Rosemann, Dirk Herzog, Claus Emmelmann

Abstract

Die additiven Technologien gewinnen zunehmend an Relevanz in Industrie und Handwerk. Daraus ergeben sich einschneidende Konsequenzen für den Umgang mit diesen in den gewerblich-technischen Wissenschaften, um einem Fachkräftemangel nachhaltig entgegenzuwirken. In diesem Beitrag wird ein neues Konzept zur Integration additiver Technologien in die Beruflichen Schulen und dessen Umsetzung in Hamburg präsentiert sowie der Bedarf an zukünftigen Initiativen abgeleitet.

Additive manufacturing is gaining relevance in the industrial and crafts sector at an increasing rate. To sustainably work against future skills shortages, this implies severe consequences to the present educational systems. This paper depicts a new concept for the integration of additive manufacturing as well as its implementation in Hamburg and concludes with a look on necessary future initiatives.

1 Bedeutung der additiven Technologien

Die additiven Technologien haben in den vergangenen drei Jahrzehnten die Entwicklung von einer für den Prototypenbau hin zu einer für die Endanwendung angewandten Technologie vollzogen. Dabei werden die additiven Technologien in einer Vielzahl von Branchen genutzt: Von der Luft- und Raumfahrt über Automobil- und Maschinenbau hin zur Medizintechnik, in der Architektur und dem künstlerisch-gestalterischen Handwerk bieten die additiven Technologien durch ihre ihr eigene Gestaltungsfreiheit vollkommen neue Möglichkeiten in den verschiedensten Bereichen. Diese Entwicklung bildet sich auch in dem wirtschaftlichen Wachstum ab, denn die Wachstumsrate ist in 18 der letzten 27 Jahre zweistellig gewesen (Thompson et al. 2016, S. 737) und der erwartete Marktwert im Jahr 2023 beträgt 27,3 Milliarden US-Dollar (Wohlers Report 2018, S. 317).

Die additiven Technologien zeichnen sich durch eine hohe Gestaltungsfreiheit aus und bieten eine Vielzahl von Verfahrensprinzipien und verarbeitbaren Materialien, zu welchen Metalle, Polymere und Keramiken zählen. Die Verfahren lassen sich nach ihren Wirkprinzipien und dem Ausgangsmaterial unterscheiden. Eine Zu-

sammenfassung in Tabelle 1 zeigt eine kurze Beschreibung der aktuell gängigen Verfahrenskategorien. Sie alle verbindet das grundlegende Prinzip des schichtweisen Aufbaus von Material zu einem Bauteil, woher auch der Name („additiv" = „hinzufügen") der Technologie herrührt.

Tabelle 1: Verfahrenskategorien der additiven Technologien (nach DIN EN ISO 17296–2 und Van Wijk & van Wijk 2015)

Kategorie	Beschreibung
Werkstoffextrusion	Werkstoffe in Pulver- oder Drahtform werden durch eine Düse oder Öffnung erwärmt und dosiert abgelegt.
Gerichtete Energieeinbringung	Fokussierte Wärmeenergie (Elektronen- oder Laserstrahl) wird verwendet, um Werkstoffe während des Absetzens durch Schmelzen zu vereinen.
Bindemittelauftrag	Flüssiges Bindemittel wird gezielt auf Pulverwerkstoffe gesprüht, damit diese sich verbinden.
Werkstoffauftrag	Tropfen eines Aufbauwerkstoffs (Photopolymere, Wachs) werden gezielt abgesetzt und ausgehärtet.
Pulverbettbasiertes Schmelzen	Durch Wärmeenergie (Elektronen- oder Laserstrahl) werden gezielt Bereiche eines Pulverbetts aufgeschmolzen.
Schichtlaminierung	Verbinden von einzelnen Werkstoffschichten (z. B. beschichtetes Papier) zu einem Schichtverbund.
Wannenbasierte Photopolymerisation	Flüssiges Harz in einer Wanne wird gezielt durch lichtaktivierte Polymerisation ausgehärtet.

Am bekanntesten ist das Prinzip der Werkstoffextrusion, auf der der Großteil der heute kommerziell für den Haushalt erhältlichen Systeme, umgangssprachlich auch 3D-Drucker genannt, basiert. Hier wird mithilfe einer Düse ein Kunststoffdraht aufgeschmolzen und in Schichten aufeinander abgelegt. Während dieses Verfahren für den Privateinsatz gut geeignet ist, sind in der Industrie die pulverbettbasierten Verfahren in Kombination mit einer Laserquelle am weitesten verbreitet, da die Produktionsraten und die resultierenden Bauteilqualitäten, aber auch die mögliche Verarbeitung von Metallwerkstoffen diese attraktiver für die industrielle Anwendung machen. Im Vergleich mit konventionellen Fertigungsverfahren wie dem Zerspanen oder Gießen zeichnen sich die additiven Technologien jedoch weiterhin durch hohe Kosten und niedrige Fertigungsgeschwindigkeiten aus, welche die Etablierung der Verfahren in der Serienfertigung bisher begrenzen. Aufgrund dessen liegt ein großes Augenmerk auf der Entwicklung der Bindemittelverfahren, da diese großes Potenzial für eine Senkung der Produktionskosten sowie eine Steigerung der Produktionsgeschwindigkeit zeigen.

Der Einsatz von additiven Technologien berührt die gesamte Prozesskette eines Produkts: In der Phase des Designs und der Konstruktion erfordert das Prinzip des schichtweisen Aufbaus ein von den bisherigen Methoden vollkommen verschiedenes Vorgehen im Entwicklungsprozess. Dazu bietet das Prinzip bisher nicht verfüg-

bare Möglichkeiten in der Produktgestaltung, welche mit einbezogen werden können. Neue Anlagentechnik, Materialformen und charakteristische Prozessschritte wie die Nachbearbeitung erzwingen Anpassungen und ein Umdenken im Produktionsablauf. Hinzu kommt die große Vielfalt an Verfahren, deren spezielle Anforderungen die Übertragung der Abläufe eines Verfahrens auf ein anderes nicht möglich machen. Auf diese Weise verkomplizieren sich die Herausforderungen, die die additiven Technologien an Industrie und Handwerk stellen, zusätzlich.

Die additiven Technologien gewinnen zunehmend an Bedeutung in vielen, teils sehr verschiedenen Branchen. Für die kurzfristige Erfüllung des Bedarfs an Fachkräften ist die Entwicklung von Fortbildungsangeboten für Fachkräfte konventioneller Technologien zwingend zu priorisieren. Um jedoch eine langfristige, nachhaltige Sicherung von Fachkräften zu realisieren und damit einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung der führenden Marktposition der deutschen Industrie in der additiven Fertigung zu leisten, ist die Integration der additiven Technologien in die Ausbildung betroffener Berufe unumgänglich. Dabei stellt aufgrund der Komplexität der additiven Technologien die Konfrontation etablierter Lehrkräfte mit der neuen Technologie und Prozesskette eine ebenso große Herausforderung dar wie das Heranführen neuer Lehrkräfte an diese.

2 Integration der additiven Technologien in den Beruflichen Schulen

Schon jetzt sind die additiven Technologien Teil von sechs technischen Ausbildungen bzw. in den Lernfeldern der Rahmenlehrpläne genannt (siehe Tabelle 2). Diese sechs Ausbildungen stellen jedoch nur einen Bruchteil der betroffenen Berufe dar. Zudem sind zwar die entsprechenden Inhalte vorgesehen, allerdings ist die Art und Reichweite der Umsetzung nicht definiert. Aufgrund dieser offenen Formulierung obliegt die Umsetzung individuell jeder Schule, wobei diese zusätzlich durch die Verbreitung der Technologien in den Ausbildungsbetrieben der Lernenden sowie die Gestaltungsmöglichkeiten der einzelnen Berufsschulen beeinflusst wird (vgl. Bartsch 2018, S. 68).

Tabelle 2: Additive Technologien in der Berufsausbildung (nach Marschall 2016, S. 25–28)

Ausbildungsberuf	Reglement/Lernfeld	Additive Inhalte	Jahr der Modernisierung
Produktions-technologe:in	Rahmenlehrplan Lernfeld 6	„...generative Verfahren“	2008
Technische:r Modellbauer:in	Rahmenlehrplan Lernfeld 8	„Rapid Prototyping, Rapid Tooling, Direct Manufacturing“	2009
Technische:r Produktdesigner:in	Rahmenlehrplan Lernfeld 6	„Rapid Prototyping“	2011

(Fortsetzung Tabelle 2)

Ausbildungsberuf	Reglement/Lernfeld	Additive Inhalte	Jahr der Modernisierung
Gießereimechaniker:in	Ausbildungsordnung	„Herstellungsprozesse und Ergebnisse von Rapid Prototyping berücksichtigen“	2015
Graveur:in	Rahmenlehrplan Lernfeld 10	„...fertigen Muster, Modelle und Formen aus verschiedenen Werkstoffen mit rechnergesteuerten Maschinen (Fräsmaschine, 3D-Drucker) an.“	2016
Metallbildner:in	Ausbildungsordnung	„künstlerische Entwürfe im 3D-Druckverfahren anfertigen“	2016

Die sechs aufgeführten Ausbildungsberufe stellen nicht die einzigen dar, in denen die additiven Technologien bereits eingebunden sind; die Integration findet dann jedoch nicht durch den Rahmenlehrplan, sondern auf der betrieblichen Ebene statt. Als Beispiel kann hier der Beruf des Zahntechnikers/der Zahntechnikerin genannt werden, da additive Technologien für die Herstellung von Zahnprothesen und Schienen regulär eingesetzt werden (vgl. Bartsch 2018, S. 68).

Den Lehrkräften an den Beruflichen Schulen kommt bei der Integration von additiven Technologien in den betroffenen Ausbildungsberufen eine besondere Rolle zu, denn es sind kaum regulatorische Vorgaben bezüglich der inhaltlichen Umsetzung vorhanden. Sie entscheiden selbstständig, auf welche Weise und in welchem Umfang die additiven Technologien Gegenstand des Unterrichts werden. Dabei stehen bereits ausgebildete Lehrkräfte vor der Herausforderung, dass es kaum auf ihre Bedürfnisse ausgerichtete Weiterbildungsangebote gibt. Auch für angehende Lehrkräfte, welche sich noch im Studium befinden, gestaltet sich der Aufbau des benötigten Wissens schwierig. Selbst in der Fachrichtung Metalltechnik, welche durch die enge Verbindung zur industriellen Fertigung die am stärksten betroffene Fachrichtung darstellt, sind die additiven Technologien nicht in die ländergemeinsamen Anforderungen der Kultusministerkonferenz aufgenommen. Infolgedessen sind sie in den Hochschulen weder als selbstständige Module integriert, noch finden sie eine explizite Nennung in anderen Modulbeschreibungen.[1] Maximal als einzelnes Thema einer Veranstaltung finden sie Anwendung, ohne konkret im Studienplan verankert zu sein.

1 Dieser Aussage liegen zugrunde die Modulbeschreibungen der Bachelor- und Masterstudiengänge für das Lehramt an beruflichen Schulen (Fachrichtung Metalltechnik) mit Studienbeginn 2018 folgender Hochschulen: Universität Bayreuth, Technische Universität Berlin, Universität Bremen, Technische Universität Darmstadt, Technische Universität Dresden, Europa-Universität Flensburg, Technische Universität Hamburg, Technische Universität Ilmenau, Technische Universität Kaiserslautern, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Technische Universität München, Universität Osnabrück, Universität Rostock.

3 Konzept zur Schließung der Kompetenzlücke

Die Vermittlung von umfassendem Fachwissen hinsichtlich der additiven Technologien ist unerlässlich. Zwar hat sich die sogenannte Maker-Community, ein Verbund kreativer Do-It-Yourself-Bastler, bereits vieler Themen angenommen, jedoch beschränkt sie sich hauptsächlich auf die für den Hausgebrauch zur Verfügung stehenden Technologien. Zudem werden wichtige Bereiche neben dem Funktionsprinzip der Anlagentechnik und den neuen Konstruktionsmethoden, wie z. B. das Thema Arbeitssicherheit, vernachlässigt (vgl. Zajons & Nowitzki 2016, S. 111 ff.).

Zugleich gestaltet sich die Umsetzung der neuen Inhalte an Berufsschulen aufgrund des mangelnden Fachwissens bei den Lehrkräften und der Neuartigkeit der verschiedenen Technologien schwierig. Es gibt wenige bis keine Anknüpfungspunkte an die momentan vorhandenen Inhalte der Ausbildungsberufe, insbesondere im Bereich der laser- oder elektronenstrahlbasierten Energieeinbringung. Zudem sind die Grundprinzipien der Technologien, wie der schichtweise Aufbau, nicht von anderen Verfahren oder Technologien übertragbar und müssen neu erarbeitet werden. Dies betrifft nicht nur die fachwissenschaftlichen Inhalte: Um einen handlungs- und problemorientierten Unterricht gestalten und die notwendigen Methoden-, Sozial- und Fachkompetenzen vermitteln zu können, müssen die sich verändernden Arbeitsprozesse der betroffenen Berufe entsprechend erfasst und analysiert werden (vgl. Howe & Knutzen 2012, S. 15 ff.). Ein weiterer Hinderungsgrund für die Integration der additiven Technologien stellen die Kosten für Anschaffung und Betrieb der industrierelevanten Anlagentechnik dar, welche die zur Verfügung stehenden Ressourcen an den Beruflichen Schulen häufig übersteigen.

Um den genannten Herausforderungen zu begegnen, benötigt es ein Konzept zur Vermittlung von Fachwissen und zur Entwicklung von Fachkompetenz bei Lernenden und Lehrenden. Eine grundlegende Fragestellung betrifft bei der Gestaltung eines solchen Konzepts den zu favorisierenden Ansatzpunkt. Dazu ist es wichtig, sich bewusst zu machen, wie sich die Kompetenzentwicklung und Verbreitung der Kompetenzen darstellt (siehe Abbildung 1): Die Studierenden der gewerblich-technischen Wissenschaften erlangen neue Kompetenzen durch die Veranstaltungen ihres Studiengangs. Diese nehmen sie mit in den Beruf; weiterhin haben Lehrkräfte die Möglichkeit, sich durch Fortbildungen neue Themen und Felder zu erarbeiten. Die Lehrkräfte an den Beruflichen Schulen fördern die Entwicklung von Kompetenzen durch den Unterricht mit den Auszubildenden. Die Auszubildenden nehmen die neu erworbenen Kompetenzen mit in die Betriebe und können diese gegebenenfalls auch an Kolleg:innen weitergeben. Der Erwerb von Kompetenzen im Eigenstudium ist aufgrund der Risiken, welche bereits genannt wurden, nicht berücksichtigt. In einigen Fällen schließt sich der Prozess der Kompetenzentwicklung zu einem Kreis, indem die Auszubildenden selbst das Studium des Lehramts an Beruflichen Schulen aufnehmen. Da dies aber nur für einen geringen Anteil der Auszubildenden zutrifft, können die Studierenden als Anfang der Kompetenzentwicklungskette identifiziert werden.

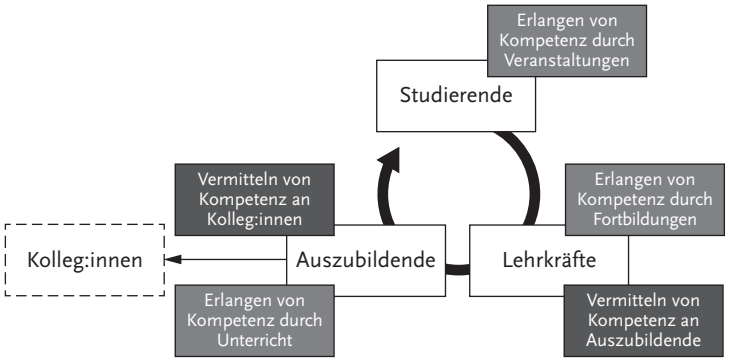


Abbildung 1: Kompetenzentwicklung in den Beruflichen Schulen

Aufgrund ihrer Position in der Kompetenzentwicklungskette fokussiert sich das entwickelte Konzept auf die Studierenden der gewerblich-technischen Wissenschaften bzw. die entsprechende Gestaltung der Studieninhalte in Hinblick auf die additiven Technologien (siehe Abbildung 2). Dabei ist es im Rahmen des Studiums Ziel, sowohl umfassende fachwissenschaftliche Inhalte als auch praktische Fähigkeiten zu vermitteln. Dies sollte durch zusätzliche Angebote zur Vertiefung der Inhalte unterstützt werden. Bei der Gestaltung der entsprechenden Veranstaltungseinheiten ist es aufgrund der Vielfältigkeit in Technologie und Anwendungsgebieten wichtig, dass ein breiter Zugang zu den verschiedenen Verfahren gewährleistet ist, wobei ein Fokus auf die aktuell anwendungsrelevanten Technologien (heute: Werkstoffextrusion und pulverbettbasiertes Schmelzen) gelegt werden sollte.

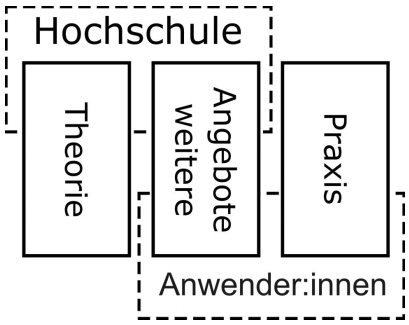


Abbildung 2: Konzept zur Ausbildung von angehenden Lehrkräften in einem Kooperationsmodell

Essentiell für die Schaffung eines entsprechenden Angebots ist die Kooperation von Hochschulen und Anwender:innen, z. B. fertigenden Betrieben. Auf diese Art und Weise kann einerseits der vor allem praktisch geprägte Zugang zu den verschiedenen Technologien bzw. der Anlagentechnik geschaffen werden. Andererseits führt eine anwendungsorientierte Kooperation zu einem tieferen Verständnis hinsichtlich der Arbeitsabläufe, sinnvoller Anwendungsszenarien und weiterer vor allem auf betrieblicher Seite relevanter Themen wie Arbeitssicherheit.

Schon während des Studiums der Erziehungswissenschaften werden durch die Studierenden Unterrichtskonzepte entworfen. Für diese Konzepte bedienen sie sich Themen, die ihnen präsent sind. Ist dies auch für additive Technologien der Fall, entstehen schon während des Studiums Ansätze für die Umsetzung von Unterrichtseinheiten an den Berufsschulen, die im späteren Verlauf der Karriere umgesetzt werden könnten. Das Vorhandensein eines ersten Konzepts senkt hierbei die Hemmschwelle, sich mit diesem neuen Thema als Unterrichtsinhalt auseinanderzusetzen, bedeutend. Besonders verstärkt wird dieser Effekt, wenn eine detaillierte Auseinandersetzung im Rahmen einer Abschlussarbeit mit pädagogischer Aufbereitung der additiven Technologien stattfindet. Von daher ist es neben der reinen Wissensvermittlung ein weiteres Ziel, das Thema den Studierenden nahezubringen und Möglichkeiten zur fachdidaktischen Aufbereitung zu geben.

4 Umsetzung des Konzepts am Studienstandort Hamburg

Die Gestaltungsmöglichkeiten innerhalb des dargestellten Konzepts sind vielfältig und orientieren sich maßgeblich an den lokal herrschenden Gegebenheiten, insbesondere in Bezug auf die betriebliche Kooperation. Im Folgenden wird die Umsetzung am Studienstandort Hamburg beschrieben.

Die Ausbildung gewerblich-technischer Lehrer:innen in Hamburg ist durch einen Zusammenschluss der Universität Hamburg (UHH) und der Technischen Universität Hamburg (TUHH) realisiert. Die UHH deckt dabei die Erziehungswissenschaften sowie das zweite Unterrichtsfach ab, während die jeweiligen technischen Fachrichtungen durch die TUHH gestaltet werden. Dabei wird die Fachrichtung Metalltechnik, welche am stärksten von der Verbreitung der additiven Technologien betroffen ist, durch das Institut für Laser- und Anlagensystemtechnik (iLAS) koordiniert, welches zu den führenden Einrichtungen im Bereich der laserbasierten Fertigungsverfahren zählt und einen besonderen Fokus auf die additiven Technologien legt.

Das iLAS ist Teil eines Verbunds, der aus drei Akteur:innen mit den verschiedenen Positionen *Hochschule, Anwendung* und *Industrie* besteht: Als Hochschuleinrichtung beschäftigt sich das iLAS mit der Forschung im Bereich additiver Technologien und der Ausbildung von Studierenden der gewerblich-technischen sowie Ingenieurswissenschaften. Daneben steht die Fraunhofer-Einrichtung für Additive Produktionstechnologien IAPT[2], die mit anwendungsorientierter und industrienaher Forschung bzw. Entwicklungsprojekten den Reifegrad der additiven Technologien sowie deren Verbreitung maßgeblich vorantreibt. Zusätzlich wird am IAPT eine große Bandbreite an betrieblichen Akteur:innen – von Konstrukteur:in bis Führungskraft – durch ein großes Weiterbildungsangebot in den für die jeweilige Zielgruppe relevanten Aspekten der additiven Technologien geschult. Das dritte Mitglied ist die Bionic

2 Das IAPT entstand zum 1. Januar 2018 aus der LZN Laser Zentrum Nord GmbH, einem Technologietransferunternehmen, sowie großen Teilen des iLAS.

Production AG, welche ein rein industrielles Unternehmen mit Fokus auf Fertigungsdienstleistung und Fabrikentwicklung ist. Dieser Zusammenschluss ermöglicht den Zugriff auf Verfahren aller Bereiche mit Ausnahme des Werkstoffauftrags und der Schichtlaminierung in Bezug auf die Werkstoffgruppen Metall und Polymere.

Die beschriebene Technologievielfalt wird den Studierenden auf verschiedenste Art und Weise zur Verfügung gestellt (siehe Tabelle 3). Im Bereich der Lehrveranstaltungen werden drei verschiedene Veranstaltungsformen angeboten: Lehrveranstaltungen (1) mit ausschließlich theoretischer Wissensvermittlung, (2) mit Anwendungsbestandteilen in Form von Business Cases sowie (3) rein praktische Inhalte. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal besteht in der thematischen Stellung der additiven Technologien (Lehrveranstaltungen mit additiven Technologien als einziges Thema gegenüber jenen, in denen die additiven Technologien ein Teilgebiet darstellen). Alle genannten Veranstaltungen sind Teil des Studienplans eines an der TUHH angebotenen Studiengangs.

Tabelle 3: Lehrangebot mit Bezug zur additiven Fertigung an der TUHH durch das iLAS, Stand 2018

Veranstaltung	Thematische Stellung		Veranstaltungsformen		
	Fokus	Teilgebiet	Theorie	Anwendung	Praxis
Rapid Production	x		x	x	
3D Printing Laboratory	x				x
Lasertechnik		x	x	x	x
Fertigungstechnik 2		x	x		
Laser systems and technologies		x	x	x	
Rapid Production	x		x	x	

Für die Studierenden der gewerblich-technischen Wissenschaften mit Fachrichtung Metalltechnik ist die Lehrveranstaltung „Lasertechnik“ als Pflichtveranstaltung im Studienplan verankert. Sie deckt die volle Vielfalt an Veranstaltungsformen ab und beinhaltet neben den laserbasierten Verfahren auch die Werkstoffextrusion im praktischen Teil. Auf diese Weise wird den Studierenden zum einen ein guter Überblick über industriell relevante Verfahren gegeben und zum anderen sofort der Bezug zur Anwendung und technischen Praxis hergestellt. Die verbleibenden Veranstaltungen können bei Interesse als Wahlveranstaltungen besucht und eingebracht werden.

Neben dem Lehrveranstaltungsangebot bestehen weitere Angebote, das Thema der additiven Technologien zu vertiefen. In Kooperation mit dem IAPT bietet das iLAS die Möglichkeit, Abschlussarbeiten in den vorhandenen Technologien zu erstellen. Zusätzlich beschäftigen alle drei Verbundmitglieder studentische Hilfskräfte, sodass bereits während des Studiums anwendungsorientierte Erfahrungen im Bereich Design, Fertigung oder Fabrikplanung gesammelt werden können. Dieses An-

gebot wird durch das vom iLAS betriebene FabLab abgerundet: Hier stehen diverse Systeme zur additiven Fertigung zur Verfügung (open source/kommerziell, Uni-/Multimaterial, unterschiedliche Kinematiken und Verfahren), die sowohl für private Projekte zum Selbstkostenpreis als auch für Lehrveranstaltungen genutzt werden können. Das FabLab bietet dabei ein Computerlabor, eine Fertigungswerkstatt und einen Kreativraum, in denen auch regelmäßig Themeneinheiten stattfinden, um den Austausch zwischen den arbeitenden Personen zu ermöglichen. Hier können eigene Produkte entwickelt oder eben auch Unterrichtskonzepte getestet werden.

5 Schlussfolgerungen für künftige Initiativen

So wie die additiven Technologien am Beginn des industriellen Einsatzes stehen, befinden sich auch die Lehrkonzepte bezüglich dieser im Anfangsstadium. Um eine umfassende und nachhaltige Aus- bzw. Fortbildungslandschaft zu schaffen, die nicht nur den kurzfristigen, sondern auch den langfristigen Fachkräftebedarf deckt, sind Initiativen für die Integration der additiven Technologien in den Berufsschulen in drei wesentlichen Bereichen notwendig:

a) Integration der additiven Technologien in die Rahmenlehrpläne der betroffenen Ausbildungsberufe. So wird ein Anreiz geschaffen, das Thema in den Beruflichen Schulen umzusetzen. Ein erster Schritt ist im August 2018 durch die Novellierung der industriellen Metall- und Elektroberufe getan worden. Nach dieser finden die additiven Technologien im Rahmen des Kontexts „Digitalisierung und Industrie 4.0“ in Form einer Zusatzqualifikation[3] Beachtung.
b) Bereitstellung klarer Vorgaben und Gestaltungshilfen, um eine einheitliche Vermittlung von Kompetenz unabhängig von Beruf und Ausbildungsstandort zu gewährleisten. In diesem Zuge ist ein weiterer elementarer Bereich die fachwissenschaftliche Aufbereitung der Arbeitsabläufe, um eine Gliederung und Gestaltung von Unterrichtsfeldern und –einheiten zu ermöglichen.
c) Entwicklung und Gestaltung von Konzepten zur Lehrkraft(fort)bildung und die Etablierung weniger, sich in der Praxis bewährender Konzepte. Das in Hamburg entwickelte Konzept bietet hier ein Gerüst zur Orientierung bei der Gestaltung weiterer lokal angepasster Konzepte. Insbesondere der Einbezug von Industrieunternehmen, um die Bandbreite der additiven Technologien zugänglich zu machen, ist von großer Relevanz und sollte fokussiert vorangetrieben werden.

3 Für die Berufe Anlagen-, Industrie-, Konstruktions-, Werkzeug- und Zerspanungsmechaniker:in sowie Mechatroniker:in.

Literatur

Bartsch, K., Ahrens, K., Herzog, D. & Emmelmann, C. (2018). Additive (R)Evolution in der Berufsschule – Chancen, Potenziale und Herausforderungen. lernen & lehren, 33 (2), S. 66–72.

DIN EN ISO 17296–2 (2016). Additive Fertigung – Grundlagen – Teil 2: Überblick über Prozesskategorien und Ausgangswerkstoffe.

Howe, F. & Knutzen, S. (2012). Kompetenzwerkst@tt – Praxisorientiert ausbilden! Band 4: Entwicklen von Lern- und Arbeitsaufgaben. Konstanz: Dr.-Ing. Paul Christiani.

Marschall, H. (2016). Personal für die additive Fertigung. Wiesbaden: Springer Vieweg essentials.

Thompson, M. K. et al. (2016). Design for Additive Manufacturing: Trends, opportunities, considerations and constraints. CIRP Annals – Manufacturing Technology, 65, S. 737–760. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.05.004.

Van Wijk, A. & van Wijk, I. (2015). 3D Printing with Biomaterials. Towards a Sustainable and Circular Economy. Amsterdam: IOS Press.

Wohler's Associates, Inc. (2018). Wohlers Report 2018. 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry. Annual Worldwide Progress Report. Colorado: Wohlers Associates.

Zajons, I. & Nowitzki, K. (2016). Sicherheitsaspekte – Ein Thema für die Aus- und Weiterbildung?! In: R. Lachmayer, R. Lippert & T. Fahlbusch (Hrsg.), 3D-Druck beleuchtet. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Kompetenzentwicklung in den Beruflichen Schulen 98

Abb. 2 Konzept zur Ausbildung von angehenden Lehrkräften in einem Kooperationsmodell 98

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Verfahrenskategorien der additiven Technologien 94

Tab. 2 Additive Technologien in der Berufsausbildung 95

Tab. 3 Lehrangebot mit Bezug zur additiven Fertigung an der TUHH durch das iLAS, Stand 2018 100

Autorinnen und Autoren

Bartsch, Katharina, M. Sc., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Institut für Laser- und Anlagensystemtechnik (iLAS), Technische Universität Hamburg, Denickestraße 17, 21073 Hamburg, katharina.bartsch@tuhh.de

Ahrens-Rosemann, Katharina, M. Ed., Berufsschullehrerin, Berufliche Schule des Kreises Stormarn in Ahrensburg, Hermann-Löns-Str. 38, 22926 Ahrensburg, katharina@ahrens-rosemann.de

Herzog, Dirk, Dr.-Ing., Oberingenieur, Institut für Laser- und Anlagensystemtechnik (iLAS), Technische Universität Hamburg, Denickestraße 17, 21073 Hamburg, dirk.herzog@tuhh.de

Emmelmann, Claus, Prof. Dr.-Ing., Institutsleiter, Institut für Laser- und Anlagensystemtechnik (iLAS), Technische Universität Hamburg, Denickestraße 17, 21073 Hamburg, c.emmelmann@tuhh.de

Fachkräfte in der digitalisierten Arbeitswelt – (Mit-)Gestalter:innen lern- und gesundheitsförderlicher Arbeitsbedingungen

Christian Daniel, Raphael von Galen, Claudia Fenzl, Falk Howe

Abstract

Die zunehmende Digitalisierung der Arbeitswelt verändert die Lern- und Arbeitsbedingungen für Beschäftigte. Dies betrifft Qualifikationsanforderungen und Berufsbilder, aber auch gesundheitsrelevante Arbeitsbedingungen. Zudem werden Fachkräfte in einer digitalisierten Arbeitswelt immer mehr zu Mitgestalter:innen ihrer eigenen Arbeitsbedingungen und benötigen daher Kompetenzen in Hinblick auf die Gestaltung von lern- und gesundheitsförderlicher Arbeit. Im vorliegenden Beitrag werden daher berufswissenschaftliche und arbeitspsychologische Analysen durchgeführt und darauf aufbauend prozessorientierte Lernkonzepte für die berufliche Aus- und Fortbildung entwickelt.

The digitization of work changes the learning and working conditions for all employees. This affects qualification requirements and professional profiles as well as health-related working conditions. Furthermore, skilled workers have to participate in the arrangement of their own working conditions. Thus, they need competencies in the creation of work that is beneficial to their health. Within the present paper, therefore professional and psychological analyses are carried out and approaches for process-oriented learning concepts for vocational training are developed.

1 Gesundheitsschutz in der Berufsbildung für die Arbeit von morgen

Inhalt und Stellenwert des Themas „Arbeitsschutz und Gesundheitsförderung“ in der dualen Ausbildung lassen sich aus den Ordnungsmitteln der verschiedenen Berufe ablesen: aus den Ausbildungsrahmenplänen von Ausbildungsordnungen geht hervor, dass „Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit“ verbindlicher Ausbildungsinhalt einer Vielzahl von Berufsbildern ist und daher verpflichtend in der Erstausbildung thematisiert werden muss (vgl. z. B. Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen 2018). Die Ziele und Inhalte der Ausbildungsrahmenpläne setzen den Fokus dabei bisher auf die Vermeidung von und den Umgang mit physischen Gefährdungen. Die gerade im Kontext der stattfindenden

Entwicklungen der Arbeitswelt immer präsenter werdenden psychischen Belastungen bleiben dabei jedoch oft unberücksichtigt. Dementsprechend fehlt eine systematische Thematisierung der Frage von Auswirkungen von Arbeit auf die psychische Gesundheit des arbeitenden Menschen in der Berufsausbildung. Folglich wird in der beruflichen Erstausbildung auch keine bzw. kaum eine Grundlage dafür gelegt, die notwendigen Kompetenzen für den Umgang mit psychischen Belastungen zu entwickeln. Ähnliches gilt für Aufstiegsfortbildungen. Dabei sind es die Teilnehmer:innen von Meister:innen- und Techniker:innenlehrgängen, die als zukünftige operative Führungskräfte einen Einfluss auf die Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter:innen haben. Sie können in ihrer Funktion die Arbeitsbedingungen aktiv gestalten.

Im vorliegenden Beitrag wird die Idee aufgegriffen und erörtert, dass nicht nur die betrieblichen Entwickler:innen von Arbeitssystemen Kompetenzen in Hinblick auf die Gestaltung von lern- und gesundheitsförderlicher Arbeit benötigen, sondern dass alle Beschäftigten selbst immer mehr zu (Mit-)Gestalter:innen ihrer eigenen Arbeitsbedingungen werden. Es wird argumentiert, dass gerade vor dem Hintergrund des Wandels der Arbeit eine „gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltungkompetenz" notwendig ist. Eine zukunftsfähige berufliche Bildung für eine von Digitalisierung geprägte Arbeitswelt muss auch die Zusammenhänge von Arbeit und (physischer und psychischer) Gesundheit zum Gegenstand machen.

In diesem Kontext werden Ergebnisse aus dem BMBF-Forschungsprojekt zur „Integration von präventivem Arbeits- und Gesundheitsschutz in Aus- und Fortbildungsberufe der Industrie 4.0" (IntAGt) dargelegt. Dazu zählt zum einen die Vorstellung und Einordnung der arbeits- und berufswissenschaftlich relevanten Ergebnisse aus den betrieblichen Analysen zur Erfassung von Belastungen, Ressourcen und Kompetenzanforderungen (Abschnitt 3.1). Im Anschluss daran werden zum anderen ihre Bedeutung für die berufliche Aus- und Fortbildung sowie die exemplarische Umsetzung in Lernkonzepte dargestellt (Abschnitt 3.2).

2 Die Notwendigkeit einer gesundheitsförderlichen Arbeitsgestaltungskompetenz

Die Arbeitswelt unterliegt einem wesentlichen und grundsätzlichen Wandel, der vor allem durch die Digitalisierung und Vernetzung vorangetrieben wird. Durch ihre Transformation sind nicht nur neue Aufgabenbereiche entstanden, sondern auch neue Belastungskonstellationen für die Beschäftigten. Zwar ermöglicht die Digitalisierung körperliche Entlastungen, Arbeitserleichterungen und Unterstützungssysteme, jedoch treten mit dem Wandel der Arbeit auch neue oder verstärkte arbeitsbedingte Belastungen und Gefährdungen auf. Die Arbeitswelt wird sich auch künftig fortlaufend verändern und damit gewinnen auch diese neuen Belastungen an Bedeutung.

Zu den neuen oder verstärkten arbeitsbedingten Gefährdungen zählen z. B. die Herausforderungen der Unfallverhütung in der Mensch-Roboter-Kollaboration (Haag

2015). Des Weiteren liegen erste Erkenntnisse vor, dass sich gerade die psychosozialen Beanspruchungen durch den digitalen Wandel verstärken könnten. So stellt der DGB-Index Gute Arbeit (2016) fest, dass die Arbeitsbelastung der Mehrheit der Beschäftigten, die in hohem oder sehr hohem Maße digitalisiert arbeiten, größer geworden ist. Außerdem weisen die Befragungen des DGB auf eine hohe Arbeitsverdichtung, Gefahren der Entgrenzung sowie eine zunehmende Überwachung und Kontrolle hin.

In der Arbeitswelt liegt die Verantwortung für den Arbeits- und Gesundheitsschutz üblicherweise bei speziell dafür ausgebildetem Personal. Hierzu zählen z. B. die Betriebs- oder Personalräte, Betriebsärzt:innen oder die Fachkräfte für Arbeitssicherheit. Die Beteiligung der Mitarbeiter:innen am Arbeitsschutz beschränkt sich in der Regel auf die Teilnahme an Befragungen, etwa im Rahmen der (psychischen) Gefährdungsbeurteilung. Die Möglichkeit, Einfluss auf den betrieblichen Gesundheitsschutz und die Gestaltung der Arbeitsaufgaben nehmen zu können, besteht dagegen nur selten (Walters & Wadsworth 2017). Dabei verfügen die Beschäftigten aufgrund des alltäglichen Umgangs mit den Anforderungen der Arbeitsaufgaben über einen umfangreichen erfahrungsbasierten Sachverstand zu dabei auftretenden Problemen sowie psychischen und physischen Belastungen. Deshalb könnten sie auch problemgerechte und praktikable Maßnahmen zur Verbesserung der eigenen Arbeitsbedingungen entwickeln.

Für die stärkere Integration der Beschäftigten ist es jedoch notwendig, dass ihnen belastende und gesundheitsförderliche Faktoren der Arbeit überhaupt bekannt sind. Es bedarf eines Sachverstandes über gesundes Verhalten und gesunde Arbeitsbedingungen wie auch über die langfristigen Wirkungen von bestimmten psychischen Belastungen. Um diese Rolle bewältigen und autonom darin agieren zu können, ist es unerlässlich, eine entsprechende Kompetenz der Situationsbewertung sowie eine gesundheitsförderliche Gestaltungskompetenz zu erwerben und kontinuierlich weiterzuentwickeln. Die Förderung dieser Kompetenzen sollte bereits zu Beginn der beruflichen Biografie verankert sein, da sich beeinträchtigende Beanspruchungsfolgen psychischer Belastungen oftmals erst langfristig auf Gesundheit und Wohlbefinden auswirken. Die Thematisierung der Wirkungsbeziehungen zwischen Arbeit und Gesundheit sowie das Erkennen und Erproben von Handlungsoptionen müssen daher integraler Bestandteil der beruflichen Erstausbildung sein.

Für die Berufsbildung ergeben sich aus dieser Erkenntnis neue Aufgaben: Sowohl Fachkräfte als auch Führungskräfte benötigen Kompetenzen im Sinne einer beruflichen Gestaltungsfähigkeit, die es ihnen erlauben, die Auswirkungen der gegenwärtigen Transformation der Arbeitswelt auf die eigene Gesundheit und die ihrer Kolleg:innen bzw. Mitarbeiter:innen einzuschätzen sowie Handlungsoptionen wahrzunehmen.

3 Förderung von (Arbeits-)Gestaltungskompetenz im Projekt IntAGt

In dem dreijährigen Verbundprojekt IntAGt kooperieren Wissenschaft, Wirtschaft, berufsbildende Schulen und Gewerkschaften, um schrittweise Maßnahmen zur Förderung von gesunder und lernförderlicher Arbeit in einer zunehmend digitalisierten, vernetzten und automatisierten Arbeitswelt zu entwickeln, zu erproben und schließlich in die betriebliche Ausbildungspraxis zu überführen. Ziel ist es, Arbeits- und Gesundheitsschutz in die Entwicklung einer umfassenden beruflichen Handlungsfähigkeit zu integrieren und damit die Gestaltungsfähigkeit angehender und bestehender Fach- und Führungskräfte zu stärken und Kompetenzen zur fördern, die sie dazu befähigen, arbeitsbedingte Anforderungen und Belastungen einzuschätzen und daraufhin zu handeln. Um dies zu erreichen, wurden im ersten Schritt Analysen von Arbeitsprozessen und Arbeitsbedingungen an Arbeitsplätzen in der industriellen Produktion durchgeführt, die durch die Implementierung von Industrie-4.0-Technologien einen hohen Digitalisierungsgrad aufweisen.

3.1 Gesundheitsförderliche und belastende Arbeitsbedingungen in den beruflichen Handlungsfeldern der Industrie 4.0

In der Diskussion über die Herausforderungen der Industrie 4.0 werden, neben den Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt und die Berufsfeldstrukturen, regelmäßig auch die veränderten Anforderungen und Belastungen für den Menschen in der Produktion von morgen thematisiert (Reinhart et al. 2017). Im Forschungsprojekt IntAGt stehen die konkreten Arbeitsprozesse von Fachkräften in der industriellen Produktion im Fokus. Es wurden drei zentrale Bereiche in den Betrieben der beteiligten Verbundpartner identifiziert, die besonders von den Auswirkungen der Digitalisierung und Automatisierung im Sinne einer „Industrie 4.0“ betroffen sind. Die Arbeitsprozesse in den analysierten Bereichen umfassen Handlungsfelder, die in den industriellen Ausbildungsberufen Metall häufig vertreten sind. Auf diese Weise wird eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf verschiedene berufliche Kontexte angestrebt. Zu diesen Handlungsfeldern zählen das Bedienen von Systemen an den jeweiligen Produktionsanlagen, der Bereich der industriellen Montagearbeitsplätze sowie der Bereich der Instandhaltung.

Um für die jeweiligen Bereiche zu beschreiben, welche beruflichen Anforderungen an das Handeln von Fachkräften einerseits bestehen und wie andererseits die Ressourcen und Belastungen am konkreten Arbeitsplatz ausgeprägt sind, wurden insgesamt 26 Beobachtungsinterviews in den drei Partnerbetrieben durchgeführt. Fachkräfte aus den drei genannten Bereichen wurden bei ihrer Arbeit begleitet und befragt. Hierbei kam eine Kombination aus berufswissenschaftlichen Arbeitsprozessanalysen (Becker & Spöttl 2015; Howe & Knutzen 2018a) und psychologischen Arbeitsanalysen (Dunckel & Resch 2010; Oesterreich et al. 2000) zum Einsatz. Mit den Analyseergebnissen konnten typische Arbeitsprozesse, die dafür notwendigen Kompetenzen sowie die Inhalte von typischen Arbeitsaufträgen in den jeweili-

gen beruflichen Handlungsfeldern definiert werden (Howe & Knutzen 2018b). Durch die zusammenfassende Darstellung in Form von beruflichen Handlungsfeldern als charakteristische Aufgabenbereiche eines Berufs lässt sich ein Rückbezug zu den Ordnungsmitteln herstellen. Zugleich war es so möglich, typische belastende und gesundheitsförderliche Arbeitsbedingungen zu erheben und sie zu den Ergebnissen der berufswissenschaftlichen Analysen in Beziehung zu setzen.

Das arbeitspsychologische Analyseinstrumentarium wurde auf Basis der Verfahren KABA und RHIA/VERA Produktion (Dunckel & Pleiss 2007; Oesterreich et al. 2000) sowie eigener Ergänzungen zum Thema Belastungen der Arbeit 4.0 erstellt. Die Analyseergebnisse wurden aggregiert und in idealtypischen Anforderungs- und Belastungskonstellationen für die moderne Produktionsarbeit zusammengefasst. Dabei wurde zwischen Belastungen in Form von Dauerzuständen und Ereignissen sowie der Ausprägung von gesundheitsförderlichen Merkmalen, sogenannten Humankriterien, unterschieden.

3.1.1 Belastungen in der Produktionsarbeit

Objektive Belastungen führen zu einem Zusatzaufwand für die arbeitende Person oder zu riskantem Handeln (Lüders 1999). Sie entstehen, wenn durch Organisation, Technik oder Regeln im Betrieb die Erfüllung der Arbeitsaufgabe erschwert, behindert oder blockiert wird. Die arbeitspsychologischen Analysen in den Betrieben der Verbundpartner ergaben, dass (industrietypische) Belastungen durch Umgebungsbedingungen wie Hitze, Lärm und Staub auch in der Industrie 4.0 auf die Mitarbeiter:innen der Produktion einwirken. Durch den Einsatz von sensibler Sensorik besteht jedoch immer mehr die Notwendigkeit, die Umgebungsbedingungen konstant zu halten.

Typische Belastungsquellen in allen untersuchten Handlungsfeldern sind softwarebedingte Unterbrechungen. Neben langen Ladezeiten und Systemabstürzen wurde in den Analysen auch beobachtet, wie die Fachkräfte mit komplexen und kryptischen Fehlermeldungen konfrontiert waren. Es entstehen Unterbrechungen der Arbeitsdurchführung, da durch die hohe Komplexität der eingesetzten Software Störungsquellen nicht selbst behoben werden können, sodass Spezialist:innen hinzugezogen oder Informationen beschafft werden müssen.

Zudem sind in der modernen Produktion die Facharbeiter:innen mit einer großen Menge an produktbezogenen und prozessbezogenen Informationen und Daten konfrontiert. Durch die rasante technologische Entwicklung steigt nicht nur die Menge an verfügbaren Daten, sondern auch die Relevanz bestimmter Informationen kann sich schlagartig wandeln. Unterbrechungen und Zusatzaufwände aufgrund fehlender, fehlerhafter oder unzureichender Informationen nehmen dank informatorischer Assistenzsysteme und Datenvisualisierung ab. Auch die Durchschaubarkeit profitiert davon. Gleichzeitig konnten durch die Visualisierung der Produktionsdaten in Echtzeit und der ständigen Rückmeldung an die Beschäftigten negative Einflüsse auf den empfundenen Zeitdruck festgestellt werden. Durch die Informati-

sierung der Fertigung und der Montage zeigten die Erhebungen zudem vereinzelt, dass die Fachkräfte eine Überwachung der eigenen Arbeitsleistung befürchteten.

Eine digital vernetzte industrielle Produktion ist im hohen Maße von einer störungsfreien Produktionsanlage abhängig. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass gerade in der Einführungsphase neuer Technologien eine Störungsfreiheit häufig noch nicht gegeben ist. Zugleich sind oftmals das Prozesswissen und das Verständnis des Zusammenspiels von Datenflüssen und Produktionsanlage bei den Mitarbeiter:innen noch nicht ausgeprägt. Hieraus resultieren häufige Unterbrechungen sowie eine Abhängigkeit von unterstützenden Abteilungen, was oft im Widerspruch zur erwarteten Arbeitsleistung steht.

Die Entkopplung von Arbeitszeit und Arbeitsort sowie neue industrielle Arbeitsformen konnten in den untersuchten Handlungsfeldern der Anlagen- und Systembedienung sowie der industriellen Montage bisher nicht festgestellt werden. Im Bereich der Instandhaltung konnten teilweise Belastungen wie ständige Erreichbarkeit durch Bereitschaftsdienste oder Arbeiten während der Regenerationszeit identifiziert werden. Bereitschaftsdienste sind in der Instandhaltung aufgrund der fachlichen Spezialisierungserfordernisse nichts Neues. Der Charakter der Bereitschaftsdienste ändert sich jedoch durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik sowie dem weiteren Komplexitätsanstieg der Produktionssysteme deutlich, da sich dadurch Möglichkeiten der Fernüberwachung und -wartung ergeben.

3.1.2 Kriterien menschengerechter Arbeit in der Produktionsarbeit

Humankriterien sind arbeitspsychologische Maßstäbe zur Bewertung menschengerechter Arbeitsgestaltung. Arbeitsaufgaben, die den Humankriterien entsprechen, unterstützen und fördern menschliche Fähigkeiten und tragen zur Aufrechterhaltung der Gesundheit bei. Die Humankriterien sind aus handlungsregulationstheoretisch begründeten Merkmalen menschlichen Handelns abgeleitet. Demnach liegt die Besonderheit des menschlichen Handelns in seiner Zielgerichtetheit, in der praktischen, tätigen Auseinandersetzung mit der realen Welt und seiner sozialen Eingebundenheit (Dunckel & Pleiss 2007; Volpert 1990). Im Rahmen des Projekts IntAGt wurden die Beschreibung und Bewertung der beobachteten Arbeitsaufgaben in Hinblick auf die Humankriterien Entscheidungsspielraum, Kommunikation, Zeitspielraum, Auftragsvielfalt, Informationszugang, körperliche Aktivität, Durchschaubarkeit und Gestaltbarkeit vorgenommen. Die folgenden Ergebnisse fokussieren die Ausprägung derjenigen Kriterien, die in besonderem Maße im Zusammenhang mit der Digitalisierung und Vernetzung industrieller Fertigungsprozesse stehen:

Der Mensch in der intelligenten Produktion muss seltener Entscheidungen treffen. Der Entscheidungsspielraum für Facharbeiter:innen erhöht sich, wenn situationsbedingt Einfluss auf den Fertigungsprozess ausgeübt werden darf (z. B. durch Optimierung der Arbeitsprozesse). Viele Entscheidungen treffen moderne Produktionssysteme jedoch bereits eigenständig, ohne dass Eingaben durch Produktionsmitarbeiter:innen erforderlich sind. An Stellen, an denen im Produktionssystem z. B. durch Automatisierungslücken dennoch Eingriffe von Facharbeiter:innen benö-

tigt werden, gibt ein Werkerassistenzsystem den Facharbeiter:innen vor, welche Handlungen auszuführen sind. Erst wenn es im Produktionssystem zu einem ungeplanten Ereignis kommt, entsteht ein Entscheidungsspielraum für den Menschen auf der Ebene des Shopfloors. Je stabiler das Produktionssystem ist, desto geringer sind folglich die Entscheidungserfordernisse für Facharbeiter:innen. Analog wird die geringe Auftragsvielfalt in der industriellen Produktion (nur) durch diese Ungeplantheiten erhöht.

Zugleich wird es aufgrund der Datenmenge und der Verknüpfung der Prozesse gerade bei der Störungsbeseitigung zu einer immer komplexeren Aufgabe, Entscheidungen zu fällen. Folglich konnte ein Wechsel zwischen geringen Denkanforderungen bei Tätigkeiten in der Serienproduktion und umfangreichen Anforderungen bei der Störungsbehebung festgestellt werden. Haben Überwachungstätigkeiten in Form von Kontrolltätigkeiten am Bildschirm einen sehr hohen zeitlichen Anteil, bestehen für die Facharbeiter:innen besondere Herausforderungen darin, über einen langen Zeitraum die Aufmerksamkeit aufrechtzuerhalten. Die Erhebungen im vorliegenden Rahmen ergaben, dass die Beschäftigten unter diesen Bedingungen die vorgegebenen auftragsspezifischen Einstellungen teilweise manuell anpassen, um einerseits den Produktionsprozess zu optimieren und andererseits dem Gefühl der Monotonie entgegenzuwirken.

Ähnliche Wirkzusammenhänge lassen sich auch bei den Kommunikationserfordernissen beobachten. Sofern die Produktionsprozesse wie geplant verlaufen, zeichnen sich die Arbeitsprozesse durch geringe Kommunikationserfordernisse aus. Zudem verringert die technologische Infrastruktur die Notwendigkeit, sich mit seinen Kolleg:innen auszutauschen. Durch die hohe Vernetzung der Produktion bedarf es in der Regel nur bei ungeplanten Tätigkeiten der Kommunikation und Absprache mit den Kolleg:innen, den vernetzten Bereichen und gegebenenfalls internen oder externen Expert:innen.

Des Weiteren konnte eine abnehmende Gestaltbarkeit der Arbeitsaufgaben insbesondere in den Bereichen festgestellt werden, die sehr detailliert geplant sind und in denen stabile Technologien mit optimierten Prozessen zum Einsatz kommen.

Zusammenfassend zeigen die Analyseergebnisse, dass Belastungen und Ausprägung der Humankriterien je nach beruflichem Handlungsfeld sowie nach der konkreten Ausgestaltung der Arbeitsbedingungen höchst unterschiedlich ausfallen können. Nicht nur die eingesetzte Technik an sich ist ein entscheidender Faktor, sondern vor allem auch die Art und Weise, wie sie eingesetzt wird. Belastungen und Anforderungen in der industriellen Produktion sind daher von dem Zusammenspiel des Einsatzes digitaler Technik und der konkreten Gestaltung der Arbeitsbedingungen abhängig. Insgesamt entsprechen Arbeitsaufgaben im Handlungsfeld der Instandhaltung stärker den Kriterien menschengerechter Arbeit als die Arbeitsaufgaben der anderen untersuchten Handlungsfelder Systembedienung und Montage. Diese Erkenntnis sollte nicht nur im präventiven Gesundheitsschutz, sondern auch in der Diskussion über die Zukunft der industriellen Produktionsarbeit aufgegriffen werden.

3.2 Lern-/Lehrkonzepte für die berufliche Aus- und Fortbildung

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der berufswissenschaftlichen und arbeitspsychologischen Analysen wird im Folgenden auf die Gestaltung von Lern-/Lehrkonzepten für die berufliche Aus- und Fortbildung eingegangen. Diese stellen einen Ansatz mit Pilotcharakter im Hinblick auf die Integration von präventivem Arbeits- und Gesundheitsschutz in Aus- und Fortbildungsberufe im Kontext von Industrie 4.0 dar. Den Ausgangspunkt für die Gestaltung der Lehr-/Lernprozesse bildet ein arbeitsprozessorientierter Ansatz, der einen Schwerpunkt auf problem- und selbstorientiertes Lernen legt. Auf diese Weise wird durch die gezielte Förderung fachlicher, sozialer und methodischer Kompetenzen sowie die Vermittlung eines ganzheitlichen, prozessorientierten Arbeitsverständnisses eine umfassende berufliche Handlungsfähigkeit angestrebt. Im Gegensatz dazu gestaltet sich der Erwerb von Kompetenzen im Rahmen eines rein fachsystematischen Frontalunterrichts schwierig, da hier vorrangig theoretisches Wissen vermittelt wird. Vielmehr lässt sich die Fähigkeit zu selbstorganisiertem und kreativem Handeln unter der Ungewissheit offener Systemumgebungen durch prozessorientiertes Lernen mit gleichzeitiger Selbstreflexion technischer Zusammenhänge fördern (Erpenbeck & Sauter 2015). In diesem Zusammenhang hat sich die Implementierung von Lern- und Arbeitsaufgaben bewährt, wobei die Lernenden mit prozess- und aufgabenorientierten Situationen in Projektform konfrontiert werden, die Problemsituationen mit Bezug auf den realen beruflichen Kontext enthalten (Howe & Knutzen 2017).

Die Gestaltung der Lernsituation sollte sich am Prinzip des ganzheitlichen Handelns orientieren und die Schritte Informieren, Planen, Durchführen und Kontrollieren umfassen, um das übergeordnete Ziel der Handlungsorientierung zu erreichen (Dehnbostel 2012). Eine Lern- und Arbeitsaufgabe besteht daher aus den vier Phasen „Auftragsannahme“, „Planung“, „Durchführung“ und „Abschluss“, in denen ein Produkt oder eine Dienstleistung im Kontext eines realitätsbezogenen Kund:innen- und Produktionsauftrags umgesetzt wird (Howe & Knutzen 2017). Das Erwerben von Kompetenzen wird durch die Einbettung problem- und lernhaltiger Situationen in die einzelnen Projektschritte der Lern- und Arbeitsaufgabe erreicht (Abbildung 2), wobei sich die Lernenden spezifischen betrieblichen Herausforderungen stellen und im Team praktische Lösungen realisieren sowie diese reflektieren.

Im Rahmen der Entwicklung sowie Durchführung von Lern- und Arbeitsaufgaben unter Integration von präventivem Arbeits- und Gesundheitsschutz im Kontext einer Industrie 4.0 besteht eine Anforderung an Lehrende darin, verschiedene Inhalte und Fragestellungen zu ermöglichen, mit denen sich die Lernenden auseinandersetzen und die über klassische technologische Inhalte und konventionellen, im Schwerpunkt physischen Arbeitsschutz hinausgehen. Dies setzt voraus, dass Lehrende selbst über Kompetenzen im Hinblick auf innovative Aspekte des Arbeitsschutzes wie z. B. psychologische Wirkzusammenhänge zwischen Arbeit und Gesundheit insbesondere im Kontext von Digitalisierung und Industrie 4.0 verfügen. Aus diesem Grund wurden zunächst praxisorientierte Workshops zur Qualifikation von Lehrkräften und Ausbildungspersonal, die als Multiplikatoren fungieren, durch-

geführt, um sie somit zu befähigen, in der Interaktion mit den Lernenden auf Fragestellungen einzugehen, wie u. a.: „Mit welchen Werkzeugen lassen sich Belastungen und Ressourcen im Arbeitsprozess erkennen? Welche Handlungsoptionen und Ansprechpartner:innen stehen zur Verfügung? Wie kann ich als Mitarbeiter:in sozial kompetent auf Veränderungen hinwirken?“

Aufbauend auf diesem Stand, wurde ein exemplarisches Szenario für eine Lern- und Arbeitsaufgabe entwickelt, das den Fertigungsauftrag für eine modulare verkettete Sortier- und Handhabungsanlage umfasst (Abbildung 1). An dem Szenario wird verdeutlicht, wie Teilaufgaben mit Inhalten zum innovativen Arbeits- und Gesundheitsschutz gestaltet und wie diese als Teilaufgaben in Lern- und Arbeitsaufgaben verknüpft werden können (Abbildung 2).

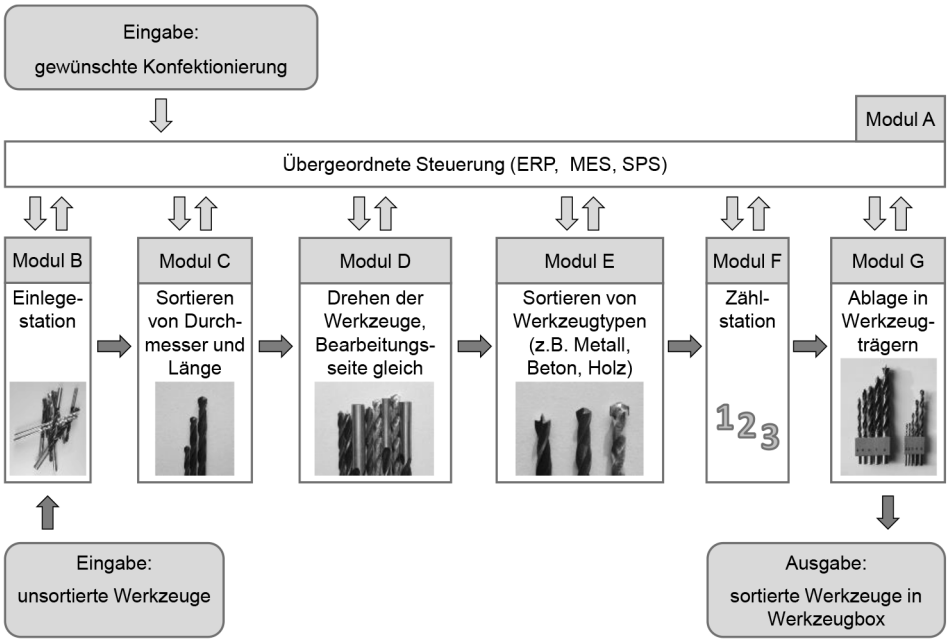


Abbildung 1: Schematische Darstellung einer modularen verketteten Anlage zur Sortierung und Handhabung von Zerspanwerkzeugen

Ziel der Arbeitsaufgabe aus Sicht der Lernenden ist es, eine Anlage aufzubauen und in Betrieb zu nehmen, die Zerspanwerkzeuge unterschiedlichen Typs und verschiedener Größe sortiert und in individuell gewünschter Zusammenstellung ausgibt (Abbildung 1). Die Anlage besteht aus einzelnen Anlagenmodulen, die miteinander vernetzt werden können und mit z. B. kapazitiven, induktiven und optischen Sensoren zur Erfassung von Gewicht, Durchmesser, Länge, Anzahl und Taktzeit ausgestattet sind. Die Integration von Aspekten digitalisierter Produktion bzw. Industrie 4.0 erfolgt in Form einer zentralen Verarbeitung der Sensordaten und selbststeuernder Abstimmung und Anpassung der Taktung der Module untereinander. Weiterhin

können mittels der automatisierten Auswertung von Sensordaten z. B. Tabellen mit verfügbaren Werkzeugen und die Ausgabe des Lagerbestands als Diagramm erzeugt werden. Somit können vom Steuerungssystem der Anlage selbsttätig Nachbestellungen für bestimmte Zerspanwerkzeuge ausgelöst werden. Zudem können während des Durchlaufs durch die Anlage Logistikbegleitdaten wie die Anzahl und das Gewicht der Werkzeuge in der jeweiligen Transportbox erzeugt und auf einem fertigungsbegleitenden RFID-Chip abgelegt werden. Gleichzeitig lassen sich erforderliche Fertigungsbegleitdokumente wie Werkzeugmessprotokolle und Lieferscheine automatisiert erstellen.

In den unterschiedlichen Projektstufen der Lern- und Arbeitsaufgabe werden verschiedene Kompetenzen bei den Lernenden gefördert, welche in ihrer Gesamtheit sowie ihrem Zusammenspiel nach dem vorliegenden Ansatz eine berufliche Handlungskompetenz repräsentieren. Von entsprechend aufgestellten Teilaufgaben sind in Abbildung 2 einige exemplarisch dargestellt, die dementsprechend eingesetzt werden können.

Beim Einstieg in das Projekt setzen sich die Lernenden in der Annahmephase mit der Analyse von Fertigungszeichnungen und Schaltplänen auseinander, beschäftigen sich mit der Aufgabenverteilung im Team und informieren sich über Ressourcen und Belastungen bei der Arbeit. In der Planungsphase werden Arbeitsfolgepläne und Fertigungsverfahren festgelegt und die Ansteuerung von pneumatischen und elektrischen Teilsystemen mittels Software geplant. Der dabei anfallende Fluss von Informationen sowie die Ablage und Art und Weise der Auswertung wird unter Berücksichtigung der gesetzlichen Regeln des Datenschutzes geplant. Dabei wird verinnerlicht, wie gespeicherte Daten ausgewertet werden dürfen, und es wird insbesondere für die Gründe einer nicht personenbezogenen Datenhandhabung sensibilisiert.

Die Lernenden führen die Fertigung und den Aufbau von Einzelteilen und Baugruppen sowie der Steuerung aus, nehmen die Sortier- und Handhabungsanlage nach der Montage in Betrieb und justieren sie. Dabei kann mittels methodischer arbeitswissenschaftlicher Analysewerkzeuge eine Abschätzung der Auswirkungen von getroffenen technischen Entscheidungen auf die Aspekte des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit erfolgen und daran anknüpfend eine Erkennung eigener Belastungen und Ressourcen im vorliegenden Arbeitsprozess „Aufbau der Sortier- und Handhabungsanlage“ stattfinden. Im nächsten Schritt können in Bezug auf festgestellte Negativaspekte der Arbeit Handlungsoptionen und Ansprechpartner:innen in Anspruch genommen sowie sozial kompetent auf Veränderungen hingewirkt werden. Ein Ansatz hierfür kann z. B. die Teilnahme an Arbeits- und Projektgruppen sein, die als betriebliche Gremien an Veränderungsprozessen beteiligt sind.

In der Projektabschlussphase wird ein Testbetrieb der Sortier- und Handhabungsanlage durchgeführt und es werden Methoden des Prüfens, der Qualitätssicherung sowie Fehlerbehebung angewendet. Die Lernenden reflektieren das technische System und die daran stattfindenden Arbeitsprozesse und führen eine Gefährdungsbeurteilung unter Berücksichtigung physiologischer und psychologi-

scher Aspekte durch. Dabei erfolgt ebenfalls ein Perspektivwechsel, es werden in einer Analyse Ressourcen und Belastungen für die Arbeitsprozesse der Systembediener:innen sowie der Instandhalter:innen berücksichtigt und die Lern- und Arbeitsaufgabe mit einer Übergabe an den/die Kund:in abgeschlossen.

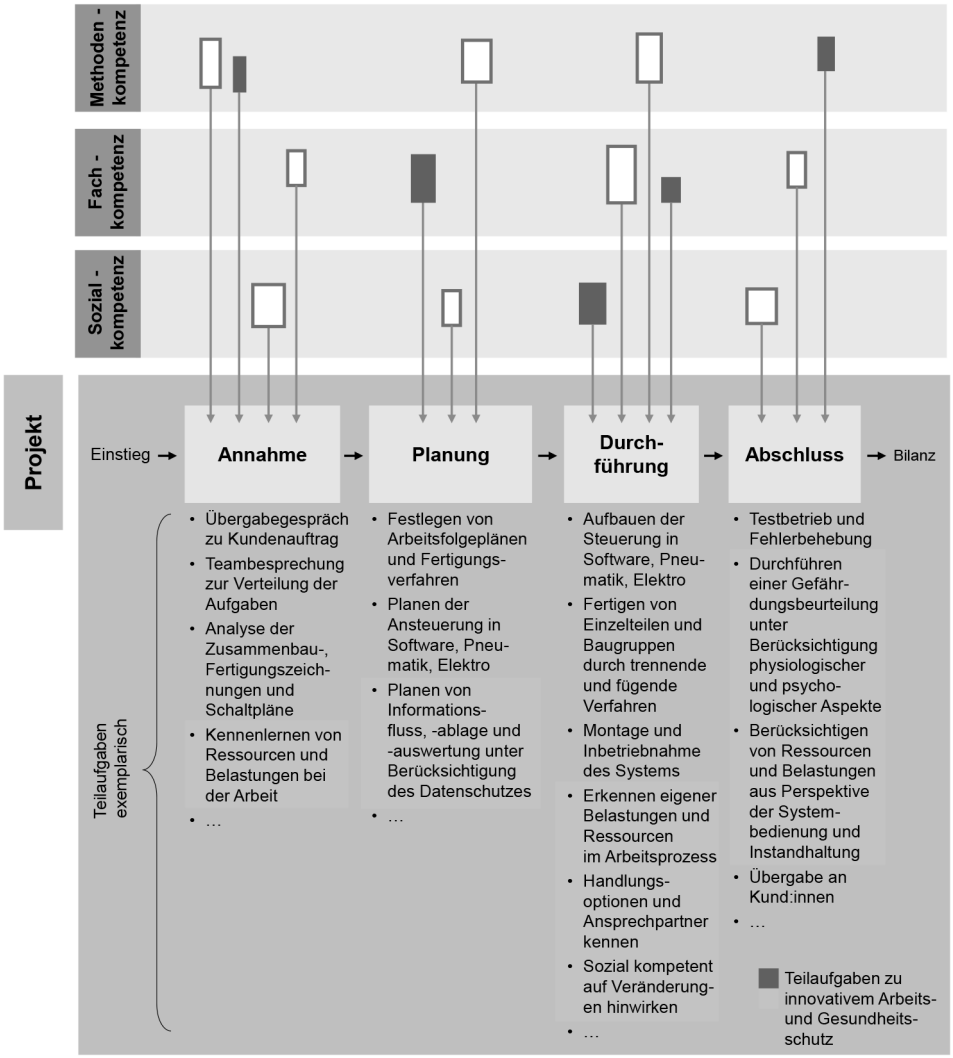


Abbildung 2: Schematische Darstellung einer Lern- und Arbeitsaufgabe, angereichert durch Kompetenzen im Sinne einer gesundheitsförderlichen Arbeitsgestaltung in der „Industrie 4.0" (modifizierte Darstellung nach Howe & Knutzen 2017)

4 Fazit und Ausblick

Ein erstes Fazit aus dem Projekt IntAGt kann aus den Ergebnissen der arbeitspsychologischen und berufswissenschaftlichen Analysen, der Qualifizierung der Multipikator:innen sowie ersten Erfahrungen im Hinblick auf die Integration von Lern-/Lehrkonzepten in Aus- und Fortbildung gezogen werden.

Die Analyseergebnisse haben gezeigt, wie wichtig die Integration einer gesundheitsförderlichen Arbeitsgestaltungskompetenz – gerade in der digitalisierten Arbeitswelt – in die Aus- und Fortbildung ist. Die Ergebnisse weisen darauf hin, wie sich Belastungskonstellationen und Handlungsspielräume in einer digitalisierten Arbeitswelt wandeln. Vor allem aber wird deutlich, wie notwendig eine solche Kompetenz auf fast allen betrieblichen Ebenen ist: Wie eine „Industrie 4.0" letztlich auf die Gesundheit der Beschäftigten wirkt, hängt im Wesentlichen von der Art der Technikgestaltung ab – auch hierfür lassen sich in den Analysen positive wie problematische Beispiele finden. Ziel von Lern-/Lehrkonzepten in diesem Zusammenhang ist es, möglichst frühzeitig im beruflichen Werdegang den Grundstein für ein Handeln zu legen, dass es ermöglicht, präventiv in Verhaltensweisen und Verhältnissen zu agieren.

Literatur

Becker, M. & Spöttl, G. (2015). Berufswissenschaftliche Forschung. Ein Arbeitsbuch für Studium und Praxis (Berufliche Bildung in Forschung, Schule und Arbeitswelt, 2; 2. Aufl.). Frankfurt am Main: Peter Lang.

Dehnbostel, P. (2012). Berufliche Kompetenzentwicklung im Kontext informellen und reflexiven Lernens – Stärkung der Persönlichkeit – und Bildungsentwicklung? In: K. Barre, C. Hahn, P. Dehnbostel, A. Lambert, A. Flasinska & K. Büchter (Hrsg.), Kompetenz. Fragen an eine (berufs-)pädagogische Kategorie (Berufsbildung, 2). Hamburg: Helmut-Schmidt-Univ. Fak. für Geistes- und Sozialwiss., S. 9–30.

DGB-Index Gute Arbeit (2016). Der Report 2016. Wie die Beschäftigten die Arbeitsbedingungen in Deutschland beurteilen. Die Digitalisierung der Arbeitswelt – Eine Zwischenbilanz aus Sicht der Beschäftigten. Hrsg. v. DGB-Index Gute Arbeit. Berlin: Institut DGB-Index Gute Arbeit.

Dunckel, H. & Pleiss, C. (Hrsg.) (2007). Kontrastive Aufgabenanalyse. Grundlagen, Entwicklungen und Anwendungserfahrungen (Mensch, Technik, Organisation, Bd. 41). Zürich: vdf Hochschulverl. an der ETH.

Dunckel, H. & Resch, M. G. (2010). Arbeitsanalyse. In: U. Kleinbeck & K.-H. Schmidt (Hrsg.), Arbeitspsychologie (Enzyklopädie der Psychologie Praxisgebiete Wirtschafts-, Organisations- und Arbeitspsychologie, Bd. 1; Vollst. Neuausg.). Göttingen: Hogrefe, S. 1111–1158.

Erpenbeck, J. & Sauter, W. (2015). Wissen, Werte und Kompetenzen in der Mitarbeiterentwicklung. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Haag, M. (2015). Kollaboratives Arbeiten mit Robotern – Vision und realistische Perspektive. In: A. Botthof & E. A. Hartmann (Hrsg.), Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 59–64.

Howe, F. & Knutzen, S. (2017). Entwickeln von Lern- und Arbeitsaufgaben (Handbücher für die Unterrichtspraxis, 4; 2. Auflage). Konstanz: Dr.-Ing. Christiani-Verlag.

Howe, F. & Knutzen, S. (2018a). Analysieren und Beschreiben von Arbeitsprozessen (Handbücher für die Unterrichtspraxis, 2; 2. Auflage). Konstanz: Dr.-Ing. Christiani-Verlag.

Howe, F. & Knutzen, S. (2018b). Beschreiben beruflicher Handlungsfelder (Handbücher für die Unterrichtspraxis, 3; 2. Auflage). Konstanz: Dr.-Ing. Christiani-Verlag.

Lüders, E. (1999). Analyse psychischer Belastungen in der Arbeit: Das RHIA-Verfahren. In: H. Dunckel (Hrsg.), Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren (Mensch, Technik, Organisation, 14). Zürich: Vdf-Hochschulverl., S. 365–395.

Oesterreich, R., Leitner, K. & Resch, M. (2000). Analyse psychischer Anforderungen und Belastungen in der Produktionsarbeit. Das Verfahren RHIA/VERA-Produktion: Hogrefe.

Reinhart, G., Bengler, K., Dollinger, C., Intra, C., Lock, C. & Popova-Dlogosch, S. (2017). Der Mensch in der Produktion von Morgen. In: G. Reinhart (Hrsg.), Handbuch Industrie 4.0. Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik. München: Hanser, S. 51–88.

Rennert, D., Kliner, K. & Richter, M. (2017). Arbeitsunfähigkeit. In: F. Knieps & H. Pfaff (Hrsg.), Digitale Arbeit – digitale Gesundheit. Zahlen, Daten, Fakten: mit Gastbeiträgen aus Wissenschaft, Politik und Praxis. Unter Mitarbeit von E. Ahlers (BKK Gesundheitsreport, 2017). Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, S. 35–104.

Volpert, W. (1990). Welche Arbeit ist gut für den Menschen. In: F. Frei (Hrsg.), Das Bild der Arbeit. Bern: Huber, S. 23–40.

Walters, D. & Wadsworth, E. (2017). Worker participation in the management of occupational safety and health: qualitative evidence from ESENER-2. European Risk Observatory Overview report. Bilbao/Brüssel: European Agency for Safety and Health at Work.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Schematische Darstellung einer modularen verketteten Anlage zur Sortierung und Handhabung von Zerspanwerkzeugen 113

Abb. 2 Schematische Darstellung einer Lern- und Arbeitsaufgabe, angereichert durch Kompetenzen im Sinne einer gesundheitsförderlichen Arbeitsgestaltung in der „Industrie 4.0“ 115

Autoren und Autorin

Daniel, Christian, Dr.-Ing., Universität Bremen, Institut Technik und Bildung, Am Fallturm 1, 28359 Bremen, christian.daniel@uni-bremen.de

Fenzl, Claudia, Dr. phil., Universität Bremen, Institut Technik und Bildung, Am Fallturm 1, 28359 Bremen, fenzl@uni-bremen.de

von Galen, Raphael, M. A., Universität Bremen, Institut Technik und Bildung, Am Fallturm 1, 28359 Bremen, vongalen@uni-bremen.de

Howe, Falk, Prof. Dr., Arbeitsorientierte Bildungsprozesse, Universität Bremen, Institut Technik und Bildung, Am Fallturm 1, 28359 Bremen, howe@uni-bremen.de

Digitale, mobile situative Gefährdungsbeurteilungen für sicheres Handeln am Beispiel der Stahlindustrie

Lisa Mehler, Tobias Berens, Sascha Wischniewski

Abstract

Gemäß dem Arbeitsschutzgesetz sind Arbeitgeber:innen dazu verpflichtet, eine Beurteilung der mit der Arbeit einhergehenden Gefährdung für die Beschäftigten vorzunehmen, gegebenenfalls entsprechende Arbeitsschutzmaßnahmen abzuleiten und eine Wirksamkeitskontrolle durchzuführen. Die Gefährdungsbeurteilung ist dabei für jede durchzuführende Tätigkeit und alle vorhandenen Arbeitsplätze notwendig. Im Kontext der Stahlindustrie ist, gerade bei komplexen und seltenen Arbeitssituationen in der Instandhaltung, neben der klassischen Gefährdungsbeurteilung eine ergänzende situative Gefährdungsbeurteilung erforderlich. Diese soll die Sicherheit der Beschäftigten sowie externer Dienstleister für den konkreten Einzelfall gewährleisten. Dafür bieten digitale und mobile Assistenzsysteme ein großes Potenzial. Dieser Beitrag diskutiert Umsetzungsmöglichkeiten, die im Rahmen des Forschungsprojekts StahlAssist bei einem der Anwendungspartner entwickelt werden.

According to the German Occupational Health and Safety Act, employers are legally obligated to assess the risk of workers associated with their work, if necessary to derive corresponding health and safety actions and to undertake an evaluation of their effectiveness. This risk assessment is necessary for every task and all existing workplaces. Within the steel industry, a situational risk assessment in addition to the classic risk assessment is necessary. This applies especially to complex and rare work situations in the field of maintenance in order to ensure employees' safety and safety for external service providers. This can be done using digital and mobile assistance systems. This article discusses implementation potentials that will be developed within one of the use cases in the research project StahlAssist.

1 Einleitung/Ausgangslage

Die Arbeitswelt befindet sich, unter anderem durch den demografischen Wandel, die Globalisierung und die Digitalisierung, in einem stetigen Umbruch. Der Einsatz neuer Technologien, wie Tablet-PCs, Smartphones und Smartwatches, geht dabei mit Chancen und Risiken für die Unternehmen einher. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und des Europäischen Sozialfonds für Deutschland (ESF) geförderten Verbundprojekts StahlAssist (Didaktische

Gestaltung und arbeitswissenschaftliche Evaluierung von Assistenzsystemen für sicheres Handeln in komplexen Situationen) wird die Erarbeitung von Konzepten zur Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines technischen Assistenzsystems zur kollaborativen Zusammenarbeit an Aufgaben der Instandhaltung angestrebt. Dieser Beitrag dient dazu, die Umsetzung dieses Ziels bei einem von vier Anwendungspartnern darzustellen. Hierbei handelt es sich konkret um die iterative Erstellung eines Lastenheftes zur Veranlassung der Realisierung eines technischen Assistenzsystems zur Durchführung einer digitalen, mobilen situativen Gefährdungsbeurteilung (SGBU) auf Basis verschiedenster Nutzer:innenanforderungen sowie die anschließende Entwicklung, Erprobung und Evaluation dieses technischen Assistenzsystems in Form eines Demonstrators zur Erstellung der mobilen SGBU beim Anwendungspartner.

Gemäß dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) sind Arbeitgeber:innen dazu verpflichtet, eine Beurteilung der mit der Arbeit einhergehenden Gefährdung für die Beschäftigten vorzunehmen und gegebenenfalls entsprechende Arbeitsschutzmaßnahmen abzuleiten. Die Gefährdungsbeurteilung ist dabei für jede durchzuführende Tätigkeit und alle vorhandenen Arbeitsplätze notwendig. Dazu werden unter anderem die Arbeitsverfahren, -abläufe, -zeiten und Qualifikationen der Beschäftigten berücksichtigt. Im Kontext der Stahlindustrie ist die situative Gefährdungsbeurteilung zur Gewährleistung der Sicherheit der Beschäftigten und externer Dienstleister von besonderer Bedeutung. Diese bezieht im Unterschied zur klassischen Gefährdungsbeurteilung tagesaktuelle Gefährdungen mit ein. Dazu gehören wechselnde Arbeitsplätze oder sich verändernde Arbeitsbedingungen, z. B. durch bauliche Maßnahmen. Der gegenseitige Abgleich verschiedener situativer Gefährdungsbeurteilungen zur Vermeidung unvorhergesehener Wechselwirkungen ist in diesem Zusammenhang von besonders hoher Relevanz. Diese können im industriellen Kontext z. B. beim Einsatz von Arbeitsmitteln bzw. Werkzeugen oder Arbeitsstoffen, insbesondere bei der Zusammenarbeit unterschiedlicher Arbeitsbereiche oder mit externen Dienstleistern, auftreten. Zur Verknüpfung der Unterweisung von Beschäftigten für die jeweiligen Tätigkeiten mit der entsprechenden situativen Gefährdungsbeurteilung eignen sich digitale und mobile Assistenzsysteme (vgl. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2018a).

Die Fragestellung, die sich vor diesem Hintergrund ableiten lässt und im Rahmen des Forschungsprojekts beantwortet werden soll, lautet dementsprechend wie folgt: Wie lassen sich digitale, mobile situative Gefährdungsbeurteilungen für sicheres Handeln im Kontext der Stahlindustrie gestalten und umsetzen?

2 Empirischer Hintergrund

Als empirischer Hintergrund der Forschungsarbeit wurde die BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung herangezogen. Hierbei handelt es sich um eine Repräsentativbefragung von 20.036 Erwerbstätigen in Deutschland zu den Bereichen Arbeit und Beruf im Wandel sowie Erwerb und Verwertung beruflicher Qualifikation. Im Wesent-

lichen besteht das Ziel dieser Befragung darin, mögliche Veränderungen in den Arbeitsgegebenheiten und -anforderungen fortlaufend zu erfassen und darzulegen, diese für unterschiedliche Berufsfelder, Branchen und Personengruppen zu betrachten sowie die Auswirkungen auf Gesundheit und Bildung der Beschäftigten zu beurteilen. Dabei werden Themen wie die derzeitige Arbeitstätigkeit, psychische und physische Belastungen und Beanspruchungen, Aspekte der Arbeitsbedingungen, Ressourcen, Aus- und Weiterbildung sowie der Bereich Gesundheit berücksichtigt. Es werden im Rhythmus von sechs Jahren erwerbstätige Personen ab 15 Jahren mit einer bezahlten Tätigkeit von mindestens zehn Stunden pro Woche in Deutschland mittels Telefoninterview befragt. Es handelt sich um eine Querschnittsbefragung (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2018b).

2.1 Arbeitsbedingungen in der Stahlindustrie

In dem vorliegenden Beitrag wurden Besonderheiten bezüglich der Arbeitsbedingungen in der Stahlindustrie betrachtet. Für die Auswertung wurde der BIBB/BAuA-Datensatz aus dem Jahr 2012 verwendet. Um eine entsprechende Teilstichprobe zu erhalten, wurde ein Filter gesetzt. Dieser schließt männliche Beschäftigte der Metallindustrie ein, die angeben, als vollzeitbeschäftigte Arbeiter tätig zu sein. Der Bereich Stahl fällt hierbei in die Klassifikationskategorie Metall (Metallerzeugung und -bearbeitung sowie Herstellung von Metallerzeugnissen, Metallindustrie etc.). Der gewählte Filter entspricht den Merkmalen der Erwerbstätigen in der Stahlindustrie und spiegelt die dortige Erwerbstätigenstruktur wider. Ebenfalls sollten so Verzerrungen bei der Auswertung vermieden werden. Für die Analysen wurden die ungewichteten Daten genutzt. Der Filter erzeugte insgesamt eine Teilstichprobe von n = 373 Personen.

2.1.1 Ergebnisse der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung

Vor dem Hintergrund verschiedener mit der Arbeit einhergehenden Gefährdungen und einer entsprechenden Gefährdungsbeurteilung werden im Folgenden die Ergebnisse der Auswertung der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung bezüglich der psychischen und physischen Belastungen und Beanspruchungen sowie der körperlichen Beschwerden und Beeinträchtigungen der Beschäftigten in der Stahlindustrie geschildert. Sie sollen dazu dienen, die weiteren Forschungsaktivitäten hinsichtlich der mobilen SGBU in einen empirischen Kontext einordnen zu können und diese branchenübergreifend auf weitere Unternehmen zu verallgemeinern.

2.1.2 Belastungen und Beanspruchungen in der Stahlindustrie

Die psychischen und physischen Belastungen und Beanspruchungen werden in der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung jeweils anhand der Kombination von zwei Items erfasst. Zum einen wird nach der Häufigkeit des Auftretens verschiedener Arbeitsbedingungen gefragt. Die Antwort erfolgt auf einer vierstufigen Skala (nie/häufig). Hierbei handelt es sich gemäß des Belastungs-Beanspruchungs-Modells, wie in der DIN 10075–1 dargestellt, um die auf die Beschäftigten einwirkenden psy-

chischen und physischen Belastungen. Zum anderen wird nach der wahrgenommenen Beanspruchung durch die zuvor genannten psychischen und physischen Faktoren im Sinne von negativen Belastungsfolgen gefragt. Diese Frage wird jedoch nur gestellt, wenn die vorherige Frage mit „häufig" beantwortet wurde. Das Antwortformat ist dichotom (ja/nein). Zur Erleichterung des Verständnisses seitens der Befragten wird bei der Fragestellung jedoch die Formulierung *Belastet Sie das?* gewählt. Sie ist gemäß des Belastungs-Beanspruchungs-Modells jedoch den psychischen und physischen Beanspruchungen zuzuordnen. Es werden im Folgenden die jeweils auffälligsten Ergebnisse beschrieben. Alle weiteren Ergebnisse können den Diagrammen entnommen werden.

Bei den arbeitsbedingten psychischen Belastungen geben 50 % der Beschäftigten an, *starkem Termin- und Leistungsdruck ausgesetzt zu sein*, 54 % berichten, dass sie häufig *ständig wiederkehrende Arbeitsvorgänge erleben*, und 50 % der Beschäftigten geben an, *verschiedene Arbeiten gleichzeitig betreuen* zu müssen. Die durch häufig auftretende psychische Belastungen am stärksten wahrgenommenen psychischen (Fehl-)Beanspruchungen sind *starker Termin- und Leistungsdruck* (75 %), *Arbeitsunterbrechung* (58 %), *Arbeiten an der Grenze der Leistungsfähigkeit* (75 %) und *sehr schnelles Arbeiten* (59 %). Dabei wird deutlich, dass viele der psychischen Belastungen, die nach Angaben der Beschäftigten häufig auftreten, von vielen Befragten nicht als psychische (Fehl-)Beanspruchung eingeschätzt werden. Andersherum wird von einer größeren Anzahl der Befragten angegeben, dass seltener auftretende psychische Belastungen zu einer größeren psychischen (Fehl-)Beanspruchung führen. Dies lässt folgendes Beispiel erkennen: Obwohl nur 16 % der Beschäftigten angeben, dass *sehr schnelles Arbeiten* häufig auftritt (psychische Belastung), wird dieser Faktor von 59 % der Beschäftigten als psychische (Fehl-)Beanspruchung beurteilt. Die weiteren Ergebnisse der arbeitsbedingten psychischen Belastungen und Beanspruchungen zeigen die nachfolgenden Diagramme (Abbildungen 1 und 2).

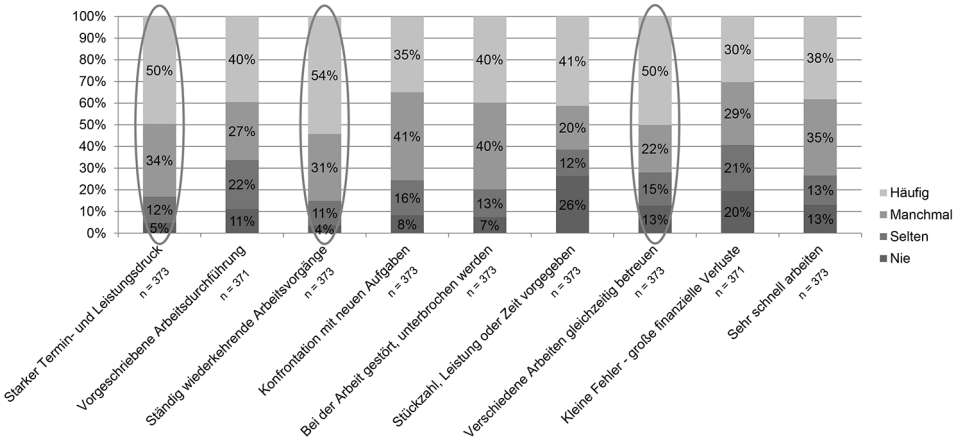


Abbildung 1: Häufigkeit des Auftretens verschiedener arbeitsbedingter psychischer Belastungen (BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung, 2012, eigene Berechnungen)

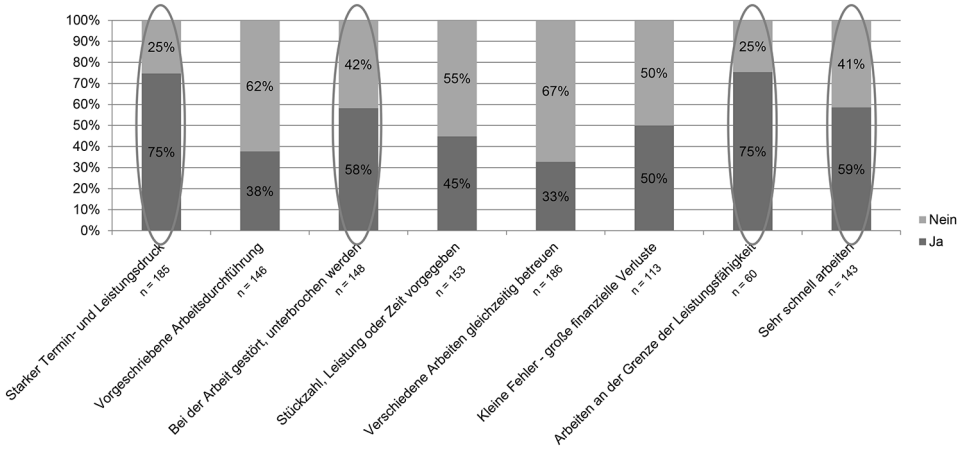


Abbildung 2: Wahrgenommene arbeitsbedingte psychische Beanspruchungen (BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung, 2012, eigene Berechnungen)

Bei den arbeitsbedingten physischen Belastungen geben 85 % der Beschäftigten an, häufig *im Stehen zu arbeiten*, 73 % berichten, dass sie häufig *Schutzkleidung bzw. -ausrüstung tragen*, und 71 % der Beschäftigten nennen *die Arbeit unter Lärm zu verrichten* als am häufigsten auftretende Faktoren physischer Belastung. Die durch häufig auftretende physische Belastungen am stärksten wahrgenommenen physischen (Fehl-)Beanspruchungen sind das *Auftreten von Rauch, Gasen, Staub und Dämpfen* (71 %) sowie von *Kälte, Hitze, Nässe, Feuchtigkeit und Zugluft* (70 %). An dieser Stelle wird erneut sichtbar, dass andere physische Faktoren zwar häufiger auftreten, aber nicht unbedingt als starke physische (Fehl-)Beanspruchung eingeschätzt werden müssen. Das *Auftreten von Rauch, Gasen, Staub und Dämpfen* wird von 38 % der Beschäftigten und *Kälte, Hitze, Nässe, Feuchtigkeit und Zugluft* von 30 % der Beschäftigten als häufig auftretende physische Belastung angegeben. Die weiteren Ergebnisse der arbeitsbedingten physischen Belastungen und Beanspruchungen können in den nachfolgenden Diagrammen (Abbildungen 3 und 4) abgelesen werden.

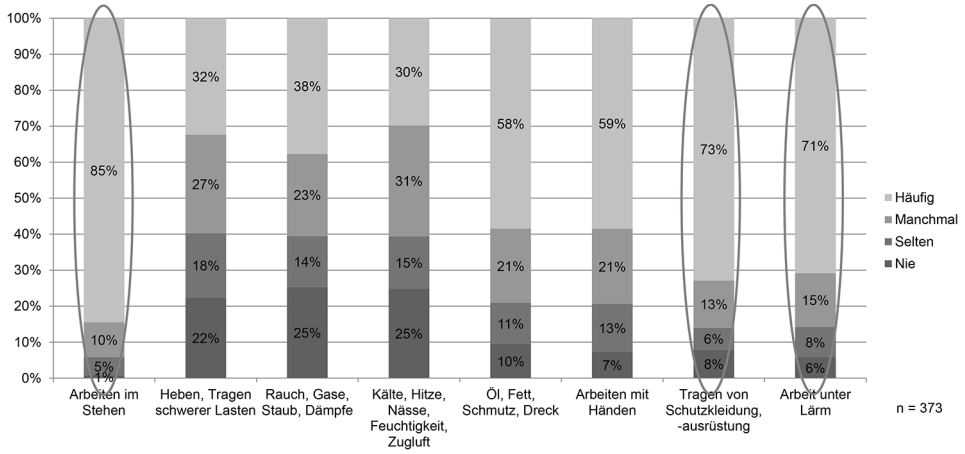


Abbildung 3: Häufigkeit des Auftretens verschiedener arbeitsbedingter physischer Belastungen (BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung, 2012, eigene Berechnungen)

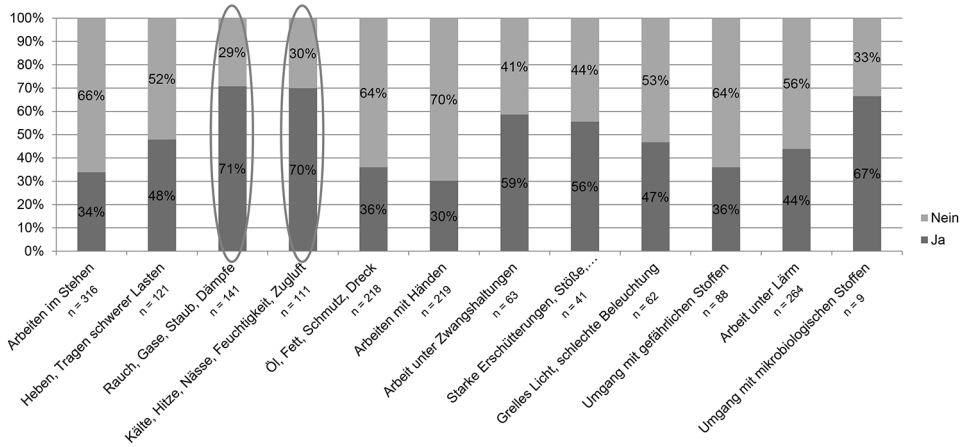


Abbildung 4: Wahrgenommene arbeitsbedingte physische Beanspruchungen (BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung, 2012, eigene Berechnungen)

2.1.3 Körperliche Beschwerden/Beeinträchtigungen

Die gesundheitlichen Beschwerden werden in der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung erfasst, indem die Erwerbstätigen nach den in den letzten 12 Monaten während der Arbeit bzw. an Arbeitstagen am häufigsten aufgetretenen Beschwerden gefragt werden. Die Beschäftigten geben dabei mit 43 % *Schmerzen im Nacken-/Schulterbereich* und mit 52 % *Schmerzen im unteren Rücken (Kreuzschmerzen)* als am häufigsten auftretende gesundheitliche Beschwerden an. Weitere psychosomatische Beschwerden, die in den letzten 12 Monaten während der Arbeit bzw. an Arbeitstagen aufgetreten sind, sind *nächtliche Schlafstörungen* (31 %), *allgemeine Müdigkeit, Mattigkeit oder Erschöpfung* (49 %) und *körperliche Erschöpfung* (42 %). Die weiteren Er-

gebnisse der körperlichen Beschwerden bzw. Beeinträchtigungen können den nachfolgenden Abbildungen 5 und 6 entnommen werden.

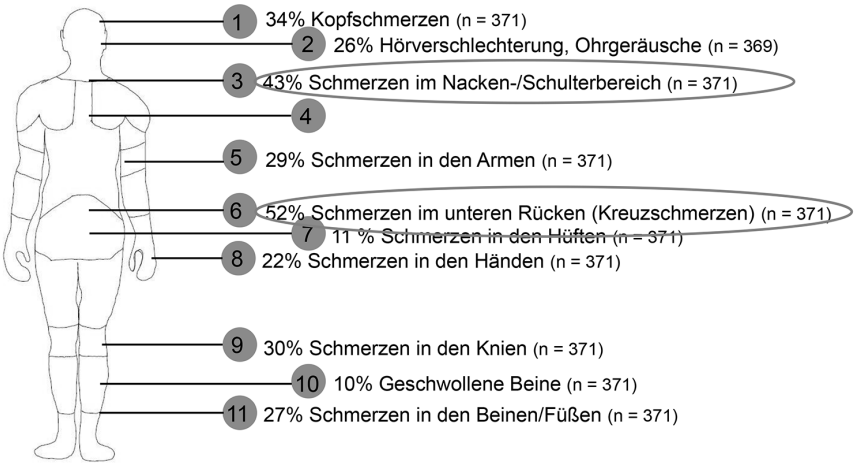


Abbildung 5: Häufigkeit des Auftretens gesundheitlicher Beschwerden in den letzten 12 Monaten während der Arbeit bzw. an Arbeitstagen (BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung, 2012, eigene Berechnungen)

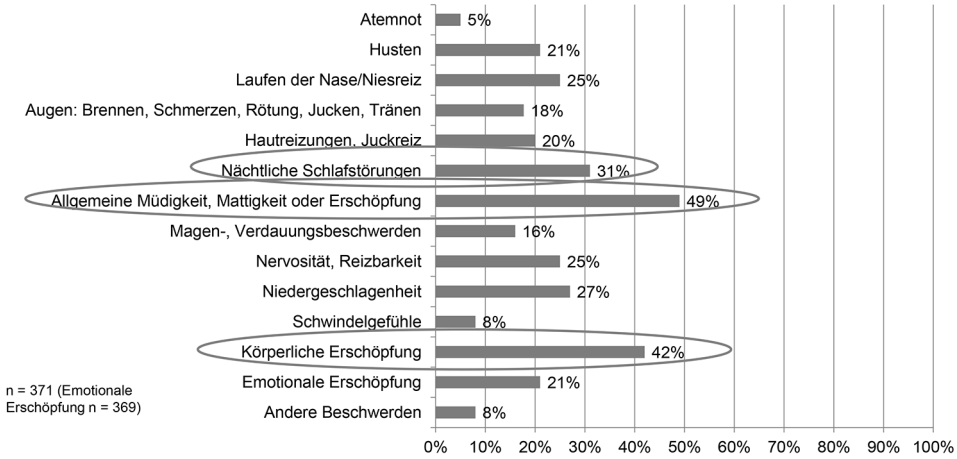


Abbildung 6: Häufigkeit des Auftretens gesundheitlicher Beschwerden in den letzten 12 Monaten während der Arbeit bzw. an Arbeitstagen (BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung, 2012, eigene Berechnungen)

2.2 Begriffsbestimmung Gefährdungsbeurteilung

Im vorherigen Kapitel wurde deutlich, dass die Beschäftigten in der Stahlindustrie verschiedenen arbeitsbedingten psychischen und physischen Belastungen und Beanspruchungen ausgesetzt sind, die möglicherweise auch zu gesundheitlichen Beschwerden und Beeinträchtigungen führen können. Der/die Arbeitgeber:in ist grundsätzlich verpflichtet, Arbeitsbedingungen zu schaffen, die für die Beschäftig-

ten schädigungslos sind und sie dauerhaft gesund erhalten. Dies wird im ArbSchG § 3 (1) vorgeschrieben:

„Der Arbeitgeber ist verpflichtet, die erforderlichen Maßnahmen des Arbeitsschutzes unter Berücksichtigung der Umstände zu treffen, die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten bei der Arbeit beeinflussen. Er hat die Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit zu überprüfen und erforderlichenfalls sich ändernden Gegebenheiten anzupassen. Dabei hat er eine Verbesserung von Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten anzustreben."

Art, Umfang und Methode, wie dieser Verpflichtung nachzukommen ist, werden durch die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV § 3) und die technische Regel zur Gefährdungsbeurteilung (TRBS 1111) weiter konkretisiert. Insbesondere eine steigende Komplexität und zunehmend dynamischere Arbeitssysteme können Verantwortliche dennoch vor große Herausforderungen und Unsicherheiten bei der Gestaltung der Gefährdungsbeurteilung stellen. Vor diesem Hintergrund wird die Bedeutung, die der Gefährdungsbeurteilung zukommt, deutlich.

Die BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung beinhaltet ebenfalls die Frage, ob am Arbeitsplatz eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt wurde. 54 % der Beschäftigten bejahen diese Frage. Nur 0,3 % der Beschäftigten der Teilstichprobe wissen nicht, was eine Gefährdungsbeurteilung ist. 19 % der Beschäftigten wissen nicht, ob eine Gefährdungsbeurteilung an ihrem Arbeitsplatz durchgeführt wurde und 27 % der Beschäftigten verneinen die Frage. An dieser Stelle muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass dies nicht bedeutet, dass tatsächlich keine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt wird. Es besteht die Möglichkeit, dass die Beschäftigten nicht wissen, was eine Gefährdungsbeurteilung ist, oder dass sie nicht über die Durchführung informiert sind; denn die Gefährdungsbeurteilung kann für vergleichbare Arbeitsplätze übertragen werden und muss daher nicht an jedem Arbeitsplatz durchgeführt werden. Wird die Frage hinsichtlich der Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung mit *ja* beantwortet, folgt eine weitere Frage, inwieweit dabei auch psychische Belastungen berücksichtigt wurden. Die Ergebnisse werden in den nachfolgenden Diagrammen (Abbildungen 7 und 8) dargestellt.

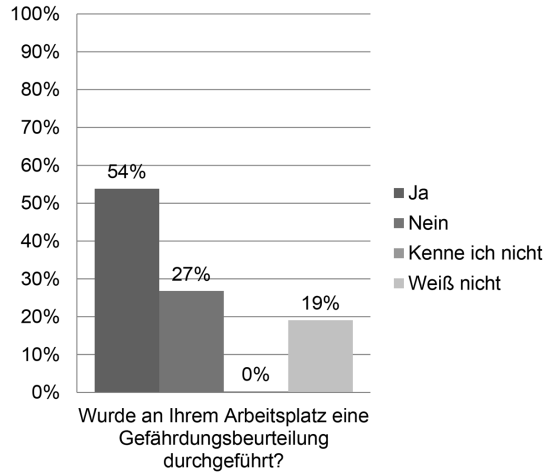


Abbildung 7: Wurde an Ihrem Arbeitsplatz eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt? (BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung, 2012, eigene Berechnungen)

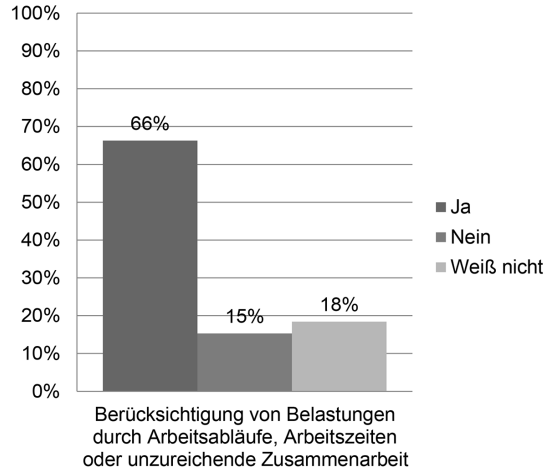


Abbildung 8: Wurden dabei auch mögliche Belastungen durch problematische Arbeitsabläufe, Arbeitszeiten oder unzureichende Zusammenarbeit berücksichtigt? (BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung, 2012, eigene Berechnungen)

2.2.1 Unterscheidung zwischen klassischer und situativer Gefährdungsbeurteilung

Wie bereits beschrieben, gibt der Gesetzgeber durch das ArbSchG nur Rahmenbedingungen für die Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung vor. Werden diese Anforderungen konkretisiert, ergibt sich häufig eine Wirkkette, die sich an einem Kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) – als Grundprinzip des Qualitätsmanagements und unverzichtbarer Bestandteil der ISO 9001 – anlehnt. Diese Vorgehensweise wird in der nachfolgenden Abbildung beschrieben.

Daher kann die Organisation und Durchführung der Gefährdungsbeurteilung einem achtstufigen Prozessmodell folgen, dessen Ziel die Verbesserung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes auf einem höheren Niveau ist. Selbstverständlich sind auch andere Vorgehensweisen möglich, sofern die Grundforderung des ArbSchG erfüllt wird, dass eine Gefährdungsbeurteilung dem Muster Analyse – Bewertung – Gestaltung – Dokumentation folgt. Daher sei an dieser Stelle darauf verwiesen, dass auch die technische Regel zur Gefährdungsbeurteilung (TRBS 1111) Hinweise zum Prozess der Gefährdungsbeurteilung enthält.

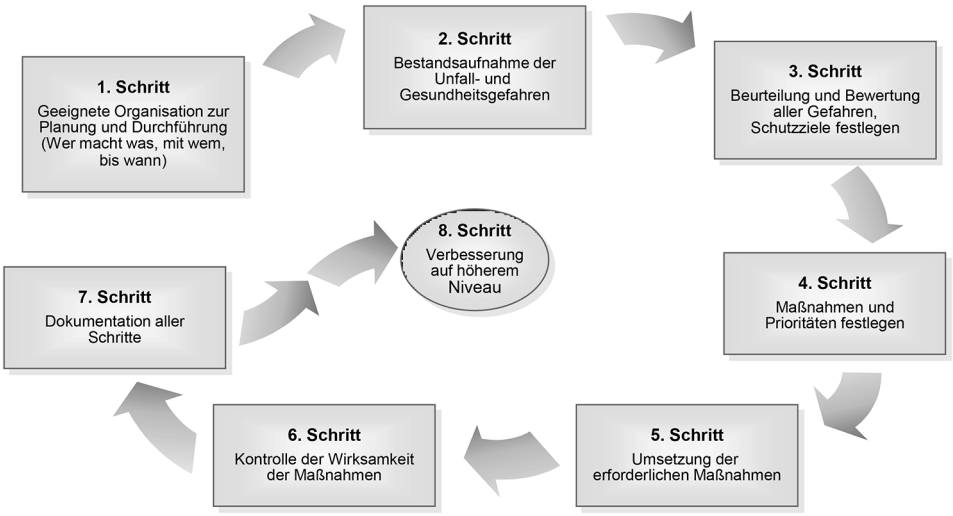


Abbildung 9: Vorgehen bei einer Gefährdungsbeurteilung

Grundsätzlich orientiert sich der Umfang der Gefährdungsbeurteilung an den betrieblichen Anforderungen und Gegebenheiten. Dazu gehören neben allen voraussehbaren Arbeitsabläufen insbesondere Ereignisse und Aufgaben, die außerhalb der normalen Betriebsbedingungen stattfinden, wie zum Beispiel Instandhaltungsarbeiten, Betriebsstörungen, Reinigungsarbeiten oder Nebentätigkeiten wie die Abfallbeseitigung.

Es hat sich daher bewährt, das Arbeitssystem als Betrachtungsgegenstand auszuwählen und die verschiedenen Arbeitssystemelemente in die Beurteilung der Arbeitsbedingungen mit einzubeziehen. Hilfestellung leistet das ArbSchG dahingehend, dass beispielhaft auf folgende Gefahrenquellen verwiesen wird: Arbeitsverfahren, Arbeitsabläufe, Arbeitszeiten, unzureichende Qualifikation und Unterweisung der Beschäftigten.

Ziel ist es, eine umfassende Erfassung und Beurteilung für jede ausgeübte Tätigkeit bzw. jeden Arbeitsplatz zu erstellen. Bei gleichartigen Betriebsstätten, gleichen Arbeitsverfahren und gleichen Arbeitsplätzen ist die Beurteilung eines Arbeitsplatzes oder einer Tätigkeit ausreichend. Sobald eine Gefährdung identifiziert

wurde, ist mithilfe der sicherheitstechnischen Rangfolge festzulegen, wie diese beseitigt oder gemindert werden kann:

S – Substituieren (Ersetzen) von Gefahrenquellen
Gefahrenquellen entweder ganz beseitigen oder so weit *entschärfen*, dass keine Gefährdung mehr vorhanden ist.

T – Technische Maßnahmen
Gefährdungen *einsperren* oder mindern, z. B. durch den Einsatz von Schutzeinrichtungen.

O – Organisatorische Maßnahmen
Räumliche und/oder zeitliche Trennung einer Gefahrenquelle vom Menschen.

P – Personenbezogene Maßnahmen
Individueller Schutz des Menschen durch richtiges Verhalten und gegebenenfalls Einsatz von Persönlichen Schutzausrüstungen. Nachrangig gegenüber den vorherigen Maßnahmen.

Es ist daher nachvollziehbar, dass es beim Durchlaufen des achtstufigen Prozessmodells, je nach Anzahl und Komplexität der Arbeitssysteme, hoher zeitlicher als auch finanzieller Ressourcen bedarf. Darüber hinaus ist bei nichtstationären Arbeitsplätzen, sofern sich spezifische Gefährdungen aus den örtlichen Verhältnissen ergeben, eine (ggf. zusätzliche) arbeitsplatzbezogene Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Aus diesem Grund setzt sich in der betrieblichen Praxis verstärkt ein kombiniertes Vorgehen aus klassischer Gefährdungsbeurteilung für die systematische Erfassung und Bewertung der Arbeitssysteme sowie SGBU für die Erfassung von Gefährdungen und Belastungen an nicht stationären Arbeitsplätzen durch.

Klassische Gefährdungsbeurteilung	Situative Gefährdungsbeurteilung
▪ Die GBU bewertet das entsprechende Arbeitssystem und legt Maßnahmen zur humanen Gestaltung fest.	▪ Die SGBU ergänzt die GBU durch situationsabhängige Gefährdungen und Belastungen für eine konkrete Arbeitssituation.
▪ Das Ziel: dauerhafte und nachhaltige Verbesserung der Arbeitsbedingungen.	▪ Das Ziel: schnelle Verbesserung des Arbeitsschutzes vor Ort.
▪ Die Betrachtung der Arbeitssysteme erfolgt je nach Tätigkeit global oder zusammenfassend.	▪ Notwendige Maßnahmen werden konkret auf die bewertete Situation heruntergebrochen.
▪ Die Maßnahmen orientieren sich am sicherheitstechnischen Standard S-T-O-P.	▪ Primär werden arbeitsorganisatorische oder persönliche Maßnahmen (PSA / Unterweisung) ergriffen.
▪ Der Zeitaufwand kann je nach Komplexität der Betrachtung sehr hoch sein.	▪ Der Zeitaufwand soll maximal mehrere Minuten betragen.

Abbildung 10: Unterscheidung zwischen klassischer und situativer Gefährdungsbeurteilung

Während sich durch die klassische Gefährdungsbeurteilung eine ganzheitliche Betrachtung des Arbeitssystems ergibt, setzt die SGBU darauf, aktuelle Besonderheiten vor der Ausführung der Arbeitstätigkeit zu erfassen, um die Maßnahmen der klassischen Gefährdungsbeurteilung zu vervollständigen. Daher beschränken sich die Maßnahmen in der Regel auf den Gestaltungsbereich *Organisatorische Maßnahmen* und *Personenbezogene Maßnahmen*. Der Einsatz der SGBU kann auch aus diesem Grund nur ergänzend zur klassischen Gefährdungsbeurteilung erfolgen.

3 Derzeitige Durchführung einer SGBU beim Anwendungspartner

Die im vorherigen Kapitel beschriebene Kombination von klassischer Gefährdungsbeurteilung und SGBU wird beim ausgewählten Anwendungspartner des Projektes StahlAssist bereits systematisch umgesetzt. In der konkreten Ausgestaltung der SGBU ergeben sich jedoch nach einer Ablaufanalyse Potenziale, die im Rahmen des Projektes ausgeschöpft werden sollen. Dies lässt sich in Form einer Problemstellung wie folgt zusammenfassen:

- Die SGBU findet in der Regel im Vorfeld der Arbeiten statt.
- Die Eingabe der Daten erfolgt am Schreibtisch.
- Die Situation vor Ort kann in der Regel nur planerisch abgebildet werden.
  - Die Beschreibung der Arbeiten und Gefährdungen erfolgt global, um viele Arbeitsvorgänge abzudecken – dementsprechend global sind die Maßnahmen definiert.
  - Akteure können nur so weit berücksichtigt werden, wie deren Tätigkeit vorher bekannt ist.
  - Der Informationsfluss an Dritte (Subunternehmer:innen) findet nur aufgrund der Aktenlage statt.
- Die Verantwortlichen müssen Ausdrucke händisch unterschreiben, die dann wieder gescannt werden. Es folgt ein aufwendiges Datenmanagement.
- Vor-Ort-Lösungen scheitern an fehlender IT-Infrastruktur (WLAN).

Insbesondere durch die fehlende Möglichkeit, die SGBU wirklich situativ durchzuführen und die fehlende Implementierung heutiger technischer Standards (WLAN/LTE-Anbindung, digitale Unterschrift, Kommunikations- und Kollaborationsmöglichkeiten) nehmen die Anwender:innen das derzeitige Verfahren als unflexibel wahr. Die Bereitstellung eines angemessenen Arbeitsmittels für die SGBU ist daher ein wichtiger Aspekt, um die Bereitschaft zur Durchführung dieser zu fördern. Um im Rahmen der Projektaktivitäten die Gestaltungsanforderungen an ein mobiles Assistenzsystem zu spezifizieren und in ein Lastenheft zu überführen, werden verschiedene Instrumente und Methoden eingesetzt. Das Vorgehen lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Durchführung von Workshops mit Anwender:innen des aktuellen bzw. angestrebten Assistenzsystems (Beschäftigte des Anwendungspartners und Beschäf-

tigte aus Fremdfirmen) zur Erfassung des erwarteten Nutzens und der erwarteten Bedienbarkeit
- Workshop mit Führungskräften des Anwendungspartners zur Erfassung der Anforderungen aus Unternehmens-/IT-Sicht
- Überprüfung der aktuellen Vorgehensweise und Inhalte zur SGBU aus Sicht der Arbeitssicherheit
- Aufstellen von Anforderungen aus Sicht der (Software-)Ergonomie
- Benchmark zu bereits verfügbaren Systemen zur Erstellung von (mobilen) SGBU
- Erprobung und Evaluation des entwickelten technischen Assistenzsystems

Ziel ist es, die situative Gefährdungsbeurteilung vor Ort erstellen und bearbeiten zu können und die derzeit systembedingten Defizite zu überwinden. Das hierfür zur Verfügung gestellte mobile Assistenzsystem soll daher Erfahrungen, Wünsche und Bedürfnisse der Mitarbeiter:innen sowie bereits etablierte Unternehmensstandards berücksichtigen.

4 Mobiles, technisches Assistenzsystem zur zukünftigen Umsetzung der SGBU beim Anwendungspartner

Für die Entwicklung eines Lastenheftes *Mobiles Assistenzsystem* werden die in Mitarbeiter:innengesprächen und durch Marktanalysen gewonnen Erkenntnisse in vier Dimensionen geclustert. Die Ausgestaltung der Cluster erfolgt dabei in enger Absprache mit dem Anwendungspartner des Projektes StahlAssist. Die Ergebnisse des Clusters sind nachfolgend dargestellt:

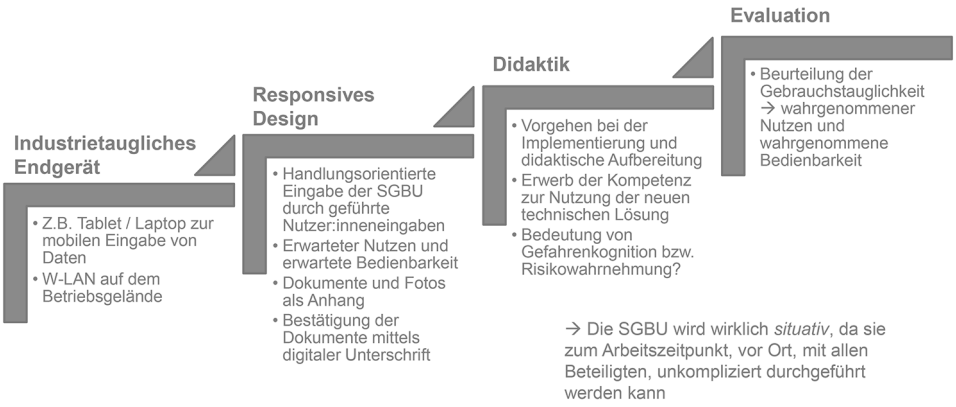


Abbildung 11: Lösungsvorschlag seitens der Forschungspartner zur Umsetzung der mobilen SGBU beim Anwendungspartner

Kern des neuen Assistenzsystems wird dabei eine mobile Lösung mit Netzwerkanbindung sein, über die die SGBU vor Ort erstellt und angepasst werden kann. Mittels Implementierung moderner Standards (Fingerprint) lassen sich Dokumente rechtssicher unterschreiben und der Austausch über mobile Kommunikationswege, z. B. mit Subunternehmer:innen, kann in Echtzeit erfolgen. Die verwendete Software soll dabei neben einer responsiven Nutzer:innenschnittstelle insbesondere Best-Practice-Verfahren für die Erfassung von Gefährdungen und Belastungen enthalten und den Mitarbeiter:innen eine optimale Assistenz bereitstellen. Neben den technischen Anforderungen an die Hard- und Softwareausstattung kommt jedoch auch der Didaktik eine besondere Bedeutung zu.

Die Einführung eines neuen Assistenzsystems bedarf einer Akzeptanz auf allen Ebenen. Daher ist neben der Entwicklung und Bereitstellung einer technischen Lösung vor allem die Verknüpfung mit einer strategischen und didaktisch flankierenden Schulung sowie der Definition von Anforderungen und Zielen beim Einsatz über alle Führungs- und Anwender:innenebenen hinweg zwingend erforderlich.

Diese multidimensionale Entwicklung begleitet das Forschungskonsortium im Projekt StahlAssist mit dem Ziel, bis zum Projektende einen auf allen Ebenen akzeptierten Entwurf eines prototypischen Assistenzsystems im Rahmen eines Lastenheftes spezifiziert und entwickelt zu haben. Es wird angestrebt, dieses prototypische Assistenzsystem zur Erstellung der mobilen SGBU gemeinsam mit den Beschäftigten im Arbeitsprozess zu erproben und zu evaluieren. So sollen Chancen und Risiken beim Einsatz technischer Assistenzsysteme in der Stahlindustrie ermittelt und in allgemeine Konzepte, die branchenübergreifend anzuwenden sind, übertragen werden können.

Literatur

BetrSichV – Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV), vom 03. Februar 2015.

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2018a). Gefährdungsbeurteilung. Zentrales Element im betrieblichen Arbeitsschutz. BAuA. Verfügbar unter: https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefaehrdungsbeurteilung/_functions/BereichsPublikationssuche_Formular.html?nn=8703478 (Zugriff: 02.11.2018).

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2018b). BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung. Arbeitsbedingungen und Gesundheit aus der Sicht der Erwerbstätigen. BAuA. Verfügbar unter: https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitswelt-und-Arbeitsschutz-im-Wandel/Arbeitsweltberichterstattung/Arbeitsbedingungen/BIBB-BAuA-2012.html (Zugriff: 01.10.2018).

BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung (2012), eigene Berechnungen Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

DIN EN ISO 10075–1:2000. Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung (Teil 1: Allgemeines und Begriffe).
DIN EN ISO 9001:2015. Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen.
TRBS – 1111 Technische Regel für Betriebssicherheit – Gefährdungsbeurteilung (TRBS 1111), GMBl. Nr. 22 Ausgabe: März 2018.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Häufigkeit des Auftretens verschiedener arbeitsbedingter psychischer Belastungen 122

Abb. 2 Wahrgenommene arbeitsbedingte psychische Beanspruchungen 123

Abb. 3 Häufigkeit des Auftretens verschiedener arbeitsbedingter physischer Belastungen 124

Abb. 4 Wahrgenommene arbeitsbedingte physische Beanspruchungen 124

Abb. 5 Häufigkeit des Auftretens gesundheitlicher Beschwerden in den letzten 12 Monaten während der Arbeit bzw. an Arbeitstagen 125

Abb. 6 Häufigkeit des Auftretens gesundheitlicher Beschwerden in den letzten 12 Monaten während der Arbeit bzw. an Arbeitstagen 125

Abb. 7 Wurde an Ihrem Arbeitsplatz eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt? . . . 127

Abb. 8 Wurden dabei auch mögliche Belastungen durch problematische Arbeitsabläufe, Arbeitszeiten oder unzureichende Zusammenarbeit berücksichtigt? . 127

Abb. 9 Vorgehen bei einer Gefährdungsbeurteilung 128

Abb. 10 Unterscheidung zwischen klassischer und situativer Gefährdungsbeurteilung 129

Abb. 11 Lösungsvorschlag seitens der Forschungspartner zur Umsetzung der mobilen SGBU beim Anwendungspartner 131

Förderhinweis

Das Projekt StahlAssist wird im Rahmen des Programms „Zukunft der Arbeit“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Europäischen Sozialfonds (ESF) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut (FKZ: 02L15A143).

Autorin und Autoren

Mehler, Lisa, M. A., wissenschaftliche Mitarbeiterin der Fachgruppe „Human Factors, Ergonomie“, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fachbereich „Produkte und Arbeitssysteme“, Friedrich-Henkel-Weg 1–25, 44149 Dortmund, mehler.lisa@baua.bund.de

Wischniewski, Sascha, Dr., Leiter der Fachgruppe „Human Factors, Ergonomie“, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fachbereich „Produkte und Arbeitssysteme“, Friedrich-Henkel-Weg 1–25, 44149 Dortmund, wischniewski.sascha@baua.bund.de

Berens, Tobias, Dipl. Ing., stellvertretender Vorstandsvorsitzender, Berufsforschungs- und Beratungsinstitut für interdisziplinäre Technikgestaltung e. V., Max-Greve-Straße 30, 44791 Bochum, tobias.berens@bit-bochum.de

Veränderungen in industriellen Arbeits- und Bildungsprozessen

Berufswissenschaftliche Deckungsanalyse zur Prüfung gewerblich-technischer Berufsbilder auf Industrie 4.0-Eignung

Matthias Becker, Georg Spöttl

Abstract

Durch den Einzug der Digitalisierung in alle Bereiche der Produktion und insbesondere durch cyber-physische Systeme (CPS) entstehen neue und veränderte Aufgaben und Kompetenzanforderungen für gewerblich-technische Fachkräfte. Es stellt sich die Frage, inwiefern die bestehenden Ausbildungsberufe diese Kompetenzanforderungen bereits abdecken bzw. wo neue Qualifikationsbedarfe entstehen. Mithilfe berufswissenschaftlicher Deckungsanalysen werden empirisch erhobene Aufgabenstrukturen und Kompetenzanforderungen durch den Einfluss von „Industrie 4.0“ (Industrie 4.0-Handlungsfelder) mit den in den Ordnungsmitteln identifizierbaren Kompetenzen in Deckung gebracht, qualitativ und quantitativ bewertet und so der Bedarf an Weiterentwicklung der Ausbildungsberufe aufgezeigt. Der Beitrag zeigt das Konzept und das Verfahren der Deckungsanalyse auf und benennt Beispiele für Ergebnisse dieses Verfahrens.

The implementation of digitalization in all areas of production, especially driven by cyber-physical systems (CPS), triggered new and changed tasks and competence requirements for technical professionals. Therefore the question arises as to whether the existing vocational training occupations are already covering these competence requirements or whether new qualification requirements are arising. With the help of occupational-scientific cover analyses influenced by "Industry 4.0" (Industry 4.0 fields of action), empirically compiled task structures and competence requirements are brought in line with the competences identifiable in the regulatory ordinances and are qualitatively and quantitatively evaluated. Thus, the need for further development of occupational profiles and vocational training is shown. The paper presents the concept and the method of the coverage analysis and gives examples of the results of this analysis.

1 Neue Qualifikationsanforderungen durch Digitalisierung und die Teilnovellierung der industriellen Metall- und Elektroberufe

Durch die Digitalisierung und die Einführung cyber-physischer Systeme (CPS) in Produktions- und Dienstleistungsbranchen haben sich berufliche Kompetenzanforderungen verändert und es sind neue Aufgaben entstanden. Auch die berufliche Aus- und Weiterbildung ist davon betroffen und muss die veränderten Kompetenzanforderungen aufgreifen. Letztere sind dafür allerdings zunächst zu identifizieren, was sich angesichts des Wesens der Digitalisierung (vgl. Becker 2016, S. 73 ff.) nicht ganz so einfach bewerkstelligen lässt.

Die Digitalisierung erweist sich bei genauerem Hinsehen eher als eine evolutionäre Entwicklung und weniger als eine industrielle Revolution, die ihren Ausgangspunkt in den 1970er-Jahren in der Integration computergestützter Produktionstechnologien hatte[1], im Zeichen von Computer Integrated Manufacturing (CIM) stand sowie weitreichende arbeitsorganisatorische und gesellschaftliche Veränderungen durch Effekte der Automatisierung bewirkte (vgl. Corbett et al. 1991). Auswirkungen der Automatisierung dominieren auch bei den neueren, mit dem Schlagwort „Industrie 4.0" gekennzeichneten Digitalisierungseinflüssen; jedoch liegt nun ein Fokus auf der Automatisierung kognitiver Arbeit im Gegensatz zur Automatisierung manueller Fertigkeiten in den 1980er-Jahren. Aspekte der künstlichen Intelligenz und die Virtualisierung von Arbeit verändern die Kernaufgaben vieler Berufe. Die Automatisierung selbst wird dabei zu einer Querschnittsanforderung in der Facharbeit. Zum einen werden nun Produktionsprozesse durchgängig mithilfe von Software geplant, manipuliert, ausgewertet und schließlich vernetzt, zum anderen werden Handlungen virtualisiert bzw. teils im virtuellen Raum vollzogen (z. B. durch Simulation bzw. embedded systems). Dies führt zur Notwendigkeit, die konkreten Produktionsprozesse „von der Software her" (Spöttl & Windelband 2016) zu denken.

Nachdem in verschiedenen Forschungsprojekten die veränderte Arbeit und die gewandelten Anforderungen aufgedeckt und analysiert wurden (vgl. u. a. Spöttl et al. 2016; Pfeiffer et al. 2016), stellt sich die Frage, ob die aktuellen gewerblich-technischen Berufe für diese geeignet aufgestellt sind.

Nun haben die Sozialpartner angesichts der vorliegenden Erkenntnisse bereits früh ein sogenanntes agiles Verfahren beschlossen (vgl. Sozialpartner 2017), mit dem eine rasche Überarbeitung der Berufsbilder ermöglicht werden sollte, die auch zum Ausbildungsjahr 2018 umgesetzt wurde. Mit einer Teil-Novellierung der elektrotechnischen und metalltechnischen Ausbildungsberufe sowie des Berufsbildes Mechatroniker:in wurden die Ordnungsmittel und hier vor allem der Ausbildungsrahmenplan überarbeitet. Neben einer neuen Kernqualifikation zur Digitalisierung wurden optionale Zusatzqualifikationen (vgl. Abbildung 1) eingeführt, mithilfe derer Fachkräfte zukünftig die erforderlichen Kompetenzen entwickeln können sollen. Ein Ele-

1 Vergleiche dazu die vier Paradigmen im Artikel von Ahrens und Spöttl 2018.

ment des agilen Verfahrens ist es, eine Entscheidung darüber zu treffen, ob erkannte Qualifikationsbedarfe bereits in den Ausbildungsordnungen abgebildet sind, oder ob Handlungsbedarf im Bereich der Aus- und Fortbildung besteht. Hier setzt die berufswissenschaftliche Deckungsanalyse an.

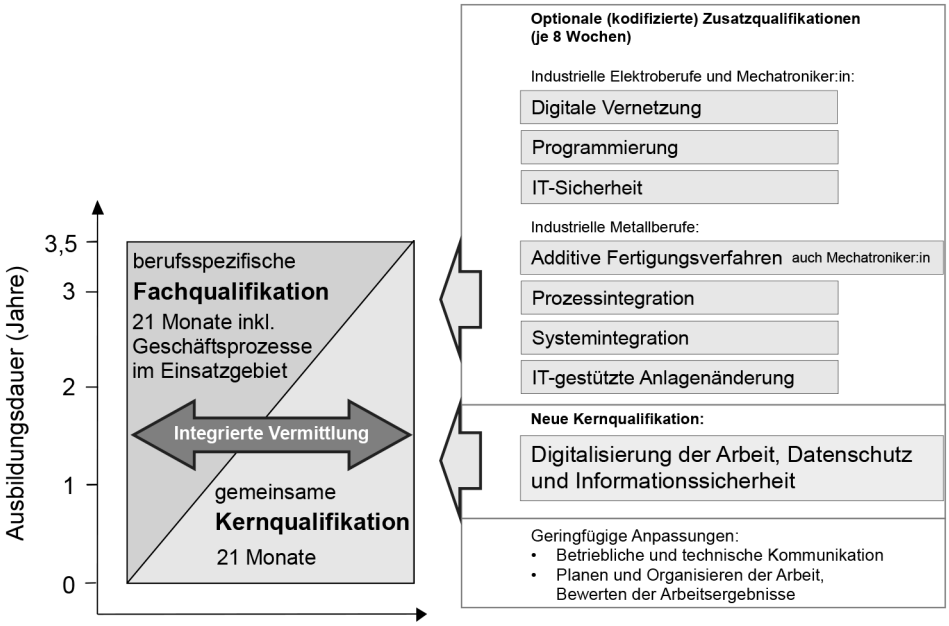


Abbildung 1: Veränderungen in der Ausbildungsordnung durch Anpassungen, eine neue Kernqualifikation und kodifizierte Zusatzqualifikationen

2 Fragestellung: Vergleich zwischen empirisch gewonnenen Kompetenzbeschreibungen und Ordnungsmitteln

Aus Sicht der Forschung stellt sich die Frage, ob die derzeitigen Ausbildungsberufe ausreichend auf die neuen bzw. veränderten Aufgaben vorbereitet sind. Decken sich also die Inhalte der Ordnungsmittel mit den identifizierten Aufgaben und Kompetenzanforderungen in den Unternehmen?

Und auch mit den bereits im Jahr 2018 novellierten Berufsbildern muss die Frage aufgeworfen werden, ob sich angesichts der evolutionären Entwicklung tatsächlich eigenständige neue Aufgaben und Kompetenzanforderungen ergeben, die sich mit ebenso eigenständigen Zusatzqualifikationen abdecken lassen, oder ob Querschnittsanforderungen (vgl. den ersten Abschnitt) nicht eher zu Kompetenzanforderungen für durch Industrie 4.0 veränderte, generische Handlungsfelder führen? Diese Fragestellung ist von herausragender Bedeutung für die Beantwortung

der ordnungspolitischen Frage, ob und wie gewerblich-technische Ausbildungsberufe heute und zukünftig verändert werden sollten, oder ob gar neue Berufsprofile erforderlich sind.

Zudem wird in diesem Kontext eine methodische Frage aufgeworfen: Wie können Beschreibungen der Berufsbilder und Ordnungsmittel mit empirisch erschlossenen und aufbereiteten Kompetenzbeschreibungen verglichen werden? Besteht die Gefahr des Vergleichs zwischen Äpfeln und Birnen, da Ordnungsmittel überhaupt nicht kompetenzbasiert beschrieben sind? Schon seit längerer Zeit ist im Zuge der Diskussion über kompetenzorientierte Ausbildungsordnungen (vgl. Hensge et al. 2009) die Frage relevant, wie Ordnungsmittel zukunftsfest und offen formuliert werden können, ohne den Kontextbezug aufzugeben. Noch genügen die Beschreibungen der Ordnungsmittel kaum Kriterien einer guten Kompetenzbeschreibung (vgl. Becker & Spöttl 2015), sodass für eine Gegenüberstellung zunächst Anpassungen und Reinterpretationsarbeit notwendig erscheinen.

Das „In-Deckung-Bringen" von Kompetenzbeschreibungen bedarf in jedem Fall einer einheitlichen Grundlage, die im folgenden Abschnitt gelegt wird, wobei neben der Grundlegung für den Vergleich auch eine methodische Einordnung in den Kanon verschiedener Verfahren der Deckungsanalyse geleistet werden soll.

3 Methodischer Ansatz berufswissenschaftlicher Deckungsanalysen

3.1 Einbettung in ein Forschungsdesign

Eine berufswissenschaftliche Deckungsanalyse ist Teil eines Forschungsdesigns, mit dem ausgehend von Erkenntnissen zu veränderten beruflichen Handlungsfeldern durch Industrie 4.0-Einfluss der Deckungsgrad mit den Kompetenzbeschreibungen in den Ordnungsmitteln – und hier insbesondere mit den Beschreibungen in den Ausbildungsrahmenplänen – festgestellt wird. Dazu werden vorliegende empirische Erkenntnisse aus

- Fallstudien in Unternehmen
- Arbeitsprozessanalysen und
- Expertenworkshops

mit den Ordnungsmittelbeschreibungen verglichen. Dieses ist forschungsmethodisch nicht durch einen einfachen Vergleich zu leisten. Vielmehr bedarf es eines komplexen Verfahrens (vgl. Becker et al. 2017), um die eher inhaltsbezogenen und stark verallgemeinerten Beschreibungen eines Ausbildungsrahmenplans mit kontextbezogenen und kompetenzorientierten Anforderungsbeschreibungen aus berufswissenschaftlichen Analysen vergleichen zu können.

Interpretationen und Kontextualisierungen der Inhaltsbeschreibungen sind erforderlich, sodass Gegenüberstellungen sinnvoll vorgenommen werden können.

3.2 Historie und Einordnung

Qualifikationsforschung hat stets das Ziel, Grundlagen für Entscheidungen sowie Gestaltung und Veränderungen in der Berufsbildung zu legen. Dabei ist immer der Akt des Vergleichs – sowohl zwischen Altem und Neuem wie zwischen vorliegenden Beschreibungen in internationalen Vergleichen – ein kritischer, und zwar in mehrfacher Hinsicht, nämlich hinsichtlich der verglichenen Artefakte (Ausbildungsinhalte, Aufgaben, Prozesse, Tätigkeiten, Fertigkeiten, Kenntnisse, Fähigkeiten, Kompetenzen) wie auch hinsichtlich des Qualifikationsniveaus und des einbezogenen Ausbildungs- wie Arbeitskontextes. Vergleiche können sehr unterschiedlich angelegt sein:

- Vergleich zwischen Inhalten verschiedener Ausbildungsberufe zur Bestimmung der Überdeckung von Ausbildungsprofilen durch die Ausbildungs(ordnungs)- und Curriculumforschung;
- Vergleich zwischen neuen Qualifikationsanforderungen und bestehenden beruflichen Handlungsfeldern zur Bestimmung der geeignetsten Ausbildungs- und Erwerbsberufe;
- Vergleich zwischen neuen Kompetenzanforderungen und Kompetenzbeschreibungen in den Ordnungsmitteln von Ausbildungsberufen zur Bestimmung des Modernisierungsbedarfs.

Die erste Art des Vergleichs kennzeichnet aus historischer Sicht den Ursprung von Deckungsanalysen. Mit diesem Ansatz wurden erstmalig von Molle im Jahr 1968 Berufsverwandtschaften bestimmt. Ulrich veröffentlichte dann ein Verfahren, um „Übereinstimmungen und Überdeckungen zwischen verschiedenen Berufen am Beispiel der Ingenieurausbildung“ (Ulrich 1969, S. 823) zu ermitteln, und schließlich waren es die Arbeiten von Schmiel, mit denen 1971 fundierte Grundlagen für die Zuordnung von Ausbildungsberufen zu Berufsfeldern und für die Bestimmung von Inhalten einer gemeinsamen Grundbildung gelegt wurden (vgl. Schmiel 1971). Obwohl auch damals bereits die oben benannten Vergleichsgegenstände sorgfältig bedacht wurden, beschränkte man sich beim Vergleich auf den Wortlaut der Curricula und damit auf einen semantischen Vergleich. Wenn also beispielsweise die Tätigkeit „Montieren“ oder „Messen“ (vgl. ebd., S. 263) in verschiedenen Ausbildungsberufen gefunden und somit in Deckung gebracht werden kann, deutet dann der formale Gleichlaut auf identische Kompetenzanforderungen hin? Schmiel erkannte solche Problematiken und suchte diese durch eine sukzessive Zunahme der Abstraktion und den anschließenden Vergleich auf einem einheitlichen Abstraktionsniveau zu lösen. Eine notwendige Grundlage dafür ist allerdings eine entsprechend aussagekräftige Ausbildungsordnung. An den damaligen Ergebnissen kann abgelesen werden, dass eine Interpretation und Kontextualisierung identifizierter Ausbildungseinheiten notwendig gewesen wäre, um unzulässige Feststellungen von Überdeckungen zu vermeiden.

Die zweite Variante der Deckungsanalysen wird in verschiedenen Forschungsprojekten dazu verwendet, um die geeignetsten Ausbildungsberufe für neu entstehende Handlungsfelder zu identifizieren. So ist etwa in der Windkraftbranche bis

heute nicht abschließend geklärt, ob für den Service an Windrädern ein eigenständiges Berufsprofil notwendig ist; bislang existiert ein solches jedenfalls nicht und notwendige Qualifikationsprofile entstehen eher durch Fortbildungen und Kurse. Dort arbeiten Personen mit den unterschiedlichsten Berufen – vor allem Mechatroniker:innen. Arbeitsprozessanalysen und weitere berufswissenschaftliche Instrumente (vgl. z. B. Grantz et al. 2013 und 2014) helfen dort, um Kompetenzbeschreibungen im Sinne von ganzheitlichen Anforderungen zu erstellen, sodass dann im Anschluss durch einen Vergleich mit Inhalten aus Ordnungsmitteln entschieden werden kann, welche Ausbildungsberufe sich am besten für den Einsatz in den neuen Aufgabenfeldern eignen. Weitere Beispiele für solche pragmatischen Deckungsanalysen sind hier der Abgleich von Kompetenzmatrizen mit dem Ausbildungsrahmenplan, wie diese ausgehend vom VQTS-Ansatz (vgl. Becker & Spöttl 2006) in verschiedenen Projekten zum Einsatz kamen oder beispielsweise bei der Bestimmung der geeignetsten Ausbildungsberufe als Ausgangspunkt für ein Qualifikationsprofil in der Gebäudeenergieberatung (vgl. Heinen 2016). Auch in diesen Projekten war das herausragende Problem, dass für den Vergleich mit einem Curriculum zunächst eine geeignete Beschreibungsgrundlage und -ebene zu finden war.

Für die dritte Variante, die für die hier beschriebene berufswissenschaftliche Deckungsanalyse steht, ist von hervorzuhebender Bedeutung, den Vergleich auf der Ebene von ganzheitlichen und auf Arbeitsprozesse bezogenen Handlungskompetenzen vorzunehmen. Als Aggregationsebene werden hier daher berufliche Handlungsfelder für den Vergleich vorgesehen, wobei der Aggregation zugrundeliegende einzelne Aufgaben und Arbeitsprozesse stets mit berücksichtigt werden, um rein semantische Vergleiche mit der Gefahr zugehöriger Fehlschlüsse zu vermeiden. Hierzu wurden Fallstudien, Arbeitsprozessanalysen und Experten:inneninterviews in Unternehmen mit Industrie 4.0-Durchdringung durchgeführt und ausgewertet und zusammengehörige Kompetenzbeschreibungen für einzelne Arbeitsprozesse wurden zu generischen Industrie 4.0-Handlungsfeldern verdichtet.

Ein generisches Handlungsfeld Industrie 4.0 ist ein durch Digitalisierung erweitertes Aufgabengebiet für Fachkräfte, das mittels empirischer Studien in Unternehmen (vgl. bayme vbm Studie 2016) identifiziert wurde. Ein generisches Handlungsfeld beschreibt neue bzw. veränderte Anforderungen und Aufgaben im Sinne von Kompetenzanforderungen in einem Gebiet (z. B. Anlagenüberwachung), die typisch sind für ein Industrie 4.0-Umfeld.

Die insgesamt neun identifizierten generischen Handlungsfelder (vgl. Abbildung 2) stellen ein Referenzsystem dar, mit dem beschrieben und charakterisiert wird, was aufgrund von Industrie 4.0 „neu“ ist.

Referenzsystem / Generische Handlungsfelder Industrie 4.0
1. Anlagenplanung – Simulation
2. Anlagenaufbau – Vernetzung
3. Anlageneinrichtung und Inbetriebnahme – Datenverfügbarkeit von Sensor-, Aktor- und Prozessdaten / PPS / MES
4. Anlagenüberwachung – Echtzeit-Datenerfassung und -auswertung
5. Prozessmanagement – Visualisierung/Monitoring/Koordinierung/Organisation
6. Datenmanagement – Umgang mit Betriebsdaten/Softwarezugang/ Parametrieren/Programmieren
7. Instandhaltung – Condition Based Maintenance/Präventive und virtuelle Instandhaltung
8. Instandsetzung – auch softwaregestützt an vernetzten Anlagen
9. Störungssuche und -behebung – Diagnose/Expertensysteme

Abbildung 2: Generische Handlungsfelder Industrie 4.0

3.3 Verfahren der berufswissenschaftlichen Deckungsanalyse

Die Deckungsanalyse ist eingebettet in ein berufswissenschaftliches Forschungsdesign und stellt dort im Kern den dritten von fünf Schritten dar:

1. Berufswissenschaftliche Qualifikationsforschung:
   Instrumente: Sektoranalyse/Fallstudien und Arbeitsprozessanalysen/Expertenworkshops.
   Ergebnis: Kompetenzanforderungen durch Industrie 4.0.
2. Ableiten generischer Handlungsfelder Industrie 4.0.
3. Identifikation relevanter Ausbildungsberufe und Zuordnung von Kompetenzbeschreibungen der Ordnungsmittel zu Handlungsfeldern und Abgleich (Deckungsanalyse) mit Kompetenzen der generischen Handlungsfelder Industrie 4.0.
4. Bewerten der Zuordnungen.
5. Ableiten von Konsequenzen und Handlungsempfehlungen.

Das im Folgenden beschriebene Verfahren liefert Anhaltspunkte dafür, welche der Berufsbilder mit welcher Tiefe zu überarbeiten sind. Im Rahmen der Studie wurde die Bewertung von den Autoren und sorgfältig ausgewählten Berufsbildungsexpert:innen vorgenommen.

Aus den Ordnungsmitteln und Berufsbildern werden berufliche Handlungsfelder der Ausbildungsberufe durch Expert:inneneinschätzungen generiert. Diese Handlungsfelder werden dann genutzt, um die Positionen des Ausbildungsrahmenplans den generischen Handlungsfeldern Industrie 4.0 gegenüberzustellen. Es wird demnach von beiden Richtungen (Arbeit im Industrie 4.0-Kontext und Ordnungsmittel der Ausbildungsberufe; vgl. Abbildung 3) ausgehend in einem ersten Schritt eine Auswertung und Reinterpretation vorgenommen und der Vergleich selbst wird

dann zunächst auf der Ebene von Handlungsfeldern vollzogen. Ein solches Vorgehen ist notwendig, da die Ordnungsmittel nicht kompetenzorientiert formuliert sind.

Ordnungsmittel werden für die Deckungsanalyse also erst nach Interpretation und Analyse der Bedeutung für das berufliche Handeln herangezogen. So können kontextspezifische berufliche Kompetenzen der Berufsbildpositionen deutlicher werden. Schematisch lässt sich das Verfahren der Deckungsanalyse auf verschiedenen Aggregationsebenen anwenden; einmal auf der Ebene einzelner Berufsbildpositionen und einmal im Sinne einer Gesamtauswertung für den Beruf.

Das Verfahren der berufswissenschaftlichen Deckungsanalyse lässt sich wie folgt zusammenfassen:

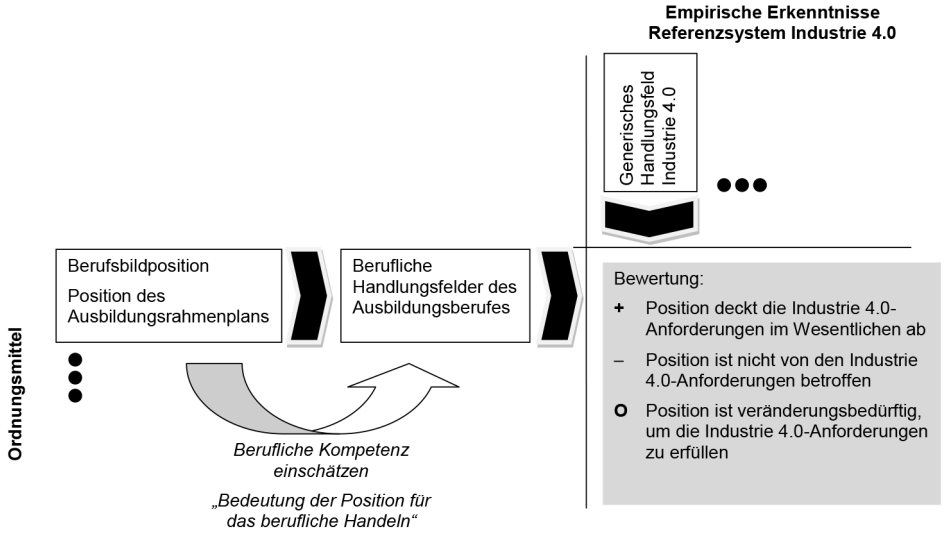


Abbildung 3: Verfahren der berufswissenschaftlichen Deckungsanalyse

1. Die beruflichen Handlungsfelder eines Ausbildungsberufes werden für eine Einschätzung der Relevanz von Berufsbildpositionen genutzt. Wird durch Expert:innenbewertung eine Relevanz festgestellt, wird eine genauere Analyse der Ausbildungsordnungspunkte im Abgleich mit dem Referenzsystem Industrie 4.0 vorgenommen. Dies dient der Klärung der Frage, ob ein Beruf für Industrie 4.0 von Bedeutung ist. Dabei wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Beschreibungen für die Handlungsfelder genutzt, die aus den Ordnungsmitteln extrahiert wurden.
2. Nach einer positiven Gesamteinschätzung eines Berufes (betroffen von Industrie 4.0 und relevant für Industrie 4.0) werden die einzelnen Berufsbildpositionen auf der Ebene aller Ausbildungsordnungspunkte im Ausbildungsrahmenplan systematisch mit den neun generischen Industrie 4.0-Handlungsfeldern

abgeglichen. Es wird geprüft, ob und wie diese von Industrie 4.0-Anforderungen oder Inhalten betroffen sind.

3. Wird eine Betroffenheit festgestellt, dann wird jeder Ausbildungsordnungspunkt überprüft und mittels Codierung festgelegt, ob dieser
   - eine Relevanz bzw. Eignung bezüglich des betreffenden Industrie 4.0-Handlungsfeldes anzeigt – ist der Ausbildungsordnungspunkt relevant bzw. geeignet, dann wird für diese Gegenüberstellung ein „+“ vergeben;
   - einer Veränderung bedarf, um Industrie 4.0-Anforderungen zu erfüllen – dann wird ein „O“ vergeben;
   - von Industrie 4.0-Anforderungen nicht betroffen ist oder es keine sonstige Indikation für eine Veränderung gibt – dann wird ein „–“ vergeben.

Tabelle 1: Berufliche Handlungsfelder gewerblich-technischer Ausbildungsberufe

Beruf	**Berufliche Handlungsfelder gewerblich-technischer Berufe (Auszug; extrahiert aus den Ordnungsmitteln)**
Industrie-mechaniker:in	Herstellen, Montieren, Instandhalten, Automatisieren von technischen Systemen des Feingerätebaus, Maschinen- und Anlagenbaus sowie der Produktionstechnik
Zerspanungs-mechaniker:in	Planen und Herstellen von Bauteilen und Baugruppen der Einzel- und Serienfertigung mit spanabhebenden Verfahren sowie Programmieren und Qualitätssicherung des Fertigungsablaufs
Fertigungs-mechaniker:in	Montieren von Einzelteilen oder Baugruppen zu industriellen Serienerzeugnissen sowie Qualitätssicherung im Fertigungsprozess im Maschinen- und Anlagenbau, der Haushaltsgeräteindustrie, im Fahrzeugbau sowie bei Hersteller:innen medizintechnischer Geräte
Fachkraft für Metalltechnik	Herstellen von Bauteilen und Baugruppen sowie Montieren von Baugruppen und Systemen im Bereich der Montagetechnik, Konstruktionstechnik, Zerspanungstechnik oder Umform- und Drahttechnik
Mechatroniker:in	Aufbauen, Installieren, Programmieren, Inbetriebnehmen, Überwachen, Störungsdiagnose und Instandsetzen mechatronischer Systeme
Produktions-technolog:in	Einrichten, Anfahren, Betreiben, Warten und Konfigurieren von Produktionsanlagen sowie Analysieren und Überwachen, Simulieren, Optimieren und Organisieren von Produktionsprozessen im Bereich der Produktherstellung, Produktionsmittelherstellung oder der produktionsunterstützenden Dienstleistung
Technische:r Produktdesigner:in	Rechnergestütztes Gestalten, Konstruieren, Berechnen, Simulieren und Dokumentieren von Metall- und Kunststoffprodukten nach technischen und gestalterischen Vorgaben und unter Berücksichtigung der Fertigungsverfahren
Elektroniker:in für Automatisierungstechnik	Entwickeln, Installieren, Konfigurieren, Inbetriebnehmen und Instandhalten von Automatisierungssystemen einschließlich Programmieren und Testen von Anwendungssoftware
Fachinformatiker:in	Installieren, Planen und Projektieren von IT-Lösungen, Betreuen und Supporten einschließlich Störungsbeseitigung von IT-Installationen; Auswählen, Integrieren, Konfigurieren, Testen und Dokumentieren von IT-Systemen (FR Systemintegration); Modellieren, Programmieren, Administrieren, Dokumentieren und Testen von IT-Anwendungen (FR Anwendungsentwicklung)

Jede dieser Prüfungen liefert eine Zeile mit Einschätzungen zur Relevanz des Ausbildungsordnungspunktes des Berufes für alle neun generischen Industrie 4.0-Handlungsfelder in der Codierung „+“, „O“ oder „–“.
Um eine möglichst hohe Genauigkeit bei der Bewertung zu erreichen, muss jeder Ausbildungsordnungspunkt in den Zusammenhang mit dem beruflichen Handeln in der jeweiligen Domäne gebracht werden. Dazu wird die Berufsbildposition unter Hinzuziehung der beruflichen Handlungsfelder des Berufes bewertet (vgl. Abbildung 3 links).

4. Für den gesamten Ausbildungsberuf wird eine Gesamteinschätzung aller eingetragenen Ergebnisse in einer Spalte vorgenommen. Die spaltenweise Gesamteinschätzung wird für alle neun generischen Industrie 4.0-Handlungsfelder wiederholt. Die so für jede Spalte und insgesamt über alle neun Spalten von Expert:innen vorgenommene Gesamteinschätzung entscheidet über die Frage, welche Bewertung der gesamte Beruf für jedes generische Industrie 4.0-Handlungsfeld erhält. Es handelt sich dabei nicht um eine einfache Summenbildung, sondern um eine Interpretation, die sich auf einer Skala von 0 bis 1 in drei Punktwerten von 0, 0,5 und 1 niederschlägt[2].
5. Für die Gesamteinschätzung der Bedeutung wird von den Expert:innen eine Skala von 1–10 genutzt:
   1 = für den gesamten Beruf keine Relevanz,
   10 = für den gesamten Beruf sehr hohe Relevanz.
   Für die Platzierung eines Berufes im Berufe-Atlas (vgl. nächster Abschnitt) wird wiederum eine Expert:inneneinschätzung der summarischen Bewertung für einen Beruf vorgenommen. Auch hier wird eine Skala von 1 bis 10 verwendet, wobei nun eine „1“ dafür steht, den Beruf nicht zu berücksichtigen, und eine „10“ dafür, den Beruf im Kern der Aufgabengebiete im Kontext Industrie 4.0 zu platzieren. Die Gesamtbewertungen in jeder Spalte erhalten zusätzlich eine Gewichtung. Die über alle Spalten aufsummierten und zusätzlich gewichteten Bewertungen entscheiden über die Platzierung im Berufe-Atlas.
   Auch hier wird wieder keine einfache Addition vorgenommen, sondern es wird
   a) die Bedeutung des gesamten Berufes für den Industrie 4.0-Kontext und
   b) die Bedeutung des gesamten Berufes für die Industrie 4.0-Aufgabengebiete „Produktionsplanung und -organisation“, „Produktionsumsetzung“, „Produktionssteuerung“ und „Produktionsvernetzung“ mit ins Kalkül gezogen.

3.4 Deckungsanalyse am Beispiel Mechatroniker:in

Für den Vergleich jeder einzelnen Berufsbildposition unter Einbeziehung der jeweiligen Inhalte im Ausbildungsrahmenplan mit den neun Industrie 4.0-Handlungsfel-

2 Beispiel: Für den Beruf Anlagenmechaniker:in kann eine ausreichende Nähe der Berufsbildpositionen „Bearbeiten von Aufträgen“ (13) und „Herstellen und Montieren von Bauteilen und Baugruppen“ (14) zum generischen Industrie-4.0-Handlungsfeld „Anlagenaufbau“ festgestellt werden – allerdings nur für das Einsatzgebiet Prozessindustrie. Aufgrund der schwachen Expert:innenbewertung hinsichtlich der Relevanz für den gesamten Beruf (1–5 Punkte) wird die Codierung für die Passung des gesamten Berufes zum Anlagenaufbau im Industrie-4.0-Kontext nicht übernommen, sondern der Punktwert 0 für diese Gegenüberstellung vergeben.

dern erfolgte eine Bewertung mit Blick auf die Relevanz für das berufliche Handeln (vgl. Abbildung 3) im Kontext der durch die Digitalisierung veränderten Kompetenzanforderungen (Verfahrensschritt 2). So sind veränderte Kompetenzanforderungen für die betriebliche und technische Kommunikation (Berufsbildposition 5) besonders für den Bereich des Datenmanagements auszumachen, welches durch die Auflösung der Automatisierungspyramide zu Aufgaben der Aufbereitung wie auch der Nutzung und auch Abstimmung von Daten an den einzelnen Produktionsanlagen führt, sodass hier zum Beispiel die Codierung „O" vergeben wurde (Verfahrensschritt 3, vgl. Tabelle 2). Das berufliche Handlungsfeld des Überwachens mechatronischer Anlagen und diesbezüglicher Arbeitsprozesse ist dabei für die Bewertung im Besonderen mit heranzuziehen, um die betriebliche und technische Kommunikation überhaupt dem I-4.0-Handlungsfeld Datenmanagement gegenüberstellen zu können.

Für die spaltenweise Gewichtung der Überdeckungen werden Ergebnisse und Einblicke aus den Felduntersuchungen und Expert:innengesprächen der bayme-vbm-Studie genutzt, wobei zu berücksichtigen ist, dass diese Erkenntnisse aus Aussagen zu Faktoren der Organisation (Prozessorganisation, Prozesssicherheit, Prozesseffizienz und -optimierung, Prozesserfahrung, Prozessqualität, Prozessverständnis) und der Technologie (Sensorik/Aktorik, Vernetzung, Funktechnik, Big-Data, Cloud-Computing, Arbeitsplatzintelligenz, Datensicherheit) bestehen.

Eine spaltenweise Auswertung aller Einschätzungen (Verfahrensschritt 4) führt dann zur summarischen Bewertung des Ausbildungsberufsbildes mit Punktwerten (vgl. Tabelle 3).

Für Mechatroniker:innen ergibt sich so zunächst ein Gesamtpunktwert von 5,5 Punkten, der jedoch noch nicht vor dem Hintergrund der Aspekte von Verfahrensschritt 5 gewichtet ist.

Mechatroniker:innen haben für zwei Aufgabengebiete (Produktionssteuerung und Produktionsumsetzung) eine besondere Eignung, weswegen eine Platzierung im Kern des Berufe-Atlas diagonal zu diesen beiden Gebieten vorgenommen wird. Die ebenso gegebene (teilweise) Eignung für die beiden anderen Aufgabengebiete „ziehen" den/die Mechatroniker:in enger in den Kern, als das bloße Ergebnis der Gesamtpunktzahl signalisiert. Es wird eine gewichtete Gesamtpunktzahl von 6 Punkten vergeben.

Die ermittelte Gesamtpunktzahl wird also noch gewichtet, um die Eignung des Ausbildungsberufes auch unter Einbeziehung einer prognostischen wie auch ganzheitlichen Perspektive zu bewerten. Dabei spielen insbesondere Überlegungen der Unternehmen wie auch von Berufsbildungsexpert:innen eine Rolle, bestimmte Berufe für den Einsatz in Industrie 4.0-Umgebungen bevorzugt einzusetzen, wie das etwa bei Mechatroniker:innen und Produktionstechnolog:innen der Fall ist.

Tabelle 2: Deckungsanalyse der Berufsbildpositionen des Ausbildungsberufs Mechatroniker:in mit den generischen Handlungsfeldern Industrie 4.0

Generisches Handlungsfeld Industrie 4.0 / **Berufsbildposition**	**Anlagenplanung**	**Anlagenaufbau**	**Anlageneinrichtung und Inbetriebnahme**	**Anlagenüberwachung**	**Prozessmanagement**	**Datenmanagement**	**Instandhaltung**	**Instandsetzung**	**Störungssuche und Störungsbehebung**
1 bis 4	Von übergeordneter allgemeiner Relevanz im Sinne von Grundlagen								
5 Betriebliche und technische Kommunikation	–	–	–	–	–	O	–	–	–
6 Planen und Steuern von Arbeitsabläufen ...	O	–	O	–	–	–	–	–	–
7 Qualitätsmanagement	–	–	–	–	O	O	–	–	–
8 Prüfen, Anreißen und Kennzeichnen	–	–	–	–	–	–	–	–	–
9 Manuelles und maschinelles Spanen, Trennen und Umformen	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10 Fügen	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11 Installieren elektrischer Baugruppen und Komponenten	–	O	–	–	–	–	–	–	–
12 Messen und Prüfen elektrischer Größen	–	O	–	–	–	–	–	–	O
13 Installieren und Testen von Hard- und Softwarekomponenten	O	+	O	–	–	**O**	–	–	–
14 Aufbauen und Prüfen von Steuerungen	–	+	–	–	–	–	–	–	–
15 Programmieren mechatronischer Systeme	–	–	+	O	+	–	–	–	O
16 Zusammenbauen von Baugruppen und Komponenten zu Maschinen und Systemen	–	O	–	–	–	–	–	–	–
17 Montieren und Demontieren von Maschinen, Systemen und Anlagen; Transportieren und Sichern	–	–	–	–	–	–	–	–	–
18 Prüfen und Einstellen von Funktionen an mechatronischen Systemen	–	O	O	O	O	O	–	–	+
19 Inbetriebnehmen und Bedienen mechatronischer Systeme	–	–	O	–	–	–	–	–	–
20 Instandhalten mechatronischer Systeme	–	–	–	–	–	–	**O**	–	O

Tabelle 3: Bewertung der Eignung des Berufsbildes Mechatroniker:in für I-4.0-Anforderungen

Generisches Handlungsfeld Industrie 4.0	Anlagenplanung	Anlagenaufbau	Anlageneinrichtung und Inbetriebnahme	Anlagenüberwachung	Prozessmanagement	Datenmanagement	Instandhaltung	Instandsetzung	Störungssuche und Störungsbehebung
Mechatroniker:in	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	1

Für jeden Ausbildungsberuf erfolgt abschließend eine Gesamtbewertung im Sinne eines Kommentars, mit dem die Platzierung im Berufe-Atlas inhaltlich beschrieben werden kann. Für Mechatroniker:innen: *Mechatroniker:innen passen zu den Aufgabenanforderungen im Kontext Industrie 4.0 vor allem für die Planung, den Aufbau, die Einrichtung und die Störungsbehebung von Systemen und Anlagen in der Produktion. Allerdings ist die Berücksichtigung der Vernetzung aller mechatronischen Einrichtungen und der softwarebasierten Handhabung und Konfiguration unzureichend im Berufsbild verankert. Das Berufsprofil hat im Grundlagenteil Affinitäten zu den Veränderungen aufgrund von Industrie 4.0 und kann bei anderen Handlungsfeldern angepasst werden. Es eignet sich besonders für die Instandhaltung bei Industrie 4.0-Anlagen.*

4 Berufe-Atlas Industrie 4.0 – Erkenntnisse zu notwendigen Veränderungen

Als Ergebnis der Deckungsanalyse stehen fundierte Erkenntnisse zur Modernisierung der beruflichen Aus- und Fortbildung auf der Ebene einzelner Ausbildungsordnungspunkte sowie des gesamten Berufsbildes zur Verfügung. Es lassen sich Aussagen zu jedem Ausbildungsberuf generieren, mit denen eine Einschätzung getroffen werden kann, ob und ggf. in welcher Weise eine Veränderung des Berufes, des Berufsbildes und der Ausbildungsinhalte notwendig ist. Diese Einschätzung kann mittels der Deckungsanalyse quantifiziert werden; d. h. zu jedem beruflichen Handlungsfeld des Berufes sowie zum gesamten Beruf lässt sich der Grad der Übereinstimmung zwischen Kompetenzanforderungen und mit der Ausbildung entwickelbaren Kompetenzen mit einem Punktesystem angeben. Die inhaltliche Nähe der Ausbildungsberufe zu den Industrie 4.0-Anforderungen lässt sich grafisch in einem Berufe-Atlas darstellen (vgl. Abbildung 4).

Im Berufe-Atlas kennzeichnet die Mitte eines Quadranten eine 100 %-ige Übereinstimmung der Ausbildungsinhalte mit den Industrie 4.0-Anforderungen. Der innere Ring (5–10 Punkte) steht also für eine hohe Überdeckung und somit sehr gute Eignung der entsprechenden Berufe. In diesen Bereich lassen sich vier Ausbildungsberufe einordnen:

- Elektroniker:innen für Automatisierungstechnik,
- Mechatroniker:innen,
- Industriemechaniker:innen,
- Fachinformatiker:innen.

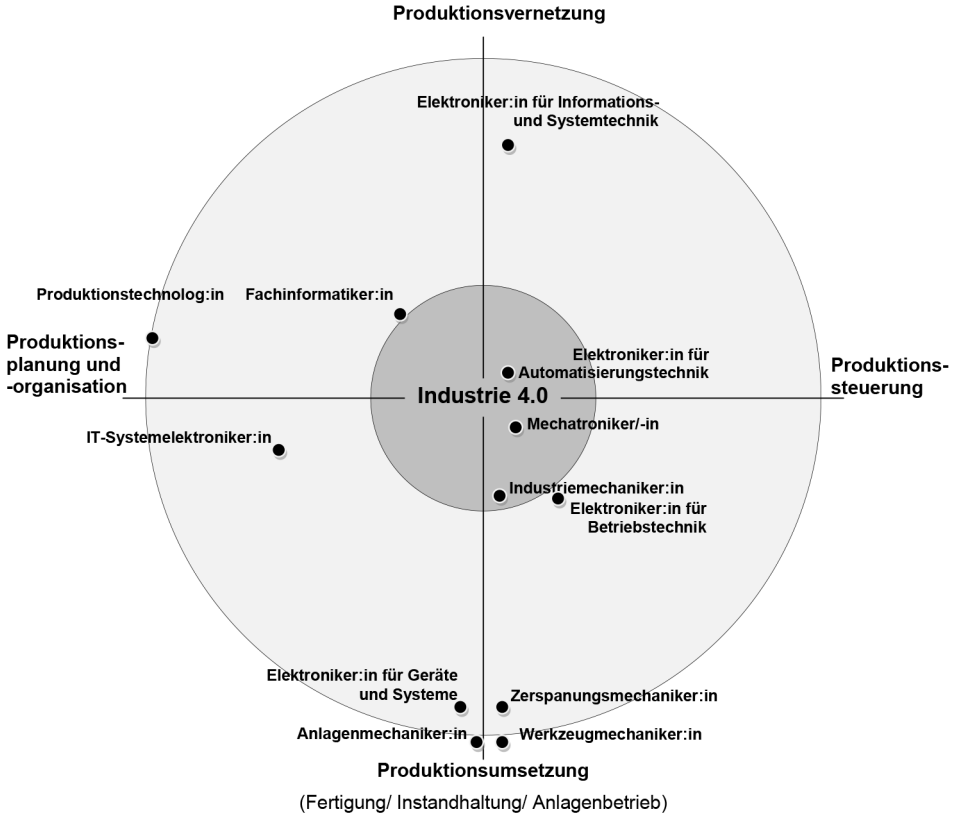


Abbildung 4: Berufe-Atlas zur Kennzeichnung der Eignung gewerblich-technischer Berufe für Anforderungen aus Industrie 4.0

Gleichwohl ist die jeweilige Eignung nicht für alle generischen Handlungsfelder Industrie 4.0 gegeben. Daher wurde der Berufe-Atlas in vier Quadranten mit den vier Polen

- Produktionsvernetzung,
- Produktionssteuerung,
- Produktionsumsetzung,
- Produktionsplanung und -organisation

eingeteilt. Die Pole kennzeichnen Schwerpunkte der Indutrie-4.0-Handlungsfelder im Sinne von Aufgabengebieten und stellen so eher Einsatzfelder und Konzentrationen der Geschäftsprozesse/Geschäftsfelder mit Bezug zur Digitalisierung dar. Die Ausbildungsberufe wurden enstprechend ihrer jeweils am besten passenden Zuordnung zu diesen Aufgabengebieten positioniert.

Der zweite Ring (2–5 Punkte) im Berufe-Atlas steht für Ausbildungsberufe, die teilweise für Industrie 4.0-Anforderungen gewappnet bzw. hiervon betroffen sind. Hier sind eher langfristig Anpassungen in den Ausbildungsprofilen notwendig.

Außerhalb des Berufe-Atlas (0–2 Punkte) liegen Ausbildungsberufe, die von Industrie 4.0-Anforderungen derzeit nicht bzw. kaum betroffen sind. Darunter fallen z. B. Konstruktionsmechaniker:innen, Fachkräfte für Metalltechnik oder Industrieelektriker:innen.

5 Schlussfolgerungen

Mithilfe der Deckungsanalyse lässt sich zeigen, welche Ausbildungsberufe für welche Industrie 4.0-Handlungsfelder am besten geeignet sind, und mithilfe der inhaltlichen Beschreibung und Kommentierungen kann zudem jeweils auch aufgezeigt werden, wo genau Veränderungsbedarf besteht. Die Schnittmengen der Handlungsfelder der Ausbildung und der Industrie 4.0-Handlungsfelder führen zu Profilen, die Einsatzschwerpunkte der Berufe sichtbar machen (vgl. Tabelle 3). So ist nach wie vor die Instandhaltung ein wesentliches Einsatzgebiet für Industriemechaniker:innen, auch im Kontext von Industrie 4.0. Gerade an diesem Beispiel lässt sich die Digitalisierung als Querschnittsqualifikation besonders deutlich machen.

Tabelle 4: Einsatzschwerpunkte für Industrie 4.0-Handlungsfelder der vier im inneren Ring des Berufe-Atlas liegenden Ausbildungsberufe

Industriemechaniker:in	**Elektroniker:in für Automatisierungstechnik Mechatroniker:in**	**Fachinformatiker:in**
Schwerpunkt: Industrie 4.0 „Instandhaltung und Anlagenbetrieb“	*Schwerpunkt: Industrie 4.0 „Anlageneinrichtung und Störungsdiagnose“*	*Schwerpunkt: Industrie 4.0 „Produktionsinformatik/Anlagenvernetzung und IT-Störungsdiagnose“*

Der notwendige Veränderungsbedarf für diese vier Berufe liegt in einer IT-gestützten Produkt-, Prozess- und Systemintegration. Insofern greifen die durch die Teilnovellierung eingeführten Zusatzqualifikationen eher zu kurz, weil sie die Kernaufgaben unberührt lassen.

Bei Fachinformatiker:innen ist auffällig, dass das Berufsbild branchen- und sektorneutral beschrieben ist; das erweist sich im Produktionsumfeld als Nachteil, weil die Anforderungen für diesen Beruf eher in der Durchdringung der Produktions- und Fertigungsabläufe selbst liegen, für die dann softwareseitige Zugänge geschaf-

fen werden müssen. Zusammenfassend kann der Veränderungsbedarf wie folgt charakterisiert werden:

1. *Industriemechaniker:in*: Damit Industriemechaniker:innen Kernaufgaben der Instandhaltung, der Anlagenüberwachung, des Prozessmanagements, Datenmanagements sowie der Störungssuche und -behebung übernehmen können, müssten die veralteten Ausbildungsinhalte zu „konventioneller" Steuerungstechnik[3] und nicht zeitgemäße Herangehensweisen an Überwachungs- und Diagnoseaufgaben in der Produktion aktualisiert und hinsichtlich des Einflusses von vernetzten Produktionssystemen und des Softwareeinsatzes für die Anlagensteuerung, -überwachung und -diagnose überarbeitet werden.
2. *Mechatroniker:in*: Das Berufsbild ist gut geeignet, um Produktionssysteme aufzubauen, einzurichten und zu konfigurieren und das Prozessmanagement zu betreiben. Mechatroniker:innen müssten allerdings stärker als bisher von Anfang an den Umgang mit cyber-physischen Systemen in der Produktion lernen statt mit einer beschränkten Auswahl an Inhalten der metalltechnischen und elektrotechnischen Berufe (stärker integrativer Ansatz) konfrontiert zu werden. Das Berufsbild ist zu sehr durch ein Verständnis von Mechatronik geprägt, welches von einer Addition von Mechanik, Pneumatik, Hydraulik, Elektrik, Steuerungstechnik, Messtechnik, Informations- und Kommunikationstechnik etc. ausgeht. Falls es auf Industrie 4.0 vorbereiten soll, ist es konsequent integrativ anzulegen.
3. *Elektroniker:in für Automatisierungstechnik*: Der Beruf passt ähnlich wie Mechatroniker:in gut zu den Industrie 4.0-Anforderungen – im Bereich der Vernetzung von Produktionssystemen ist er noch besser qualifiziert, müsste aber produktionsnäher ausgebildet sein, weil die Ausrichtung des Berufsbildes eher auf die elektrotechnische und IT-Infrastruktur abzielt.
4. *Fachinformatiker:in*: Das Berufsbild ist gut geeignet, um Aufgaben der Vernetzung und des IT-gestützten Betriebes von Produktionsanlagen im Zusammenhang mit der Implementierung von Industrie 4.0 zu realisieren. Es wäre allerdings sinnvoll, über die Einrichtung einer neuen Fachrichtung „Produktionsinformatik" nachzudenken, um die digitalisierten Produktionsprozesse stärker in den Fokus zu rücken.

Literatur

Ahrens, A. & Spöttl, G. (2018). Industrie 4.0 und Herausforderungen für die Qualifizierung von Fachkräften. In: H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann & J. Niehaus (Hrsg.), Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden Baden: edition sigma in der Nomos Verlagsgesellschaft, S. 175–194.

3 Gerade am Beispiel der Steuerungstechnik kann in den Ausbildungsrahmenplänen der im Jahr 2018 teilnovellierten Ausbildungsordnungen der industriellen Metallberufe die fehlende Modernisierung aufgezeigt werden.

bayme vbm Studie – Spöttl, G., Gorldt, C., Windelband, L., Grantz, T. & Richter, T. (2016). Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. Studie herausgegeben von bayme vbm: Die bayerischen Metall- und Elektro-Arbeitgeber. München, April 2016. Verfügbar unter: www.baymevbm.de/industrie4.0 (Zugriff: 19.04.2017).

Becker, M. (2016). Arbeitsprozesse und Berufsbildung im Kontext von „Handwerk 4.0". In: S. Jaschke, U. Schwenger & T. Vollmer (Hrsg.), Digitale Vernetzung der Facharbeit. Gewerblich-technische Berufsbildung in einer Arbeitswelt des Internets der Dinge (Reihe Berufsbildung, Arbeit und Innovation, Bd. 43). Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 71–86.

Becker, M. & Spöttl, G. (2006). Transfer von Ausbildungsleistungen in Europa. ECVET-Modelle und Lösungsansätze aus dem Leonardo-Projekt VQTS. In: H. Loebe & E. Severing (Hrsg.), Europäisierung der Ausbildung. Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 117–132.

Becker, M. & Spöttl, G. (2015). Berufliche (Handlungs-)Kompetenzen auf der Grundlage arbeitsprozessbasierter Standards messen. bwp@, 28, S. 1–19. Verfügbar unter: http://www.bwpat.de/ausgabe28/becker_spoettl_bwpat28.pdf (Zugriff: 22.06.2015).

Becker, M., Spöttl, G. & Windelband, L. (2017). Berufsprofile für Industrie 4.0 weiterentwickeln. Erkenntnisse aus Deckungsanalysen am Beispiel des Ausbildungsprofils Mechatroniker/-in. BWP, 46 (2), S. 14–18.

Corbett, J. M., Rasmussen, L. B. & Rauner, F. (Hrsg.) (1991). Crossing the Border. London: Springer.

Grantz, T., Molzow-Voit, F. & Spöttl, G. (2014). Offshore-Windenergieerzeugung – Ansätze zur Gestaltung von Aus- und Weiterbildung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit. In: W. Kuhlmeier, A. Mohoric & T. Vollmer (Hrsg.), Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Modellversuche 2010–2013: Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Ausblicke. Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 17–33.

Grantz, T., Molzow-Voit, F., Spöttl, G. & Windelband, L. (2013). Offshore-Kompetenz. Windenergie und Facharbeit – Sektorentwicklung und Aus- und Weiterbildung. Frankfurt a. M.: Lang.

Heinen, S. (2016). Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Gebäudeenergieberatung – Leitideen, Qualifikationsforschung und didaktische Konzepte (zgl. Diss. RWTH Aachen). Aachen: Shaker.

Hensge, K., Lorig, B. & Schreiber, D. (2009). Kompetenzorientierung in der Berufsausbildung – Wege zur Gestaltung kompetenzbasierter Ausbildungsordnungen. BWP (3), S. 18–22.

Pfeiffer, S, Lee, H., Zirnig, C. & Suphan, A. (2016). Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025. Frankfurt: Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (Hrsg.). Verfügbar unter: http://arbeitsmarkt.vdma.org/documents/7974667/7986911/VDMA-Studie_Qualifizierung_2025/ (Zugriff: 03.11.2018).

Schmiel, M. (1971). Deckungsanalysen der Ausbildungsordnungen von Ausbildungsberufen. MittAB (3), S. 253–331.

Sozialpartner (2017). Ausbildung und Qualifizierung für Industrie 4.0 – Den Wandel erfolgreich gestalten – Agiles Verfahren. Handlungsempfehlungen der Sozialpartner. Gesamtmetall, IG Metall, VDMA, ZVEI (Hrsg.). Verfügbar unter: https://www.gesamtmetall.de/sites/default/files/downloads/basispapier_agiles_verfahren_versand_17-03-28.pdf (Zugriff: 26.11.2018).

Spöttl, G. & Windelband, L. (2016). Industrie 4.0 – „Von der Software her denken". berufsbildung, 70 (159), S. 3–6.

Ulrich, E. (1969). Deckungsuntersuchungen für Ausbildungsinhalte als Elemente einer beruflichen Substitutionsanalyse. MittAB (10), S. 823–836.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Veränderungen in der Ausbildungsordnung durch Anpassungen, eine neue Kernqualifikation und kodifizierte Zusatzqualifikationen 139

Abb. 2 Generische Handlungsfelder Industrie 4.0 143

Abb. 3 Verfahren der berufswissenschaftlichen Deckungsanalyse 144

Abb. 4 Berufe-Atlas zur Kennzeichnung der Eignung gewerblich-technischer Berufe für Anforderungen aus Industrie 4.0 150

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Berufliche Handlungsfelder gewerblich-technischer Ausbildungsberufe 145

Tab. 2 Deckungsanalyse der Berufsbildpositionen des Ausbildungsberufs Mechatroniker:in mit den generischen Handlungsfeldern Industrie 4.0 148

Tab. 3 Bewertung der Eignung des Berufsbildes Mechatroniker:in für I-4.0-Anforderungen 149

Tab. 4 Einsatzschwerpunkte für Industrie 4.0-Handlungsfelder der vier im inneren Ring des Berufe-Atlas liegenden Ausbildungsberufe 151

Autoren

Becker, Matthias, Prof. Dr., Professur für die Didaktik der Metalltechnik, Leiter des Instituts für Berufswissenschaften der Metalltechnik (IBM) der Leibniz Universität Hannover, Appelstraße 9, 30167 Hannover, becker@ibm.uni-hannover.de

Spöttl, Georg, Prof. Dr. Dr. h. c., em., Leiter des Zentrums für Technik, Arbeit und Berufsbildung (TAB) an der Uni Campus GmbH der Universität Bremen und des Steinbeis Transferzentrums InnoVET, Kluesrieser Weg 74, 24939 Flensburg, spoettl@uni-bremen.de

Veränderungen durch Industrie 4.0 in der dualen Ausbildung von industriellen M+E-Berufen

Lars Windelband, Uwe Fasshauer

Abstract

Die erfolgreiche Umsetzung des digitalen Wandels hängt stark davon ab, wie die Lehrkräfte und Ausbildungsverantwortlichen die Auszubildenden auf die zukünftigen Anforderungen der Berufsbildung vorbereiten können. Nur mit gut ausgebildeten Fachkräften können die Herausforderungen der Digitalisierung gemeistert werden. Dazu müssen prozessbezogene didaktische Konzepte entwickelt, erprobt und umgesetzt werden. Der Beitrag zeigt hier Möglichkeiten und Beispiele aus einem Pilotprojekt in Baden-Württemberg.

The successful implementation of digital change processes has an important influence on how teachers and persons responsible for training can prepare trainees for the future requirements of VET. Only with well-trained skilled workers, the challenges of digitalization can be mastered. Therefore process-related didactic concepts must be developed, tested and implemented. The article shows possibilities and examples from a pilot project from Baden-Württemberg.

1 Einleitung

Die Digitalisierung der Arbeitswelt stellt das berufliche Bildungssystem heute und in Zukunft vor vielfältige Herausforderungen. Die Entwicklungen der Digitalisierung, die aktuell unten den Schlagworten Industrie 4.0/Wirtschaft 4.0/Berufsbildung 4.0/Didaktik 4.0 diskutiert werden, verändern Technologien, Produkte, Organisationsprozesse und damit die gesamte Prozesskette innerhalb der Wertschöpfung bis hin zu den einzelnen Arbeitsaufgaben der Fachkräfte. Arbeiten und Lernen werden sich teilweise von Grund auf ändern. Eine aktuelle und zukunftsorientierte Berufsbildung muss darauf reagieren und diesen Transformationsprozess mitgestalten. Dies bedarf einer veränderten Form des Lernens sowie einer neuartigen und vertieften Lernortkooperation. Für die Berufsbildung geht es hier nicht nur um veränderte Qualifikationsanforderungen und um Überlegungen zur Weiterentwicklung von Berufen, sondern um Zukunftsfragen, wie nach der passenden Ausbildungsgestaltung, der Passung des Berufskonzepts oder gänzlich neuen Didaktikkonzepten zur Gestaltung von Lernprozessen.

Eine der aktuellen Fragen ist, wie auf die damit verbundenen Herausforderungen in der Berufsschule und in den Ausbildungsbetrieben reagiert werden soll, um auch zukünftig die Aufgaben auf Ebene der Facharbeiter:innen und Spezialist:innen mit hoher Qualität wahrnehmen zu können. Genau hier setzt der aktuelle Beitrag an. Aufbauend auf der bayme vbm Studie (Spöttl et al. 2016) und dem Modellvorhaben „Didaktik 4.0 – Smart Factory" der PH Schwäbisch Gmünd werden Möglichkeiten der Neuausrichtung der schulischen und betrieblichen Ausbildung und einer Lernortkooperation aufgezeigt. Dabei stehen Lösungsmöglichkeiten für ein berufsübergreifendes Lernen genauso wie die Kooperation der beiden Lernorte mit Unterstützung digitaler Medien im Mittelpunkt.

2 Anforderungen aus der Arbeitswelt

Die Veränderungen der industriellen Produktion durch eine Digitalisierung von ganzen Produktionsprozessen betreffen produzierende Unternehmen genauso wie Dienstleister und Zulieferer aller Branchen. Die Digitalisierung eröffnet Unternehmen viele neue Chancen, setzt jedoch langfristig eine Vernetzung der gesamten Wertschöpfungskette voraus. Ziel ist es, mithilfe von Sensoren Daten aus der physischen Welt zu erfassen, diese zu analysieren und zu interpretieren und für netzbasierte Dienste innerhalb der gesamten Wertschöpfungskette zur Verfügung zu stellen. Dadurch kann eine Verzahnung zwischen physischer und virtueller Welt erreicht werden, indem u. a. Produkte, Maschinen und Anlagen mit eingebetteter Hard- und Software über die bisherigen Anwendungsgrenzen hinweg miteinander agieren. Noch ist dies in der Verknüpfung der gesamten Wertschöpfungskette „Zukunftsmusik", jedoch beginnen Unternehmen diese Entwicklungen voranzutreiben. Ein weiteres Ziel ist eine möglichst kundenindividuelle Produktion („Losgröße 1").

Wenn Anlagen mit Industrie-4.0-Hardware eingesetzt werden, dann bekommen die Anforderungsprofile der Facharbeiter:innen und Techniker:innen eine andere Ausrichtung. Aspekte der Vernetzung und ein Denken in vernetzten Systemen spielen eine immer wichtigere Rolle. Besonders das weitere Zusammenwachsen von informationstechnischen mit den klassischen Produktionsprozessen macht es erforderlich, die betroffenen Berufe auf diese veränderte Perspektive auszurichten. Die mit Industrie 4.0 einhergehende dezentrale Intelligenz führt zu einer erhöhten Verfügbarkeit von Daten, die hochgradig prozessrelevant sind und von den Fachkräften analysiert, bearbeitet und für die Optimierung der Arbeitsprozesse genutzt werden können (vgl. Spöttl et al. 2016).

Um diese Aufgaben bewältigen zu können, müssen zunehmend die Prozesszusammenhänge verstanden und Aufgaben wie Daten- und Prozessmanagement, vorausschauende Instandhaltung, Diagnose, Fehlersuche und -behebung an den vernetzten Anlagen beherrscht werden. Daneben sind für die Prozessbeherrschung auch die traditionellen handwerklichen Fertigkeiten und Fähigkeiten zur Beherrschung von Robotik, Pneumatik, Hydraulik, Antriebstechniken usw. noch relevant,

aber nicht mehr allein ausreichend. Auch verschiebt sich die Fehlerhäufigkeit in der Instandhaltung in Richtung softwarebasierter Fehler. Ursache dafür ist das veränderte Zusammenspiel von Anlagen und Maschinen mit einer informationstechnischen Vernetzung mit den jeweiligen organisatorischen Verknüpfungen (vgl. ebd., S. 127 ff.). Zur Beherrschung der vernetzten Systeme sind auch methodische, soziale und personale Kompetenzen immer wichtiger. Die komplexen digitalisierten Produktionsprozesse sind heute von einzelnen Fachkräften kaum noch zu beherrschen. Um diese Systeme handlungssicher betreiben zu können, arbeiten interdisziplinäre Teams in der gesamten Wertschöpfungskette zusammen. Diese Verschiebungen sind auch auf den unterschiedlichen Hierarchieebenen zu sehen.

Unterschiedliche berufswissenschaftliche Studien kommen zur Erkenntnis (bayme vbm Studie, BIBB-VW-Studie), dass die vorhandenen Berufsbilder einer Neuausrichtung bedürfen:

> „Es geht nicht nur um Veränderungen, um eine Anreicherung von Berufsbildern um Industrie 4.0-Inhalte, sondern es geht um deren Neuausrichtung mit einer Prozess- und Digitalisierungsperspektive, wobei die Vernetzung, die Digitalisierung der Prozesse und die Gestaltung intelligenter Arbeitsplätze im Mittelpunkt stehen müssen“ (vgl. Spöttl et al. 2016, S. 3 f.).

Zu einer vergleichbaren Einschätzung kommt die BIBB-VW-Studie, die sich auf den Bereich der operativen Instandhaltung 4.0 am Beispiel der Automobilindustrie fokussiert (vgl. Zinke et al. 2017).

Die Sozialpartner haben sich jedoch in ihrem Verfahren zur Weiterentwicklung der Metall- und Elektroberufe (Agiles Verfahren) gegen diese strukturelle Neuausrichtung ausgesprochen. Folgende Schwerpunkte wurden für die modernisierten Verordnungen zum 1. August 2018 beschlossen, die trotzdem schon kurzfristige Auswirkungen auf die aktuelle Berufsbildungspraxis haben werden:

- Erweiterung des Ausbildungsprogramms um die Themen „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“. Diese Inhalte gelten für alle Unternehmen, die in den novellierten M+E-Berufen ausbilden.
- Weiterhin sind die jeweiligen Berufsbildpositionen „Betriebliche und technische Kommunikation“ sowie „Planen und Organisieren der Arbeit, Bewerten der Arbeitsergebnisse“ im Hinblick auf die Industrie-4.0-relevanten Qualifikationsanforderungen aktualisiert worden.
- Zusatzqualifikationen zu Themen der Digitalisierung als Optionen für die Betriebe und ihre Auszubildenden. Dabei geht es zum Beispiel um digitale Vernetzung, Prozess- und Systemintegration, IT-Sicherheit oder um additive Fertigungsverfahren (3-D-Druck) (vgl. BIBB 2018).

Mit insgesamt sieben Zusatzqualifikationen werden Qualifizierungsschwerpunkte für Industrie 4.0 in den Bereichen Metall, Elektro und Mechatronik abgebildet. Mit dem Instrument der Zusatzqualifikationen versuchen die M+E-Sozialpartner eine Antwort auf die sich in den Unternehmen dynamisch und unterschiedlich verän-

dernden Berufsanforderungen zu geben. So können die Betriebe optional die Zusatzqualifikationen für die Qualifizierung der Fachkräfte im Rahmen der Berufsausbildung, aber auch in der beruflichen Weiterbildung, nutzen. Dabei besteht jedoch die Gefahr, dass nur die Unternehmen die Zusatzqualifikationen umsetzen, die heute schon Vorreiter in den Entwicklungen zu Industrie 4.0 sind. Die anderen Unternehmen, die gerade im Bezug zu veränderten Ausbildungsstrategien und Lernformen Unterstützung und Orientierung benötigen, könnten sich zunehmend abgehängt fühlen oder werden zumindest nicht genügend motiviert, die neuen Anforderungen auch im Rahmen der Ausbildung aufzugreifen (Becker & Windelband 2018, S. 16).

Becker und Windelband (2018) sehen in der aktuell umgesetzten Teilnovellierung der M+E-Berufe nur einen Zwischenschritt. Ausgehend von dem Einfluss der Vernetzung und Digitalisierung auf alle beruflichen Handlungsfelder müssen ein ganzheitliches Prozessverständnis und das Denken in vernetzten Systemen als berufliche Kernqualifikationen einer modernen und zukünftigen Facharbeit deutlich werden. Diese Neuausrichtung sollte in die zeitlich-organisatorische und didaktische Gestaltung der Ausbildung in Betrieb und Berufsschule bis hin zu den Prüfungen wirken, d. h. ein Lernen muss eng mit den gesamten beruflichen Arbeits- und Geschäftsprozessen innerhalb der Wertschöpfungskette verknüpft werden.

3 Was bedeutet „prozessbezogen ausbilden und unterrichten“?

Die Autoren der bayme-Studie (Spöttl et al. 2016) sprechen sich klar gegen eine Ergänzung von Berufsbildern um Industrie-4.0-Inhalte aus, vielmehr geht es um eine integrative Neuausrichtung mit einer Prozess- und Digitalisierungsperspektive, wobei die Vernetzung und die Digitalisierung der Prozesse im Mittelpunkt stehen.

Doch wo unterscheidet sich das aktuell eingeforderte Prozessverständnis von den Änderungen in den Ordnungsmitteln durch die Einführung der Lernfelder in den Lehrplänen (KMK 1996) und den darauffolgenden Neuordnungen in den Berufsbildern mit der sogenannten „arbeitsorientierten Wende“ (vgl. Georg 1996; Fischer 2003, S. 7)?

Der prozessorientierte Ansatz für eine Neustrukturierung der Ausbildungsordnungen wurde mit den Neuordnungsverfahren der Metall- und Elektroberufe in den Jahren 2003 und 2004 umgesetzt. Damit sollte eine wesentliche Voraussetzung für eine prozessorientierte Ausbildung geschaffen werden. Der damalige Wandel ließ sich an folgenden Veränderungen festmachen (Bahl et al. 2004, S. 10):

- Veränderte Organisationskonzepte in Unternehmen führen zu komplexeren Arbeitsaufgaben und fordern mehr Eigenverantwortung und Organisationsfähigkeit.
- Die beschleunigte Technologieentwicklung (insb. IuK-Technologien) lässt eine reaktive Ausbildungsordnungsentwicklung nicht mehr zu.
- Qualitätssicherung nicht durch Kontrolle von Ergebnissen, sondern durch Festlegung von Prozessen (ISO 9000 ff.).

- Aktuelle lerntheoretische Konzepte legitimieren eine prozessorientierte Vorgehensweise in der Ausbildung.
- Ausbildung erfolgt verstärkt dezentralisiert in Arbeitszusammenhängen/-prozessen, d. h. arbeitsplatznah.

Die damalige prozessorientierte Ausrichtung bezog sich vor allem auf die Festlegung von Kern- und Fachqualifikationen, die anhand berufstypischer Arbeitsaufgaben „prozessbezogen" vermittelt werden und später z. B. in einem Einsatzgebiet vertieft werden sollten. Das Verständnis des Berufskonzepts wandelte sich von einer Ausrichtung am Beherrschen einzelner Technologien und Fertigungsverfahren hin zum Beherrschen bestimmter berufstypischer Arbeitsprozesse. Deutlich waren hier ein Zusammenhangwissen und Prozessbezüge als Kernelemente der Neuausrichtung zu sehen.

In der aktuellen Debatte zur Digitalisierung mit Begriffen wie Berufsbildung 4.0, Wirtschaft 4.0 oder Industrie 4.0 tauchen viele dieser Schlagworte wieder auf: Prozesszusammenhänge verstehen, Prozesskompetenz oder berufsübergreifende Abstimmungen.

1. Was ist jedoch wirklich das Neue bei den Forderungen nach einer Neuausrichtung?
2. Oder zeigen diese Forderungen nur, dass die konzeptionelle arbeitsorientierte Wende in der Berufsausbildung Ende der 90er-Jahre noch immer nicht überall umgesetzt wurde bzw. ein erhebliches empirisches Defizit im Wissen über den tatsächlich erreichten Stand der Umsetzung besteht?

Die **erste Frage** bezieht sich auf die Weiterentwicklung des Prozessverständnisses seit den 90er-Jahren durch die stärkere Vernetzung/Digitalisierung der Gesamtprozesse in und außerhalb der Unternehmen, welche aktuell unter den Schlagworten „Industrie 4.0" oder „Internet der Dinge" stark thematisiert werden. Die Aufgabenverschiebungen und Qualifikationsanforderungen für die Fachkräfte in einer digitalisierten Arbeitswelt fasst die bayme-Studie folgendermaßen zusammen (Spöttl et al. 2016):

- Prozessverständnis aufbauen – ganzheitliches Denken in Prozesszusammenhängen, Denken in vernetzen Systemen und interdisziplinären Zusammenhängen.
- Kollaboration und partnerschaftliche Zusammenarbeit in vernetzten Prozessabläufen und Wertschöpfungsketten über unterschiedliche Domänen und Hierarchien.

Hier wird die Erweiterung des Prozesswissens vorwiegend auf ein neues Denken und Handeln innerhalb der Wertschöpfungsketten der Unternehmen bezogen. Dies sowohl auf der vertikalen Ebene – zwischen den Prozessen der Entwicklung, Logistik, Produktion, Instandhaltung bis zum Vertrieb – innerhalb des Unternehmens mit der Verknüpfung, Sammlung und Auswertung von Maschinen- und Prozessdaten auf Basis digitaler Abbildungen der Prozessdaten und auf horizontaler Ebene –

zwischen den Prozessen der Zulieferer bis hin zu den Kund:innen – außerhalb des Unternehmens zur Bündelung und Prozessoptimierung nach außen. Damit muss vor allem das Verständnis auf der Ebene der Geschäftsprozesse heute erweitert werden. Das verbindende Element zwischen allen Prozessen ist hier immer mehr die Vernetzung der gesamten Prozesse innerhalb der Wertschöpfungskette eines Unternehmens und dies nach innen und nach außen. Aufgrund der aktuellen Entwicklungen in der Informationstechnologie (IT) wird absehbar, dass die industrielle Produktion zunehmend digitalisiert wird. D. h. jedoch nicht, dass die Software heute und vor allem in der Zukunft alle Prozesse lenken wird. Jedoch werden auf der Grundlage softwaretechnischer Verknüpfungen die Prozesse weiterentwickelt und verknüpft.

Bei der **Frage 2** der fehlenden Umsetzung der Arbeitsprozessorientierung muss noch einmal die genaue Zielsetzung betrachtet werden (hier bezogen auf die berufsbildenden Schulen):

> „Arbeitsprozessorientierung im Rahmenlehrplan hat die Funktion, das Lernen an fachsystematisch strukturierten Inhalten zu überwinden zugunsten eines Lernens, dessen Inhalte auf Arbeitsprozesse bezogen sind. Hierbei sollen Arbeitsprozesse wissenschaftlich fundiert verstanden werden. Dementsprechend sollen die Lernfelder sich nicht an Teilgebieten wissenschaftlicher Fächer orientieren, sondern von Arbeitsprozessen in beruflichen Handlungsfeldern ausgehen und entsprechend strukturiert werden“ (KMK 2011, S. 29).

Hier steht das didaktische Verständnis von Arbeitsprozessen im Mittelpunkt. Eine Bezugnahme auf berufliche Handlungssituationen in der beruflichen Bildung bedingt eine Kenntnis derartiger Handlungssituationen und des darin inkorporierten Arbeitsprozesswissens, d. h. es muss das Arbeitsprozesswissen erforscht sein oder es sind entsprechende Untersuchungen durch die Mitwirkenden an der Curriculumarbeit durchzuführen (vgl. Fischer 2014, S. 18). Zugleich bleibt jedoch auch zu konstatieren, dass noch keine ausreichende empirische Evidenz zum tatsächlich erreichten Stand in der Praxis der Berufsschulen vorhanden ist.

4 Lernortkooperatives Modellprojekt „Didaktik 4.0 – Smart Factory“

Das Modellvorhaben „Didaktik 4.0 – Smart Factory“[1] zeigt Lösungsmöglichkeiten für einige Aspekte der Anforderungen von Industrie 4.0 auf. In einem regionalen Verbund, initiiert und koordiniert von der PH Schwäbisch Gmünd, mit drei beruflichen Schulen mit je einem großen dualen Partner werden lernortübergreifend Unterrichts- und Ausbildungskonzepte sowie Materialien unter Nutzung digitaler Medien zu Fragestellungen der Digitalisierung entwickelt. Das Projekt gestaltet punktuell und exemplarisch die Ausbildung berufsübergreifend und aufgabenbasiert. Dies

1 Das Projekt wird gefördert vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg 2017–2020.

geschieht unter Bezugnahme auf das Handlungsfeld der Instandhaltung und mit Berücksichtigung der bereits in der Lehrer:innenweiterbildung konzipierten und ausgebrachten Handreichungen, um die Nachhaltigkeit der Projektergebnisse abzusichern sowie unnötige Redundanzen zu vermeiden (LIS 2016).

Bei der Entwicklung werden technische Grundlagenmodule (CP Labs) bis hin zu einer kompletten Lernfabrik sowie reale Produktionsprozesse mit einbezogen. Hierzu gehört, neben der pilothaften Testung auf unterschiedlichen Niveaustufen übergreifend für die Berufe Industriemechaniker:in, Mechatroniker:in sowie Elektroniker:in für Automatisierungstechnik, auch die direkte konzeptionelle Einbindung der Unternehmen zur Verknüpfung der Lernszenarien für beide Lernorte.

Durch die Entwicklung und Umsetzung gemeinsamer Lernsituationen wird somit die Lernortkooperation zwischen den Ausbildungsstandorten gestärkt, um bisher nicht genutzte Potenziale für die notwendige didaktische Innovationsarbeit auf der Meso- und Mikroebene (vgl. Faßhauer 2018) entfalten zu können. In den drei dualen Teilprojekten des Modellvorhabens wurde eine Lernortkooperation initiiert, in der Akteur:innen beider Lernorte zumindest für drei Jahre gemeinsame Aktivitäten in der Entwicklung, Erprobung und Evaluation neuer didaktischer Konzepte einbringen und dabei die gesamte Ausbildung des jeweiligen Berufs im Blick haben. Dies geschieht auf Basis vorliegender Rahmenlehr- und Ausbildungspläne in Teamarbeit von Ausbilder:innen und Berufsschullehrer:innen. Die im Modellvorhaben durch die Hochschule durchgeführten Treffen und Workshops mit allen Beteiligten führen zu einer kontinuierlichen Reflexion der Akteur:innen hinsichtlich ihrer Kooperations- und Ausbildungspraxis, sodass Intensität und Struktur der Lernortkooperation im Modellvorhaben ein hohes Niveau erreichen.

4.1 Zwischenergebnisse

Im Modellvorhaben entwickeln die drei dualen Teilprojekte jeweils eigene Strategien zur exemplarischen Umsetzung prozessbezogener, berufsspezifischer und -übergreifender sowie lernortkooperativer Anforderungen von Industrie 4.0:

Einzelaspekte vernetzter Arbeitsprozesse im Kontext einer Lehrwerkstatt

Prozessbezogene Ausbildungsinhalte werden exemplarisch durch ein Retrofitting bestehender Standbohrmaschinen durch Auszubildende in der Lehrwerkstatt erarbeitet. Die Maschinen werden durch Auszubildende (Industriemechaniker:innen und Mechatroniker:innen) u. a. mit entsprechender Sensorik aufgerüstet und in einer späteren Projektphase zur Datenvisualisierung und -aufbereitung vernetzt. Ziel ist die kontinuierliche Überwachung der Maschinen über die so gewonnenen Betriebsdaten, um Instandhaltungsmaßnahmen zu initiieren und umzusetzen („predictive maintenance“). Weiterhin werden die Zugänge zu den Maschinen über eine RFID-Schnittstelle gesteuert, die u. a. das Durchlaufen notwendiger Einweisungen und Sicherheitsvorschriften überprüft. Programmierung und Vernetzung mit entsprechenden betriebsinternen Datenbanken sind ebenfalls Ziele des Teilprojektes.

In gemeinsamen Workshops von Ausbilder:innen und Lehrer:innen erarbeiten sich die Akteur:innen nicht nur das notwendige Fachwissen, sondern sichern auch die Koordination der Lernfelder und -situation des berufsschulischen Unterrichts. Die Dokumentation der Arbeitsergebnisse erfolgt in Form von Lernvideos, die eigenständig von den Auszubildenden erstellt werden.

Umsetzung einer Lernsituation im realen Arbeitsprozess

Inhaltlich sind hier Instandhaltungsmaßnahmen aufgrund einer Gerätediagnose vor Ort zu planen, zu visualisieren und umzusetzen. Dies geschieht im Kontext des predictive maintenance (vorausschauende Instandhaltung) einer Späneförderanlage eines Produktionsbetriebes. Hinsichtlich der Prozessorientierung geht es nicht zuletzt auch darum, ein Verständnis für Service- und Instandhaltungsmethoden und deren Vernetzung innerhalb des Unternehmens, zwischen den unterschiedlichen Bereichen und zu den Fachbereichen zu entwickeln.

Die Lern- und Arbeitsaufgaben werden direkt aus einem Arbeitsprozess gewonnen und dort angewendet. Auch in diesem Teilprojekt sind gemeinsame Workshops von Ausbilder:innen und Berufsschullehrer:innen zentrale Entwicklungsschritte. Das dabei entwickelte gemeinsame Konzept der dualen Partner wird an beiden Lernorten aufeinander bezogen: Die Berufsschule bereitet die entsprechenden Inhalte zu den Diagnosetools und deren Implementierung in den realen Arbeitsprozess u. a. mit einem dreitägigen schulischen Workshop mit Mechatroniker:innen und Elektroniker:innen für Automatisierungstechnik vor. Im Rahmen eines dreitägigen betrieblichen Workshops setzen die Auszubildenden die Diagnoseaufgabe dann im realen Arbeitsprozess um und implementieren das Diagnosetool in der Produktion. Hierbei sind auch Auszubildende aus anderen Unternehmen aus der Berufsschulklasse beteiligt, wobei die Auszubildenden des dualen Projektpartners als Mentor:innen fungieren. Die Lernortkooperation wird somit auf einer zusätzlichen Ebene verankert. Die Auszubildenden dienen später als Multiplikatoren für die Beschäftigten im Unternehmen, um in das neue Diagnosetool einzuweisen (Erstellung eines Anleitungsvideos).

Simulation eines realen Arbeitsprozesses in einer cloudbasierten Lernortkooperation

Ziel des dritten dualen Teilprojektes ist es, reale Industrieprozesse zunächst an einem schulischen CP Lab (Bohren) zu simulieren; dafür wurde die Anlage zur Erfassung von Leistungs- und Verbrauchsdaten aufgerüstet. Der Einbau der notwendigen Sensorik und die Visualisierung der für das predictive maintenance erfassten Verbrauchsströme geschehen weitgehend selbstständig durch die Auszubildenden. Zugleich wird die Einbindung des Vorgangs „Bohren“ mit den vor- und nachgelagerten Prozessschritten in der Lernfabrik und deren Vernetzung thematisiert. Anschließend werden diese Fähigkeiten auf eine gleichartige Anlage des Ausbildungsbetriebes (smart factory) übertragen. Ziel ist, die gewonnen Parameter für den Prozess der Fernwartung zu nutzen und diesen Prozess zwischen beiden Lernorten zu simulie-

ren. Der Datentransfer und die Auswertung werden cloudbasiert gestaltet, die entsprechende Anbindung der gewonnenen Messdaten etc. ist ein weiteres Ziel des dualen Projektes.

4.2 Vorläufiges Fazit aus Sicht des Modellvorhabens

Um die (ggf. lediglich antizipierten) Entwicklungen von Facharbeit und deren Folgen für die didaktischen Veränderungen von Ausbildung durch Industrie 4.0 im Rahmen eines Modellvorhabens untersuchen zu können, war zunächst eine Reihe von Auswahlentscheidungen zu treffen. Dabei war sicherzustellen, dass die im Projekt bearbeiteten Inhalte und Handlungsfelder tatsächlich exemplarisch für die angeführten Veränderungen sind, ihnen also auch ausreichend Gegenwartsbezug und Zukunftsbedeutung zugeschrieben werden kann.

Dies wird zum einen durch die Passung der angestrebten Projektergebnisse zu den berufsschulischen Lernfeldern durch den Bezug auf die Handreichungen gewährleistet, die am Landesinstitut für Schulentwicklung bereits erarbeitet wurden (LiS 2016). Hier sind in sechs unterschiedlichen „Szenarien" für sechs einschlägige industrielle Ausbildungsberufe erste handlungsorientierte Aufgabenstellungen für die Bereiche Automatisierungs-, Fertigungs- und Informationstechnologie erstellt worden, die die allgemeinen technischen Anforderungen von „Industrie 4.0" adressieren. Da allerdings für das Szenario „Service/Instandhaltung" nur sehr wenige Materialien und Konzepte vorliegen, wurden die inhaltlichen Ziele des Modellvorhabens entsprechend auf diesen Bereich hin ausgerichtet.

Zum anderen werden die genannten didaktischen Kriterien durch den Bezug auf die Ergebnisse der Untersuchungen für die Metall- und Elektroberufe in der bayme vbm Studie gewährleistet. Im Modellvorhaben zur lernortkooperativen Entwicklung didaktischer Innovationen sind dies insbesondere:

- *Fokussierung einer Prozessorientierung*, die über die Integration von Maschinen zu Anlagen hinaus deren IT-Vernetzung und arbeitsorganisatorische Einbettung umfasst. Hierzu liefern alle drei Teilprojekte Ansätze im Rahmen der beruflichen Ausbildungen, indem Prozesse des predictive maintenance und condition monitorings unter Aspekten der Vernetzung sowie der Datenaufbereitung und -visualisierung durch Auszubildende umzusetzen sind. Die dezentrale Generierung und Verfügbarkeit von Maschinen- und Prozessdaten über verschiedene Schnittstellen sowie deren Beachtung bzw. Weiterverarbeitung stehen im Fokus der Teilprojekte.
- Veränderungen der jeweiligen Ausbildungen ergeben sich zunächst auf der Mesoebene der beteiligten Ausbildungsbetriebe und Berufsschulen. Hier entwickelt sich die Lernortkooperation u. a. durch die *gemeinsame Gestaltung und Durchführung von Lernsituationen und -aufgaben* (in Form von Workshops) auf ein bisher nicht erreichtes Niveau. Auch die interne, abteilungs- und berufsübergreifende Kooperation innerhalb der Berufsschulen und der Unternehmen verändert sich.

Zu Veränderungen auf der Mikroebene des Unterrichts und deren Wirksamkeit können zum jetzigen Zeitpunkt noch keine Aussagen getroffen werden, da die ersten Erprobungen der entwickelten Konzepte zum Zeitpunkt der Publikation des Bandes erst angelaufen sein werden. Entsprechende summative Evaluationen werden durchgeführt und bis Ende 2019 vorliegen.

Literatur

Bahl, A., Koch, J., Meerten, E. & Zinke, G. (2004). Was bedeutet prozessbezogen ausbilden? In: BWP, (5), S. 10–14.

Spöttl, G., Gorldt, C., Windelband, L., Grantz, T. & Richter, T. (2016). Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E-Industrie. Hrsg. vom Bayerischen Unternehmensverband Metall- und Elektro e. V. (bayme) und vom Verband der Bayerischen Metall- und Elektro-Instdustrie e. V. (vbm). München. Verfügbar unter: https://www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbm_Studie_Industrie-4-0.pdf (Zugriff: 26.05.2019).

Becker, M., Fischer, M. & Spöttl, G. (Hrsg.) (2010). Von der Arbeitsanalyse zur Diagnose beruflicher Kompetenzen. Frankfurt am Main u. a.: Peter Lang.

Becker, M. & Windelband, L. (2018). Zusatzqualifikationen – Herausforderungen von Industrie 4.0 damit meisterbar? lernen & lehren, (129), S. 11–17.

BIBB (2018). Metall- und Elektroberufe zukunftsfest gestaltet. Elf Ausbildungsordnungen an digitalen Wandel angepasst. Pressemitteilung Bonn, 19.06.2018. Verfügbar unter: https://www.bibb.de/de/pressemitteilung_81176.php (Zugriff: 09.11.2018).

Faßhauer, U. (2018). Lernortkooperation im Dualen System der Berufsausbildung – implizite Normalität und hoher Entwicklungsbedarf. In: R. Arnold, A. Lipsmeier & M. Rohs (Hrsg.), Handbuch Berufsbildung. Wiesbaden: Springer VS. Verfügbar unter: https://link.springer.com/referencework/10.1007%2F978-3-658-19372-0 (Zugriff: 26.05.2019)

Fischer, M. (2014). Arbeitsprozesswissen als Bezugspunkt für die Planung und Evaluation lernfeldorientierten Unterrichts. bwp@, Profil 3, S. 1–25. Verfügbar unter: http://www.bwpat.de/profil3/fischer_profil3.pdf (Zugriff: 23.05.2014).

Fischer, M. (2003). Grundprobleme didaktischen Handelns und die arbeitsorientierte Wende in der Berufsbildung. In: bwp@, 4, S. 1–17. Verfügbar unter: www.bwpat.de (Zugriff: 26.05.2019).

Georg, W. (1996). Lernen im Prozeß der Arbeit. In: H. Dedering (Hrsg.), Handbuch zur arbeitsorientierten Bildung. München, Wien: Oldenbourg, S. 637–659.

KMK (Sekretariat der Kultusministerkonferenz) (Hrsg.) (1996). Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz (KMK) für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. Bonn.

KMK (Sekretariat der Kultusministerkonferenz) (Hrsg.) (2011). Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. Verfügbar unter: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2011/2011_09_23_GEP-Handreichung.pdf (Zugriff: 03.05.2013).

LIS – Landesinstitut für Schulentwicklung Baden Württemberg (2016). Handreichung zu Industrie 4.0 – Umsetzung im Unterricht. Stuttgart.

Rauner, F. (2004). Praktisches Wissen und berufliche Handlungskompetenz. Forschungsbericht. Bremen: ITB.

Zinke, G., Renger, P., Feirer, S. & Padur, T. (2017). Berufsausbildung und Digitalisierung – ein Beispiel aus der Automobilindustrie (Wissenschaftliche Diskussionspapiere, Heft 186). Bonn: BiBB.

Autoren

Faßhauer, Uwe, Prof. Dr., Professor für Berufspädagogik, Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, Institut für Bildung, Beruf und Technik, Oberbettringer Straße 200, 73525 Schwäbisch Gmünd, uwe.fasshauer@ph-gmuend.de.

Windelband, Lars, Prof. Dr., Professor für Technik und ihre Didaktik, Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, Institut für Bildung, Beruf und Technik, Oberbettringer Straße 200, 73525 Schwäbisch Gmünd, lars.windelband@ph-gmuend.de.

Prozess- und systemorientierte Entwicklung der Fachschule Industrie 4.0

Thomas Hägele, Heike Kreutzer

Abstract

Im Rahmen der Industrie 4.0-Debatte wurde in Hamburg die Einrichtung einer Fachschule „Industrie 4.0 (I 4.0)“ gestartet. Aufgrund der Hamburger Situation, als Stadtstaat über branchenreine Berufsschulzentren zu verfügen, soll die Fachrichtung I 4.0 schulübergreifend an vier beruflichen Schulen unterrichtet werden.

Der Entwicklungsprozess gliedert sich in a) die Identifizierung der I 4.0-Einsatzgebiete von Techniker:innen, b) die Entwicklung eines Szenarios, das den Übergang von I 3.0 zu 4.0 zum Lerngegenstand macht, und c) die Organisation und Koordination schulübergreifender Unterrichtseinheiten.

“Industrie 4.0” is a german definition, which stands for smart manufacturing and the industrial internet of things (IIoT). Based on this topic of interest a technical college "Industrie 4.0 (I 4.0)" has been launched in Hamburg. Due to the regional Hamburg situation, as a city-state to have industry-specific vocational school and training centers, the discipline IIOT is going to be teached across four vocational schools.

The development process of this comprehensive approach is divided into a) the identification of the working areas of a technician in I 4.0/IIoT b) a development of a scenario that makes the transition from I 3.0 (simple computerization) to I 4.0/IIoT a learning object and c) the organization and coordination of inter-school lessons.

1 Ausgangslage

In den beruflichen Schulen Hamburgs wurden in den Jahren 2014 bis 2016 in 13 Fachrichtungen für die gewerblich-technischen Fachschulen (Techniker:innenausbildung) neue kompetenz- und lernfeldorientierte Bildungspläne entwickelt (vgl. Hägele et al. 2016). Die Entwicklung erfolgte mit der unmittelbaren Beteiligung der Lehrer:innen in den Schulen und sicherte somit eine hohe Identifikation der beteiligten Akteur:innen mit den erstellten Bildungsplänen. Diese bilden die Grundlage für einen handlungs- und lernfeldorientierten Unterricht. In besonderer Weise musste berücksichtigt werden, dass die Lehrer:innen die betrieblichen Arbeits- und Geschäftsprozesse grundsätzlich kennen, für die Bestimmung der Handlungsfelder jedoch eine systematische Arbeitsprozessanalyse erforderlich ist. Aus diesem Grund wurde der gesamte Prozess durch das Institut für Technische Bildung und Hoch-

schuldidaktik (ITBH) der TUHH wissenschaftlich begleitet, das speziell bei der Standardisierung der Arbeitsprozessanalyse die Leitung übernommen hatte. Abbildung 1 skizziert den vorangehenden Entwicklungsprozess.

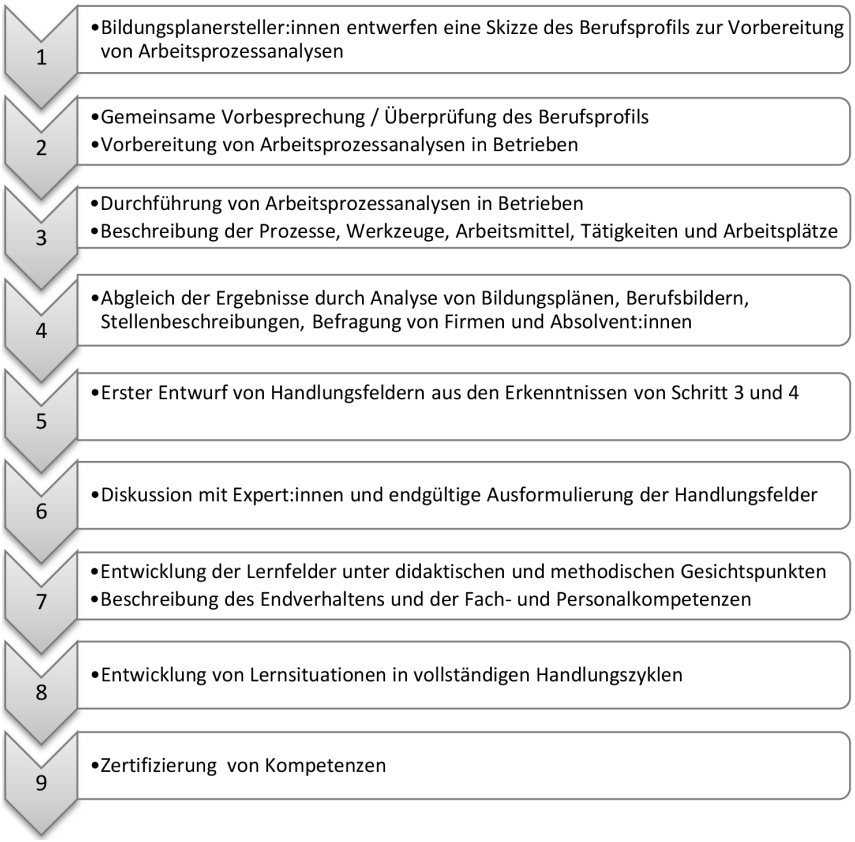


Abbildung 1: Entwicklungsschritte für die Bildungsplanerstellung (vgl. Hägele et al. 2016)

Im Kontext der kompetenz- und lernfeldorientierten Weiterentwicklung der Fachschulen in Hamburg ist die Idee entstanden, eine Fachschule unter dem vorläufigen Arbeitstitel „Industrie 4.0“ aufzubauen. Dabei war allen Beteiligten klar, dass dieser Titel keine deutliche Aussagekraft besitzt – sehr wohl aber eine erste Orientierung der fachlichen Ausrichtung intendiert. Grundidee ist die regionale Fachkräftesicherung. Neben der Initiative des Zentralverbands der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) zur Fachkräftesicherung in einer zunehmend digitalisierten und automatisierten Produktions- und Arbeitswelt (vgl. ZVEI 2016) sowie dem Qualifikationsprofil der KMK mit dem Titel „Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik ‚Industrie 4.0‘ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik“ (vgl. KMK 2017) wurde in Hamburg eine Fachtagung „Berufsbildung 4.0 – Ge-

meinsam Strategien entwickeln“ durchgeführt[1], in deren Anschluss vier Schulleitungen eine Initiative zur Entwicklung der Fachschule starteten.

Die beteiligten Schulen sind die Berufliche Schule Energietechnik Altona (BEA; BS22), die Berufliche Schule Stahl- und Maschinenbau (BS04), die Berufliche Schule Gesundheit, Luftfahrt, Technik – Ernst Mittelbach (BS10) und die Berufliche Schule Farmsen Technik und Medien (BS19). Aufgrund der Hamburger Situation, als Stadtstaat über branchenreine Berufsschulzentren (z. B. Medientechnik, Energietechnik, Metalltechnik usw.) zu verfügen, soll die neue Fachschule schulübergreifend an den vier genannten Berufsschulen entwickelt und angeboten werden.

Mit der schulübergreifenden Organisation der Lernorte ergeben sich für das Thema „Industrie 4.0“ mit seinen Aspekten der Vernetzung und dem Management von Prozessen inhaltliche Anknüpfungspunkte, die schulübergreifende Lernprozesse und eine Abbildung von komplexen Produktionsprozessen exemplarisch zwischen den beteiligten Schulen ermöglichen. Diese Chance, unterschiedliche Schulen an verschiedenen Orten mit einer Lerngruppe inhaltlich und organisatorisch aufeinander abzustimmen, wird durch eine Projektleitung vom Hamburger Institut für Berufliche Bildung (HIBB) unterstützt und von der Technischen Universität Hamburg (TUHH) begleitet.

Der Rahmen für die Entwicklung der Fachschule wurde von den Schulleitungen und dem HIBB wie folgt festgelegt:

- Die Entwicklung erfolgt durch Kolleg:innen aus den beteiligten Schulen, die in der Schulform selbst unterrichten werden.
- Pro Schule werden zwei Kolleg:innen an der Entwicklung teilnehmen und eine entsprechende Freistellung von ihrer Unterrichtstätigkeit erhalten.
- Für die Entwicklungsarbeit wurde ein zentrales Projektbüro in einer der Schulen eingerichtet, das verbindlich im wöchentlichen Rhythmus von der Projektgruppe genutzt wird. Damit kann die Kontinuität der Arbeit gesichert werden, die ohne diesen strukturellen Rahmen kaum herzustellen ist.
- Zusätzlich wurden zu Beginn mehrere ein- bis zweitägige Workshops durchgeführt, um die Teamarbeit zu fördern, Zeit- und Arbeitspläne zu erstellen und inhaltliche Ideen konzentriert und ungestört zu entwickeln.
- Das Projektbüro, die Workshops, die Projektleitung und die wissenschaftliche Begleitung sowie die Freistellung der Kolleg:innen werden durch das HIBB finanziert.

Neben der Bildungsplanerstellung (siehe Abbildung 1) muss die Entwicklungsgruppe auch folgende Aufgaben bearbeiten:

- Schulorganisatorische Abstimmung (schulübergreifende Unterrichtsplanung, Abstimmung der Kolleg:innen, Einbeziehung der Schulleitungen),
- Abstimmung der Lernträger und -systeme sowie
- Abstimmung der Ressourcen und Investitionen.

1 Vgl. https://hibb.hamburg.de/2017/04/21/berufsbildung-4-0-gemeinsam-strategien-entwickeln (Zugriff: 26.05.2019)

Die didaktisch-methodische Grundlage für die Erstellung des Bildungsplans ist der kompetenz- und lernfeldorientierte Ansatz. Den inhaltlichen Rahmen für die Ausgestaltung der Lernfelder gibt in einer ersten Annäherung der Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 24.11.2017 mit dem Titel „Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik ‚Industrie 4.0' in die Ausbildung an Fachschulen für Technik" (KMK 2017). Eine didaktische und inhaltliche Ausdifferenzierung erfolgt mit unterschiedlichen Fragestellungen in den nächsten beiden Kapiteln.

2 Fragestellung

- Für die Entwicklung einer separaten Fachrichtung „Industrie 4.0" sind inhaltlich Prozesse und Daten die zentralen Gegenstände der beruflichen Arbeitsprozesse. Insofern meint der Arbeitsbegriff „Techniker:in Industrie 4.0" eine:n Techniker:in für Produktionstechnik und Datenmanagement. Die Bezeichnung der Fachschule lautet entsprechend „Fachschule für Produktionstechnik und Datenmanagement" und weist auf die zentralen Gegenstandsfelder der Fachrichtung hin. Dabei werden drei entscheidende Fragen aufgeworfen:
- Wie sieht das Einsatzgebiet eines/r Techniker:in für Prozesstechnik und Datenmanagement aus und welche grundlegenden Kompetenzen sind damit verbunden?
- Welche Szenarien und Prozesse eignen sich fachübergreifend, mit der notwendigen Komplexität, für eine arbeitsprozess- und lernfeldorientierte Techniker:innenausbildung bei unterschiedlichen Eingangsvoraussetzungen der Teilnehmer:innen?
- Wie kann die schulübergreifende Koordination der unterschiedlichen Lernorte umgesetzt und genutzt werden, um komplexe Fertigungs-, Produktions- oder Managementprozesse in die didaktisch-methodische Gestaltung zu integrieren?

3 Entwicklungsmethode, Ansatz und Durchführung

3.1 Einsatzgebiete eines/r Techniker:in für Produktionstechnik und Datenmanagement

Techniker:innen für Prozesstechnik und Datenmanagement stehen im Kontext der Industrie 4.0-Debatte. Mit diesem Begriff lassen sich aber mittlerweile eine Fülle von unterschiedlichen Anforderungen und Deutungen verbinden, sodass in einem ersten Schritt ein gemeinsames Verständnis innerhalb der Projektgruppe erarbeitet werden musste. Der Findungsprozess zeigt die Unsicherheiten im Gebrauch der Bezeichnung in den Betrieben, unter Fachvertreter:innen und auch in der Literatur. Es lässt sich resümieren, dass der Begriff „Industrie 4.0" nicht geeignet ist für eine inhaltliche Bestimmung der ersten Fragestellung (siehe Kap. 2). Ebenso konnten die

Ergebnisse aus den leitfadengestützten Experteninterviews konnten, auch vor dem Hintergrund der des eng bemessenen Zeithorizonts und wenigen Möglichkeiten der Projektgruppe, keinen nennenswerten Aufschluss über die relevanten Arbeitsprozesse liefern. Eine berufswissenschaftlich fundierte Analyse der Arbeitsprozesse und eine Beschreibung von Handlungsfeldern konnten nicht geleistet werden. Dazu waren die Aussagen zu sehr an das jeweilige Unternehmen gebunden und durch eine unscharfe Interpretation eines Industrie 4.0-Verständnisses geprägt. Verallgemeinerungen der Aussagen konnten nicht getroffen werden.

Aus dieser defizitären Situation heraus entschied sich die Gruppe für ein anderes Vorgehen. Mithilfe des KMK-Qualifikationsprofils, der Nutzung der Fraunhofer Studie „Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0“ (vgl. Spath 2013) und der Handreichung „Industrie 4.0“ des Landesinstituts für Schulentwicklung Stuttgart sowie einer Besichtigung der berufsbildenden Schule 2 in Wolfsburg hat die Projektgruppe eine grob umrissene Vorstellung der Frage „Welche Merkmale besitzen Arbeitsprozesse unter dem Schlagwort 4.0?“ entwickeln können. Zusätzlich konnte aus der Erfahrung einer Kollegin, die bis vor Kurzem in einem Unternehmen zur Halbleiterproduktion mit dem komplexen Produktionsprozess betraut war, ein realer Produktionsprozess systematisch analysiert werden. Dieser Prozess skizziert einen komplexen bekannten Produktionsprozess (Geschäftsprozess) vom Wareneingang über die Fertigungsstraße bis zum Warenausgang. Innerhalb der Fertigung arbeiten verschiedene Abteilungen (Metallisierung, Lithografie, Brennofenabteilung und Platinenätzung) mit der IT und Logistik sowie dem Einkauf zusammen. Dabei kommt es nicht auf die detailtreue und vollständige Abbildung der einzelnen Arbeitsschritte an, sondern auf die zentrale Frage, welche Aufgaben ein:e Techniker:in für Produktionstechnik und Datenmanagement hier exemplarisch übernimmt bzw. übernehmen könnte. Sind die Aufgaben tendenziell einem/r Spezialist:in zuzuschreiben oder nehmen Techniker:innen die Rolle von Generalist:innen ein?

Zusammenfassend hat die Gruppe der Bildungsplanersteller:innen mit den wenigen Hinweisen aus den Inverviews mit Expert:innen, der Literatur und der realen Prozessbeschreibung folgende Arbeitsdefinition entwickelt: Ein:e Techniker:in im Kontext der Industrie 4.0-Diskussion managt technische Prozesse und Daten. Seine/ihre Kompetenzen sind „Basiskompetenzen“ in verschiedenen Technikbereichen mit einem Grundwissen in ausgewählten Bereichen (Produktionstechnik, Konstruktionstechnik, Gebäudetechnik, Energietechnik, Informationstechnik, Datentechnik, Projektmanagement). Er/sie besitzt hierzu ein Überblickswissen und ist in der Lage, mit den unterschiedlichen (fachlichen) Expert:innen zu kommunizieren.

3.2 Fachübergreifende Szenarien/Prozesse und deren Umsetzung in Lernfeldern

Szenarien/Prozesse für die Entwicklung von Lernfeldern und eine schulische Umsetzung gehen zunächst von einer vollständigen Handlung aus. Die Aufgabenstellungen sollen die Phasen des Informierens, Planens, Entscheidens, Durchführens, Kontrollierens und Reflektierens berücksichtigen und das Kompetenzniveau DQR 6

erreichen (vgl. DQR 2011). Zugleich sollen die Szenarien/Prozesse fachübergreifend, hier insbesondere auf Elektrotechnik, Metalltechnik und Informationstechnik, aber auch auf betriebswirtschaftliche Aspekte wie Personalführung, Projektmanagement und Aufgaben des mittleren Managements ausgerichtet sein. Die vier Schulen haben sich auf den Bereich der Produktion verständigt, weil dieser an die vorhandenen regionalen betrieblichen und schulischen Strukturen und Qualifikationen gut anschließt.

Die Auswahl der Prozesse erfolgt unter Berücksichtigung mehrerer Faktoren. Neben den didaktischen Überlegungen zum Aufbau eines Curriculums mit entsprechenden Lernfeldern sind eine geeignete Lernumgebung (Lernträger) auszuwählen und vorhandene Ressourcen in den Schulen zu berücksichtigen. Nicht weniger wichtig sind dabei die organisatorischen Aspekte und curricularen Fragen, z. B. wie an unterschiedlichen Schulstandorten die Umsetzung der Lernsituationen erfolgen kann. Als erste mögliche Auswahl der Arbeitsprozesse bzw. Produktionsprozesse im regionalspezifischen Kontext wurden die Herstellung von Bier in einer Brauerei oder die Herstellung eines Give-aways in einem Produktionsbetrieb benannt. Eine Festlegung gibt es allerdings noch nicht.

Für die Auswahl der Prozesse sind auch formale Kriterien zu berücksichtigen. Die Ausbildung unterteilt sich formal in die Phasen Unterstufe und Oberstufe (vgl. Hamburger Institut für Berufliche Bildung 2010, S. 3). Die Unterstufe wird genutzt, um die unterschiedlichen Eingangsvoraussetzungen potenzieller Bewerber:innen anzugleichen. Das Szenario der Unterstufe bietet Möglichkeiten, in den verschiedenen Technikbereichen und Fachthemen Wissen zu erwerben und Kompetenzen aufzubauen. Es können, differenziert nach Eingangsvoraussetzungen, Schwerpunkte gebildet werden. Die Unterstufe hat einführenden Charakter in das gesamte Thema der Produktionstechnik und des Datenmanagements und vermittelt die oben genannten Basiskompetenzen.

Für die Unterstufe wurde ein überschaubarer Produktionsprozess zugrunde gelegt, der eine geringe Vernetzung aufweist und vielfältige Möglichkeiten bietet, verschiedene Fachinhalte und Kompetenzanforderungen zu integrieren. Als technische Lernumgebung ist hier eine modulare Anlage zum Abfüllen von Einzelteilen (z. B. Bonbons) in die engere Wahl genommen worden. Eine finale Beschreibung des Szenarios liegt zurzeit nicht vor.

Zentrale Aufgaben stammen aus den Teilgebieten der

- Elektrotechnik (Energietechnik, Messtechnik, Steuerungstechnik, Regelungstechnik),
- Metalltechnik (Automatisierungstechnik, Konstruktionstechnik, Produktionstechnik),
- Informationstechnik (Datentechnik, Rechnertechnik, Netzwerktechnik, Softwaretechnik, Datenschutztechnologien),
- Betriebswirtschaft (Geschäftsprozesse, Datenschutz, Prozesssteuerung).

Tabelle 1: Lernfeldtitel der Unterstufe Fachschule Produktionstechnik und Datenmanagement

Baugruppen der Aktorik und Sensorik analysieren und automatisierte Produktionsprozesse messtechnisch überwachen
Energieversorgung normgerecht planen, optimieren und realisieren
Steuerungs- und regelungstechnische Systeme analysieren, planen und in Betrieb nehmen
Mechanische Baugruppen in komplexen Produktionssystemen konstruieren und dimensionieren
Industrielle Prozessdaten speichern, nutzen und analysieren
Anwendungsbezogene Applikationen analysieren und anpassen
Industrielle Netzwerksysteme analysieren, anpassen und planen
Maßnahmen zum Datenschutz und zur Datensicherheit planen, auswählen und realisieren
Geschäftsprozesse eines Industriebetriebes erfassen, steuern und optimieren (Supply Chain)

Für die Oberstufe wurden acht Lernfelder entwickelt. Die Oberstufe setzt ein komplexes Szenario mit ausgeprägter Vernetzung der unterschiedlichen Komponenten voraus. Hier werden die klassischen Merkmale vernetzter Produktion zum Gegenstand der Lehr-Lern-Prozesse. Eine technische Lernumgebung für dieses Szenario ist noch nicht bestimmt. Die Grundidee ist eine Fertigung eines Give-aways, welches über die beteiligten Schulen durch unterschiedliche Fertigungsstationen (Entwicklung, Konstruktion, Fertigung, Qualitätskontrolle) produziert wird. Dieser Prozess erzeugt standortübergreifende Informationen und Daten, die verarbeitet und ausgewertet werden (MES und ERP-Systeme). Dabei fließen auch betriebswirtschaftliche Aspekte gezielt ein. Tabelle 2 zeigt die Lernfeldtitel der Oberstufe mit dem Lernfeld für die Abschlussarbeit (Facharbeit). Die Lernfeldtitel sind vorläufig und befinden sich in einer Überprüfung durch die wissenschaftliche Begleitung.

Tabelle 2: Lernfeldtitel der Oberstufe Fachschule Produktionstechnik und Datenmanagement

Planungszentriertes Produktionsmanagement mit MES- und ERP-Systemen
Vernetzte Produktionssysteme planen
Qualität von Netzwerkdiensten und Netzwerkdienstleistungen bereit- und sicherstellen
Prozessdaten erfassen und zur Weiterverarbeitung bereitstellen
Werkzeuge des produktionsbezogenen QM auswählen und anwenden
Vernetzte Produktion analysieren, optimieren und absichern
Daten- und Energiemanagement in der Produktion überwachen und optimieren
Planung und Durchführung eines berufsspezifischen Projektes aus den betrieblichen Einsatzbereichen von Techniker:innen (Facharbeit)

3.3 Schulorganisatorische Umsetzung und Vernetzung als Prototyp einer vernetzten Produktion

Die Rahmenbedingungen der beteiligten Schulen und die Entwicklungsideen der skizzierten Szenarien haben sehr frühzeitig zu einer notwendigen Abstimmung der Schulen auf mehreren Ebenen geführt:

- inhaltlich-fachliche Verzahnung und Ergänzung der Lernfelder und in einem folgenden Schritt der Lernsituationen,
- schulorganisatorische Umsetzung mit ausgewählten Kolleg:innen in Absprache mit den Schulleitungen,
- Verteilung von Ressourcen und Investitionen für eine schulübergreifende Ausstattung und
- Verwendung und Weiterentwicklung von Lernumgebungen mit entsprechenden Fortbildungsbedarfen und technischer Unterstützung.

Mithilfe des Projektbüros gelingt es, diese Aspekte rechtzeitig in die Planungen einzubeziehen und mit den entsprechenden Stellen (Schulleitungen und Schulbehörde) anzusprechen.

Nach Fertigstellung der Lernfelder im Oktober 2018 werden entsprechende Lernsituationen entwickelt. Darüber hinaus sind konkrete Vorbereitungen für die Nutzung der Lernumgebungen geplant.

4 Ergebnisse und ihre wissenschaftliche Bedeutung

Die Entwicklung eines lernfeldorientierten Bildungsplanes für eine technologisch anspruchsvolle und prozessuale Tätigkeit erfordert eine systemische Herangehensweise, die sich in der Arbeitsweise eines Entwicklungsteams bereits frühzeitig etablieren muss. Dabei sind fachspezifische und schulorganisatorische Grenzen zu überwinden, um die entsprechenden Daten- und Informationsflüsse sowie die Managementaufgaben eines/r Techniker:in für Produktionstechnik und Datenmanagement zu erfassen. Die Erfahrungen aus dem Projekt zeigen, dass die Einrichtung eines Projektbüros diesen Anforderungen gerecht werden kann und die Entwicklungsarbeit nachhaltig unterstützt. Es zeichnet sich deutlich ab, dass das Format ein ungestörtes und kontinuierliches Arbeiten ermöglicht, die Motivation der Beteiligten spürbar erhöht und den Entwicklungsprozess beschleunigt. In besonderer Weise erfordert gerade die Entwicklung der schulübergreifenden Unterrichtsform einen stetigen konzentrierten Austausch innerhalb der Arbeitsgruppe, um Arbeitspakete zu definieren und abzusprechen, der durch das Projektbüro gewährleistet wird. Eine Unterstützung der Gruppe durch die Projektleitung und wissenschaftliche Begleitung erweist sich zusätzlich als sehr hilfreich.

Ein zentrales Ergebnis der Arbeitsgruppe ist die Entwicklung von zwei tragenden fachübergreifenden Szenarien zu (Arbeits-)Prozessen, die schulübergreifend umgesetzt werden. Wenngleich die Szenarien in ihrer endgültigen Form noch nicht

ausformuliert sind, ermöglichen sie eine curriculare Zuordnung zur Unter- und Oberstufe mit unterschiedlichen Komplexitätsniveaus und Vernetzungsmöglichkeiten. Dabei steht das Prinzip der Exemplarizität im Vordergrund: Es soll nicht die Vollständigkeit der Themen und Inhalte vermittelt werden, sondern eine berufliche Handlungsfähigkeit an ausgewählten berufstypischen Aufgabenstellungen, die anschließend auf neue Aufgaben transferiert werden. Für die Unterstufe erfolgt dies an ausgewählten Aufgaben und Themen der genannten Fachrichtungen in einer weitgehend unvernetzten Lernumgebung. Die Oberstufe ist durch ein komplexes vernetztes Lernsystem mit ausgeprägten fachübergreifenden Aufgabenstellungen gekennzeichnet.

In besonderer Weise soll in beiden Szenarien das Wechselverhältnis von Arbeit – Technik – Bildung Berücksichtigung finden. Hier bietet sich die Möglichkeit, über die einzelnen Standorte hinweg komplexe technische und organisatorische Prozesse abzubilden, die durch angemessene Lehr-Lern-Prozesse begleitet und reflektiert werden. Die Ausgestaltung dieser Prozesse korrespondiert mit den von der KMK beschriebenen Handlungsfeldern Agiles Produktionsmanagement (AP), Digitales Systemmanagement (DS) sowie SmartProduction (SP) und bildet eine Grundlage zur Formulierung der Lernfelder.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis des Projektes ist die Entwicklung und Bereitstellung einer entsprechend technischen und organisatorisch komplexen Lernumgebung sowie deren Inbetriebnahme und Pflege durch die Lehrkräfte vor Ort. Hier zeichnet sich ab, dass eine umfangreiche Einarbeitung notwendig ist, welche nicht neben der üblichen Unterrichtstätigkeit erledigt werden kann.

5 Schlussfolgerungen für künftige Forschungs- und Entwicklungsinitiativen

Die Entwicklung von arbeitsprozess- und lernfeldorientierten Bildungsplänen und Lernsituationen im Bereich Industrie 4.0 erfordert tragfähige Prozesse, die im schulischen Kontext umgesetzt werden können. Da das gesamte Thema Industrie 4.0 auch in den Betrieben nur grob umrissen und schwer fassbar ist, befinden sich die Bildungsplanersteller:innen in einer Situation, in der „vieles noch im Fluss“ ist. Die Identifizierung repräsentativer und exemplarischer Prozesse kann nur mit Unterstützung von Arbeitsprozessanalysen, Gesprächen mit Expert:innen und Betriebsbegehungen gelingen. Dabei sind die jeweiligen regionalspezifischen Unterschiede zu berücksichtigen.

Im Rahmen dieses Projektes war eine umfängliche Analyse der Arbeitsprozesse nicht möglich. Dieser Umstand ist im Entwicklungsprozess nicht zu übersehen. Trotz dieses, berufswissenschaftlich gesehen, Defizits in dem Vorhaben konnte die Gruppe der Bildungsplanersteller:innen mithilfe der Reflexion aktueller eigener betrieblicher Erfahrungen und der guten Literaturbasis Entwürfe für zwei tragende Produktionsprozesse formulieren. Diese wurden aus Lernfeldern, die in real existierenden Produktionsprozessen verankert sind, „abgeleitet“.

Das Projekt zeigt, dass die Rahmenbedingungen für die Projektentwicklung das Entwicklungsergebnis erheblich beeinflussen und die Qualität durch entsprechende berufswissenschaftliche Begleitung und Reflexion gesichert werden kann. Die Entstehung arbeitsprozess- und lernfeldorientierter Bildungspläne, die offen für Technikentwicklungen und Organisationsveränderungen in Unternehmen sind, muss exemplarisch erfolgen und stellt vor dem Hintergrund der schnellen Veränderungen in Betrieben eine iterative Aufgabe dar, die regelmäßig überprüft werden sollte. Damit bietet sich zukünftig die Chance, die Kompetenzanforderungen auf Techniker:innenniveau systematisch zu identifizieren.

Literatur

DQR: Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen. Verabschiedet vom Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen (AK DQR) am 22. März 2011.

Hägele, Th & Meier, M. & Schernus, W. (2016). Entwicklung von fachschulischen Bildungsplänen als strukturierte arbeitsprozessorientierte Bildungsplanerstellung. In: Jenewein, K. & Dreher, R. & Neustock, U. & Schwenger, U. (Hrsg.): Wandel der technischen Berufsbildung. Reihe Berufsbildung, Arbeit und Innovation, Band 4, Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 77–94.

Hägele, Th. & Meier, M. (2016). Strukturierte arbeitsprozessorientierte Bildungsplanerstellung für gewerblich-technische Fachschulen. In: G. Kammasch, H. Klaffke & S. Knutzen (Hrsg.): Technische Bildung im Spannungsfeld zwischen beruflicher und akademischer Bildung – Die Vielfalt der Wege zu technischer Bildung. Hamburg: TUHH, S. 77–84. DOI: 10.15480/882.1394.

Hamburger Institut für Berufliche Bildung (HIBB) (2010). Ausbildungs- und Prüfungsordnung der Fachschulen mit zweijähriger Ausbildungsdauer der Fachbereiche Technik, Wirtschaft und Gestaltung (APO-FS TWG) vom 6. Dezember 2010.

Howe, F. & Knutzen, S. (2011). Kompetenzwerkstatt. Band 2: Analysieren und Beschreiben von Arbeitsprozessen. Konstanz: Paul Christiani.

Howe, F. & Knutzen, S. (2011). Kompetenzwerkstatt. Band 4: Entwickeln von Lern- und Arbeitsaufgaben. Konstanz: Paul Christiani.

Kultusministerkonferenz (KMK) (2017). Kompetenzorientiertes Qualifikationsprofil zur Integration der Thematik „Industrie 4.0“ in die Ausbildung an Fachschulen für Technik (Stand: 24.11.2017).

Landesinstitut für Schulentwicklung (LS) (2016). Berufliche Schulen. Fachschule für Technik. Industrie 4.0. Umsetzung im Unterricht. H-15.08. Stuttgart: LS.

Spath, D. (Hrsg. Fraunhofer IAO) (2013). Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.

ZVEI (Hrsg.) (2016). Digitalisierung der Arbeitswelt – Unternehmen vor neuen Herausforderungen. DIHK-Arbeitsmarktreport 2016. Deutscher Industrie-und Handelskammertag e. V. Berlin.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Entwicklungsschritte für die Bildungsplanerstellung 170

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Lernfeldtitel der Unterstufe Fachschule Produktionstechnik und Datenmanagement 175

Tab. 2 Lernfeldtitel der Oberstufe Fachschule Produktionstechnik und Datenmanagement 175

Autorin und Autor

Hägele, Thomas, Dr. phil., Studienkoordinator und Dozent für die Berufliche Fachrichtung Elektrotechnik-Informationstechnik, Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik an der Technischen Universität Hamburg, Am Irrgarten 3–9, 21073 Hamburg, haegele@tuhh.de

Kreutzer, Heike, Leitung Bildungsgangentwicklung gewerblich/technische Berufe, Hamburger Institut für Berufliche Bildung, Hamburger Straße 131, 22083 Hamburg, heike.kreutzer@hibb.hamburg.de

Perspektiven der Weiterbildung für Produktionsmitarbeiter:innen im Kontext von Industrie 4.0

Martin Fischer, Gerd Gidion, Olga Reifschneider, Daniela Reimann

Abstract

Im Beitrag sollen auf Basis empirischer Befunde aus qualitativen Fallstudien in sechs Unternehmen der Metall- und Elektroindustrie Voraussetzungen, Möglichkeiten und Hindernisse für eine „prospektive Weiterbildung" im Kontext von „Industrie 4.0" eruiert werden. Hierbei stehen Facharbeiter:innen, An- und Ungelernte sowie ältere Arbeitnehmer:innen im Zentrum der Analyse. Die Zwischenergebnisse zeigen das Interesse der beteiligten Betriebe, auch für bislang eher vernachlässigte Zielgruppen vorausschauend Weiterbildungsmaßnahmen zu entwickeln und zu erproben.

On the basis of empirical findings from qualitative case studies in six companies in the metal and electrical industries, the article aims to determine the prerequisites, possibilities and obstacles for "prospective further training" in the context of "Industry 4.0". The analysis focuses on skilled workers, semi-skilled and unskilled workers and older employees. The interim results show the interest of the participating companies in developing and testing further training measures for previously neglected target groups.

1 Perspektiven der Weiterbildung für ältere Arbeitnehmer:innen, An- und Ungelernte sowie Facharbeiter:innen im Kontext von Industrie 4.0

Die Diskussion um die Auswirkungen von Industrie 4.0 in der Arbeitswelt ist eindeutig technikzentriert wie andere Diskurse in der Vergangenheit auch – man denke etwa an die Einführung von CIM (Computer Integrated Manufacturing (rechnerintegrierte Fertigung)) vor dreißig Jahren (vgl. Fischer 2001): Aus Eigenschaften der Technik werden zum einen wirtschaftliche Heilsversprechen und zum andern Prognosen zur Substitution von Arbeitskräften abgeleitet. Insbesondere an- und ungelernten Mitarbeiter:innen sowie älteren Arbeitnehmer:innen in der Produktion scheint mit der Einführung von Industrie 4.0 überhaupt keine Zukunft mehr bevorzustehen, denn explizit oder implizit wird in vielen Beiträgen davon ausgegangen,

dass auch auf dem Shopfloor nur noch hochqualifiziertes und extrem computeraffines Personal benötigt wird (vgl. z. B. Brynjolfsson & McAfee 2014, S. 11).

Derartige Prognosen beruhen aber auf mindestens zwei Fehlschlüssen. Erstens wird die Differenz zwischen den Anwendungspotenzialen neuer Technologien und ihrem tatsächlichen betrieblichen Einsatz weitgehend missachtet. Hartmut Hirsch-Kreinsen (2018, S. 166) hebt die Differenz hervor und betont, dass „für den Wandel von Arbeit [...] nicht so sehr die Erfindung einer neuen Technologie entscheidend [ist], sondern die Frage, wie die neuen technologischen Potenziale in Unternehmen tatsächlich genutzt und Arbeitsprozesse konkret gestaltet werden."

Diese Erfahrungen lassen sich auf Basis eigener Untersuchungen in sechs Betrieben der baden-württembergischen Metall- und Elektroindustrie bestätigen. In den Untersuchungsbetrieben wurden Beobachtungsinterviews mit Angehörigen der Zielgruppen und problemzentrierte Interviews mit technischen Planer:innen, Personalverantwortlichen und Betriebsräten geführt und in betrieblichen Workshops ausgewertet. Die Zwischenergebnisse unserer empirischen Untersuchung beruhen auf insgesamt 52 Interviews mit 81 Personen (davon 21 Beobachtungsinterviews am Arbeitsplatz und 31 Expert:inneninterviews). Aus den Interviews und Workshops ergibt sich einerseits das Bild einer vorhandenen Innovationsbereitschaft (sonst hätten die Betriebe auch kaum an einem Projekt zur Forschung und Entwicklung im Kontext von Industrie 4.0 teilgenommen) und andererseits der Eindruck einer sehr vorsichtigen Einführung der entsprechenden Technologien mit nur graduellen Veränderungen der Arbeitsprozesse und dem – zumindest artikulierten – Interesse des betrieblichen Managements, grundsätzlich alle Beschäftigtengruppen – auch die An- und Ungelernten – auf dem Weg in eine Zukunft Industrie 4.0 mitzunehmen.

Damit ist dann auch schon der zweite Fehlschluss angesprochen, der in der gesamten Industrie 4.0-Diskussion eine tragende Rolle spielt, nämlich die scheinbar zwangsläufige Substitution von geringqualifizierten Mitarbeiter:innen. Solche Prognosen beruhen auf sehr vereinfachten Annahmen volks- und betriebswirtschaftlicher Betrachtungen, die im Allgemeinen von der vollständigen Ersetzbarkeit einfacher Arbeitstätigkeiten ausgehen und die Komplementarität von menschlichen Tätigkeiten und maschinellen Operationen kaum ins Kalkül ziehen (Decker et al. 2017). Die von Decker et al. für den Bereich der Service-Robotik vorgestellten Ergebnisse zeigen (ebenso Arnold et al. 2016), dass keine allgemeingültigen Schlussfolgerungen gezogen werden können: Je nachdem, ob die Zusammenarbeit zwischen Mensch und (Roboter-)Technologie eine Substitution von Aufgaben oder eine ergänzende Aufgabenteilung darstellt, können die Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt völlig unterschiedlich sein. Aufgrund des Kosten-Nutzen-Verhältnisses, das sich aus den relativ niedrigen Arbeitskosten für Tätigkeiten ergibt, die als einfach oder gering qualifiziert eingestuft werden, kommen Decker et al. (2017) zu dem Schluss, dass unter dem Gesichtspunkt einer vollständigen Substitution der bisherigen Arbeitskräfte moderne (teilautonome) Roboter im Service-Bereich kaum wesentliche Marktanteile gewinnen dürften.

Roboter, insbesondere teilautonome Roboter, gelten ebenso in der Industrie als wesentliches Element von Industrie 4.0. Auch hier machen Fortschritte in der Entwicklung von Schutzmaßnahmen – anders als bei den Industrierobotern der Vergangenheit – in der Regel eine enge Zusammenarbeit des Roboters mit dem/r Mitarbeiter:in möglich. Dieser Fortschritt in der Hardwareentwicklung von Robotern und deren Fähigkeit zur Verarbeitung von Umweltinformationen geht Hand in Hand mit Fortschritten bei der Programmierung und Steuerung von Robotern, die es auch Menschen ohne IT-Ausbildung ermöglichen, moderne Roboter in begrenztem Umfang zu steuern. Dies bedeutet, dass der Gesichtspunkt der Komplementarität von Mensch und Technik prinzipiell stärker in den Vordergrund rückt als der Gesichtspunkt der vollständigen Substitution menschlicher Tätigkeiten.

Wenn das, was hier für den Bereich der Robotertechnologie nahegelegt wurde, auch für andere Bereiche der Industrie 4.0-Technologien gilt, stellt sich die Frage, wie einerseits Technik zum Zweck der Gebrauchstauglichkeit („Usability“) für unterschiedliche Nutzer:innengruppen gestaltet sein muss und was andererseits künftige Nutzer:innen lernen müssen, um solche Technologien adäquat bedienen zu können. Das aktuell operativ tätige Produktionspersonal (und damit unsere Zielgruppen: Facharbeiter:innen, An- und Ungelernte, ältere Arbeitnehmer:innen) ist aus solchen Überlegungen keineswegs ausgeschlossen – zumal es aufgrund des Fachkräftemangels in der baden-württembergischen Metall- und Elektroindustrie insbesondere für die mittelständische Industrie keineswegs ein Selbstläufer wäre, höherqualifizierte Mitarbeiter:innen zu finden.

2 Empirische Untersuchung des Weiterbildungsbedarfs in der Metall- und Elektroindustrie

Die mit dem Begriff „Industrie 4.0“ verbundenen Phänomene und Vorhaben umfassen sowohl ein vielfältiges und heterogenes Spektrum als auch branchenübergreifende generelle Entwicklungen. In der Literatur inzwischen verfügbare Beispielbeschreibungen aus betrieblichen Anwendungen (bspw. BMWi 2017; Wagner 2018) konzentrieren sich überwiegend auf deren Innovationsgehalt. In einem erheblichen Anteil der Veröffentlichungen und in den seitens der Wirtschaft mit „Industrie 4.0“ betitelten (werbenden) Informationen werden die Darstellungen in einem appellativen, kampagnenartigen Grundton präsentiert (bspw. VDMA 2016). Die mehr oder minder direkte Botschaft ruft zu einer aktiven, bereitwilligen Teilhabe auf, unterschwellig erscheinen die Vorgänge als „alternativlos“. Die hervorgehobenen Trends weisen nicht nur augenscheinlich Dynamik bei der Ausbreitung in Wirtschaft und Gesellschaft auf, sie befinden sich auch in der Linie langjähriger Entwicklungen, deren Vorläufer beispielsweise in der „Humanisierung des Arbeitslebens“ der 1970er-Jahre gesehen werden können (Hartmann 2015).

Die branchenübergreifenden generellen Entwicklungen – wie etwa die Digitalisierung – treffen jedoch in den jeweiligen Arbeitsumgebungen auf sehr spezifische,

gewachsene Konstellationen. Die Auswirkungen der erwarteten Veränderungen können möglicherweise gleichmäßig erfolgen und sowohl Arbeitsmittel als auch Arbeitsprozesse durchdringen, sie können aber auch an einzelnen Schwerpunkten beginnen und sich von dort aus verbreiten. Die Auswirkungen werden durch die Handlungen der involvierten Personen beeinflusst, die durch ihre Einstellungen und Kompetenzen den Verlauf modifizieren.

Die Entwicklung von betrieblichen, prospektiv ausgerichteten Weiterbildungsmodulen erfordert daher als einen der Arbeitsschritte die Erkundung bzw. Untersuchung der jeweils konkreten Bedingungen und Sichtweisen der Akteur:innen vor Ort. Dies erfolgt mit dem Ziel der Klärung von gegenwärtiger Situation und angestrebter Zukunft sowie dem Ziel der Ankopplung der Weiterbildung an die bestehende Praxis in den jeweiligen Arbeitsumgebungen. Die konkreten Bedingungen lassen sich durch eine Kombination von themenzentrierten Gesprächen (Gläser & Grit 2010) und damit abgeglichenen Begehungen bzw. Beobachtungen von Arbeitsumgebungen und -vorgängen erfassen (Haasler 2003). Die Sichtweisen der Akteur:innen umfassen sowohl die relevanten Perspektiven nach Rolle – als einfache Arbeits-, Fach- und Führungskräfte – als auch die zeitliche Dimension der Einschätzung von gegenwärtigem Stand und erwarteter Zukunft. Die im Einzelgespräch geäußerten Positionen können im Gruppengespräch zusammengeführt und auf die Frage potenzieller Weiterbildungsbedarfe gerichtet werden.

2.1 Schwerpunkte des Untersuchungsansatzes: Fragestellungen und wissenschaftliche Grundlagen

Entsprechend der Literaturauswertung wurden Annahmen über die in den Betrieben stattfindenden Vorgänge formuliert, deren Bedeutung zu erkennen und Ausprägung zu erkunden sei. Allerdings dienten die ersten Interviews und Gesprächsrunden in den beteiligten Betrieben auch einer offenen und originären Sammlung von im Zusammenhang mit dem Stichwort „Industrie 4.0“ angesprochenen Themen. Diese Ausgangssammlung wurde in Kombination mit den literaturbasierten Themen für die Klärung der Weiterbildungsmodule verwendet. Auf diese Weise ergab sich eine Konzentration auf vier bis sechs Themen, die sich sowohl innerhalb des Themenspektrums „Industrie 4.0“ als auch innerhalb der von den betrieblichen Akteur:innen benannten Themenschwerpunkte befinden.

Die betriebliche Untersuchung wurde durch folgende Fragestellungen angeleitet:

- Welche Phänomene von „Industrie 4.0“ werden von den involvierten Akteur:innen in den Betrieben bereits in ihrer Arbeitstätigkeit wahrgenommen?
- In welcher Weise lassen sich diese Phänomene direkt beobachten und dokumentieren?
- Welche Erwartungen äußern die involvierten Akteur:innen für kommende Entwicklungen mit Bezug auf „Industrie 4.0“?
- Welche Themen sollten in einer diesbezüglich prospektiven Weiterbildung aufgegriffen werden?

Die von betrieblichen Partnern gewählten Repräsentanten der Zielgruppen („einfache“ Mitarbeiter:innen ohne tätigkeitsbezogene spezifische Ausbildung, Fach- und Führungskräfte in deren Umfeld, Expert:innen für Industrie 4.0, betriebliche Weiterbildung und Personalfragen) wurden in leitfadenbasierten Gesprächen befragt; in ausgewählten Fällen erfolgte eine Begehung und unmittelbare Anschauung von in den Interviews angesprochenen Inhalten. In den Gesprächen wurden jeweils die aktuellen Arbeitstätigkeiten, die Erinnerungen an Veränderungen der Arbeit in den letzten Jahren, die Erwartungen an kommende Entwicklungen, dabei insbesondere die mit dem Begriff „Industrie 4.0“ verbundenen Vorhaben, und die geeigneten Weiterbildungen für die erwartete Zukunft thematisiert. Die Arbeitsbegehungen dienten der anschaulichen Konkretisierung der in den Gesprächen behandelten Tätigkeiten und Technologien. Die Resultate dieser Erkundungen wurden ausgewertet und mit betrieblichen Akteur:innen in Teilgruppen erörtert („validiert“). Aus den Auswertungen wurden Festlegungen für die möglichen und priorisierten Weiterbildungen im jeweiligen Betrieb gemeinsam mit den betrieblichen Akteur:innen abgeleitet. Ziel der betrieblichen Erkundung war die Einbeziehung der betrieblichen Wirklichkeit sowie der Perspektiven und Einschätzungen von betrieblichen Akteur:innen bei der Konzeption, Vorbereitung und ggf. Durchführung von Weiterbildungsformen, mittels derer Arbeitskräfte, insbesondere sog. An- und Ungelernte, bei der Bewältigung und Gestaltung der kommenden Zeit unterstützt werden können.

2.2 Ausgewählte Ergebnisse

Nachfolgend werden in zusammengefasster und ausgewählter Form die Aussagen der Gesprächspartner:innen bei den einbezogenen Betrieben dargestellt und erste Überlegungen zu den daraus hervorgehenden Weiterbildungsmodulen erläutert. Unabhängig von den Aussagen zu einzelnen Fragen werden in den Gesprächen grundsätzliche Positionen vorgebracht, die den Vorgang der zukunftsgerichteten Gestaltung und entsprechenden prospektiven Weiterbildung entweder optimistisch oder auch skeptisch betrachten.

So gilt „Industrie 4.0“ – den geäußerten Ansichten gemäß – einerseits wesentlich als ein Schlagwort, um die aktuelle Phase der kontinuierlich laufenden Entwicklung zu bezeichnen. Der generellen Annahme nach werden einfache Tätigkeiten auch in diesem Übergang bleiben, sie erfüllen Funktionen, an denen die technischen Systeme sich entweder nicht bewähren oder nicht rechnen; Weiterbildung sollte auf aktuell sichtbar werdende Bedarfe eingehen. Andererseits kann „Industrie 4.0“ ein Anlass für die intensivierte Weiterbildung aller Mitarbeiter:innen sein. Dabei geht es folglich sowohl um das Verständnis der Gesamtentwicklung (z. B. Digitalisierung) als auch um einzelne Inhalte, etwa bezüglich der eigenen Rolle des/der Mitarbeitenden an neuartigen Mensch-Maschine-Schnittstellen, der Schulung an ausgewählten Systemen, der Ingebrauchnahme von hilfreichen Lehr-/Lern-Technologien.

Gemeinhin werden in der – hier betriebsspezifisch vorgefundenen – modernen Arbeitstätigkeit auch die sogenannten „einfachen“ Arbeitspositionen als anspruchsvoll eingeschätzt, weil sie verantwortungsbewusstes und engagiertes Handeln erfor-

derlich machen. So werden etwa mehrere einfache Aufgaben zu Bündeln zusammengeführt, mit deren Leistung auch Arbeitskräfte auf einfachem Arbeitsniveau umfassend gefordert sind. In den betrieblichen Systemen existiert gemeinhin eine Mischung aus Technologien unterschiedlichen Alters, die in der Summe auch eine Mischung unterschiedlicher Arbeitskräfte erfordert. Ältere Technologien werden tendenziell eher von Personen beherrscht, die eine konservativ-solide Arbeitsweise präferieren, die mit „Industrie 4.0" zusammenhängende Innovation wird demnach von eher innovationsfreudigen Arbeitskräften getragen.

Bezüglich der Konsequenzen von mit „Industrie 4.0" erwarteten Veränderungen werden teilweise widersprüchliche und auch gegensätzliche Richtungen formuliert und aufgezeigt. So mache die Entwicklung einen umfassenden digitalen Fernzugriff auf technische Systeme zum Normalfall und ermögliche dadurch Fachexpert:innen (und auch technischen Agenten) die Überwachung und Manipulation aus der Distanz, sodass „einfache" Überwachungskräfte und Helfer:innen vor Ort nicht mehr benötigt würden – nur für ausgewiesene Fachkräfte entwickelten sich demzufolge relevante Aufgaben durch „Industrie 4.0". Dem stehe entgegen, dass die Digitalisierung auch differenzierte und situationsbezogene Assistenz für Arbeitskräfte aller Art ermögliche; folglich könnten Personen, die grundsätzlich mit digitalen Equipments (heute: Smartphones) umgehen können, auch durch diese Assistenzsysteme unterstützt werden – ihre Mitwirkung in der Wertschöpfung würde durch „Industrie 4.0" gesichert und verbessert.

2.3 Interpretation und Ableitung von Schlussfolgerungen für die Weiterbildungsmodule

Aus den betrieblichen Erkundungen entstand eine Liste von priorisierten Weiterbildungsmodulen, die aus den in der Literatur zu „Industrie 4.0" gelisteten Themen einige herausheben. Zwei Beispielthemen können die Art der Schwerpunktsetzung veranschaulichen:

1) So wird für die generelle Vorbereitung auf anstehende Veränderungen auf die Weiterbildung von Lernprozessbegleiter:innen (Bauer et al. 2010 und Röben 2008) gesetzt, die sich spezifisch mit Industrie 4.0-Merkmalen auseinandersetzen. Diese Lernprozessbegleiter:innen sollen die von ihnen unterstützten Kolleg:innen hinsichtlich Selbstlernkompetenz und Stärkung der selbstständigen Handlungs- und Problemlösungsfähigkeit fördern. Zielgruppe sind Mitarbeiter:innen, die ihre Expertise und ihr spezifisches Wissen und Können bezüglich einer Anlage oder Linie, einer Maschine, eines Roboters oder eines Arbeitsverfahrens an andere Kolleg:innen im Betrieb weitergeben. Diese Personen können bereits arbeitspädagogische Erfahrung haben (z. B. Einlernhelfer:innen, Job-Instruktor:innen oder Ausbildungsbeauftragte). Vorgesehen sind insbesondere diejenigen, die als erste im Betrieb mit Industrie 4.0-Anwendungen konfrontiert sind (bei der Auswahl, Beschaffung oder Nutzung von Industrie 4.0-Anwendungen). Die Lernprozessbegleiter:innen sollen auf Grundlage der Weiterbildung Aufgaben der Lernprozessbegleitung wahrnehmen (d. h. Kolleginnen und Kollegen beim Erwerb von arbeitsrelevantem Wissen und

Können unterstützen), die Bedeutung von Industrie 4.0 für betriebliche Lernprozesse realisieren und bei Aufgaben der Lernprozessbegleitung berücksichtigen sowie lernförderliche/-hinderliche Konsequenzen gegenwärtiger und künftiger betrieblicher Arbeitsgestaltung erkennen und gegenüber betrieblichen Entscheidungsträger:innen kommunizieren.

2) In dem Weiterbildungsmodul „Technische Assistenzsysteme" wird darauf eingegangen, dass im Zusammenhang von Industrie 4.0 die den Menschen am Ort der Arbeit unterstützenden Funktionen intensiviert werden. Dabei handelt es sich um physische Hilfen, etwa zur Bewegung von Lasten, um Kommunikationshilfen, etwa durch intuitive Bedienoberflächen, oder auch um direkte technische Ratgebersysteme in jeglicher Arbeitssituation, etwa bezüglich eines Montagevorgangs. Das Weiterbildungsmodul verfolgt das Ziel, die Teilnehmer:innen zu einer aktiven Nutzung und Mitgestaltung von technischen Assistenzsystemen im Zusammenhang mit ihrer eigenen Arbeit zu aktivieren. Die Teilnehmer:innen können auf Grundlage der Weiterbildung die Inanspruchnahme einer technischen Assistenz an ausgewählten Beispielen vollziehen, am Transfer von im allgemeinen Gebrauch befindlichen Assistenzsystemen auf ihre eigene Arbeitstätigkeit mitwirken, einfache Assistenzsysteme (z. B. abrufbare Hilfestellungen) einsetzen, eigene Assistenzsysteme mit Informationen füttern und die Eingaben von Kolleg:innen nutzen, die hinter den technischen Assistenzsystemen befindlichen Funktionalitäten verstehen, die Wechselwirkungen der weiteren Entwicklung mit ihrer eigenen Beteiligung erkennen sowie Anforderungen an eine Weiterentwicklung sie direkt unterstützender Assistenzsysteme mitformulieren.

Mit der Weiterbildung wird, so die Annahme, erreicht, dass bereits verfügbare Assistenzsysteme als unterstützende Elemente der Industrie 4.0-Entwicklung erkannt werden, die geeignete Einführung entsprechender Dienste unter Einbeziehung der Nutzer:innen erfolgt, die Teilnehmer:innen durch aktive Betätigung die passende Gestaltung der künftigen Hilfefunktionen mitprägen und entsprechend die Akzeptanz verbessern, schwierige Aufgabenstellungen mittels unterstützender Techniken auch von nicht spezifisch ausgebildeten Arbeitskräften bewältigt werden können, durch die Anwendung der Assistenzsysteme Fehler vermieden werden und das Potenzial technischer Assistenzsysteme für die weitere Industrie 4.0-Entwicklung eingesetzt wird.

3 Erarbeitung von Weiterbildungsmodulen

In der Untersuchung wurden folgende Themenbereiche und Fragestellungen aus den geführten Gesprächen abgeleitet:

- Welche Rolle spielt das zukünftige Arbeiten mit Robotern und virtuellen Räumen?
- Welchen Stellenwert haben neue technische Assistenzsysteme für die Vernetzung der Produktion mit anderen Abteilungen?

- Wie können mobile Endgeräte für die Zielgruppen im Betrieb förderlich eingesetzt werden?
- Was beinhaltet das erforderliche Arbeitsprozesswissen für die Entwicklung der Industrie 4.0?
- Inwiefern verändert sich die „Ausbildung zum/zur Lernbegleitenden" hin zur „Lernprozessbegleitung für die Industrie 4.0"?
- Welche neuen Anforderungen entstehen für die im Projekt anvisierten Zielgruppen von Arbeitnehmerinnen und -nehmern, und wie können Entscheider:innen und Betriebsräte die Prozesse unterstützen?

Digitale Technologien können sowohl Arbeitsmittel als auch Lehr-/Lernmittel sein. Der Industrie 4.0-Bezug des Projekts besteht überdies auch in der Mitgestaltung und Steuerung der Mensch-Maschine-Schnittstelle unter Verwendung von technischen Systemen (Hard- und Software, z. B. visuelle Programmierumgebungen oder Lerninseln im Lernlabor). Der Aspekt der Prospektivität zeigt sich in der vorausschauenden Konzeptionierung der Vermittlung von Arbeitsprozessen. Die betriebsspezifische Umsetzung wird durch die Einbeziehung der Expertise von Mitarbeiter:innen sowie durch deren vorgebrachte arbeitsprozessnahe Themen realisiert.

Mit der kooperativen Entwicklung von Weiterbildungsmodulen wird der Frage nachgegangen, wie sich arbeitsplatznahes Lernen im Betrieb konkret gestalten lässt. Es wird thematisiert, wie alltägliche Arbeits- und Lernaufgaben entwickelt sowie durch interne Lernbegleiter:innen von den Mitarbeiter:innen besser bewältigt werden können und wie die eingesetzten Multiplikatoren lernen, die neue Rolle der Begleitung erfolgreich auszufüllen.

Das Weiterbildungskonzept besteht aus sieben zu erprobenden Basismodulen, die die folgenden Themen beinhalten:

1. Ausbildung zur Lernprozessbegleitung 4.0
2. Arbeitsprozesswissen 4.0
3. Arbeiten mit virtuellen Räumen
4. Arbeiten mit Robotern
5. Technische Assistenzsysteme
6. Fernwartung und -steuerung
7. Nutzung mobiler Endgeräte

Diese umfassen jeweils betriebsspezifische Ausprägungen der Umsetzung der Modulthemen. Außerdem gehört ein Leitfaden zum Weiterbildungskonzept für die Betriebe, der Handlungsempfehlungen zur Realisierung von Modulen zusammenführt. Im Folgenden werden alle thematischen Module beschrieben und exemplarische Beispiele für die Umsetzung erläutert.

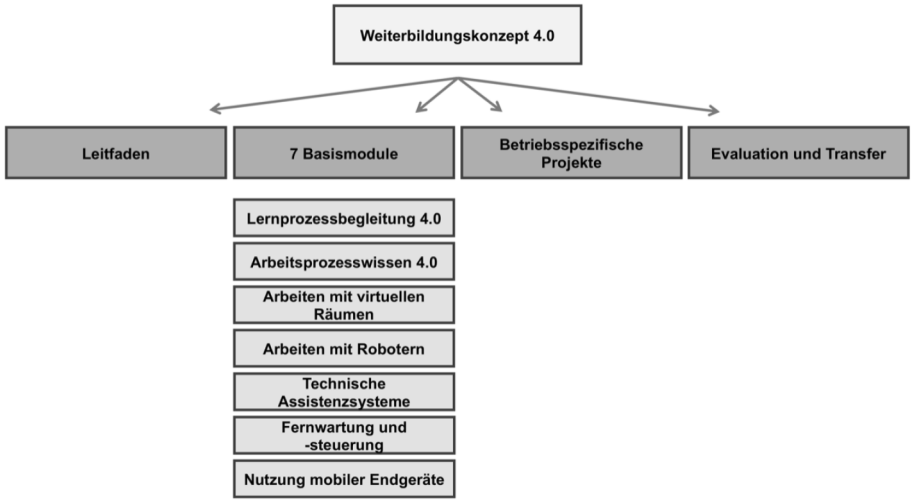


Abbildung 1: Grundstruktur des Konzepts „Prospektive Weiterbildung für Industrie 4.0" (Quelle: eigene Darstellung)

Das Verständnis der Lernkultur in den Basismodulen umfasst 3 Lehr-/Lernformen:

- Seminaristisch (im Rahmen einer Schulung, in einem typischen Schulungsraum)
- Arbeitsplatznah (in der unmittelbaren Nähe des Arbeitsplatzes)
- Futuristisch (im Sinne von Industrie 4.0, indem Industrie 4.0-Technologien didaktisch eingesetzt werden, z. B. Tablets)

Es umfasst die Auflösung der traditionellen Lehrer:innenrolle hin zum/zur Lernprozessbegleitenden und begreift Lernende als Multiplikatoren und Motivatoren. Es impliziert Teamorientierung und ist kommunikativ und kooperativ ausgerichtet. Das Lernen in Projekten sowie im werkstattorientierten Lernraum ist ein wesentlicher Bestandteil. Es ist interdisziplinär, bereichs-/abteilungsübergreifend und -verbindend angelegt. Es impliziert die Gestaltung von Räumen, Prozessen, Produkten sowie von kommunikativen und kooperativen Handlungen.

4 Kurzbeschreibung der Weiterbildungsmodule

Die Erarbeitung der nachfolgend skizzierten Weiterbildungsmodule basiert auf der Ermittlung und Berücksichtigung der betriebsspezifischen Ziele und Bedarfe. Dabei wurden gegenwärtige und zukünftige Anforderungen an Mitarbeiter:innen geklärt und die Relevanz für die Teilnehmer:innen sichergestellt.

Modul 1: „Ausbildung zur Lernprozessbegleitung für Industrie 4.0"
Das Weiterbildungsmodul „Ausbildung zur Lernprozessbegleitung 4.0" enthält neben Grundlagen des Lernens und seiner erfolgreichen Begleitung auch die Industrie 4.0-bezogenen Instrumente, Werkzeuge und Medien, die die Lernprozesse unterstützen können. Durch die Begleitung von Lernenden werden vor allem folgende Ziele verfolgt: die Förderung von Kompetenzen bei den Lernenden wie z. B. die Selbstlernkompetenz, die Erkennung individueller Potenziale und die Stärkung selbstständiger Handlungs- und Problemlösungsfähigkeit von Mitarbeiter:innen.

Der Bezug zu Industrie 4.0 zeigt sich darin, dass die Teilnehmer:innen nicht nur für die Lernprozessbegleitung unter gegenwärtigen Arbeitsbedingungen fit gemacht werden, sondern auch dafür sensibilisiert werden, die Bedeutung von Industrie 4.0 für künftige Lernprozesse zu erkennen.

Modul 2: „Arbeitsprozesswissen 4.0"
In dem Weiterbildungsmodul sollen die Grundlagen des Themas „Arbeitsprozesswissen 4.0" praktisch eingeführt werden, indem Arbeitsplätze und die zugehörigen Prozesse mit Industrie 4.0-Technologien verknüpft werden.

Bei der Umsetzung des Weiterbildungsmoduls soll Arbeitsprozesswissen (Fischer 2018) aus unterschiedlichen betrieblichen Bereichen ausgetauscht und vernetzt werden. Dabei entsteht die Frage: Wie kann der Erwerb von Arbeitsprozesswissen unter gegenwärtigen Arbeitsbedingungen und zukünftigen Arbeitsabläufen bei Industrie 4.0 ermöglicht und gefördert werden?

Der Industrie 4.0-Bezug besteht in der Analyse und dem Erwerb von Arbeitsprozesswissen unter gegenwärtigen und künftigen (Industrie 4.0-)Bedingungen.

Modul 3: „Arbeiten mit virtuellen Räumen"
Das Weiterbildungsmodul „Arbeiten mit virtuellen Räumen" enthält neben einer Einführung in die Grundlagen des Handelns und Kommunizierens in virtuellen und digital erweiterten Räumen am Arbeitsplatz (Schenk et al. 2014, S. 657) auch konkrete Erprobungen der betriebsspezifischen oder gängigen Augmented-Reality- und Augmented-Virtuality-Technologien, ihrer medialen Eigenschaften und Potenziale, um das Arbeiten und Lernen mit diesen Umgebungen gestalten zu können. In einem weiteren Schritt können virtuelle Räume für die „Arbeit 4.0" selbst konzipiert, entworfen und gestaltet werden.

Ziel der Fortbildung ist die Vermittlung eines grundsätzlichen Verständnisses bezüglich der Verknüpfungsmöglichkeiten einzelner Systeme, Komponenten und ihres Zusammenspiels im Unternehmen. Dieses Verständnis soll die Teilnehmer:innen befähigen, konstruktiv neue Anwendungsfälle für den Betrieb zu erarbeiten und zu realisieren, indem existierende Anlagen und Daten analysiert und ggf. verknüpft, vorhandene Szenarien und Nutzungspraxen im Unternehmen differenziert, gestaltet oder ergänzt werden können.

Modul 4: „Arbeiten mit Robotern“
Das Weiterbildungsmodul „Arbeiten mit Robotern“ enthält neben Grundlagen der Bedienung, Steuerung und Programmierung betriebsspezifischer Robotersysteme auch deren konkrete Erprobung der sich wandelnden Mensch-Maschine-Interaktion, um Arbeiten mit Robotern gestalten zu können. Industrie 4.0-spezifische Merkmale bzw. Aspekte: Ein zunehmender Einsatz von kollaborativen Robotern ist zu erwarten (Haag 2015).

Modul 5: „Technische Assistenzsysteme“
Das Weiterbildungsmodul „Technische Assistenzsysteme“ enthält neben dem Umgang mit vorhandenen Systemen und deren Analyse im Hinblick auf Nutzung und Herausforderungen die arbeitsplatznahe Erprobung. Dabei werden prospektiv auch die Industrie 4.0-bezogenen digitalen Werkzeuge und Technologien analysiert, die neue Formen von Hilfesystemen (Gorecky et al. 2014, S. 535) und ihre Gestaltung durch Fachkräfte unterstützen.

Industrie 4.0-spezifische Merkmale bzw. Aspekte: Im Modul werden vor allem diejenigen entstehenden digitalen Assistenzsysteme eingesetzt, die durch Industrie 4.0 einen grundsätzlich erneuerten Charakter annehmen. Es handelt sich um persönlich hilfreiche Anwendungen, die dem Menschen den Zugang zum digitalen Gesamtsystem vermitteln sowie Interaktionen aller involvierten Akteur:innen mit und in dem System einbeziehen.

Modul 6: „Fernwartung/Fernsteuerung“
Lerninhalte des Weiterbildungsmoduls „Fernwartung/Fernsteuerung“ sind der ortsunabhängige Zugriff auf technische Anlagen (Verl & Lechler 2014, S. 239) zwecks Wartung oder Störungsbehebung. Dazu werden vorhandene Systeme integriert, analysiert und mit den Aspekten von Industrie 4.0-Technologien verknüpft.

Industrie 4.0-spezifische Merkmale bzw. Aspekte: Im Modul werden Potenziale der globalen Vernetzung für die Unterstützung von Arbeitskräften vor Ort durch in der Ferne befindliche Expert:innen nutzbar gemacht.

Modul 7: „Nutzung mobiler Endgeräte“
Die zunehmende Nutzung mobiler Endgeräte vor allem im privaten Kontext ist bekannt und wurde im Rahmen von Onlinestudien nachgewiesen (Koch & Frees 2017). Im Weiterbildungsmodul werden mobile Geräte und zugehörige Software arbeitsplatznah eingesetzt und erprobt, um das Learning by Doing mit diesen Geräten betriebsspezifisch zu fördern und deren Einsatzweisen sowie ihre Vor- und Nachteile (Disterer & Kleiner 2014, S. 5) kennenzulernen (Lerninhalte sind die Grundlagen der Handhabung von Hard- und Software, z. B. von Smartphone oder Tablet).

Industrie 4.0-spezifische Merkmale bzw. Aspekte: Im Modul werden vor allem die vernetzten Systeme und die personalisierten Dienste aufgegriffen. Industrie 4.0 nutzt die menschlichen Möglichkeiten – unabhängig auch von berufsspezifischer Expertise – bei allen Mitarbeiter:innen.

5 Fazit und Ausblick

Angesichts der sehr technologiegetriebenen Debatte um Industrie 4.0 ist es bemerkenswert, dass die Zukunft des aktuell operativ tätigen Produktionspersonals für die Unternehmen in unserem Projektkonsortium durchaus relevant ist. Vielleicht weniger aufgrund einer bestimmten Philosophie als vielmehr aufgrund des existierenden Arbeitskräftemangels äußern die Betriebe zumindest, dass sie im Wesentlichen mit den Arbeitskräften auskommen müssen, die sie nun einmal zur Verfügung haben. Und dazu gehören auch die angelernten und älteren Arbeitnehmer:innen. Dies bedeutet, dass die vorhandenen oder einzuführenden technischen Systeme auch durch diese Zielgruppen beherrschbar sein müssen. Wenn von Fachkräftemangel gesprochen wird, werden damit meist hochqualifizierte Arbeitskräfte assoziiert. Baden-Württemberg ist jedoch das Flächenland mit den meisten Beschäftigten ohne formalen Berufsabschluss. Im Jahr 2014 waren dies immerhin 14,4 Prozent aller abhängig Beschäftigten (Südwestpresse 2014). Diese Personen arbeiten z. T. jahre- oder gar jahrzehntelang in derselben Firma und sind genauso wenig umstandslos zu ersetzen wie hochqualifizierte Fachkräfte. Dieser Sachverhalt impliziert, dass angelernte und ältere Arbeitnehmer:innen und ihre Kompetenzen im Bewusstsein der Betriebe (mindestens in unserem Projektkonsortium) nach wie vor eine Rolle spielen. Diese Gruppen sollen zwar auch an Industrie 4.0-Technologien herangeführt werden, aber nicht um den Preis riskanter und völlig disruptiver technischer und arbeitsorganisatorischer Veränderungen, die dann möglicherweise in partielle Nicht-Beherrschbarkeit von technischen Innovationen einmünden.

Folglich werden Weiterbildungsmaßnahmen für alle Beschäftigtengruppen im Betrieb ins Auge gefasst, wobei den Betrieben gewiss scheint, dass für das operativ tätige Produktionspersonal Weiterbildungsmaßnahmen kaum „von der Stange“ eingekauft werden können. Allerdings ist derzeit noch unklar, in welchem Umfang unsere Zielgruppen (Facharbeiter:innen, An- und Ungelernte) *unmittelbar* in den Genuss der o. g. Weiterbildungsmaßnahmen kommen. Einige Betriebe tendieren dazu, zunächst eine Gruppe von Multiplikatoren auszubilden, zu denen dann auch Ingenieur:innen und andere Höherqualifizierte gehören können, um die entsprechenden Weiterbildungsmaßnahmen anschließend in die Breite zu tragen.

Im Projekt werden potenzielle Zielgruppen der o. g. Weiterbildungsmodule in betrieblichen und betriebsübergreifenden Workshops diskutiert, in denen Vertreter:innen des Managements genauso zu Wort kommen wie Mitglieder der gewerkschaftlichen Interessenvertretung.

Literatur

Arnold, D., Arntz, M., Gregory, T., Steffes, S. & Zierahn, U. (2016). Herausforderungen der Digitalisierung für die Zukunft der Arbeitswelt. ZEW policy brief, Nr. 8, November. Verfügbar unter: http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/policybrief/pb08-16.pdf (Zugriff: 08.11.2018).

Bauer, H. G., Brater, M., Büchele, U., Dufter-Weis, A., Maurus, A. & Munz, C. (2010). Lern(prozess)begleitung in der Ausbildung. Bielefeld: W. Bertelsmann.

Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2014). The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York, London: W. W. Norton & Company.

Haasler, B. (2003). „BAG-Analyse": Analyseverfahren zur Identifikation von Arbeits- und Lerninhalten für die Gestaltung beruflicher Bildung (ITB-Forschungsberichte Nr. 10). Bremen: Institut Technik und Bildung. Verfügbar unter: http://www.pedocs.de/volltexte/2014/9166/pdf/Haasler_2003_BAG_Analyse.pdf (Zugriff: 08.11.2018).

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2017). Die digitale Transformation im Betrieb gestalten – Beispiele und Handlungsempfehlungen für Aus- und Weiterbildung. Berlin: BMWi. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/industrie-4-0-die-digitale-transformation-im-betrieb-gestalten.pdf?__blob=publicationFile&v=12 (Zugriff: 08.11.2018).

Decker, M., Fischer, M. & Ott, I. (2017). Service Robotics and Human Labor: A first technology assessment of substitution and cooperation. Robotics and Autonomous Systems, 87 (Januar), S. 348–354.

Disterer, G. & Kleiner, C. (2014). Mobile Endgeräte im Unternehmen: Technische Ansätze, Compliance-Anforderungen, Management. Wiesbaden: Springer.

Fischer, M. (2001). Der Wandel des wissenschaftlichen Technikverständnisses und seine Folgen für die Arbeit-und-Technik-Forschung. In: M. Fischer, G. Heidegger, A. W. Petersen & G. Spöttl (Hrsg.), Gestalten statt Anpassen in Arbeit, Technik und Beruf. Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 45–67.

Fischer, M. (2018). Arbeitsprozesswissen. In: F. Rauner & P. Grollmann (Hrsg.), Handbuch Berufsbildungsforschung (3. Auflage). Bielefeld: WBV, S. 413–420.

Gläser, J. & Grit, L. (2010). Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse (4. Aufl.). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.

Gorecky, D., Schmitt, M. & Loskyll, M. (2014). Mensch-Maschine-Interaktion im Industrie 4.0-Zeitalter. In: Th. Bauernhansl, M. ten Hompel & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 509.

Haag, M. (2015). Kollaboratives Arbeiten mit Robotern – Vision und realistische Perspektive. In: A. Botthof & E. A. Hartmann (Hrsg), Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, S. 59–64. DOI: 10.1007%2F978-3-662-45915-7.

Hartmann, E. (2015). Arbeitsgestaltung für Industrie 4.0: Alte Wahrheiten, neue Herausforderungen. In: A. Botthof & E. A. Hartmann (Hrsg.), Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, S. 10. DOI: 10.1007%2F978-3-662-45915-7.

Hirsch-Kreinsen, H. (2018). Technologieversprechen Industrie 4.0. WSI-Mitteilungen, 71 (3), S. 166.

Koch, W. & Frees, B. (2017). ARD/ZDF-Onlinestudie 2017: Neun von zehn Deutschen online: Ergebnisse aus der Studienreihe „Medien und ihr Publikum" (MiP). Verfügbar unter: http://www.ard-zdf-onlinestudie.de/files/2017/Artikel/917_Koch_Frees.pdf (Zugriff: 07.11.2018).

Röben, P., unter Mitarbeit von S. Schenk und G. Dressel (2008). Lernberater für das Lernen im Prozess der Arbeit. Heidelberg: Pädagogische Hochschule. Verfügbar unter: https://www.agenturq.de/wp-content/uploads/heft4.pdf (Zugriff: 12.11.2018).

Schenk, M., Wirth, S. & Müller, E. (2014). Fabrikplanung und Fabrikbetrieb (2. Aufl.). Wiesbaden: Springer Vieweg.

Südwestpresse (2014). Neuer BA-Chef will Ungelernte ausbilden (Ausgabe vom 28.08.2014). Verfügbar unter: http://www.swp.de/ulm/nachrichten/wirtschaft/Neuer-BA-Chef-will-Ungelernte-ausbilden;art4325,2766889 (Zugriff: 15.03.2018).

VDMA – Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (Hrsg.) (2016). Industrie 4.0 konkret – Lösungen für die industrielle Praxis. Verfügbar unter: https://industrie40.vdma.org/documents/4214230/5356229/Industrie%204.0%20konkret%202016/9912b1a7-be6b-4f32-a132-79aef5b8a11c (Zugriff: 08.11.2018).

Verl, A. & Lechler, A. (2014). Steuerung aus der Cloud. In: Th. Bauernhansl, M. ten Hompel & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 237.

Wagner, R. M. (Hrsg.) (2018). Industrie 4.0 für die Praxis. Wiesbaden: Springer Gabler.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Grundstruktur des Konzepts „Prospektive Weiterbildung für Industrie 4.0" . . . 189

Autorinnen und Autoren

Fischer, Martin, Prof. Dr., Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Berufspädagogik und Allgemeine Pädagogik (IBAP), Hertzstr. 16, 76187 Karlsruhe, m.fischer@kit.edu

Gidion, Gerd, Prof. Dr., Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Zentrum für Mediales Lernen (ZML), Karl-Friedrich-Str. 17, 76133 Karlsruhe, Institut für Berufspädagogik und Allgemeine Pädagogik (IBAP), Neuer Zirkel 3, 76131 Karlsruhe, gerd.gidion@kit.edu

Reifschneider, Olga, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Berufspädagogik und Allgemeine Pädagogik (IBAP), Neuer Zirkel 3, 76131 Karlsruhe, olga.reifschneider@kit.edu

Reimann, Daniela, Dr., Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Berufspädagogik und Allgemeine Pädagogik (IBAP), Hertzstr. 16, 76187 Karlsruhe, daniela.reimann@kit.edu

Weiterbildung des betrieblichen Ausbildungspersonals im Zuge der Digitalen Transformation

Clarissa Schmitz, Nora Warner, Martin Frenz

Abstract

Im Beitrag wird die Entwicklung eines Weiterbildungsangebotes für das Berufsbildungspersonal in den industriellen Metall- und Elektroberufen beschrieben. Dieses basiert auf Kenntnissen zum Aufgaben- und Qualifikationsprofil von hauptberuflichen Ausbilder:innen und auf neuen Anforderungen an diese Zielgruppe im Kontext der Digitalen Transformation. Die Erfahrungen aus der Umsetzung der Weiterbildung bieten Erkenntnisse für die Praxis sowie Empfehlungen für die Ordnungsmittel zur Aus- und Weiterbildung des Ausbildungspersonals.

The article describes the development of a continuing education offer for vocational training personnel in the occupations of the metal and electrical industries. On the one hand it is based on the knowledge of the task and qualification profile of full-time trainers and on the other hand on new requirements for this target group in the context of the digital transformation. The experience gained from the implementation of continuing education can provide insights for the practical use as well as for the regulatory tools for the initial and continuing training of vocational training personnel.

1 Einleitung

„Auf die Ausbilder und Lehrer kommt es an", so lautete das Fazit der Fachkonferenz zu Berufsbildung 4.0 in Leipzig im November 2017. Deutlich wurde, dass die fortschreitende Digitalisierung neue Möglichkeiten für die Ausgestaltung der Ausbildungswelt an beiden Lernorten des Dualen Systems eröffnet, aber auch eine entsprechende Qualifizierung des Bildungspersonals erfordert. Jedoch liegen aktuell kaum Studien vor, die die Konsequenzen der Digitalen Transformation für das Anforderungsprofil des Ausbildungspersonals in der gewerblich-technischen Berufsbildung untersuchen. Zudem fehlt es an didaktischen Konzepten zur Qualifizierung dieser heterogenen Zielgruppe. Im Beitrag wird zunächst die Zielgruppe der hauptberuflichen Ausbilder:innen in den industriellen Metall- und Elektroberufen (M+E-Berufe) über ihr Aufgaben- und Qualifikationsprofil genauer bestimmt (Kap. 2). In der Folge werden Anforderungen an die Zielgruppe zum einen aus den Veränderungen von Ordnungsmitteln und zum anderen aus der Empirie abgeleitet (Kap. 3).

Darauf basierend wird ein Konzept für eine Weiterbildungsreihe entwickelt (Kap. 4). Abschließend werden Erkenntnisse aus der bisherigen Umsetzung und Evaluation für die Praxis und für die Ordnungsmittel der Aus- und Weiterbildung des Ausbildungspersonals reflektiert (Kap. 5).

2 Bildungspersonal in den industriellen M+E-Berufen

Wie Bahl (2012, S. 12) feststellt, ergeben sich die Unterschiede in der Ausbildungsorganisation und damit auch im Funktionsprofil des Bildungspersonals vor allem aus den Faktoren Unternehmensgröße und Wirtschaftssektor. In großen Industrieunternehmen ist häufig eine eigene Ausbildungswerkstatt mit entsprechenden Stellenprofilen wie Ausbildungsleiter:innen und hauptamtlichen Ausbilder:innen vorzufinden (vgl. ebd., S. 17 ff.; Schmitz et al. 2017, S. 10). In der Literatur werden eine pädagogisch-didaktische und eine bildungsorganisatorische Funktion von hauptberuflichen Ausbilder:innen unterschieden (vgl. Braukmann & Sloane 1993, S. 15). Hauptberufliche Ausbilder:innen verantworten zum einen die Ausbildung und übernehmen anfallende organisatorische und strategische Aufgaben (z. B. Durchlaufplanung, Dokumentation, Organisation von Prüfungen, Kooperation mit Bildungsträgern). Zum anderen sind sie unmittelbar pädagogisch-didaktisch tätig in der Grundbildung, Lehrgängen, der Prüfungsvorbereitung sowie der Beratung und Beurteilung von Auszubildenden (vgl. Bahl 2012, S. 18; Sloane 2006, S. 454–459; Nickolaus 1992).

Die Betonung des Lernens in Realarbeit führt dazu, dass die unmittelbare Ausbildungstätigkeit von hauptamtlichen Ausbilder:innen im Sinne der Unterweisung abnimmt, während bildungsorganisatorische Aufgaben an Relevanz gewinnen. Hauptamtliche Ausbilder:innen übernehmen damit tendenziell mehr Begleit-, Betreuungs-, Planungs- und Konzeptionstätigkeiten. Da größere Betriebe häufig in erster Linie für den eigenen Fachkräftebedarf ausbilden, ist die Ermittlung des aktuellen und zukünftigen betrieblichen Qualifikationsbedarfs eine wichtige Aufgabe, die u. a. auch von hauptberuflichen Ausbilder:innen übernommen wird. Hierzu „ermitteln sie Qualifikations- und Qualifizierungsbedarfe, entwickeln gezielte Qualifizierungsmaßnahmen, planen Ausbildungsdurchgänge, setzen Neuordnungen u. ä. in neue Konzepte um“ (Bahl 2012, S. 6).

Die Eignung von Ausbilder:innen wird vom Gesetzgeber im Berufsbildungsgesetz (BBiG) genauer beschrieben. Insbesondere die fachliche Qualifikation der Ausbilder:innen variiert dabei in der Praxis innerhalb eines breiten Qualifikationsspektrums, das von der Fachkraft ohne (DQR 4) oder mit Zusatzqualifikation (DQR 5) über Meister:in oder Techniker:in (DQR 6) bis hin zum akademischen Abschluss (DQR 6–7) reicht. Die berufs- und arbeitspädagogische Kompetenz wird in der Regel nach der Fachqualifikation additiv erworben durch die Vorbereitung auf die *Ausbildereignungsprüfung* nach *Ausbilder-Eignungsverordnung* (AEVO) (vgl. Busian & Pätzold 2002, S. 233; Sloane 2006, S. 454). Die AEVO legt die Anforderungen an die berufs- und arbeitspädagogische Eignung der Ausbilder:innen fest und gilt als Instrument der Qualitätssicherung für die Ausbildung im Betrieb. Die novellierte Fassung aus

dem Jahr 2009 beschreibt die notwendigen Kompetenzen in vier Handlungsfeldern (HF), die sich an der zyklischen Struktur des betrieblichen Ausbildungsprozesses orientieren (vgl. Ulmer & Gutschow 2009, S. 49; Brünner 2012, S. 239):

- HF 1: „Ausbildungsvoraussetzungen prüfen und Ausbildung planen"
- HF 2: „Ausbildung vorbereiten und bei der Einstellung von Auszubildenden mitwirken"
- HF 3: „Ausbildung durchführen"
- HF 4: „Ausbildung abschließen"

In Bezug auf die Seminarmethodik der Aus- und Weiterbildung des ausbildenden Personals fasst Sloane (2006, S. 466–468) vier Leitprinzipien zusammen, die in Modellversuchen zur Aus- und Weiterbildung des betrieblichen Bildungspersonals entwickelt wurden: Simulation und reale Bewältigung, Erlebnisorientierung, Metaview und Kasuistik. Das Prinzip der Simulation und realen Bewältigung geht auf Wittwer (1985) zurück, der Simulationen als Instrument der Wirklichkeitsrekonstruktion vorschlägt, damit sich Teilnehmer:innen an Seminaren „gemeinsame Erfahrungshintergründe schaffen, spezifische Probleme erarbeiten und Problemlösungen ausprobieren können" (Sloane 2006, S. 467). Eng hiermit verbunden ist das Prinzip der Erlebnisorientierung, das die Reflexion und Aufarbeitung erlebter Prozesse meint. Das Metaview-Verfahren unterstützt dabei die Reflexion der Seminarsituation. Die Kasuistik oder Fallorientierung ist das grundlegende Prinzip bei der Gestaltung von Unterweisungs-, Unterrichts- und Seminarmedien (vgl. Sloane 2006, S. 467).

3 Anforderungen durch die Digitale Transformation

Ziel der Berufsausbildung ist die Entwicklung einer umfassenden Handlungskompetenz, die Ausgebildete befähigt, „in beruflichen, privaten und gesellschaftlichen Situationen sach- und fachgerecht, persönlich durchdacht und in gesellschaftlicher Verantwortung zu handeln" (Bader & Müller 2002, S. 176 f.). Während dieses übergeordnete Bildungsziel von der Digitalen Transformation unangetastet bleibt, verändern sich die notwendigen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse, die zukünftige Fachkräfte entwickeln müssen, um aktuelle und zukünftige berufliche Situationen zu bewältigen. Für die industriellen M+E-Berufe (inklusive des Berufs Mechatroniker/Mechatronikerin) fanden die veränderten Anforderungen bereits Eingang in die Ordnungsmittel in Form der 2018 in Kraft getretenen Änderungsverordnungen für die industriellen Metall- und Elektroberufe (Kap. 3.1). Während eine Reihe neuerer Studien die veränderten Anforderungen an Fachkräfte in der Produktion untersucht und Konsequenzen für Berufsbilder und Ordnungsmittel ableitet (z. B. Spöttl et al. 2016 für die M+E-Industrie), liegen bisher keine Studien vor, die die Folgen der Digitalen Transformation für das Anforderungsprofil des Ausbildungspersonals in der gewerblich-technischen Berufsbildung untersuchen. Daher wurde ein exploratives Vorgehen zur Ermittlung von Anforderungen an Ausbilder:innen im Betrieb angewandt (Kap. 3.2).

3.1 Anforderungen durch die Änderungsverordnungen für die industriellen Metall- und Elektroberufe

Die Änderungsverordnungen für die industriellen Metall- und Elektroberufe sowie Mechatroniker:innen beinhalten im Wesentlichen zwei Neuerungen. Zum einen werden durch eine neue Berufsbildposition die Themen „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit" zu einem festen Bestandteil der Ausbildung. Diese ist während der gesamten Ausbildungsdauer integrativ im Betrieb zu vermitteln. Zum anderen finden sich in den Anlagen zu den Änderungsverordnungen optionale *Zusatzqualifikationen* (ZQ), die den Auszubildenden als aktuell besonders nachgefragte und gesondert zertifizierte Qualifikationen angeboten werden können. Der empfohlene zeitliche Umfang für die Vermittlung des Ausbildungsinhaltes einer ZQ beträgt jeweils acht Wochen und wird in der Abschlussprüfung durch ein fallbezogenes Fachgespräch geprüft (vgl. BMWi 2018a; BMWi 2018b).

Die didaktische Planung und Umsetzung der in den Ordnungsmitteln beschriebenen ZQ in die betriebliche Praxis ist Aufgabe des ausbildenden Personals in den Betrieben. Handlungsorientiert aufgeschlüsselt ergeben sich so neue Aufgaben (vgl. BIBB 2018)

- bei der Auswahl der geeigneten ZQ aus Sicht des Betriebes,
- bei der Beratung zu geeigneten ZQ aus Sicht der Auszubildenden,
- bei der Erstellung von Lernaufgaben für den Erwerb der erforderlichen Kompetenzen auf der Basis der betrieblichen Leistungsprozesse und der Aufbereitung von Lerninhalten,
- bei der Unterstützung der Auszubildenden, um Prüfungsthemen für einen betrieblichen Auftrag zu formulieren, sowie
- ggf. bei der Abnahme und Beurteilung der Prüfung für Ausbilder:innen, die sich im Prüfungsausschuss engagieren.

3.2 Empirische Anforderungsanalyse

Die Anforderungen werden im Kontext des Projektes ADiTPro² in einem explorativen, empirischen Verfahren erhoben.[1] Um den bisherigen Stand der Umsetzung und die Bedarfe der teilnehmenden Unternehmen zu erfassen, wurden unterschiedliche empirische Zugänge angewandt:

- Begehung der unterschiedlichen Lernorte in drei Großunternehmen und drei überbetrieblichen Ausbildungswerkstätten,
- sechs Gespräche mit der Leitungsebene (Unternehmensleitung oder Leitung Ausbildungsabteilung) zu bisherigen Initiativen zur Digitalen Transformation und zum wahrgenommenen Qualifikationsbedarf des Ausbildungspersonals,
- sechs Gespräche mit Ausbilder:innen zur Tätigkeit, zu bisherigen Initiativen zur Digitalen Transformation und zum wahrgenommenen Qualifikationsbedarf,

1 Das Projekt „ADiTPro² – Ausbildende qualifizieren für die Digitale Transformation. Gestalten von industriellen Prozessen und Produkten als Gegenstandsbereich der beruflichen Bildung" fokussiert die Entwicklung, Umsetzung und Evaluation einer Weiterbildung für das betriebliche Bildungspersonal in den M+E-Berufen zum Themenkomplex Digitale Transformation. Eine Förderung erfolgt durch den Europäischen Sozialfonds (ESF) in Nordrhein-Westfalen.

- Dokumentenanalysen von verfügbar gemachten Dokumenten der Anwenderunternehmen, z. B. Tätigkeitsbeschreibungen, Leistungsbeschreibungen, Prozessbeschreibungen bei den Anwenderunternehmen, Lehrgangsunterlagen.

Die Anforderungsanalyse startete im Dezember 2017 und wurde im April 2018 abgeschlossen. In der Analyse wurde deutlich, dass das Thema Digitale Transformation in allen Unternehmen virulent ist und dass großes Interesse daran besteht. Jedoch ist unklar, welche Phänomene genau mit diesem Trendbegriff gemeint sind und welche konkreten Konsequenzen für die Ausbildung im Betrieb zu erwarten sind. Hier sehen sich einige Ausbilder:innen in einer Doppelrolle. Zum einen ergeben sich durch die Digitale Transformation Veränderungen in der zukünftigen Erwerbsarbeit ihrer Auszubildenden, die sie kennen müssen. Zum anderen ergeben sich Veränderungen für die eigene Arbeit als Ausbilder:in, dazu wurde oft der Einsatz von neuen Medien genannt. Hier bedarf es einer Systematisierung, um diese Felder, in denen Veränderung stattfindet, gedanklich zu trennen und diskutieren zu können. Das Thema Prozessmanagement als Aufgabe von Fachkräften war einigen Unternehmen geläufig, fand aber bisher nur wenig Eingang in die Ausbildung. Einige Inhalte waren den Beteiligten eher aus der Qualifizierung von Meister:innen bekannt, aber weniger aus der betrieblichen Erstausbildung.

Aufgefallen ist außerdem, dass die Ausbilder:innen in beteiligten Unternehmen unterschiedliche Ausgangsqualifikationen mitbringen und in einer großen Anzahl von Berufsbildern ausbilden. Auch das Funktionsprofil der Ausbilder:innen reichte von einer ausbildenden Fachkraft über eine Reihe von hauptberuflichen Ausbilder:innen und Teamleiter:innen bis hin zu Ausbildungsleiter:innen. Die Haupttätigkeitsfelder waren neben der Gestaltung der Grundbildung und von Lehrgängen auch die Durchführung von Umschulungen inklusive Theorieunterricht. Zudem waren die bisherigen Ansätze, Industrie 4.0 in die Ausbildung zu integrieren, in ihrem Umfang und ihrem Inhalt sehr unterschiedlich. Diese große Heterogenität führt zu der besonderen Herausforderung an das Projekt, ein Angebot zu entwickeln, das dem Bedarf von Bildungspersonal in unterschiedlichen Funktionsprofilen und Rahmenbedingungen gerecht wird.

4 Konzept der Weiterbildung

Auf Basis der Erkenntnisse zur Zielgruppe und zu den Anforderungen an diese durch die Digitale Transformation wurde ein Qualifizierungskonzept entwickelt. Im Rahmen der Konzeption wurden die Kompetenzen und die Inhalte für die Weiterbildung (Kap. 4.1) sowie das Format und die methodische Umsetzung bestimmt (Kap. 4.2).

4.1 Kompetenzen und Inhalte

Entsprechend des Bedarfs und der Interessenschwerpunkte, die sich aus der Anforderungsanalyse ergaben, wurde eine vierteilige Workshopreihe entwickelt (vgl. Tab. 1). Die ersten beiden Workshops verfolgen das Ziel, Ausbilder:innen fit zu halten für die sich immer schneller und stärker verändernden Arbeitsprozesse ihrer Auszubildenden im Kontext der Digitalen Transformation. In beiden Workshops erfolgt eine reflektierte Auseinandersetzung mit den veränderten Anforderungen des Arbeitslebens. Die Inhalte dieser Module orientieren sich an den veränderten Ordnungsmitteln für die industriellen Metall- und Elektroberufe und der sich daraus ergebenden neuen Aufgaben für Ausbilder:innen (vgl. Kap. 3.1). Die beiden folgenden Workshops fokussieren die Auswahl und den Einsatz digitaler Medien im Betrieb anhand konkreter Anwendungsbeispiele.

Tabelle 1: Konzept der Weiterbildung als vierteilige Workshopreihe

Vierteilige Workshopreihe	
Ebene Beschäftigungssystem: Veränderungen der Anforderungen in der Beruflichkeit der Auszubildenden	
Workshop 1: Die Digitale Transformation und Auswirkungen auf die Facharbeit Fokus: Ermittlung des betrieblichen Qualifikationsbedarfs	**Workshop 2: Prozessmanagement für Fachkräfte** Fokus: Umsetzung von Zusatzqualifikationen im Betrieb
Ebene Bildungssystem: Einsatz und Nutzen von digitalen Medien für Ausbilder:innen	
Workshop 3: Prozessorientiert ausbilden mit Tutorials Fokus: Umsetzung von Prozessorientierung mithilfe digitaler Medien	**Workshop 4: Digitale Medien im Betrieb** Fokus: Einsatz digitaler Medien für das Lernen in der Ausbildungswerkstatt

Im Rahmen des ersten Workshops besuchten die Teilnehmer:innen die Demonstrationsfabrik des Werkzeugmaschinenlabors (WZL) der RWTH Aachen und lernten die technologischen Möglichkeiten einer Industrie 4.0 mit dem Fokus auf digitale Assistenzsysteme in der manuellen Montage kennen. Im Anschluss diskutieren sie die Konsequenzen der Assistenzsysteme an den für ihre Berufsbilder relevanten Arbeitsplätzen. Einen weiteren inhaltlichen Fokus stellt die Auseinandersetzung mit einer neuen Technologie dar. Am Beispiel des 3-D-Laserdrucks erkunden die Teilnehmer:innen am Fraunhofer ILT das Fertigungsverfahren und diskutieren, welche neuen Tätigkeiten durch die Technologie entstehen. Auf dieser Basis formulieren sie Bildungsziele für die Integration neuer Ausbildungsinhalte zu additiven Verfahren in die Ausbildung.

Der zweite Workshop thematisiert die ZQ Prozessintegration. Zentrales Anliegen dieses Workshops ist es, Ausbilder:innen auf die Umsetzung dieser ZQ im Betrieb vorzubereiten. Dazu gehört zum einen die Beratung betrieblicher Akteur:innen und der Auszubildenden zum Nutzen der ZQ. Zum anderen werden Lerninhalte erarbeitet, um die Kompetenzen der Auszubildenden für das Verstehen und Mit-

gestalten industrieller Prozesse zu fördern. Um die Prozesskompetenz bei Auszubildenden fördern zu können, müssen die Ausbilder:innen selbst Methoden (z. B. SIPOC-Analyse, K3-Methode, Ishikawa-Diagramm, magisches Dreieck, Nutzwertanalyse) kennen (vgl. Frenz et al. in diesem Band). Daher durchlaufen sie im Rahmen einer Situationsaufgabe eine simulierte Prozessoptimierung in einem realitätstreuen Anwendungsfall.

Im Mittelpunkt des dritten Workshops steht mit der Idee der sogenannten Lernenden-Tutorials ein konkretes Anwendungsbeispiel für den Einsatz digitaler Medien im Betrieb. Durch das Erstellen von Lernenden-Tutorials sollen Auszubildende sich intensiver mit dem eigenen Arbeitsprozess auseinandersetzen (vgl. Goppold et al. in diesem Band). Im Workshop belegen die Teilnehmer:innen die Rolle der Auszubildenden und lernen selbst, mit einem Tablet-Computer und einer entsprechenden Video-App ein Tutorial für einen typischen Prozess in der manuellen Montage zu erstellen. Im Anschluss diskutieren sie als Ausbilder:in auf einer Metaebene, für welche Lerninhalte der industriellen M+E-Berufe das Erstellen von Tutorials durch Auszubildende ein sinnvoller Lernweg sein kann.

Im vierten Workshop „Digitale Medien im Ausbildungsalltag" werden dem Modell *Medienpädagogische Kompetenz* von Breiter et al. (2017) folgend die Bereiche Mediendidaktik, Medienerziehung, Medienintegration anhand konkreter Medien und Einsatzszenarien für das betriebliche Lernen diskutiert. Die Komponente *Mediendidaktik* meint die didaktisch begründete Auswahl und den Einsatz von Medien zur Unterstützung von Lehr-/Lern-Prozessen. *Medienerziehung* beinhaltet medienbezogene Erziehungs- und Bildungsaufgaben und die Beachtung von ethisch-moralischen Fragen des Medieneinsatzes. *Medienintegration* umfasst die Umsetzung der medienpädagogischen Konzepte innerhalb der betrieblichen Rahmenbedingungen (vgl. ebd.).

4.2 Format und methodische Umsetzung

Das Format einer Workshopreihe wurde im Wesentlichen aus drei Gründen gewählt.

- Das Format des Workshops macht deutlich, dass es sich um ein interaktives Format handelt, das auf den Austausch zwischen den Teilnehmer:innen setzt. Diese bringen neben einer hohen fachlichen Ausgangsqualifikation einen breiten Erfahrungshorizont aus ihrer Tätigkeit als Fachkraft und als Ausbilder:in mit. Daher wurde ein Wechsel zwischen Phasen der Diskussion und Phasen mit kurzen Inputvorträgen als angemessen angesehen.
- Zudem ist die Weiterbildung modular aufgebaut. Dies soll aus Sicht des heterogenen Teilnehmer:innenkreises eine bedarfsgerechte Auswahl aus dem Angebot ermöglichen.
- Da im Betrieb stets die Betreuung der Auszubildenden sichergestellt sein muss, werden statt längerer, zusammenhängender Veranstaltungen kürzere Intervalle bevorzugt. So soll die Verteilung der Weiterbildung auf mehrere relativ kurze Zeiträume (1,5–2,5 Tage) die flexiblere Entsendung von Ausbilder:innen ermöglichen.

Entsprechend der Erkenntnisse zur Seminarmethodik (vgl. Kap. 2.2) wurden die Grundsätze Simulation, Erlebnisorientierung, Metaview und Kasuistik beachtet.

5 Erfahrungen und abgeleitete Handlungsempfehlungen aus der Umsetzung und Evaluation

Auf Basis der Erfahrungen aus der Umsetzung werden zum einen die Weiterbildungsmodule formativ evaluiert und verbessert (Kap. 5.1) und zum anderen Handlungsempfehlungen für die Aus- und Weiterbildung des Ausbildungspersonals abgeleitet (Kap. 5.2).

5.1 Formative Evaluation der Weiterbildungsmodule

Folgende Kriterien wurden der formativen Evaluation der Weiterbildungsmodule zugrunde gelegt: Workshopkonzept, Inhalte der Veranstaltung, Teilnehmer:innenzentrierung, Praxisbezug, Rahmenbedingungen, Moderation, Format und Zufriedenheit. Erfasst wurden die Kriterien über 36 Items, die die Teilnehmer:innen in einem paper-pencil-Fragebogen mit geschlossenem Antwortformat im unmittelbaren Anschluss an jeden Workshop beantworteten. Hinzu kam eine offene Feedbackrunde am Ende der Veranstaltung. Zum Stand Oktober 2018 wurden die ersten drei Workshops durchgeführt und evaluiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Struktur der Veranstaltungen mit einem Wechsel zwischen interaktiven Phasen und Inputphasen für die Teilnehmer:innen klar erkennbar war und nicht als zu starr und unflexibel empfunden wurde. Der Wechsel zwischen den Phasen wurde als abwechslungsreich und anschaulich wahrgenommen. Der zeitliche Rahmen der Veranstaltungen und die Gruppengröße wurden als angemessen empfunden. Insbesondere das Kennenlernen neuer Inhalte und der Austausch darüber haben den Erwartungen der Teilnehmer:innen in allen drei Workshops entsprochen. Bei den Fragen zum Inhalt der Veranstaltungen fiel auf, dass zwar alle Themenbereiche abgedeckt wurden, die die Teilnehmer:innen als wichtig erachten, jedoch insbesondere beim ersten Workshop schon Vorkenntnisse vorhanden waren. Teilweise wurde im ersten Workshop der Wunsch geäußert, vonseiten der Wissenschaft konkretere Informationen zu erhalten, wie sich die Tätigkeiten von Fachkräften ändern werden und wie man dies in der Ausbildungswerkstatt umsetzen könnte. In den Diskussionsphasen im Rahmen der ersten Workshops klang bei den Teilnehmer:innen immer wieder die Erwartung einer Polarisierung der Facharbeit an, nach der einfache Routinetätigkeiten in Zukunft automatisiert werden, während die Komplexität der verbleibenden Tätigkeiten für Fachkräfte weiter zunimmt. Diese Entwicklung wurde von den Teilnehmer:innen mit dem Verweis auf das Leistungsniveau der aktuellen Ausbildungskohorten als problematisch empfunden.

Im Anschluss an den zweiten Workshop wurden zusätzlich Fragen zur Bekanntheit, zum Verständnis, zum Nutzen und zum erwarteten Transfer der Metho-

den des Prozessmanagements gestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass die vermittelten Methoden des Prozessmanagements für die Teilnehmer:innen zwar eher neu waren, ihnen aber nach dem Workshop klar war, wie man die Methoden anwendet. Bei den Fragen zum Nutzen und zur Transfererwartung zeigte sich eine neutrale Haltung der Teilnehmer:innen. An dieser Stelle könnte eine Transferevaluation nach Beendigung der Workshopreihe größere Klarheit bringen. Die methodische Umsetzung im Rahmen einer Situationsaufgabe wurde als eingängig und strukturiert erlebt. In der Diskussion um den Nutzen der ZQ wurde deutlich, dass die Teilnehmer:innen das Konzept der optionalen ZQ positiv sehen, denn nicht alle Auszubildenden bringen die Voraussetzungen für solche konzeptionellen Aufgaben mit und nicht alle Unternehmen haben den Bedarf nach so qualifizierten Fachkräften. Mit Blick auf die Betriebe halten es die Teilnehmer:innen für notwendig, zu klären, wo die entsprechenden Qualifikationen im Unternehmen angesiedelt sein sollten (z. B. Schaffung entsprechender Kostenstellen, Klärung der Abteilungszugehörigkeit bei abteilungsübergreifenden Prozessen).

In der Evaluierung des dritten Workshops wurde das Arbeiten mit Autorensystemen mit den Schwerpunkten Benutzerfreundlichkeit, wahrgenommene Kontrolle, Kompatibilität und intrinsische Motivation zur Nutzung thematisiert. Die Beantwortung der Fragen zeigt, dass die Arbeit mit dem Autorensystem als klar und verständlich sowie einfach zu erlernen und zu bedienen erlebt wurde. Die Teilnehmer:innen sagten aus, dass sie die Kontrolle über das System hatten sowie die notwendigen Ressourcen und Kenntnisse zur Nutzung. Mittlere Werte ergaben sich bei der Kompatibilität des Systems mit anderen Systemen, die die Teilnehmer:innen bereits nutzen. Dies könnte auch an der Verwendung von Tablets eines bestimmten Herstellers liegen. Jedoch halten sie das System durchaus für kompatibel mit der eigenen Arbeitsweise. Erfreulich ist, dass die Nutzung des Autorensystems das Interesse aller Teilnehmer:innen geweckt hat und die Motivation sehr hoch war.

Nach Abschluss der Umsetzung der Workshopreihe ist eine Transferevaluation geplant, die in Form einer Gruppendiskussion den tatsächlichen Transfer des Gelernten an den Arbeitsplatz sowie transferförderliche und -hinderliche Bedingungen erfassen soll.

5.2 Schlussfolgerungen für die Aus- und Weiterbildung des betrieblichen Ausbildungspersonals

Aus den Erfahrungen der Umsetzung ergeben sich sowohl Erkenntnisse auf der Ebene der Gestaltung von Aus- und Weiterbildung für das Ausbildungspersonal im Betrieb als auch für die Gestaltung der Ordnungsmittel für diese Zielgruppe.

Das Format einer Workshopreihe eignet sich,

- um der Heterogenität des Bildungspersonals gerecht zu werden – in der Regel konnten die Ausbilder:innen die Beispiele auf ihre Berufsbilder übertragen;
- um den breiten Erfahrungshorizont und das Vorwissen der Teilnehmer:innen als Fachkraft und als Ausbilder:in einzubeziehen;

- um durch den modularen Aufbau und mehrere, eher kurze Präsenzveranstaltungen die „Hürde“ einer Teilnahme zu senken;
- um aktuelle Megatrends wie die Digitalisierung zu thematisieren, deren Auswirkungen auf die Arbeits- und Ausbildungswelt noch nicht abschließend zu beurteilen sind.

Es zeigt sich jedoch auch, dass nebenberufliche Ausbilder:innen und ausbildende Fachkräfte aus kleineren und mittleren Betrieben durch Weiterbildungsangebote, die sich an die Zielgruppe ausbildendes Personal richten, nicht ausreichend angesprochen werden. Die Teilnehmer:innen gehörten bis auf eine Ausnahme alle der Gruppe der hauptberuflich tätigen Berufsbilder:innen an.

Im Kontext der Digitalen Transformation liegt das Augenmerk des Bildungspersonals im Betrieb häufig auf dem Einsatz digitaler Medien und weniger auf der Veränderung der Erwerbsarbeit. Die Erkundung einer sich verändernden Erwerbsarbeit stand in der durchgeführten Anforderungsanalyse (Kap. 3.1) nicht im Fokus der Befragten. Der Erkundungsauftrag zur additiven Fertigung eignete sich als ein Exempel, wie Ausbilder:innen Veränderungen der Erwerbsarbeit und Konsequenzen für die Prozesse und Aufgaben von Fachkräften erkunden können. Offen ist, inwiefern den Teilnehmer:innen der Transfer auf das eigene Berufsbild im Nachgang der Veranstaltung gelang. Tendenziell bevorzugen die Ausbilder:innen konkrete Anwendungsbeispiele bezogen auf ihre Tätigkeit als Ausbildende, z. B. den Einsatz von Medien wie in Workshop 3.

Ein Abgleich der ermittelten Anforderungen mit der AEVO zeigt, dass die Auswahl und der Einsatz von digitalen Medien bereits auf Basis der Verordnung zum Gegenstand der Ausbildung der Ausbilder:innen gemacht werden kann (AEVO, HF 3, Ziff. 4). Es fiel jedoch auf, dass sich keines der vier Handlungsfelder, die sich entlang des betrieblichen Ausbildungszyklus strukturieren, bisher die Ausbilder:innen selbst in den Fokus nimmt sowie ihr Rollenverständnis und ihre Weiterentwicklung als Berufsbilder:innen adressiert. Ein möglicher Bedarf für zukünftige Initiativen könnte daher ein Handlungsfeld sein, das Kompetenzen beschreibt, die Ausbilder:innen benötigen, um die eigenen Kompetenzen ständig weiterzuentwickeln und zu aktualisieren in Bezug auf die aktuelle Erwerbsarbeit und ihre Tätigkeit als Bildungsfachkraft. Ein ähnlicher Grundgedanke liegt dem *Kompetenzbereich Innovieren: Lehrerinnen und Lehrer entwickeln ihre Kompetenzen ständig weiter* aus den Standards für die Lehrerbildung Bildungswissenschaften zugrunde (vgl. KMK 2004). Relevante Fragen für die Ordnungsarbeit in diesem Zusammenhang sind u. a.:

- Welche Kompetenzen sollten Ausbilder:innen in einem solchen Handlungsfeld grundlegen?
- Wie können diese Kompetenzen Eingang in die bestehende Aus- und Weiterbildung der Ausbilder:innen finden? Denkbar ist neben einer Ergänzung der AEVO das Angebot einer ZQ für Ausbilder:innen. Dabei ist zu beachten, dass

eine Erweiterung der AEVO nicht zur Hürde für die Betriebe zur Teilnahme an der Ausbildung werden darf.
- Wie geht man mit der heterogenen Zielgruppe der AEVO um, denn nicht nur hauptberufliche Ausbilder:innen wären von einer Überarbeitung oder Ergänzung der AEVO betroffen?

Literatur

AEVO (2009). Ausbilder-Eignungsverordnung vom 21. Januar 2009 (BGBl. I S. 88). Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Bader, R. & Müller, M. (2002). Leitziel der Berufsausbildung: Handlungskompetenz. Anregungen zur Ausdifferenzierung des Begriffs. Die berufsbildende Schule (BbSch), 54 (6), S. 176–182.

Bahl, A. (2012). Die Situation des ausbildenden Personals in der betrieblichen Bildung (SIAP). Abschlussbericht (Bundesinstitut für Berufsbildung, Hrsg.). Bonn.

Bauer, H. G., Brater, M., Büchele, U., Fürst, U., Munz, C., Rudolf, P. & Wagner, J. (2008). Qualifikationsbedarf des Bildungspersonals. Zusammenfassung der Ergebnisse einer explorativen Studie (Verein der GAB München, Hrsg.). München. Verfügbar unter: http://www.gab-muenchen.de/de/downloads/kurzfassung_qualifizierung_des_bildungspersonals.pdf (Zugriff: 11.01.2017).

BBIG (2005). Berufsbildungsgesetz vom 23. März 2005 (BGBl. I S. 931), das durch Artikel 19 Absatz 3 des Gesetzes vom 23. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3234) geändert worden ist. Bundestag der BRD.

Braukmann, U. & Sloane, P. F. E. (1994). Zur Notwendigkeit pädagogisch-didaktischer Qualifizierung. In: P. F. E. Sloane (Hrsg.), Die Gesellen kommen! Pädagogisch-didaktische Qualifizierung der Gesellen im Handwerk. Bad Laasphe i. Westf.: Carl, S. 3–29.

Breiter, A., Howe, F. & Härtel, M. (2017). Medienpädagogische Kompetenz des betrieblichen Ausbildungspersonals. BWP, (2), S. 34–35.

Brünner, K. (2012). Der Beitrag der „Ausbildung der Ausbilder" zur Professionalisierung des betrieblichen Bildungspersonals. Eine Evaluationsstudie der angebotenen Qualifizierungsmaßnahmen in Hessen und Thüringen. In: P. Ulmer & A. Zöller (Hrsg.), Berufliches Bildungspersonal. Forschungsfragen und Qualifizierungskonzepte. Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 237–255.

Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) (2017). „Auf die Ausbilder und Lehrer kommt es an". Fachkonferenz zu Berufsbildung 4.0 in Leipzig / Chancen der Digitalisierung zur Stärkung der beruflichen Bildung nutzen (43/2017). Verfügbar unter: https://www.bibb.de/dokumente/pdf/BIBB_PM_zu_Konferenz_in_Leipzig.pdf (Zugriff: 20.02.2018)

Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) (2018). Planung und Umsetzung von Zusatzqualifikationen. Verfügbar unter: https://www.bibb.de/tools/berufesuche/index.php/practice_examples/sonstiges/AG_indM_Planung_Umsetzung_ZQ_Kap4.5.pdf (Zugriff: 05.11.2018).

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (2018a). Bekanntmachung der Neufassung der Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Elektroberufen vom 28. Juni 2018. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2018 Teil I Nr. 23, ausgegeben zu Bonn am 5. Juli 2018.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (2018b). Bekanntmachung der Neufassung der Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen vom 28. Juni 2018. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2018 Teil I Nr. 23, ausgegeben zu Bonn am 5. Juli 2018.

Busian, A. & Pätzold, G. (2002). Berufspädagogische Handlungskompetenz. Neue Anforderungen an die Akteure? In: H.-U. Otto, T. Rauschenbach & P. Vogel (Hrsg.), Erziehungswissenschaft in Studium und Beruf. Eine Einführung in vier Bänden (Band 3). Opladen: Leske + Budrich, S. 223–238.

Frenz, M., Schmitz, C. & Pursche, A. (s. S. 225 ff. in diesem Band): Beiträge arbeitswissenschaftlicher Qualifikationsforschung zum Paradigma der Prozessorientierung in industriellen Berufen.

Goppold, M., Braun, D., Gerschner, K. & Frenz, M. (s. S. 371 ff. in diesem Band): Lernen mit Autorensystemen in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung am Beispiel der manuellen Montage.

Nickolaus, R. (1992). Selbstverständnis und Tätigkeitsfelder von Ausbildern. Ergebnisse des IBW-Projektes „Lehrende in der Berufsbildung (LiB)“. Esslingen: DEUGRO.

Schmitz, C., Frenz, M. & Koch, J. (2017). Betriebliche Lernorte für produktionstechnische Ausbildungsberufe. Empirische Erkenntnisse und konzeptuelle Überlegungen. bwp@, (32). Verfügbar unter: http://www.bwpat.de/ausgabe32/schmitz_etal_bwpat32.pdf (Zugriff: 26.05.2019).

Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) (2004). Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften.

Sloane, P. F. E. (2006). Weiterbildung des betrieblichen Ausbildungspersonals. In: D. Euler (Hrsg.), Facetten des beruflichen Lernens. Bern: Hep, S. 449–499.

Spöttl, G., Gorldt, C., Windelband, L., Grantz, T. & Richter, T. (2016). Industrie 4.0. Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie (Bayrische Metall- und Elektro-Arbeitgeber, Hrsg.). Universität Bremen.

Ulmer, Ph. & Gutschow, K. (2009). Die Ausbilder-Eignungsverordnung 2009. Was ist neu? BWP, (3), S. 48–51.

Wittwer, W. (1985). Situationsorientiertes Lehr-/Lernkonzept zur pädagogischen Qualifizierung betrieblicher Ausbilder. München: Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung.

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Konzept der Weiterbildung als vierteilige Workshopreihe 202

Autorinnen und Autor

Schmitz, Clarissa, M. A. Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Fakultät für Maschinenwesen, Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University, Bergdriesch 27, 52062 Aachen, c.schmitz@iaw.rwth-aachen.de

Warner, Nora, Dipl.-Psych., Mitarbeiterin der Christlichen Bildungsakademie für Gesundheitsberufe Aachen GmbH, Luisenhospital Aachen, Boxgraben 99, 52064 Aachen, nora.warner@luisenhospital.de

Frenz, Martin, Prof. Dr. phil., Dipl.-Ing, Abteilungsleiter Bildung für technische Berufe, Fakultät für Maschinenwesen, Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University, Bergdriesch 27, 52062 Aachen,
m.frenz@iaw.rwth-aachen.de

Wissensmanagement und Kollaborationen im Kfz-Service

Torben Karges

Abstract

Der vorliegende Beitrag zeigt mögliche Entwicklungs- und Nutzungsperspektiven von Wissensmanagement und Kollaborationsprozessen für die Arbeit und das Lernen von Fachkräften im Kfz-Service auf. Der erste Teil umfasst die Problemstellung und eine kurze Übersicht über Grundlagen des Wissensmanagements sowie dessen Potenziale für das berufliche Lernen. Im zweiten Teil werden Ergebnisse aus quantitativen und qualitativen Untersuchungen im Kfz-Service vorgestellt, bevor diese im dritten Teil reflektiert und zu einem Modell zusammengeführt werden. In einem Fazit werden abschließend mögliche Perspektiven für die Facharbeit und das Lernen in Kfz-Werkstätten durch Wissensmanagement und Kollaborationen aufgezeigt.

This contribution demonstrates the importance and potential uses of knowledge management and collaboration processes with respect to daily work and learning in car workshops. First, specific problems of skilled work in car service are presented. Furthermore, the theoretic concept and methods of knowledge management are introduced and discussed in the context of vocational and company-based learning processes. After that, the results of a web-based survey as well as case studies conducted in car workshops are summarized and used to elaborate a model of knowledge management and collaboration in car service. In the final part, ideas to implement car workshop suitable knowledge management, which would unleash the available potential, are presented.

1 Einführung und Problemstellung

Technologische Innovationen in den Fahrzeugen und bei den Arbeitsmethoden haben die Facharbeit im Berufsfeld Fahrzeugtechnik in den letzten Jahren grundlegend verändert. Die Basis erfolgreicher Facharbeit besteht zunehmend aus umfangreichen Informationen, die mit einem hohen Aufwand bereitgestellt werden müssen und es den Fachkräften im Idealfall ermöglichen sollten, neues Wissen zu generieren und Kompetenzen zu erwerben. Letzteres gelingt jedoch oftmals nicht, da die meisten Informationen und Anweisungen nicht lernförderlich sind und eine Kompetenzentwicklung bei den Fachkräften eher verhindern als fördern. Ein Ansatz, um ein besseres Informationsverständnis und mehr Selbstständigkeit bei der Arbeit von

Kfz-Fachkräften zu ermöglichen, könnte daher ein gezielt betriebenes Wissensmanagement mit gleichberechtigten Kollaborationen sein.

Abbildung 1 zeigt auf, welche Strategien zur Lösung komplexer und nicht automatisiert mittels eines Diagnosegeräts (geführte Fehlersuche) zu diagnostizierender Probleme an Fahrzeugen führen. Dabei zeigt sich, dass externe Supportangebote eine große Rolle spielen, eine direkte Kommunikation und Kollaboration der Fachkräfte in einer Werkstatt aber am häufigsten zu einer Problemlösung führt. Diese Kollaboration gelingt jedoch nur selten zwischen Fachkräften verschiedener Werkstätten. Es stellt sich daher die Frage, wie ein Wissensmanagement und Kollaborationsprozesse gestaltet werden können, welche die komplexe (Fahrzeug-)Technik, die Erfordernisse der Facharbeit und die Potenziale des Erfahrungswissens der Fachkräfte (auch aus mehreren Werkstätten) berücksichtigen und zugleich sinnvoll für die Problemlösung und das berufliche Lernen eingesetzt werden können.

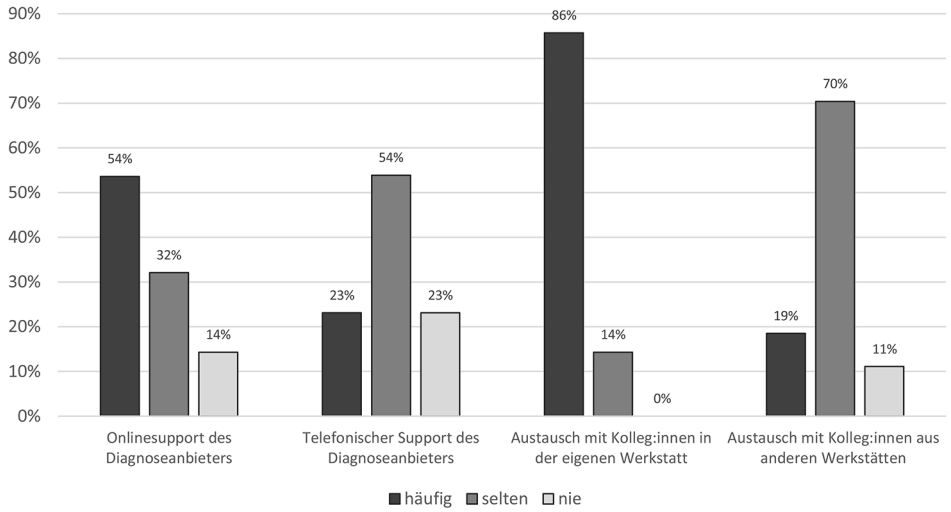


Abbildung 1: Lösung komplexer Probleme bei erfolgloser automatisierter Fehlersuche (vgl. Karges 2014, S. 229)

1.1 Informationsdistribution und Wissensmanagement im Kfz-Service

Um möglichen Antworten auf die aufgeworfene Frage näherzukommen, sollen einige Grundlagen und Begriffe im Zusammenhang mit einem Wissensmanagement und Kollaborationen im Kfz-Service betrachtet werden. Zunächst ist auf eine Unterscheidung der Begriffe „Informationen“ und „Wissen“ bei den folgenden Ausführungen hinzuweisen. *Informationen* werden von Fachkräften zur Kenntnis genommen und sind für diese sinnbehaftet, sie werden aber nicht verinnerlicht oder reflektiert, es kann sich beispielsweise um Anleitungen zum Wechsel eines Filters und die entsprechenden Drehmomente handeln. *Wissen* ist hingegen immer mit einem Subjekt in Interaktion und kann sich auf Informationen stützen. Es wird von den Fachkräften in ihren Erfahrungshorizont eingeordnet und wechselwirkt mit be-

reits vorhandenem Wissen (vgl. Probst et al. 2006, S. 21 f.). Die Bezeichnung „organisationales Wissen“ erscheint nach dieser Definition zunächst befremdlich, Wissen kann aber auch in Dokumenten oder Datenbanken enthalten sein, in Kfz-Werkstätten zum Beispiel in Form von erarbeiteten und dokumentierten Problemlösungen, die von anderen Fachkräften wiederum genutzt, reflektiert und angepasst werden (vgl. Davenport & Prusak 1998, S. 32).

In den meisten Fällen sind im Kfz-Service bisher eher konventionelle Ansätze einer *Informationsdistribution* verbreitet, bei denen Informationen in der Regel nur in eine Richtung (Top-down) vom Hersteller oder Supportanbieter in die Kfz-Werkstätten fließen. Wissen, welches in den Werkstätten von den Kfz-Fachkräften generiert wird, verbleibt in den meisten Fällen als Erfahrungswissen bei der jeweiligen Person und wird nur in seltenen Fällen über informelle Gespräche weitergegeben.

Bei einem Wissensmanagement in beruflichen Kontexten ist weiterhin die hohe Bedeutung von Erfahrungswissen und Arbeitsprozesswissen zu berücksichtigen. *Erfahrungswissen* hat nicht nur einen impliziten Charakter, sondern umfasst auch alle kognitiven und technischen Elemente des beruflichen Handelns sowie intuitive Fähigkeiten (vgl. Fischer 1996, S. 245; Böhle 2005, S. 4 ff.). *Arbeitsprozesswissen* besteht aus systematischem und methodischem Wissen für Arbeitshandlungen und den Arbeitsprozess im Ganzen und wird in diesem erworben (vgl. Fischer 2000, S. 36). In der Literatur sind verschiedene Ansätze zu finden, um derartiges Wissen weiterzugeben. Für ein berufliches Wissensmanagement weisen insbesondere narrative Ansätze (vgl. Lyotard 1994; Schreyögg & Geiger 2003a, S. 21 ff.; 2003b, S. 16 f.) ein großes Potenzial auf, mittels geeigneter Methoden das Erfahrungs- und Arbeitsprozesswissen zu berücksichtigen.

1.2 Methoden des Wissensmanagements in beruflichen Kontexten

Im Bereich des Wissensmanagements existieren verschiedene Modelle mit unterschiedlichen Zielsetzungen. Der Ansatz der Wissensspirale von Nonaka und Takeuchi (1997, S. 74 ff.) befasst sich im Kern mit dem Umwandlungsprozess von implizitem zu explizitem Wissen. Besonders die Phasen Sozialisation (der Austausch von implizitem Wissen) und Internalisierung (die Umwandlung von explizitem in implizites Wissen) erscheinen für eine Diskussion im Kontext von (Kfz-)Facharbeit hilfreich. Pragmatischer orientiert ist der Kreislauf des Wissensmanagements nach Probst, Raub und Romhardt (2006), der sich in sechs Bausteinen mit der Handhabung expliziten Wissens beschäftigt. Dabei sind für die einzelnen Schritte jeweils noch passende Methoden zu wählen. Es könnten zum Beispiel die bereits erwähnten Narrationen zum Zweck eines Wissensmanagements genutzt werden, indem mittels Erzählungen in Form von Lessons Learned das Wissen der Mitglieder von Communities of Practice weitergegeben wird.

Ein Wissensmanagement verfolgt Ziele, die über die bereits erwähnte Informationsdistribution hinausgehen. Neben der Verfügbarmachung und schnellen Verteilung von individuellem Wissen stehen die gemeinsame Lösungserarbeitung und die Generierung von neuem Wissen im Mittelpunkt. Dazu müssen Fachkräfte sich aus-

tauschen und kollaborieren können, auch wenn sie sich nicht am gleichen Ort befinden. Wissensmanagement und Kollaboration führen durch die Beschäftigung mit den Herausforderungen oder Problemstellungen damit unweigerlich auch zu Lernvorgängen. Auf operativer Ebene werden hierzu Methoden und Instrumente benötigt, mit denen beispielsweise Problemlösungen, Vorgehensweisen und Erfahrungen einschließlich möglicher Fehler und Lernergebnisse zwischen Fachkräften ausgetauscht werden können:

- *Lessons Learned* dienen der systematischen Dokumentation von positiven wie negativen Erfahrungen im Arbeitsprozess, um Fehler nicht zu wiederholen und Lösungswege zu sichern;
- *Best Practices* beschreiben die beste gefundene Lösung nach festgelegten Kriterien – sie könnten daher auch von Diagnoseanbietern oder Fahrzeugherstellern erstellt bzw. selektiert werden;
- *Story Telling* dient dem Austausch von komplexen Zusammenhängen und Sachverhalten über Erzählungen, die auch implizite Elemente beinhalten können.

Besonders in beruflichen Kontexten spielen Communities of Practice (CoP) als Zusammenschlüsse von Personen mit gleichen Interessen oder Zielen eine große Rolle. Die Mitglieder einer CoP, z. B. die Fachkräfte innerhalb einer Werkstatt, bilden in der Regel eine Gruppenidentität aus, tauschen Wissen aus und generieren durch ihre Zusammenarbeit neues Wissen (vgl. Wenger-Trayner & Wenger-Trayner 2015). Aufgrund ihres einheitlichen Erfahrungshorizonts können sie ohne Verständnisprobleme oder sprachliche Hürden miteinander kommunizieren und voneinander lernen. Für Mitglieder einer verteilten Community (z. B. Fachkräfte aus räumlich getrennten Kfz-Werkstätten) sind zu diesem Zweck geeignete Softwaresysteme erforderlich, die Kollaboration der Gruppenmitglieder ermöglichen. Die Fachkräfte nutzen dabei neben der Generierung neuer Lösungsideen aufgrund der vorliegenden Informationen und ihres eigenen Wissens auch Grundlagen des Prinzips des fallbasierten Schließens, indem sie in der Fallbasis ihrer eigenen Erinnerung oder eines Softwaresystems nach Lösungsideen und -ansätzen suchen, diese auf die aktuelle Situation transferieren, ggf. anpassen und bewerten. Nach dem Abschluss des Kollaborationsprozesses entstehen eine neue Lösung und neues Wissen, das idealerweise nachvollziehbar dokumentiert sein sollte.

1.3 Berufliches Lernen und Wissensmanagement

Methoden des Wissensmanagements können in der beruflichen Bildung für geplante Bildungsprozesse eingesetzt werden, sie aktivieren darüber hinaus bei einem betrieblichen Einsatz aber auch automatisch situierte und individuelle Lernprozesse (vgl. Karges 2018).

In geplanten Bildungsprozessen bieten sich die Methoden und Systeme an, um fachinhaltlich zu lernen und dabei zugleich den methodischen Umgang mit einem Wissensmanagement zu verinnerlichen. So können in einem Blog beispielsweise Lernergebnisse dokumentiert oder bei der Erstellung und Nutzung von Wikis Lern-

prozesse ermöglicht werden. Auch die Anwendung von bisher vorwiegend außerschulisch eingesetzten Micro-Learning-Elementen ist in geplanten Bildungsprozessen denkbar.

Der Einsatz eines Wissensmanagements im betrieblichen Alltag kann das bisher verbreitete Lernen in Form von Lehrgang oder Schulung ergänzen, das meistens nur mit zeitlichem Verzug und von der Arbeit separiert erfolgen kann. Wissensmanagement ermöglicht in solchen Fällen individuelles, selbstgesteuertes und bedarfsgerechtes Lernen. Die hohe Relevanz und direkte Anwendung des Gelernten wirkt motivationsfördernd und ermöglicht ein tieferes Verständnis, als dieses bei einer vom Arbeitsprozess entkoppelten Schulung oder einem Web-Based-Training möglich erscheint.

2 Ergebnisse aus empirischen Untersuchungen in Kfz-Werkstätten

Zur Gewinnung von Erkenntnissen zum Wissensmanagement im Kfz-Service wurden empirische Untersuchungen in freien und herstellergebundenen Kfz-Werkstätten durchgeführt. Die erste Erhebungsphase bestand im Rahmen einer Sektoranalyse aus einer Onlinebefragung, die in einer zweiten Phase durch Fallstudien in sechs freien und sechs herstellergebundenen Werkstätten vertieft wurde. In diesem Beitrag können nur ausgewählte Ergebnisse der Onlinebefragungen und zentrale Erkenntnisse der Fallstudien dargestellt werden (vgl. ausführlich: Karges 2017).

2.1 Ergebnisse Onlinebefragung

Eine Onlinebefragung lieferte u. a. Erkenntnisse zum betrieblichen Lernen in Form der Vorbereitung von Kfz-Fachkräften auf neue Technologien und Arbeitsweisen (vgl. Abbildungen 2 und 3). Besonders auffällig erscheint hierbei die große Bedeutung des Lernens im Arbeitsprozess, das in freien Werkstätten von 81 % der Befragten und in herstellergebundenen Werkstätten von 77 % als sehr oft bzw. oft angewandte „Methode“ genannt wurde. Diese Aussage wird gestützt durch die starke Nutzung von arbeitsbezogenen Medien wie Technischen Mitteilungen, Herstellerinformationen oder Fachzeitschriften zu Lernzwecken. Computer- und Web-Based-Trainings haben eine geringere Bedeutung, während Lehrgänge und Schulungen außerhalb des Arbeitsprozesses in beiden Werkstatttypen nach wie vor stark verbreitet sind.

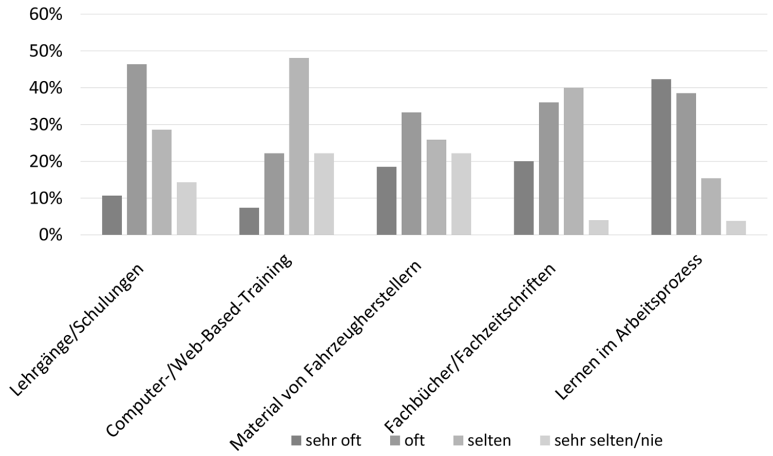


Abbildung 2: Vorbereitung auf neue Technologien und Arbeitsweisen in freien Kfz-Werkstätten

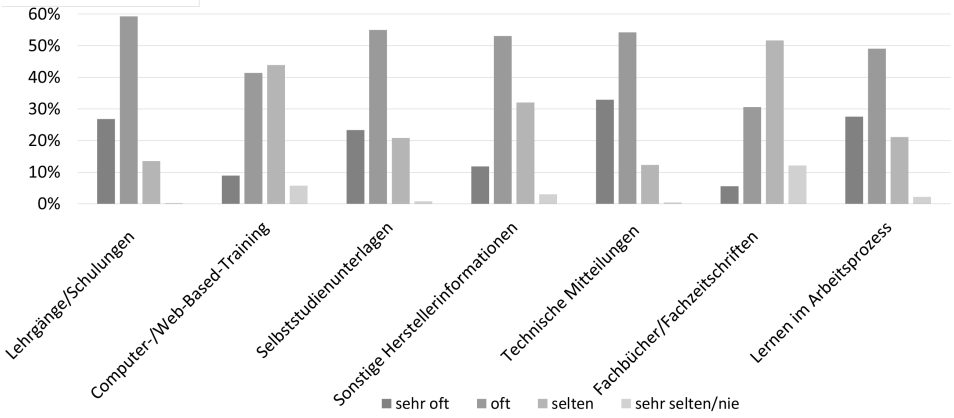


Abbildung 3: Vorbereitung auf neue Technologien und Arbeitsweisen in herstellergebundenen Kfz-Werkstätten

Den nachfolgenden Diagrammen kann das Lernpotenzial verschiedener Elemente im Arbeitsprozess aus Sicht der befragten Fachkräfte entnommen werden (vgl. Abbildungen 4 und 5). Neben der Feststellung, dass sich im Arbeitsprozess viele Lernpotenziale entfalten, ist hervorzuheben, dass in freien Werkstätten den Diskussionen mit Kollegen das größte Lernpotenzial zugeschrieben wird (88 % sehr viel bzw. eher viel), während dieses in herstellergebundenen Werkstätten bei Serviceinformationen des Fahrzeugherstellers der Fall ist (95 % sehr viel bzw. eher viel). Bemerkenswert erscheint hierbei, dass es sich bei Diskussionen mit Kolleg:innen um nicht aufbereitetes Wissen handelt, das direkt im Arbeitsprozess ausgetauscht und reflektiert wird, wohingegen die Serviceinformationen des Herstellers den Fachkräften aufbereitete und verifizierte Lösungen anbieten, die oftmals nur noch auf einen konkreten Fall angewendet werden müssen.

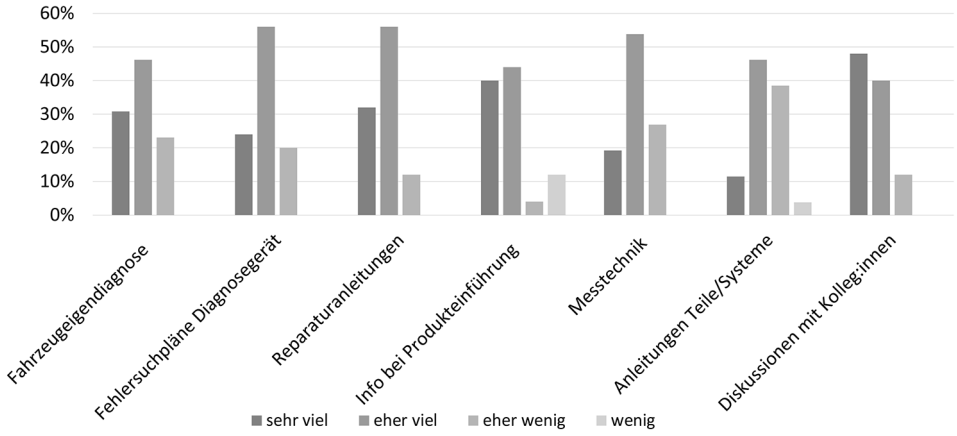


Abbildung 4: Lernpotenziale im Arbeitsprozess in freien Kfz-Werkstätten

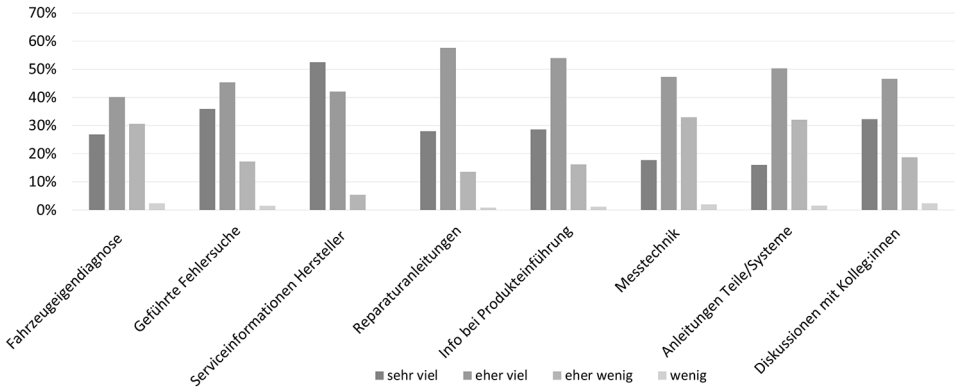


Abbildung 5: Lernpotenziale im Arbeitsprozess in herstellergebundenen Werkstätten

2.2 Ergebnisse Fallstudien

Die zentralen Erkenntnisse der zwölf durchgeführten Fallstudien bestätigen die Ergebnisse der Onlinebefragung und liefern vertiefte Erklärungen.

Demnach zeigt sich in *freien Werkstätten* bei der Informations- und Wissensbeschaffung eine große Abhängigkeit von den Herstellern der Diagnosegeräte oder von speziellen Informationsanbietern. Problemlos gestaltet sich in der Regel die Informationsbeschaffung für Standardaufgaben. Bei selteneren Reparaturen oder komplexen Diagnoseaufgaben sind die verfügbaren Informationen nicht ausreichend. In diesen Fällen hilft oft der Kontakt zu Expert:innen der Diagnoseanbieter per Internet oder Telefon. Sehr häufig wird ein interner Austausch mit Kolleg:innen im Arbeitsprozess genutzt, dabei wird nach Erfahrungen mit ähnlichen Problemen gefragt oder die Fachkräfte entwickeln gemeinsam Lösungsideen direkt am Fahrzeug. Wenn diese Schritte nicht zielführend sind, tauschen sich die Mitarbeiter:innen in freien Werkstätten auch mit Kolleg:innen in herstellergebundenen Werkstätten aus, dieses

erfolgt jedoch informell und basierend auf persönlichen Kontakten. Ein systematischer Austausch zwischen Fachkräften findet in freien Werkstätten weder intern noch extern statt und ist besonders bei den Werkstattleitungen mit vielen Bedenken behaftet, da das eigene Wissen als erfolgs- und wettbewerbsrelevant verstanden wird und Nachteile befürchtet werden, sollte dieses die Werkstatt verlassen.

In *herstellergebundenen Werkstätten* besteht erwartungsgemäß eine sehr große Abhängigkeit von den Fahrzeugherstellern. Neben Standardinformationen zu Wartung und Reparatur bieten die technischen Systeme der Hersteller auch Serviceinformationen, die fahrzeugspezifisch sind und mögliche Fehlerursachen aufzeigen. Der interne Austausch ist in den herstellergebundenen Werkstätten ebenfalls von großer Bedeutung und wird als sehr hilfreich und relevant bewertet. Große Werkstätten verfügen über Expert:innen für verschiedene Fahrzeugbaugruppen, die als Ansprechpartner:in dienen und bei komplexen Problemen mit anderen Kolleg:innen zusammenarbeiten oder ganze Aufträge übernehmen. Im Gegensatz zu den freien Werkstätten, die bis auf ihre eventuelle Zugehörigkeit zu einem Werkstattkonzept keine zentrale Organisation haben, erkennen die Fahrzeughersteller das ungenutzte Wissenspotenzial in ihren Vertragswerkstätten. Je nach Hersteller gibt es daher verschiedene Versuche und Formate, das Wissen der Expert:innen zu sammeln, um es zu verifizieren und zu sichern.

In den Fallstudien zeigt sich, ebenso wie in den Ergebnissen der Befragung, die hohe Bedeutung des Wissensmanagements für Lernprozesse. Die Fachkräfte nutzen Informations- und Wissensmanagementsysteme bewusst und unbewusst zum Lernen, wobei das unbewusste Lernen deutlich überwiegt. Im Mittelpunkt der Systemnutzung oder der Werkstattkollaboration steht immer eine Problemlösung, Lerneffekte treten dabei eher en passant ein. Fragen nach absolvierten Lernprozessen beantworten die Fachkräfte daher auch in den meisten Fällen mit dem Besuch von Lehrgängen, während Instrumente des Wissensmanagements zum bewussten Lernen nur in Ansätzen von den Fahrzeugherstellern aufgegriffen werden (z. B. der Austausch von Erfahrungen aus dem Feld im Rahmen von Schulungen).

3 Zusammenfassung der Ergebnisse und Entwicklung eines Modells zu Kollaboration und Wissensmanagement im Kfz-Service

Anhand der Erkenntnisse der durchgeführten empirischen Untersuchungen konnten die vier nachfolgend vorgestellten Kategorien von Systemen zum Informations- und Wissensmanagement und zur Kollaboration in Kfz-Werkstätten gebildet werden, die verschiedene Informations- und Wissensinhalte umfassen bzw. bereitstellen und stark unterschiedliche Lernpotenziale aufweisen:

Dokumentenmanagementsysteme sind die meisteingesetzten Systeme in Kfz-Werkstätten und stellen hauptsächlich Daten und Informationen zur Verfügung. Zum Teil enthalten sie auch bedingt lernförderliche systematische Erläuterungen in

Form von bekannten Problemlösungen oder Selbststudienunterlagen. Sie werden von den Fahrzeugherstellern oder von Diagnosesystemanbietern bereitgestellt und sind in jeder Werkstatt vorhanden.

Expertensysteme können nach verschiedenen Prinzipien arbeiten. Für ein Wissensmanagement ist insbesondere das Prinzip des fallbasierten Schließens interessant, bei dem das System basierend auf ähnlichen Fällen Fehlerlösungen generiert und Lösungswahrscheinlichkeiten berechnet. Häufig fehlen bei den derzeit eingesetzten Expertensystemen lernförderliche Erläuterungen.

Kommunikationssysteme werden von Kfz-Fachkräften derzeit fast ausschließlich zum Austausch mit Fahrzeugherstellern oder Diagnoseanbietern genutzt. Dieser Austausch stellt die nahezu einzige Form der werkstattexternen Kollaboration dar, beschränkt sich aber auf einen unidirektionalen Wissensfluss von den Anbietern in die Werkstätten. In seltenen Fällen werden mittels Kommunikationssystemen weitere Fachkräfte im Sinne einer Community of Practice in eine Problemlösung eingebunden, dieses erfolgt jedoch informell und unsystematisch.

Virtuelle Kollaborationssysteme sind den meisten Kfz-Fachkräften nur in Form von einfachen Internetforen bekannt und meistens negativ konnotiert. Sie können mit den vorhandenen technischen Möglichkeiten jedoch prinzipiell auch verteilte Communities of Practice und kollaborative Problemlösungen ermöglichen.

Das Kollaborations- und Wissensmanagementmodell (KoWi) in Abbildung 6 stellt die Kategorien auf einem Kontinuum von der reinen Informationsdistribution bis hin zu einer kollektiven Intelligenz[1] dar.

In der Vertikalen strukturiert das KoWi-Modell die Kategorien nach Lernpotenzial, Gestaltungsspielraum, Formalität und Wissensfluss. Der linke Pol ist gekennzeichnet von Top-down-Ansätzen zur Verteilung von Informationen. Der Kompetenzanspruch an die Fachkräfte beschränkt sich dabei auf die Ausführung und den Fertigkeitsaspekt. Zum rechten Pol werden Fachkräfte über kollaborative Arbeitsweisen zunehmend in das Wissensmanagement eingebunden und die strenge Trennung zwischen Top-down- und Bottom-up-Informationsfluss löst sich auf, sodass sich eine kollektive Intelligenz im Sinne der gemeinsamen Konstruktion von Wissen ergibt. Dabei stellen sich hohe Ansprüche an die technische Ausstattung der Werkstätten sowie die Fähigkeiten und Befugnisse der Fachkräfte. Von den ursprünglich hoheitlich agierenden Informationsanbietern und Fahrzeugherstellern erfordern derartige Ansätze die Akzeptanz von zunächst nicht verifiziertem Wissen aus den Werkstätten. Im Laufe des Prozesses und der Zusammenarbeit kann es korrigiert, verifiziert und verallgemeinert werden.

1 Nach Lévy (1997, S. 29) handelt es sich dabei um „eine Intelligenz, die überall verteilt ist, sich ununterbrochen ihren Wert erschafft, in Echtzeit koordiniert wird und Kompetenzen effektiv mobilisieren kann“, ihr Ziel ist die „gegenseitige Anerkennung und Bereicherung“.

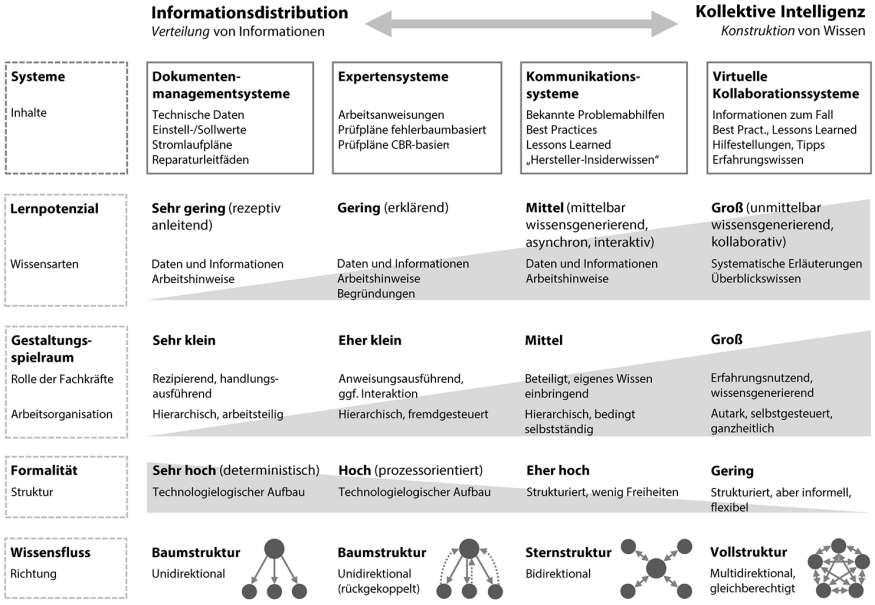


Abbildung 6: KoWi-Modell (Kollaboration und Wissensmanagement im Kfz-Service)

Im KoWi-Modell lassen sich mehrere Wissensdimensionen beschreiben (vgl. Abbildung 7). Eine in der Psychologie übliche Unterscheidung erfolgt zwischen deklarativem und prozeduralem Wissen. *Deklaratives Wissen* reicht von einfachem Faktenwissen bis zu komplexem Theorie- und Konzeptwissen. Im Modell tritt auf der linken Seite terminologisches Wissen in Form von isolierten Elementen auf. Auf der rechten Seite des Modells kommt ein Konzeptwissen zum Tragen, das Systeme, Prinzipien und Strukturen umfasst. *Prozedurales Wissen* wird von den Kfz-Fachkräften verinnerlicht und dann nahezu automatisch angewandt. Es verändert sich von Wissen zu spezifischen Vorgehensweisen am linken Pol zunehmend in Richtung der Generierung eigenständiger Methoden und Herangehensweisen unter Einbeziehung des eigenen (Erfahrungs-)Wissens am rechten Pol.

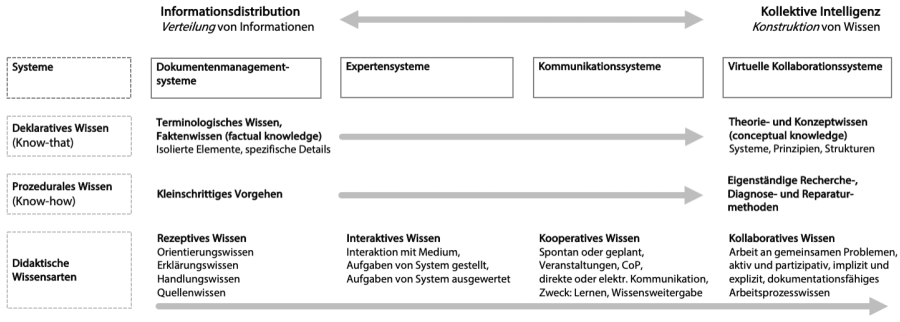


Abbildung 7: Wissensdimensionen im KoWi-Modell

Eine Interpretation didaktischer Wissensarten (vgl. Abbildung 7) in Bezug auf die Systeme und Methoden in den einzelnen Kategorien verdeutlicht deren jeweiliges Potenzial für Lernprozesse und eine kollaborative Wissensgenerierung. In Anlehnung an Swertz (vgl. 2005, S. 8 ff.) lassen sich drei Klassen didaktischer Wissensarten unterscheiden. *Rezeptives Wissen* wird ausschließlich passiv wahrgenommen. *Interaktives Wissen* besteht in der Interaktion mit einem Medium und zeichnet sich primär durch Aufgaben aus, die von einem System gestellt und von diesem auch ausgewertet werden. Im Kfz-Service können Expertensysteme diesem zugeordnet werden, da sie Anweisungen geben und die Antworten der Fachkräfte auswerten, wenn auch nicht genuin zu Lernzwecken. *Kooperatives Wissen* unterscheidet sich in geplante und spontane Kooperationen. Kooperationen prägen die rechte Hälfte des KoWi-Modells. Das kooperative Wissen im didaktischen Sinn verbleibt allerdings auf der Ebene der Kommunikation mit dem Ziel des Lernens und der Weitergabe von Wissen. Im Modell wird dieses Wissen durch eine neue Form des *kollaborativen Wissens* ergänzt. Dabei arbeiten die Beteiligten aus Werkstätten, von Diagnoseanbietern und Fahrzeugherstellern gemeinsam an einer Problemstellung. Sie bringen ihr Wissen ein, kombinieren es mit explizit vorhandenen Informations- und Wissensbeständen und generieren gemeinsam neues Wissen für die Kfz-Facharbeit. Dabei erfolgen permanent Lernprozesse.

4 Fazit und Ausblick

Aufbauend auf den vorgestellten Befunden erscheint eine arbeits- und lernförderliche Weiterentwicklung von Wissensmanagement und Kollaborationen in Kfz-Werkstätten möglich und sinnvoll. Neues anwendungsrelevantes Wissen entsteht zwar vielfach in den Werkstätten, verbleibt derzeit jedoch bei den einzelnen Fachkräften. Besonders eine stärkere Berücksichtigung des Erfahrungswissens der Fachkräfte verspricht eine effektive Erweiterung der Wissensbasis von Kfz-Werkstätten. Dieses setzt jedoch eine verstärkte Kommunikation und Kollaboration mit dem Ziel eines umfassenden Wissensmanagements voraus. Dazu müssen die derzeit noch verbreitet vorherrschenden traditionellen Kulturen in den Kfz-Werkstätten überwunden werden. Im Ergebnis scheint eine Zusammenarbeit dann auch von räumlich getrennten Mitgliedern einer Community of Practice möglich. Die Ergebnisse einer solchen Community könnten in aufgearbeiteter Form digital gesichert und zur Verfügung gestellt werden. Zusätzlich könnten gegenwärtige technologische Entwicklungen bei der künstlichen Intelligenz, z. B. Text-Mining oder Kontextanalysen, eine engere Verzahnung des Community-Wissens mit dem expliziten Wissen in Datenbanken ermöglichen. Auch eine verstärkte Nutzung von Wissensmanagement für Lernprozesse erscheint vielversprechend. Im Moment herrscht in Kfz-Werkstätten noch überwiegend die Auffassung vor, Lernen habe zu besonderen Zeiten und in Lehrgängen stattzufinden. Allerdings erfolgt die Wissensaneignung – entgegen dieser Annahme – bereits jetzt hauptsächlich informell und selbstgesteuert im Arbeits-

prozess. Die guten Voraussetzungen für erfolgreiche Lernvorgänge im betrieblichen Umfeld könnten mit einem systematischen Wissensmanagement weiter gefördert werden, das Lernen wäre zwangsläufig situiert und authentisch. Dabei würden auch die notwendigen Kompetenzen im Umgang mit einem steigenden Informations- und Wissensbedarf und zunehmender Komplexität gefördert, indem durch die Anwendung auf eine konkrete Problemstellung systemisches und methodisches Wissen aufgebaut würde.

Literatur

Böhle, F. (2005). Erfahrungswissen – die verborgenen Seiten professionellen Handelns. Eine Herausforderung für die berufliche Bildung. Fachtagung des Bundesinstituts für Berufsbildung. Bonn, 14.06.2005. Verfügbar unter: https://www.bibb.de/dokumente/pdf/fachtagung_erfahrungswissen_14-06-05_boehle.pdf, zuletzt (Zugriff: 29.02.2016).

Davenport, T. H. & Prusak, L. (1998). Wenn Ihr Unternehmen wüßte, was es alles weiß. Das Praxishandbuch zum Wissensmanagement. Landsberg/Lech: Verl. Moderne Industrie.

Fischer, M. (1996). Überlegungen zu einem arbeitspädagogischen und -psychologischen Erfahrungsbegriff. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, (3), S. 227–244.

Fischer, M. (2000). Arbeitsprozesswissen von Facharbeitern – Umrisse einer forschungsleitenden Fragestellung. In: J.-P. Pahl, F. Rauner & G. Spöttl (Hrsg.), Berufliches Arbeitsprozesswissen. Ein Forschungsgegenstand der Berufsfeldwissenschaften. Baden-Baden: Nomos, S. 31–47.

Karges, T. (2014). Identifikation problemlöseförderlicher Bedingungen für die kollaborative Kfz-Diagnose. In: G. Spöttl, M. Becker & M. Fischer (Hrsg.), Arbeitsforschung und berufliches Lernen. Frankfurt am Main: Lang-Edition, S. 221–239.

Karges, T. (2017). Wissensmanagement und Kommunikationsprozesse im Kfz-Service. Bedeutung und Perspektiven für die Facharbeit in Kfz-Werkstätten (Berufsbildung, Arbeit und Innovation – Dissertationen/Habilitationen, 48). Bielefeld: W. Bertelsmann.

Karges, T. (2018). Wissensmanagement im Kontext beruflicher und betrieblicher Lernprozesse. lernen & lehren, (130), S. 60–65.

Lévy, P. (1997). Die kollektive Intelligenz. Eine Anthropologie des Cyberspace. Mannheim: Bollmann.

Löwe, H. (2014). Werkstattlogik – Computer im Spannungsfeld von Handwerks-Expertise und Akteurs-Beziehungen. Über Besonderheiten des Arbeitens und Lernens in der Werkstatt zur Beachtung im didaktischen Design der arbeitsunterstützenden Medien und Prozesse. Dissertationsschrift: Universität Leipzig, Erziehungswissenschaftliche Fakultät. Verfügbar unter: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:15-qucosa-150384 (Zugriff: 05.11.2015).

Lyotard, J.-F. (1994). Das postmoderne Wissen. Ein Bericht (3., unveränd. Neuaufl.) Wien: Passagen.

Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1997). Die Organisation des Wissens. Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen. Frankfurt am Main: Campus.

Probst, G. J. B.; Raub, S. & Romhardt, K. (2006). Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen (5., überarb. Aufl.) Wiesbaden: Gabler.

Schreyögg, G. & Geiger, D. (2003a). Kann die Wissensspirale Grundlage des Wissensmanagements sein? (Diskussionsbeiträge des Instituts für Management, Freie Universität Berlin, Bd. 20). Berlin: Institut für Management.

Schreyögg, G. & Geiger, D. (2003b). Wenn alles Wissen ist, ist Wissen am Ende nichts?! Vorschläge zur Neuorientierung des Wissensmanagements. Die Betriebswirtschaft: DBW, 63 (1), S. 7–22.

Swertz, C. (2005). Web-Didaktik. Eine didaktische Ontologie in der Praxis. MedienPädagogik, (10). DOI: 10.21240/mpaed/10/2005.09.12.X.

Wenger-Trayner, E. & Wenger-Trayner, B. (2015). Communities of practice. A brief introduction. Verfügbar unter: http://wenger-trayner.com/wp-content/uploads/2015/04/07-Brief-introduction-to-communities-of-practice.pdf (zuletzt aktualisiert am 15.04.2015, Zugriff: 31.08.2016).

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Lösung komplexer Probleme bei erfolgloser automatisierter Fehlersuche 212

Abb. 2 Vorbereitung auf neue Technologien und Arbeitsweisen in freien Kfz-Werkstätten 216

Abb. 3 Vorbereitung auf neue Technologien und Arbeitsweisen in herstellergebundenen Kfz-Werkstätten 216

Abb. 4 Lernpotenziale im Arbeitsprozess in freien Kfz-Werkstätten 217

Abb. 5 Lernpotenziale im Arbeitsprozess in herstellergebundenen Werkstätten 217

Abb. 6 KoWi-Modell (Kollaboration und Wissensmanagement im Kfz-Service) 220

Abb. 7 Wissensdimensionen im KoWi-Modell 220

Autor

Karges, Torben, Dr. phil., Dipl.-Berufspäd., Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dozent für die berufliche Fachrichtung Fahrzeugtechnik, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat) an der Europa-Universität Flensburg, Auf dem Campus 1, 24943 Flensburg, torben.karges@uni-flensburg.de

Beiträge arbeitswissenschaftlicher Qualifikationsforschung zum Paradigma der Prozessorientierung in industriellen Berufen

Martin Frenz, Clarissa Schmitz, Anne Pursche

Abstract

Im Rahmen der Änderungsverordnung der industriellen Metallberufe fanden die veränderten Qualifikationsanforderungen in der Produktionsorganisation Eingang in die Breite der metalltechnischen Berufsbilder in Form der Zusatzqualifikation Prozessintegration. Es fehlt jedoch an prozessorientierten Konzepten zu ihrer Umsetzung in der betrieblichen Ausbildungspraxis. Orientierung für die Ausgestaltung können arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zum Paradigma der Prozessorientierung sowie didaktische Konzepte für arbeitsbezogenes Lernen in der Produktionsorganisation geben.

Within the framework of the regulation of the industrial metal working occupations in 2018, the changed qualification requirements in the production organisation were incorporated into the breadth of the technical metal professions in form of the additional qualification of process integration. However, there is a lack process-oriented concepts for the implementation in in-company training practice. Orientation for the arrangement can be provided by findings of work science analysis on the paradigm of process orientation as well as didactic concepts for work-related learning in production organisation.

1 Aufbau und Ziel des Beitrags

Der Erfolg kleiner und mittelständischer Unternehmen (KMU) am Hochlohnstandort Deutschland liegt in einer hohen Innovations- und Gestaltungsfähigkeit sowie einer hohen Reaktionsgeschwindigkeit auf veränderte Marktanfragen begründet. Dazu bedarf es neben technologischer und organisatorischer Exzellenz auch hochqualifizierter Mitarbeiter:innen. Im Kontext der Digitalen Transformation liegt ein entscheidender Faktor für den wirtschaftlichen Erfolg von KMUs des produzierenden Gewerbes in der Gestaltung effektiver und effizienter Produktionsprozesse. Dadurch werden Aufgaben der Produktionsorganisation wie beispielsweise die Gestaltung und Optimierung von Fertigungsprozessen, auch für Fachkräfte auf unterschiedlichen Qualifikationsniveaus, bedeutsamer (vgl. Borch & Zinke 2008).

Diese neuen Anforderungen waren bereits 2008 Anlass für die Schaffung einer neuen Beruflichkeit in der Produktionstechnologie. Mit der Ausbildung „Produktionstechnolog:in“ und der Fortbildung „Prozessmanager:in Produktionstechnologie“ wurden zwei spezielle Qualifikationsprofile für Prozesskompetenz geschaffen (vgl. Borch & Zinke 2011). Jüngst fanden die veränderten Qualifikationsanforderungen in der Produktionsorganisation auch im Rahmen der Änderungsverordnung der industriellen Metallberufe in Form einer optionalen Zusatzqualifikation (ZQ) Eingang in die Breite der metalltechnischen Berufsbilder (vgl. BIBB 2018). Jedoch fehlt es in den ausbildenden Betrieben aktuell noch an Erfahrung und erprobten Konzepten zur Umsetzung der ZQ Prozessintegration. Ziel des Beitrags ist es, auf Basis der theoretischen Überlegungen und der didaktisch-methodischen Konzepte, die im Rahmen eines Lehrgangs zur Vorbereitung auf die Prüfung zum/zur geprüften Prozessmanager:in entwickelt wurden, Anhaltspunkte für die Ausgestaltung und Umsetzung der ZQ Prozessintegration zu geben.

In diesem Beitrag werden zunächst die veränderten Anforderungen in der Produktionsorganisation und die beschriebenen Fertigkeiten, Fähigkeiten und Kenntnisse im Rahmen der ZQ Prozessintegration thematisiert (Kap. 2). Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zum Paradigma der Prozessorientierung helfen unterschiedliche Prozessebenen und Perspektiven bei der Optimierung von Prozessen zu unterscheiden (Kap. 3). Vor dem Hintergrund dieser Erkenntnis werden didaktische Konzepte für arbeitsbezogenes Lernen in der Produktionsorganisation in Form von Situationsaufgaben vorgestellt (Kap. 4). Abschließend ergeben sich aus der Zusammenführung der Erkenntnisse Herausforderungen und Lösungsansätze für eine Ausgestaltung der ZQ Prozessintegration (Kap. 0).

2 Die Zusatzqualifikation Prozessintegration vor dem Hintergrund veränderter Qualifikationsanforderungen in der Produktionsorganisation

Die Produktionsorganisation bezieht sich auf sämtliche Vorgänge zur Gestaltung, Planung und Steuerung betrieblicher Prozesse, die zur Herstellung eines Produkts notwendig sind (vgl. Schuh & Schmidt 2014). Mitarbeiter:innen in der Produktionsorganisation werden zukünftig vermehrt bei Herausforderungen wie dem Gestalten innovativer fertigungs- und automatisierungstechnischer Lösungen, der Integration umfassender Organisations- und Logistikkonzepte und der kontinuierlichen Verbesserung aller Prozessschritte eingesetzt. Damit einher geht die Herausforderung, individuelle Kund:innenbedarfe trotz zunehmender Anforderungen mit einer hohen Liefertermintreue bei gleichzeitig hoher Wirtschaftlichkeit zu bedienen. Beispielhafte Anforderungen sind stetig abnehmende Durchlaufzeiten, zunehmende Produkt- und Prozessvariantenvielfalt sowie eine „turbulente“ Markt- und Produktionsumgebung (vgl. Schlund et al. 2014; Spath et al. 2013).

Die Bestimmung und Vereinbarkeit dieser Anforderungen sind sehr komplex, häufig zieloffen und durch Ungewissheit sowie Zielkonflikte geprägt. Die Mitarbeiter:innen müssen in der Lage sein, Produktionsprozesse aktiv mitzugestalten und zu optimieren und Entwicklungen bewusst zu reflektieren. Dieser Wandel in den Tätigkeiten zeichnet sich durch eine zunehmende Prozess- und Dienstleistungsorientierung im Vergleich zu einer vormals häufig dominanten Technologie- und Werkstofforientierung aus. Ebenso sind komplexe Interaktionsprozesse zu gestalten. Zudem besteht ein hoher Grad an Autonomie im Handeln (vgl. Frenz et al. 2016). Diese neuen Anforderungen fanden auch Eingang in der Änderungsverordnung für die industriellen Metallberufe aus dem Jahr 2018 im Rahmen der ZQ Prozessintegration.

Die Änderungsverordnung für die industriellen Metallberufe trat zum 1. August 2018 in Kraft und soll die Berufe Anlagenmechaniker:in, Industriemechaniker:in, Konstruktionsmechaniker:in, Werkzeugmechaniker:in und Zerspanungsmechaniker:in zukunftsfest gestalten für die Digitalisierung der Arbeitswelt (vgl. BIBB 2018). Dazu beinhaltet sie im Wesentlichen zwei Neuerungen. Zum einen werden durch eine neue Berufsbildposition die Themen „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“ zu einem festen Bestandteil der Ausbildung. Diese ist während der gesamten Ausbildungsdauer integrativ im Betrieb zu fördern. Zum anderen finden sich in den Anlagen zu den Änderungsverordnungen optionale ZQ, die den Auszubildenden als aktuell besonders nachgefragte und gesondert zertifizierte Qualifikationen angeboten werden können. Der empfohlene zeitliche Umfang für die Förderung des Ausbildungsinhaltes einer ZQ beträgt jeweils acht Wochen und wird in der Abschlussprüfung durch ein fallbezogenes Fachgespräch geprüft (vgl. BIBB 2018). Die didaktische Planung und Umsetzung der in den Ordnungsmitteln beschriebenen ZQ in die betriebliche Praxis ist Aufgabe des ausbildenden Personals in den Betrieben. Hier fehlt es jedoch aktuell noch an erprobten didaktischen Konzepten zur Erstellung von Lernaufgaben für den Erwerb der erforderlichen Kompetenzen auf der Basis der betrieblichen Leistungsprozesse.

Die ZQ Prozessintegration bezieht sich auf Tätigkeiten in den Unternehmensbereichen Produktion und Logistik. Hier umfasst sie das Analysieren und Planen von digital vernetzten Produktionsprozessen sowie die Klärung von Schnittstellen, das Anpassen und Ändern von digital vernetzten Produktionsanlagen sowie die Simulation von Prozessabläufen und das Erproben von Produktionsprozessen inklusive des Qualitätsmanagements und der Dokumentation (vgl. BMWi 2018; siehe Tab. 1). Offen bleibt jedoch, um welche Prozesse es sich hierbei konkret in den Bereichen Produktion und Logistik handeln könnte und unter welchen Perspektiven diese Prozesse durch die Fachkraft optimiert werden können.

Tabelle 1: Übersicht über die ZQ Prozessintegration (BMWi 2018, Anlage 7)

Lfd. Nr.	Teil der Zusatzqualifikation	Zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten
1	Analysieren und Planen von digital vernetzten Produktionsprozessen	• Produktionsprozesse analysieren • Anpassung der Produktion sowie der Handhabungs-, Transport- oder Identifikationssysteme planen • Prozessänderungen planen und hinsichtlich vor- und nachgelagerter Bereiche bewerten sowie die Zuständigkeiten im Team abstimmen • Spezifikationen, technische Bestimmungen und betriebliche IT-Richtlinien bei Prozessänderungen beachten
2	Anpassen und Ändern von digital vernetzten Produktionsanlagen	• geplante Prozessabläufe simulieren • Auf- und Umbau von Produktionsanlagen und die datentechnische Vernetzung im Team durchführen • Steuerungsprogramme im Team ändern, testen und optimieren
3	Erproben von Produktionsprozessen	• Produktionsverfahren und Prozessschritte, logistische Abläufe und Fertigungsparameter erproben • Gesamtprozess kontrollieren, überwachen und protokollieren und prozessbegleitende Maßnahmen der Qualitätssicherung durchführen • Fehler- und Mängelbeseitigung veranlassen sowie Maßnahmen dokumentieren • Daten des Konfigurations- und Änderungsmanagements pflegen und technische Dokumentationen sichern • Prozessvorschriften erstellen

3 Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse zum Paradigma der Prozessorientierung

Der Definition von Teichler (1995, S. 502) folgend liegt der besondere Anspruch der Qualifikationsforschung darin, in ihrer Analyse eine Verbindung herzustellen zwischen der Arbeit, den daraus geschlossenen Anforderungen an die Berufstätigkeit, den berufsrelevanten Persönlichkeitsmerkmalen sowie schließlich den Inhalten und Prozessen des Lernens. Da die Qualifikationsforschung selbst kein etabliertes Forschungsgebiet mit entsprechenden Institutionen darstellt, nimmt sie auf unterschiedliche Forschungsdisziplinen Bezug, die sich mit Fragen der Qualifikation befassen. Hierzu gehört die Arbeitswissenschaft als „eine Verknüpfung psychologischer und ingenieurwissenschaftlicher Ansätze, die die detaillierte Analyse von Arbeitsprozessen zum Gegenstand hat und Fragen der Qualifikation als zentrales Sachgebiet sieht“ (Teichler 1995 S. 502).

Durch die Verknüpfung von Ingenieurwissenschaft und Psychologie vermag es die Arbeitswissenschaft, drei Perspektiven einzunehmen: Erstens die Unternehmensperspektive, zweitens die Subjektperspektive und drittens die Verknüpfung von beiden Perspektiven durch den Fokus auf den gemeinsamen Gegenstandsbereich Arbeit. Dabei verfolgt sie stets zwei Zielrichtungen, die schlagwortartig als Rationalisierung von Unternehmensprozessen und Humanisierung von Arbeitsprozessen subsumiert werden können (vgl. Abb. 1). Zum einen strebt die Arbeitswissenschaft

danach, effektive und effiziente Arbeitsprozesse zu gestalten, zum anderen sollen die Arbeitsbedingungen für die arbeitenden Menschen ausführbar, aushaltbar, schädigungslos, beeinträchtigungsfrei und erträglich sein sowie Handlungsspielräume, Fähigkeitserwerb, Persönlichkeitsentfaltung und -entwicklung ermöglichen (vgl. Luczak & Volpert 1989 S. 89). Die unternehmenszentrierte Betrachtungsweise des Industrial Engineering (Kap. 3.1) und die subjektzentrierte Betrachtungsweise der Arbeitspsychologie (Kap. 2.2) werden auch in den Prozessbegriffen der beiden Bezugsdisziplinen deutlich.

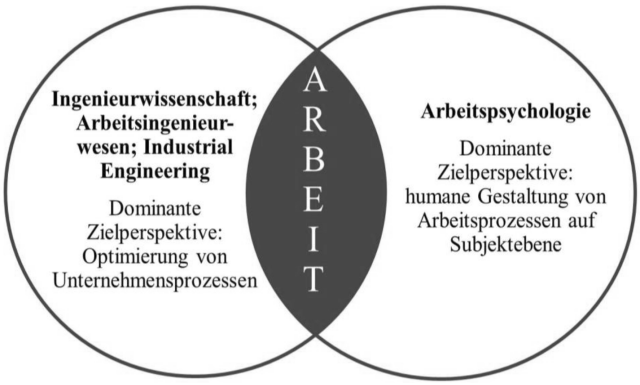


Abbildung 1: Perspektiven der Arbeitswissenschaft (in Anlehung an Luczak et al. 1989)

3.1 Prozessmodelle im Industrial Engineering

Unternehmensprozesse können i. d. R. auf drei bis vier Prozessebenen konzeptualisiert werden (vgl. Abb. 2).

Auf der untersten Ebene ist die **Tätigkeit** verortet. Sie wird von konkreten Mitarbeiter:innen durchgeführt und kann als Arbeitsablauf zur Erledigung einer Elementaraufgabe beschrieben werden. Typische Tätigkeiten sind z. B. Fügen, Handhaben, Justieren, Prüfen etc. (vgl. Dorner 2014). Ein **Teilprozess** bündelt mehrere Tätigkeiten innerhalb einer Kostenstelle zu einem sachlogischen Ablauf. Auch wenn auf dieser Ebene bereits mehrere Mitarbeiter:innen an einem Teilprozess beteiligt sein können, ist er auf eine Kostenstelle beschränkt. Ein Beispiel aus der Automobilindustrie für einen Teilprozess, der die oben genannten Tätigkeiten bündelt, ist die „Montage Beifahrersitz" (vgl. ebd.). Ein **Hauptprozess** entsteht durch die Zusammenfassung mehrerer ähnlicher Teilprozesse. Ausschlaggebend für die Bündelung der Teilprozesse sind laut Dorner (2014, S. 11) die gleiche Prozessstruktur, ein ähnlicher Arbeitsablauf und dieselbe Prozesseinflussgröße. Im Unterschied zu Teilprozessen sind Hauptprozesse häufig kostenstellenübergreifend. Beispielsweise können die Teilprozesse „Montage Beifahrersitz", „Montage Motorhaube" und „Montage Stoßstange" zum kostenstellenübergreifenden Hauptprozess „Endmontage Pkw" summiert werden (vgl. ebd.). Die oberste Ebene des Prozessmodells bilden die **Geschäftsprozesse**. Ein Geschäftsprozess verknüpft mehrere sachlich ähnliche Hauptprozesse und erlaubt so eine ablauforientierte Sicht auf unterschiedliche Bereiche eines Unterneh-

mens. So können beispielsweise die Hauptprozesse „Vorfertigung“ bis „Endmontage“ zum Geschäftsprozess „Produktion“ zusammengefasst werden (vgl. ebd.).

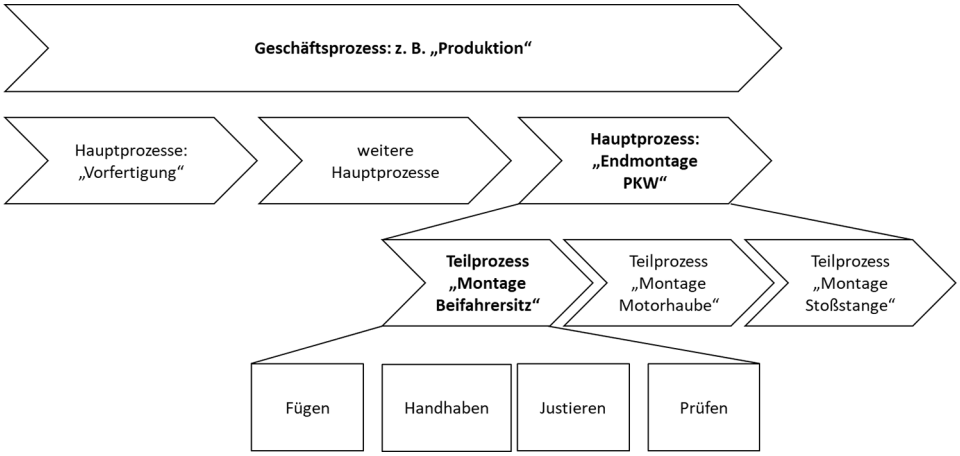


Abbildung 2: Prozessmodell des Industrial Engineering (Quelle: eigene Abbildung in Anlehnung an Dorner 2014, S. 10–12)

3.2 „Tätigkeit“ und „Handlung“ als Gegenstände der Arbeitspsychologie

Die Arbeitspsychologie, die die Zielperspektive der humanen, sozialverträglichen Gestaltung von Arbeitsprozessen auf Subjektebene verfolgt, rekurriert bei der Bestimmung der Begriffe „Tätigkeit“, „Handlung“ und „Operation“ im Wesentlichen auf Hacker (2005, 2014). Er sieht die Begriffe in einem hierarchischen Zusammenhang (vgl. Abb. 3).

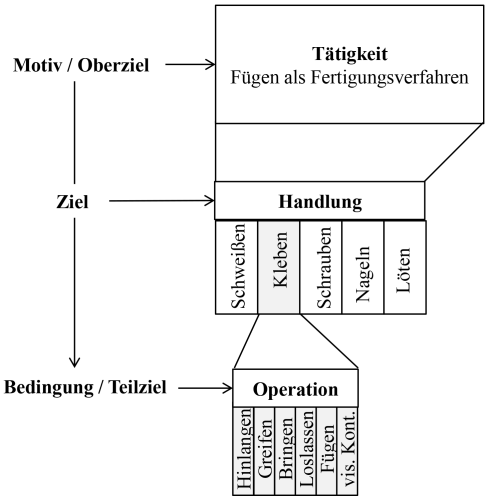


Abbildung 3: Zusammenhang und Abgrenzung von Tätigkeit, Handlung und Operation (in Anlehnung an Hacker 2014, S. 45)

Tätigkeiten sind Hacker (2014, S. 35) folgend „Vorgänge, mit denen Menschen Aufträge erfüllen". Eine genauere Bestimmung der Tätigkeit wird erst durch ihren Bezug auf einen bestimmten Gegenstand möglich. Tätigkeiten sind immer willentlich gesteuert. Ein Beispiel aus dem Kontext industrieller Facharbeit hierfür ist das Fertigungsverfahren Fügen. Handlungen bezeichnet Hacker (2014, S. 44) als „die kleinste psychologische Einheit der willensmäßig gesteuerten Tätigkeiten". Die Abgrenzung einer Handlung, im Sinne einer abgegrenzten, selbstständigen Einheit einer Tätigkeit, erfolgt über das bewusste Ziel, im Sinne der Vorwegnahme des Ergebnisses der Handlung (vgl. ebd.). Operationen sind im Unterschied zu Handlungen nicht willentlich gesteuerte und unselbstständige Bestandteile einer Tätigkeit. Die ausführende Person hat an die Ergebnisse der Operation keine bewusste Erwartung. Ihre Regulation erfolgt durch simple Wenn-dann-Auslösebedingungen (vgl. ebd.). Beispiele sind Bewegungselemente wie Hinlangen, Greifen, Bringen, Loslassen, Fügen als Bewegungselement, visuelle Kontrolle etc.

3.3 Zwischenfazit zum Prozessbegriff in der Arbeitswissenschaft als Grundlage für eine Zusatzqualifikation Prozessintegration

Die begrifflichen Klärungen aus dem Industrial Engineering und der Arbeitspsychologie werden in Tab. 2 zusammengeführt, um die Komplementarität der Begriffe zu verdeutlichen. Hinsichtlich der Prozessebenen fokussiert das Industrial Engineering die Ebenen der Geschäftsprozesse, der Hauptprozesse sowie der Tätigkeiten. Strategien der Prozessoptimierung mit der dominanten Leitidee von Effizienz und Effektivität können aber auch auf Handlungs- und Operationsebene getroffen werden. Der Prozessbegriff aus der Arbeitspsychologie setzt hingegen Schwerpunkte auf der Ebene des Subjektes, d. h. auf Tätigkeits-, Handlungs- und Operationsebene. In Tabelle 2 werden diese Ebenen für ein Beispiel aus der Automobilproduktion beispielhaft konkretisiert.

Insgesamt ergeben sich sechs Prozessbegriffe, vom Geschäftsprozess bis zur Operation, die unter zwei unterschiedlichen Zielperspektiven betrachtet werden können: Einerseits die Betrachtung hinsichtlich der Effizienz und Effektivität der Unternehmensprozesse, andererseits die Analyse hinsichtlich der humanen und sozialverträglichen Gestaltung von Arbeit. Diese zwei Perspektiven können zu Zielkonflikten führen, die es in der beruflichen Bildung sowohl auf didaktischer wie auch auf methodischer Ebene zu bewältigen gilt.

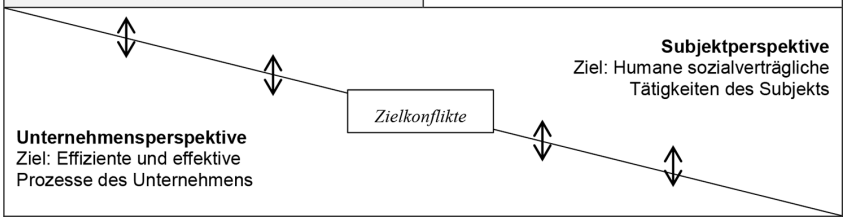
Diese Zielkonflikte erscheinen im Kontext einer gestaltungsorientierten beruflichen Bildung offensichtlich, jedoch soll mit der Visualisierung in Tab. 2 verdeutlicht werden, mit welchen unterschiedlichen Schwerpunkten diese Zielkonflikte auf den unterschiedlichen Prozessebenen auftreten und zu diskutieren sind.

Genauso soll die Tabelle auch die Bedeutung des Paradigmas der Prozessorientierung im Kontext von Entwicklungen in der Beruflichkeit thematisieren: Didaktische Konzepte für die industrielle Produktion fokussieren zumeist die Prozessebene der Tätigkeiten. Selten werden typische Tätigkeiten der Produktionsorganisation auf Geschäftsprozess-, Hauptprozess- oder Teilprozessebene mehrperspektivisch zur Gestaltungsaufgabe in der beruflichen Bildung. Hier gibt es nur wenige Ansätze und

entsprechend wenig Erfahrung aus der Beruflichkeit zur Produktionsorganisation. Hinsichtlich der Zusatzqualifikation Prozessintegration existieren curriculare Zielvorstellungen, umfassende Konzepte für die betriebliche Ausbildung müssen hier jedoch erst noch entwickelt und erprobt werden.

Tabelle 2: Prozessbegriff in der Arbeitswissenschaft und Implikationen für die gewerblich-technische Didaktik

Geschäftsprozess	Hauptprozess	Teilprozess	Tätigkeit	Handlung	Operation
Produktion	Vorfertigung bis Endmontage	Montage Beifahrersitz Montage Motorhaube Montage Stoßstange	Fügen Handhaben Justieren Prüfen	Verschrauben Nageln Schweißen Kleben Löten	Hinlangen Greifen Bringen Loslassen Fügen visuelle Kontrolle
Schwerpunkte des Prozessbegriffs in der Beruflichkeit der Produktionsorganisation und für eine Zusatzqualifikation Prozessintegration			Schwerpunkte des Prozessbegriffs für Ausbildungsberufe in der Produktion (ohne Zusatzqualifikation)		



4 Didaktische Konzepte für arbeitsbezogenes Lernen in der Produktionsorganisation

Für die notwendige Professionalisierung in der Produktionsorganisation wurde mit der Aus- und Fortbildung in der Produktionstechnologie im Jahr 2008 eine Systematik geschaffen, welche Aus- und Weiterbildung, aber auch formales und informelles Lernen miteinander verbindet und damit hohe Ansprüche an die Akteur:innen in der beruflichen Bildung stellt. Im dualen System wurde der 3-jährige Ausbildungsberuf „Produktionstechnolog:in" etabliert. Auf dieser baut die Fortbildung „Prozessmanager:in Produktionstechnologie" auf (vgl. Borch & Zinke 2011; Heinen et al. 2012a, 2012b).

Für diesen Fortbildungsberuf wurden in einem durch das BMBF geförderten Projekt „Kompetenzen für das Prozessmanagement arbeitsintegriert entwickeln" (PM-Kompare) konkrete didaktische Konzepte entwickelt und umgesetzt. Ziel dieses Abschnittes ist es einerseits, die notwendigen Schritte darzustellen, um auf Basis eines existierenden Curriculums ein Lehrgangkonzept zu entwickeln. Andererseits wird ein didaktisches Element – die Situationsaufgabe – mit einem Beispiel vorgestellt, um Anhaltspunkte für die Ausgestaltung der betrieblichen Zusatzqualifikation „Prozessintegration" zu gewinnen.

Zwar wurden für die Fortbildung „Prozessmanager:in Produktionstechnologie“ eine Prüfungsordnung erlassen und ein Rahmenplan, der die Lerninhalte vorgibt, entwickelt, jedoch fehlten aufgaben- und kompetenzorientierte Beschreibungen des didaktischen Ziels der Fortbildung. Entsprechend der Vorgehensweise einer kompetenzorientierten Didaktik wurde ein lernfeldorientiertes Curriculum vorgelegt. Dazu wurden die in den Ordnungsmitteln beschriebenen Anforderungen und Inhalte in der Struktur einer allgemeinen Handlung dargestellt. Grundlage waren Studien der Qualifikationsforschung, die zu typische Situationen von Prozessmanager:innen führten. Insgesamt wurden sechs Lernfelder entwickelt, die den gesamten Rahmenplan abdecken und die curriculare Grundlage für eine Fortbildung „Prozessmanager:in Produktionstechnologie“ darstellen.

Auf dieser Basis liegt ein Lehrgangskonzept zur Vorbereitung auf die Fortbildungsprüfung vor. Für Probleme in der Produktionsorganisation sind insbesondere ein reflexives Abwägungsverhalten in Zielkonflikten und die Entwicklung einer Struktur zur Bewältigung des Problems zentral (vgl. Kap. 2). Entsprechend einer kompetenzorientierten Didaktik erfolgte für die Gestaltung entsprechender Lernprozesse eine Orientierung an betrieblichen Aufträgen. Mit den durchgeführten Arbeitsprozessanalysen wurde ein situativer Zugang zum Feld eröffnet.

Methodisch standen Situationsaufgaben als eine Maßnahme zur Kompetenzförderung im Mittelpunkt des Lehrgangskonzeptes. Situationsaufgaben lassen sich als handlungsorientierte Aufgaben beschreiben, die den konkreten beruflichen Arbeits- und Handlungsablauf der Erwerbsarbeit zur Strukturierung aufgreifen. Es handelt sich um situierte Aufgaben, die einer realen betrieblichen Aufgabe bzw. den Anwendungszusammenhängen in der Erwerbstätigkeit und den damit verbundenen benötigten Kompetenzen und auszuführenden Handlungsschritten sehr nahekommt. Im Folgenden werden die Entwicklung und Struktur der Situationsaufgaben beschrieben (Kap. 4.1) und anhand eines Beispiels illustriert (Kap. 4.2).

4.1 Entwicklung und Struktur der Situationsaufgaben

Durch die Bearbeitung der Situationsaufgaben soll die berufliche Handlungskompetenz von Fachkräften in der Produktionsorganisation gefördert werden. Ebenso stellen sie eine Vorbereitung auf die Durchführung und Dokumentation betrieblicher Projekte dar und die Bearbeitung von Situationsaufgaben in der IHK-Prüfung. Von zentraler Bedeutung für die Kompetenzorientierung ist der Bezug zu realen Anwendungszusammenhängen in der Erwerbstätigkeit. Der Lernprozess bezieht sich auf typische Probleme der auszuübenden Tätigkeit (vgl. Schlick et al. 2015). Dementsprechend wurden für die Erarbeitung der Situationsaufgaben umfassende Arbeitsprozessanalysen durchgeführt, reale betriebliche Projekte aus den Tätigkeitsbereichen der Prozessmanager:innen dokumentiert und zunächst hinsichtlich generalisierbarer Erkenntnisse analysiert, die durch die Lehr-/Lernkonzepte gefördert werden sollten. Zudem wurden die aufgenommenen Projekte einzelnen Themen des Rahmenplans zugeordnet und die Kompetenzen, welche für Prozessmanager:innen auf dem jeweiligen Gebiet von großer Relevanz sind, herausgestellt.

Die erhobenen Arbeitsprozesse zur Gestaltung von Prozessen auf unterschiedlichen Ebenen wurden nach den Punkten Ausgangslage, Problem, Zielstellung und Vorgehensweise sowie den im Projekt angewandten Methoden, Strategien und Themenschwerpunkten strukturiert. Anschließend wurden die Projekte so aufbereitet, dass daraus Teilaufgaben entstanden. Im umgesetzten Fernlehrgang sind Situationsaufgaben dementsprechend didaktisch aufbereitete, reale betriebliche Projekte, welche zieloffen und mit Zielkonflikten behaftet sind (siehe Kap. 2). Diese greifen stark die Ergebnisse der Anforderungsanalysen auf und orientieren sich an realen komplexen Aufgaben von Fachkräften der Produktionsorganisation. Die Situationsaufgaben sind problemoffen konzipiert, mit einem geringen Bekanntheitsgrad der Mittel und unklaren bzw. offenen Zielkriterien. Zur Lösung der Aufgabe sind eine eigenständige Problemanalyse, die Entwicklung einer Lösungsstrategie und eine selbstgesteuerte Reflexion der Handlung notwendig. Die Lehrgangsteilnehmer:innen sollten geeignete Methoden zur Problemlösung auswählen und anwenden können.

Mit der Bearbeitung einer Situationsaufgabe sollte zudem die Kompetenz gefördert werden, betriebliche Projekte strukturiert bearbeiten zu können. Hierzu wurde das Modell der Phasen einer vollständigen Handlung verwendet, das auf die Handlungstheorie von Volpert und Hacker zurückgeht. Es zeichnet sich durch ein strukturiertes, reflexives Vorgehen bei der Bearbeitung von Problemen aus. Das Modell gliedert eine Handlung in die sechs iterativen Phasen:

- In der Phase *Problem erschließen* erfolgt eine Analyse der Ausgangssituation. Es werden alle Rahmenbedingungen, Informationen und Vorgaben untersucht, um das Problem, welches durch die Ausgangslage gegeben ist, zu erschließen. Der gewünschte Zielzustand wird festgelegt und beschrieben.
- In der zweiten Phase *Planen* werden unter Berücksichtigung der vorherigen Phase Lösungen entwickelt und das weitere Vorgehen geplant.
- Bei mehreren Lösungen und/oder Vorgehensweisen wird in der dritten Phase *Entscheiden* eine Entscheidung getroffen, die begründet und transparent dargestellt wird.
- In der *Ausführungsphase* wird die ausgewählte Lösung auf der Grundlage der vorherigen Planung umgesetzt. Der Ausgangszustand wird in den gewünschten Zielzustand überführt.
- Die Phase der *Kontrolle* läuft weitestgehend parallel zur Durchführung ab. Bei der Durchführung wird kontinuierlich kontrolliert, ob das geplante Vorgehen, die Rahmenbedingungen und Vorgaben eingehalten werden und eine Annäherung an den gewünschten Zielzustand durch die gewählte Lösung erfolgt.
- In der Phase der *Bewertung* wird der erreichte Zielzustand mit den Vorgaben und Zielen zu Beginn verglichen und bewertet. Das gesamte eigene Vorgehen wird reflektiert und bewertet und mögliche Verbesserungen werden geäußert.

Nach diesem Vorgehen wurden die Situationsaufgaben gegliedert und die Lehrgangsteilnehmer:innen so an eine strukturierte und reflektierte Arbeitsweise bei der späteren eigenständigen Bearbeitung betrieblicher Projekte herangeführt.

4.2 Beispiel einer Situationsaufgabe

Um den beschriebenen Aufbau einer Situationsaufgabe entlang der Phasen einer vollständigen Handlung besser nachvollziehen zu können, wird die Struktur einer Situationsaufgabe mit der Beschreibung der durchzuführenden Handlungsschritte dargestellt.

Das folgende Beispiel ist im Lehrgang Prozessmanager:in Produktionstechnologie dem Lernfeld „Produkt und Prozesskonzeption" zuzuordnen und kann damit geeignete Anhaltspunkte insbesondere zur Teilqualifikation „Analysieren und Planen von digital vernetzten Produktionprozessen" in der Zusatzqualifikation Prozessintegration geben. Das Projekt ist auf der Ebene eines Teilprozesses eines Großunternehmens zu verorten, sodass die mögliche Übertragung auf eine Fachkraft in oder kurz nach der Ausbildung möglich erscheint. Das Beispiel ist im Rahmen des Lehrgangs dominant mit dem Leitgedanken, die Effizienz des Prozesses zu steigern, angelegt worden.

Die für das Beispiel genutzten Daten wurden im Rahmen der Anforderungsanalyse bei einem Großunternehmen in der Produktion von Wellpappeanlagen erhoben und zielen auf die Konzeption eines verbesserten Mustereingangs zur Prüfung von Wellpappemustern im Labor ab. Innerhalb des erhobenen Gesamtprojektes erfolgten die notwendige Prozesskonzeption, die Prozessentwicklung sowie die Prozessimplementierung. Für die im Beispiel dargestellte Situationsaufgabe wurde der erste Abschnitt des Gesamtprojektes betrachtet, also ausschließlich die Konzeption der Prozesskette und noch nicht die konkrete Entwicklung und Planung. Die Ausgangslage, also der betriebliche Kontext für die Situationsaufgabe, stellt sich wie folgt dar:

Das Unternehmen ABC produziert seit über 50 Jahren Anlagen zur Herstellung von Wellpappe. Die Wellpappeanlagen bieten maßgeschneiderte Lösungen für die speziellen Anforderungen der Kund:innen und sind bis zu 150 Meter lang, 500 Tonnen schwer und dabei hochflexibel sowie zu jeder Zeit produktiv. Im Mittelpunkt steht dabei immer die Gesamtanlageneffektivität oder auch Overall Equipment Effectiveness (OEE) der Anlage. Die Optimierung der OEE und die damit verbundene Senkung der Herstellungskosten pro Quadratmeter Wellpappe sieht das Unternehmen ABC als Hauptziel an. Es steht den Kund:innen über den gesamten Lebenszyklus der Anlage hinweg als Ansprechpartner zur Verfügung.

Im Prüflabor werden Wellpappeprodukte auf ihre Eigenschaften geprüft (Belastbarkeit und Umgebungsbedingungen wie Temperatur und Feuchtigkeit). Kund:innen tragen zumeist Probleme mit ihren Produkten an das Labor heran. Aufgabe ist es nun, diese Probleme auf prüfbare Eigenschaften zu reduzieren und geeignete Prüfmethoden und Parameter zu bestimmen. Die Prüfergebnisse werden mit den Kund:innen besprochen und Lösungen erarbeitet. Die Dokumentation der Ergebnisse erfolgt in Laborberichten, abgelegt in einer Datenbank. Der Arbeitsablauf soll durch einen ordnungsgemäß dokumentierten Mustereingang verbessert werden. Größe und Anzahl sowie einheitliche und ausreichende Beschriftung der Muster sind für die jeweiligen Prüfungen besonders wichtig. Bisher werden fast keine Laboraufträge schriftlich bei dem/der Laborant:in abgegeben, sondern zumeist

nur mündlich erteilt, was zu Nachfragen und Zeitverlust führt. Viele der Muster sind nicht oder nicht vollständig beschriftet, wodurch zum Teil zusätzliche Muster eingeholt werden müssen.

Bei der Beschreibung des betrieblichen Kontextes handelt es sich noch nicht um die Aufgabenstellung. Notwendige Zusatzinformationen wie beispielsweise die Ergbnisse der Monteur:inbefragung befinden sich in den Anlagen zur Situationsaufgabe. Zusätzlich zu Kontextinformationen erhalten die Lehrgangsteilnehmer:innen eine Kurzbeschreibung des Projektes und des Projektziels.

Im Prüflabor werden Wellpappeprodukte auf ihre Eigenschaften hin geprüft. Dazu müssen entsprechende Muster bei den Kund:innen entnommen werden. Speziell der Mustereingang (Eingang der Wellpappenmuster für die Prüfung) soll in diesem Projekt und den zugehörigen Situationsaufgaben optimiert werden. Bei der Bearbeitung der Situationsaufgaben lernen Sie, die entsprechenden Prozesse konzeptionell zu überarbeiten.

Ziel ist die Erstellung eines Konzeptes für den Soll-Prozess „Mustereingang". Zur Optimierung der Prozesskette soll ein standardisierter Ablauf der Planung von Prüfaufträgen erfolgen. Der Mustereingang soll dabei schriftlich und ebenfalls standardisiert erfolgen. Ausgehend vom Ist-Prozess des Mustereingangs soll unter Berücksichtigung der auftretenden Probleme und Anforderungen ein Konzept für einen Soll-Prozess erstellt werden.

In Abb. 4 werden die in jeder Phase verfolgten Handlungsziele und angwandten Methoden vorgestellt.

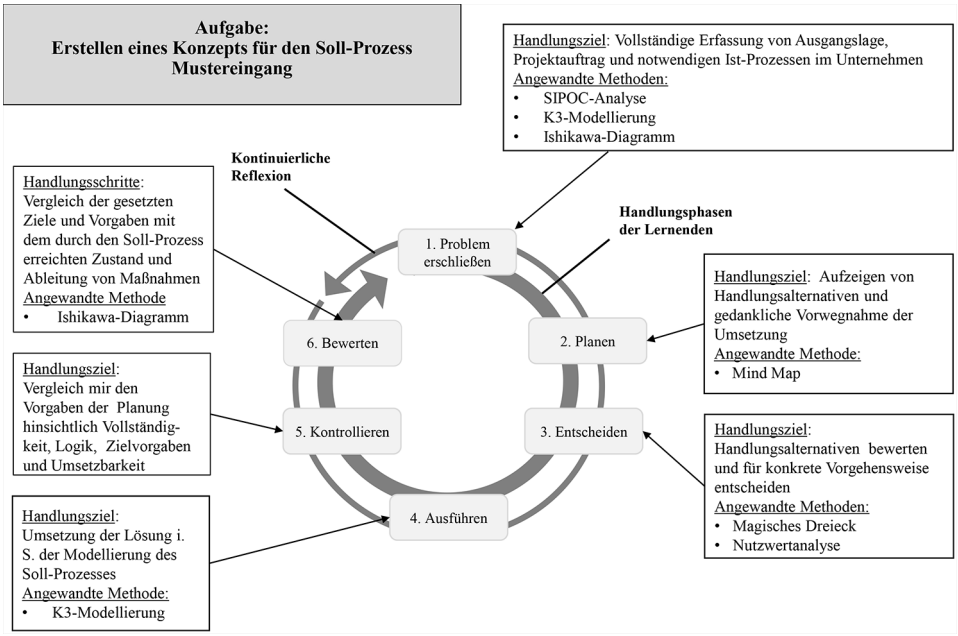


Abbildung 4: Handlungsschritte zur Bearbeitung der Situationsaufgabe „Prüfprozesse im Labor" entlang der Phasen einer vollständigen Handlung.

Deutlich wird, dass insbesondere die Phase der Problemerschließung durch die Anwendung einer Reihe von Methoden unterstützt wird. Beispielhaft zeigt Abb. 5 die Lösung der SIPOC-Analyse für den Ist-Prozess „Prüfung von Wellpappeprodukten im Labor“.

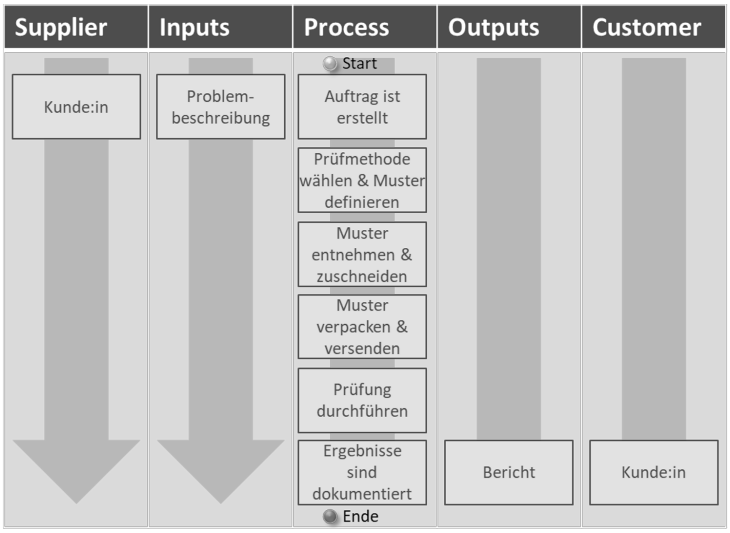


Abbildung 5: SIPOC-Analyse des Prozesses „Prüfung von Wellpappeprodukten im Labor“

5 Schlussbemerkungen und Ausblick

In diesem Beitrag wurden zunächst die veränderten Anforderungen in der Produktionsorganisation und die beschriebenen Fertigkeiten, Fähigkeiten und Kenntnisse im Rahmen einer Zusatzqualifikation Prozessintegration thematisiert. Anschließend konnte gezeigt werden, dass durch zwei arbeitswissenschaftliche Perspektiven – das Industrial Engineering und die Arbeitspsychologie – der Gegenstandsbereich der Prozessoptimierung auf 6 Ebenen differenziert betrachtet werden kann:

- Geschäftsprozess
- Hauptprozess
- Teilprozess
- Tätigkeit
- Handlung
- Operation

Dabei können zwei arbeitswissenschaftliche Leitideen verfolgt werden:

- Leitidee der Prozesseffizienz und der Prozesseffektivität auf der Unternehmensebene
- Leitidee der humanen und sozialverträglichen Gestaltung der Tätigkeiten auf der Subjektebene

Diese Erkenntnisse zum Paradigma der Prozessorientierung sollten zur Strukturierung bei der Optimierung von Prozessen beitragen.

Für den Fortbildungsberuf „Prozessmanager:in Produktionstechnologie“ wurden in einem durch das BMBF geförderten Projekt „Kompetenzen für das Prozessmanagement arbeitsintegriert entwickeln“ (PM-Kompare) bereits konkrete didaktische Konzepte entwickelt und umgesetzt. Zurzeit steht die Entwicklung von konkreten didaktischen Konzepten für die Zusatzqualifikation „Prozessintegration“ noch aus. Auf Basis des dargelegten arbeitswissenschaftlichen Zugangs und der erarbeiteten Konzepte für die Zielgruppe der Prozessmanager:innen werden die folgenden Herausforderungen bzw. Fragen gesehen:

- Für welche Berufe ist die Zusatzqualifikation (ZQ) Prozessintegration geeignet?
- Welchen Bedarf hat das Unternehmen an Absolvent:innen der Zusatzqualifikation?
- Welche objektiven Anforderungen hat das Unternehmen an die Absolvent:innen der ZQ? Welche Ebenen von Prozessen sollten von Fachkräften eines bestimmten Berufes unterstützt werden? In welchen Phasen einer Prozessveränderung werden Fachkräfte eingesetzt? Welche Methoden des Prozessmanagements im Sinne von generalisierten Erkenntnissen – SIPOC-Analyse, K3-Modellierung, Ishikawa-Diagramm, Magisches Dreieck, Nutzwertanalyse, Mind Map etc. – sind für Auszubildende eines bestimmten Ausgangsberufes relevant?
- Welche Bedeutung hat in diesem Zusammenhang die Digitalisierung der Prozesse?
- Welche subjektiven Voraussetzungen sollten die Auszubildenden mitbringen, um die ZQ zu absolvieren?
- Welche didaktischen Leitgedanken sollten bei der Bearbeitung von Aufgaben im Prozessmanagement fokussiert werden? Wie wird mit Zielkonflikten umgegangen?
- Wie gelingt es, Kompetenzen für das Prozessmanagement von Auszubildenden zu fördern?
- Wie bestimmt man im Betrieb geeignete Prozesse für die Ausbildung in unterschiedlichen Berufen?

Die Klärung dieser Fragen ermöglicht, die zentralen Ergebnisse des Projektes PM-Kompare für eine bedeutend größere Zielgruppe zu übertragen.

Literatur

Borch, H. & Zinke, G. (2008). Aus- und Fortbildung aus einem Guss. Berufbildung in der Produktionstechnologie. Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP), (4), S. 43–47.

Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) (2018). Metall- und Elektroberufe zukunftsfest gestaltet. Elf Ausbildungsordnungen an digitalen Wandel angepasst. Verfügbar unter: https://www.bibb.de/dokumente/pdf/PM_neuordnung_metall_und_elektroberufe.pdf (Zugriff: 05.11.2018).

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (2018). Bekanntmachung der Neufassung der Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen vom 28. Juni 2018. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2018 Teil I Nr. 23, ausgegeben zu Bonn am 5. Juli 2018.

Dorner, M. (2014). Das Produktivitätsmanagement des Industrial Engineering unter besonderer Betrachtung der Arbeitsproduktivität und der indirekten Bereiche. Dissertation. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.

Frenz, M., Heinen, S. & Zinke, G. (2016). Industrie 4.0 und sich ändernde Berufskonzepte in den Berufsfeldern Metalltechnik und Mechatronik-Elektrotechnik. In: M. Frenz, C. M. Schlick & T. Unger (Hrsg.), Wandel der Erwerbsarbeit. Berufsbildgestaltung und Konzepte für die gewerblich-technischen Didaktiken (Bildung und Arbeitswelt, Bd. 32). Berlin: LIT, S. 32–44.

Hacker, W. (2005). Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Wissens-, Denk- und körperlicher Arbeit (Schriften zur Arbeitspsychologie, Bd. 58, 2., vollst. überarb. u. erg. Aufl.). Bern: Huber.

Hacker, W. (2014). Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Tätigkeiten (3., vollst. überarb. Aufl.). Göttingen: Hogrefe & Huber.

Heinen, S., Ahrens, P. & Frenz, M. (2012). Der Ausbildungsberuf Produktionstechnologe/-in. Herausforderungen beim Gestalten prozessorientierter Lehr-Lern-Arrangements für berufsbildende Schulen (Teil 1). Die berufsbildende Schule (BbSch), 64 (6), S. 197–200.

Heinen, S., Ahrens, P. & Frenz, M. (2012). Der Ausbildungsberuf Produktionstechnologe/-in. Herausforderungen beim Gestalten prozessorientierter Lehr-Lern-Arrangements für berufsbildende Schulen (Teil 2). Die berufsbildende Schule (BbSch), 64 (7/8), S. 229–233.

Luczak, H., Müller, T. & Rötting, R. (1989). Arbeitswissenschaft. Kerndefinition, Gegenstandskatalog, Forschungsgebiete (RKW Praxisinformation, 3. Aufl.). Eschborn: RKW; Verlag TÜV Rheinland.

Schlund, S., Hämmerle, M. & Strölin, T. (2014). Industrie 4.0. Eine Revolution der Arbeitsgestaltung. Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern werden. Verfügbar unter: https://www.ingenics.com/assets/downloads/de/Industrie40_Studie_Ingenics_IAO_VM.pdf (Zugriff: 28.11.2017).

Schuh, G. & Schmidt, C. (2014). Produktionsmanagement (Handbuch Produktion und Management, Bd. 5, 2., vollst. neu bearb. u. erw. Aufl.). Berlin: Springer Vieweg.

Spath, D., Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T. & Schlund, S. (2013). Produktionsarbeit der Zukunft. Industrie 4.0 (Fraunhofer Institut für Arbeitswissenschaft und Organisation (IAO), Hrsg.). Stuttgart.

Teichler, U. (1995). Qualifikationsforschung. In: R. Arnold & A. Lipsmeier (Hrsg.), Handbuch der Berufsbildung. Opladen: Leske + Budrich, S. 501–508.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Perspektiven der Arbeitswissenschaft 229

Abb. 2 Prozessmodell des Industrial Engineering 230

Abb. 3 Zusammenhang und Abgrenzung von Tätigkeit, Handlung und Operation ... 230

Abb. 4 Handlungsschritte zur Bearbeitung der Situationsaufgabe „Prüfprozesse im Labor“ entlang der Phasen einer vollständigen Handlung. 236

Abb. 5 SIPOC-Analyse des Prozesses „Prüfung von Wellpappeprodukten im Labor“ . 237

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Übersicht über die ZQ Prozessintegration 228

Tab. 2 Prozessbegriff in der Arbeitswissenschaft und Implikationen für die gewerblich-technische Didaktik 232

Autorinnen und Autor

Frenz, Martin, Prof. Dr. phil., Dipl.-Ing, Abteilungsleiter Fachdidaktik, Fakultät für Maschinenwesen, Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University, Bergdriesch 27, 52062 Aachen, m.frenz@iaw.rwth-aachen.de

Schmitz, Clarissa, M. A., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Fakultät für Maschinenwesen, Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University, Bergdriesch 27, 52062 Aachen, c.schmitz@iaw.rwth-aachen.de

Pursche, Anne, M. Sc., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Fakultät für Maschinenwesen, Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University, Bergdriesch 27, 52062 Aachen, a.pursche@iaw.rwth-aachen.de

Digitalisierungsprozesse in der gewerblich-technischen Domäne „Bau- und Holztechnik“

Fachkräftesicherung in der Bauwirtschaft – Zwischen Demografie, Digitalisierung und Akademisierung

Johannes Meyser

Abstract

Lässt man einmal die konjunkturellen Auf- und Abschwünge außer Betracht, so beeinflussen im Wesentlichen drei Impulse den Bedarf an Fachkräften und damit einhergehend das Angebot und die Nachfrage nach Ausbildungsplätzen. Es sind dies die demografischen Veränderungen einer Gesellschaft, die Digitalisierung der Arbeit und die Akademisierung der Qualifizierungsprozesse. Die Entwicklung wird sich jedoch nicht für alle Arbeitsprozesse und in jeder Branche gleich darstellen. Deshalb soll im Beitrag eine spezifische Betrachtung zur Fachkräftesicherung in der Bauwirtschaft erfolgen. Zunächst werden die bis heute wachsende Bedeutung der Facharbeit, der sich anbahnende Fachkräftemangel und ein sich änderndes Bildungsverhalten der jungen Menschen analysiert. Anschließend wird untersucht, wie die Digitalisierung die Bauarbeit verändert und ob dies höhere (akademische) Abschlüsse erfordert. Abschließend werden die Maßnahmen der Branche herausgearbeitet, welche die Aufnahme einer Ausbildung in der Bauwirtschaft befördern.

Leaving aside the economic ups and downs, there are three main factors influencing the demand for skilled workers and the associated supply and demand for training places. Those are the demographic changes of a society, the digital transformation of work and the academisation of the qualification processes. The development will not be the same for all work processes and in every industry. Therefore, in this article a specific consideration for the demand of skilled workers in the construction industry should take place. First of all, the growing significance of skilled labour, a current lack of trained skilled workers and the changing educational behaviour of young people are analysed. Following there is an examination of how digital transformation is changing construction work and whether higher (academic) qualifications will be necessary in the future. Finally, the current measures of the construction industry for promoting apprentices are investigated.

1 Einleitung

Die Sicherung eines qualifizierten Fachkräftenachwuchses ist eine zentrale Aufgabe beruflicher Bildung. Ob es in einer Branche in ausreichend großer Zahl zu Ausbildungsabschlüssen kommt, ist von vielen Faktoren beeinflusst, wie z. B. der Ausbildungsbereitschaft der Betriebe, der Nachfrage von Jugendlichen nach Ausbildungsplätzen, der Konjunktur, der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit der Betriebe, dem Image einer Branche, der Sichtbarkeit und Selbstdarstellung der Unternehmen, der Zahl der Absolvent:innen der allgemeinbildenden Schulen, den Verdienstofferten, den Aufstiegs- und Karrieremöglichkeiten, der Übernahmewahrscheinlichkeit nach Abschluss der Ausbildung, dem Verbleib der Ausgebildeten in der Branche. Zusammengefasst geht es um die Erwartungen der Betriebe und der Jugendlichen, die aufeinandertreffen und im besten Falle miteinander in Einklang zu bringen sind. Dieses Matching kann unterstützt werden durch die Aktivitäten von Verbänden, Sozialpartnern, Ministerien und Schulen. Dazu gibt es eine Vielzahl von Förder- und Unterstützungsangeboten, von organisierten Einblicken in die verschiedenen Berufe, von Maßnahmen der Berufsorientierung und gesetzter Anreize, die alle die Aufnahme einer Ausbildung flankieren und einen Abschluss durch Maßnahmen der Ausbildungsbegleitung unterstützen.

Auf die Fachkräftenachfrage wirken aber auch der technische Fortschritt und damit einhergehend die Steigerung der Produktivität in einer Branche ein. Diese Einflüsse bewirken Verschiebungen hinsichtlich des zukünftig erforderlichen Qualifikationsniveaus. Die Frage ist, ob in Zukunft mehr akademische Abschlüsse erforderlich sind und ob sich eine solche Entwicklung schon heute im Bildungsverhalten der Jugendlichen zeigt, die in einem Hochschulstudium u. U. eine attraktivere Option gegenüber einer Berufsausbildung sehen.

Derzeit können zusammenfassend drei Hauptimpulse auf die Nachfrage nach Ausbildungsplätzen ausgemacht werden:

- demografische Veränderungen,
- Digitalisierung der Arbeit und
- eine fortschreitende Akademisierung von Qualifizierungsprozessen.

Diese drei Impulse verändern die Arbeitsprozesse und Arbeitsinhalte, führen zu Verschiebungen zwischen der Planungs- und Ausführungsebene und beeinflussen die Inhalte der Aus- und Weiterbildung.

Es stellen sich somit folgende Fragen:

- Wie wirken sich der demografische Wandel, eine erhöhte Studierneigung und der durch die Digitalisierung der Arbeit hervorgerufene Wandel auf die Nachfrage nach Ausbildungsplätzen in der Bauwirtschaft aus?
- Welche Maßnahmen der Nachwuchskräftesicherung werden von der Branche derzeit umgesetzt und sind diese hinreichend?

2 Facharbeit und Berufsbildung in der Bauwirtschaft

2.1 Wachsende Bedeutung der Facharbeit

Während zu Beginn der Bundesrepublik Deutschland noch die Mehrheit aller Beschäftigten An- und Ungelernte waren, änderte sich dies im Zuge einer allgemeinen bundesdeutschen Bildungsoffensive in den 60er-Jahren, die auch die berufliche Bildung erfasste. Mit dem sogenannten „Sputnik-Schock" von 1957 wurde deutlich, dass die bisherigen Bildungsanstrengungen zu gering waren, um den notwendigen technologischen Fortschritt sicherstellen zu können. Georg Picht sprach 1964 sogar von einer „Bildungskatastrophe" und forderte, dass die öffentlichen Ausgaben für Bildung erheblich gesteigert werden müssten (vgl. Picht 1964).

Tabelle 1: Bildungsabschlüsse der Gesamtbevölkerung in % (Quelle: Geißler 2014, S. 278)

	Universität		Fachhochschule Fachschule Meister		Lehre Berufsfachschule Anlernberufe		Ungelernte	
	Ost	West	Ost	West	Ost	West	Ost	West
1955	2	(3)	4		26		70	
1964/65	3	(3)	8	9	36	20	54	63
1975/76	6	5	12	9	51	50	29	35
1980	6	6	15	10	56	55	20	29
1988/89	8	7	18	12	61	58	13	23
2000	8	8	22	15	55	52	10	18
2004	10	10	15	14	53	52	10	17

1964/65 verfügten in Deutschland nur 36 % (Ost) bzw. 20 % (West) der Bevölkerung über eine abgeschlossene Berufsausbildung, den Abschluss einer Berufsfachschule oder eines Anlernberufes. Dem gegenüber standen 54 % (Ost) bzw. 63 % (West) Ungelernte. Nur 3 % erwarben einen Hochschulabschluss. Weitere 8 % (Ost) bzw. 9 % (West) hatten eine Fachhochschule oder Fachschule besucht oder eine Ausbildung als Meister:in absolviert. Auch für die Bauwirtschaft ist davon auszugehen, dass der größte Teil der Beschäftigten ungelernte Bauhelfer:innen und allenfalls Angelernte waren (vgl. Tab. 1).

Heute sieht die Lage völlig anders aus. Im Jahr 2016 hatten 47,2 % der Bevölkerung ab 15 Jahren eine Ausbildung (Lehr-/Anlernberuf), 8,7 % eine Fachschulausbildung und 17,1 % eine akademische Ausbildung absolviert. 26,1 % der über 15-Jährigen hatten keinen (17,2 %) bzw. noch keinen (8,9 %) Abschluss erworben (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2018, S. 277).

Insgesamt hat sich also ein großer Wandel hin zu einer höheren Qualifizierung der Erwerbstätigen vollzogen. Die mittlere Qualifikationsebene ist in Deutschland

sehr stark geworden. Dabei ist in kleineren und mittleren Unternehmen (KMU) der Fachkräfteeinsatz traditionell hoch. In den großen Betrieben hingegen ist die Ausbildungsquote höher als in KMU (IAB 2018).

Für die berufliche Bildung in der Bauwirtschaft ist eine ähnliche Entwicklung zu verzeichnen. Dabei sind zwei Daten von großer Bedeutung: Das Berufsbildungsgesetz (BBiG) von 1969 und die Einführung der Stufenausbildung in der Bauwirtschaft im Jahr 1974. Diese beiden Strukturentscheidungen haben maßgeblich zur Verberuflichung der Bauarbeit beigetragen. Die Verabschiedung des BBiG stellt dabei eine Zäsur, vielleicht sogar das wichtigste Ereignis der deutschen Berufsbildungsgeschichte dar (vgl. Greinert 2000, S. 45 f.). Es ist das erste bundesweit geltende Gesetz zur beruflichen Bildung überhaupt und belegt die erstmals übernommene „öffentliche Verantwortung" für die Berufsbildung. Aspekte wie z. B. die Verankerung der Rechte und Pflichten der Ausbildenden wurden unabhängig von Region, von Branche und Beruf zentral festgelegt. Normierte Ausbildungsberufe und Ordnungsmittel, deren kooperative Erarbeitung (Arbeitgeber:innen- und Arbeitnehmer:innenvertretungen) seither im Hauptausschuss des Bundesinstituts für Berufsbildung erfolgt, sind allgemein verbindlich. Anlernberufe wurden (endgültig) abgeschafft. Stattdessen wurden sie ebenfalls zu (wenn auch zeitlich kürzeren) Ausbildungsberufen, was sozial- und tarifpolitisch bis heute höchst bedeutsam ist (vgl. Herkner 2009).

Mit der Einführung der Stufenausbildung in der Bauwirtschaft von 1974 gelang ein weiterer, ebenso bedeutsamer Modernisierungsschritt, der berufspädagogisch und bildungspolitisch aus drei Gründen bemerkenswert ist (vgl. Meyser 2010, S. 61):

- Handwerk und Industrie verständigten sich erstmals auf ein gemeinsames Ausbildungskonzept, das vergleichbar organisiert ist und auf derselben Verordnung beruht,
- von der Bauwirtschaft wurde erstmals eine Form der beruflichen Grundausbildung für mehrere Bauberufe des Hoch-, Aus- und Tiefbaus im ersten Ausbildungsjahr (Grundstufe) vereinbart und
- in die Reformbestrebungen waren von Beginn an Arbeitnehmer:innen- und Arbeitgeber:innenvertretungen als gleichberechtigte Partner einbezogen.

Einhergehend mit der Installation der Stufenausbildung sind für die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft zwei weitere Besonderheiten hervorzuheben, die ganz wesentlich zum Gelingen des Konzeptes der Stufenausbildung beigetragen haben (vgl. Meyser 2010, S. 62):

- die Umlagefinanzierung und
- eine hohe Systematisierung der Ausbildung durch eine umfassende praktische Unterweisung in überbetrieblichen Berufsbildungsstätten (ÜBS), welche die betriebliche Ausbildung ergänzt.

Tabelle 2: Ausbildungskennzahlen Bauwirtschaft (Quelle: IAB 2018; Die Deutsche Bauindustrie 2018)

Ausbildungsaktivität	2000	2005	2010	2015	2016
Ausbildungsquote Gesamtwirtschaft	6 %	6 %	5 %	5 %	5 %
Ausbildungsquote Bauwirschaft (1997 14 %)	10 %	8 %	8 %	7 %	7 %
Betriebl. Ausbildungsberechtigung Bauwirtschaft	78 %	74 %	72 %	62 %	64 %
Ausbildungsbetriebsquote Bauwirtschaft	44 %	39 %	41 %	37 %	38 %
Ausbildungsbetriebsquote bei Berechtigung	56 %	52 %	56 %	58 %	58 %
Erfolgr. Vertragsabschl. angebot. Ausbildungspl.	–	89 %	76 %	69 %	59 %
Übernahmequote nach Ausbildung	60 %	52 %	67 %	74 %	77 %
Auszubildende Bauhauptgewerbe (1995 80 Tsd.)	53	38	37	36	37
Beschäftigte Bauhauptgewerbe (1995 1.412 Tsd.)	1.050	717	716	763	770

Diese beiden Maßnahmen sind für die im Vergleich zur Gesamtwirtschaft höhere Ausbildungsaktivität der Bauwirtschaft maßgebend (IAB 2018, S. 26). So ist die Ausbildungsquote in der Bauwirtschaft immer deutlich höher als die in der Gesamtwirtschaft. Ebenso verhält es sich mit der Ausbildungsbetriebsquote und der Übernahmequote der Auszubildenden. Allerdings hat sich die Zahl der Auszubildenden (wie auch der Beschäftigten) nach dem Ende des „Wendebooms“ und der darauf folgenden konjunkturellen Krisenphase der Bauwirtschaft in den 90er-Jahren fast halbiert. Erst in den letzten Jahren ist wieder ein leichter Anstieg festzustellen (vgl. Tab. 2). Anscheinend bemerken die Betriebe zunehmend, dass sie spätestens jetzt ihre Ausbildungsaktivitäten wieder anheben müssen.

2.2 Fachkräftemangel in der Bauwirtschaft

Angesichts des konjunkturellen Aufschwungs der Bauwirtschaft in den letzten Jahren stellt sich die Frage, ob nun eine Phase des Fachkräftemangels zu erwarten ist. Nach den Kriterien der Bundesagentur für Arbeit spricht man dann von einem Fachkräftemangel, wenn 1. die durchschnittliche abgeschlossene Vakanzzeit zur Besetzung einer Stelle im betrachteten Beruf 30–40 % höher liegt als im Vergleich zu allen anderen Berufen, wenn 2. auf 100 offene Stellen weniger als 200 Arbeitslose bei Fachkräften und Spezialist:innen bzw. weniger als 400 bei Expert:innen zu verzeichnen sind und wenn 3. die berufsspezifische Arbeitslosenquote nicht höher als 3 % ist (Bundesagentur für Arbeit 2018, S. 9). Tatsächlich ist für den Hochbau schon heute bei Fachkräften und Spezialist:innen ein Mangel festzustellen. Die Vakanzzeit beträgt hier 182 Tage (70 % über dem Durchschnitt), auf 100 offene Stellen sind 111 Arbeitslose zu verzeichnen und die Arbeitslosenquote beträgt nur 1,1 %. Insgesamt fehlen besonders Fachkräfte in der Bauführung und Bauaufsicht, vor allem Meister:innen. Im Ausbau ist ebenfalls ein Mangel erkennbar, auch wenn er nicht so stark ist wie im Hochbau. Die Vakanzzeit liegt hier bei 145 Tagen (35 % höher als der Durch-

schnitt). Auf 100 Arbeitsstellen kommen 196 Arbeitslose und die berufsspezifische Arbeitslosenquote beträgt 3,3 %. Es werden vor allem Zimmerer:innen und Meister:innen in diesem Bereich gesucht. Auch im Tiefbau ist von einem leichten Fachkräftemangel auszugehen. Die Vakanzzeit beträgt 155 Tage für Fachkräfte und 201 Tage bei Meister:innen. Auf 100 gemeldete freie Stellen kommen für Fachkräfte 112 Arbeitslose und für Meister:innen nur 49. Die überaus niedrige berufsspezifische Arbeitslosenquote liegt bei 2,9 bzw. 0,8 % (Bundesagentur für Arbeit 2018, S. 15). Insgesamt ist also von einem sich allmählich abzeichnenden Fachkräftemangel auszugehen, dem aber noch durch eine forcierte Ausbildungsaktivität begegnet werden kann.

Besonders problematisch ist indes der geringe Verbleib von ausgebildeten Fachkräften in der Branche nach ihrer Ausbildung. Gerade einmal ein Viertel aller Absolvent:innen einer Berufsausbildung bleiben langfristig der Bauwirtschaft erhalten (vgl. SOKA-Bau 2016, S. 12).

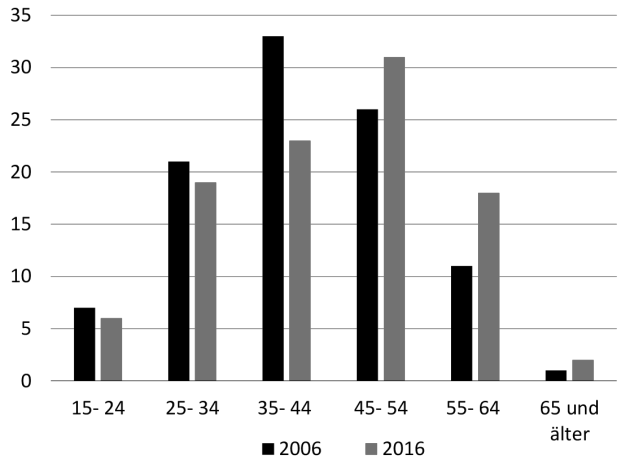


Abbildung 1: Altersstruktur der gewerblich in der Bauwirtschaft Beschäftigten in % (Quelle: SOKA-Bau 2016, S. 12)

Verbunden mit der derzeitigen Altersstruktur der gewerblich Beschäftigten ist die Problemlage besonders gravierend. Immerhin ist der Anteil der Beschäftigten zwischen 45 und 65 Jahren erheblich gestiegen. Im Jahr 2016 lag der Anteil der über 55-Jährigen bei etwa 20 %. Er liegt derzeit um 60 % höher als zehn Jahre zuvor; damit ist der Anteil der älteren Beschäftigten in der Bauwirtschaft stärker gestiegen als in anderen Wirtschaftszweigen. Bei den Beschäftigten im mittleren Alter zwischen 25 und 44 Jahren ist er hingegen von 54 % auf 42 % gesunken (vgl. Abb. 1). Es zeigt sich die langfristige Folge der über viele Jahre deutlich reduzierten Ausbildungsaktivität der Branche. Nur wenn es bald gelingt, wieder verstärkt auszubilden und die jungen Fachkräfte in der Branche zu halten, ist ein sich zuspitzender Fachkräftemangel zu vermeiden. Gerade vor dem Hintergrund des derzeitigen guten Auftragsbestandes muss also dringend umgesteuert werden.

Bislang haben die gute Auftragslage und ein ebenfalls erhöhter Umsatz nur zu einer relativ geringfügigen Aufstockung der Beschäftigtenzahl geführt (vgl. Abb. 2). In Anbetracht der Altersstruktur kann einer Überalterung aber zukünftig nur noch durch eine erhebliche Ausweitung der Ausbildungsaktivitäten entgegengewirkt werden.

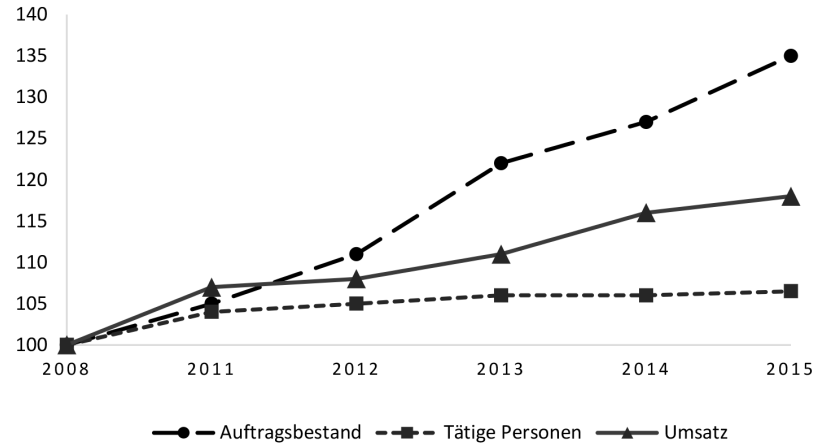


Abbildung 2: Auftragsbestand, tätige Personen, Umsatz (Quelle: OC&C Strategy Consultans 2016, S. 47)

Um den Bedarf an altersbedingt ausscheidenden Fachkräften ersetzen zu können, wäre eine Ausbildungsquote von etwa 10 % erforderlich. Diese war bis zum Jahr 2000 noch gegeben. Mit dem Ende des „Wendebooms" der Bauwirtschaft ist sie stetig gefallen und liegt derzeit bei nur noch 7 % (IAB 2018, 14). Sie ist zwar höher als im Durchschnitt aller Berufe, dennoch ist sie deutlich zu gering, um den Bedarf an neuen Fachkräften zu befriedigen.

2.3 Demografische Entwicklung und verändertes Bildungsverhalten

Auf lange Sicht ist in Deutschland ein Bevölkerungsrückgang zu erwarten. Ausgehend von 82,2 Mio. Einwohner:innen im Jahr 2015 wird die Bevölkerungszahl zwar zunächst bis 2020 noch stabil bleiben, danach aber wird sie bis zum Jahr 2060 und je nach Einschätzung der Zuwanderung auf etwa 73 Mio. (bei stärkerer Zuwanderung) bzw. 68 Mio. (bei schwächerer Zuwanderung) fallen. Dabei werden erhebliche Verschiebungen zwischen den einzelnen Altersgruppen erfolgen. Besonders deutlich wird die Verringerung in der Altersgruppe der 20- bis unter 64-Jährigen sein. Die Zahl der erwerbsfähigen Bevölkerung wird also ausgehend von etwa 49 Mio. im Jahr 2013 bis zum Jahr 2060 je nach Höhe der Zuwanderung auf 42 bzw. 34 Mio. Menschen zurückgehen. Das bedeutet einen dramatischen Rückgang um 14 % bzw. 31 % (Statistisches Bundesamt 2015, S. 22). Wir werden in Deutschland somit zahlenmäßig weniger, älter und bedingt durch Zuwanderung auch „bunter" sein. All dies wird sich auf die Ausbildung und Beschäftigung in der Bauwirtschaft auswirken.

Vor allem aber ist das Bildungsverhalten der jungen Menschen zu betrachten. Während die Zahl der Jugendlichen ohne Schulabschluss von 1995 bis 2015 von etwa 76 Tsd. auf 49 Tsd. und derer mit Hauptschulabschluss von 232 Tsd. auf 139 Tsd. zurückging, ist die Zahl der Jugendlichen mit einem mittleren Abschluss von 390 Tsd. auf 460 Tsd. gestiegen. Am deutlichsten ist jedoch der Zuwachs der Abschlüsse, die eine Studienberechtigung vermitteln, von 234 Tsd. auf 342 Tsd. (BMBF: Bildung und Forschung in Zahlen 2017). Es ist also eine Tendenz zu höheren allgemeinbildenden Abschlüssen festzustellen.

Tabelle 3: Verändertes Bildungsverhalten und Abschlüsse der Teilzeitberufsschule in Tsd. (Quelle: BMBF 2017)

	ohne Abschluss	Hauptschul-abschluss	mittlerer Schul-abschluss	allg. Hoch-schulreife	Fachhoch-schulreife	Abschlüsse Teilzeit-berufssch.
1995	76,0	231,8	390,8	234,9	72,9	445,5
2000	86,8	238,5	440,8	257,7	89,9	476,7
2005	78,2	237,7	480,2	270,7	128,7	446,1
2010	53,1	179,8	444,6	316,2	141,3	477,4
2015	49,2	139,2	460,2	342,3	103,1	431,0

Die Zahl der Absolvent:innen einer Teilzeitberufsschule ist dabei relativ stabil geblieben. Eine höhere Studierneigung der jungen Menschen geht somit nur zum Teil zulasten einer Berufsausbildung. Seit 2013 liegt die Zahl der Studienanfänger:innen (2017: 515.300) zwar über der Zahl der Anfänger:innen in der dualen Berufsausbildung (2017: 490.300) (BMBF 2018, S. 13). Werden jedoch die Studienanfänger:innenzahlen um Bildungsausländer:innen sowie um die im Ausland studierenden Deutschen bereinigt, überwiegen noch immer die Anfänger:innenzahlen in der dualen Berufsausbildung. Bezieht man zudem noch alle weiteren Formen der Berufsausbildung mit ein (schulische Berufsausbildung an Berufsfachschulen, doppelt qualifizierende schulische Bildungsgänge zum Erwerb der Hochschulreife, schulische Berufsausbilung im Gesundheits-, Erziehungs- und Sozialwesen u. ä.), ist die Zahl der Anfänger:innen einer Berufsausbildung mit knapp 716 Tsd. deutlich höher als die der Studienanfänger:innen (BMBF 2018, S. 49). Es scheint vorerst dabei zu bleiben, dass eine Berufsausbildung auf mittlerem Niveau für die meisten jungen Menschen immer noch attraktiv ist. Die Mitte der Qualifikationshierarchie ist in Deutschland weiterhin stark vertreten.

Die Neigung zu höheren allgemeinbildenden Abschlüssen wirkt sich dennoch auf die Berufsbildung aus (vgl. Abb. 3). So liegt inzwischen der Anteil von Auszubildenden mit Abitur bei etwa 28 %. Etwa 43 % verfügen über einen mittleren Schulabschluss (BIBB 2017b). Der Anteil der Jugendlichen, der mit Studienberechtigung eine Berufsausbildung aufnimmt, ist deutlich gewachsen.

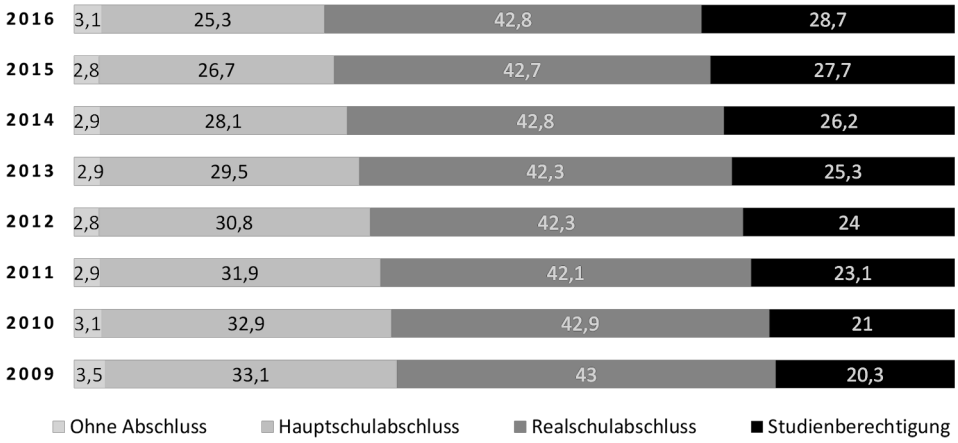


Abbildung 3: Schulische Vorbildung der Auszubildenden mit neu abgeschlossenem Ausbildungsvertrag von 2009–2016 in % (Quelle: BIBB 2018, S. 132)

Zwar muss auch in der Bauwirtschaft die Attraktivität einer Berufsausbildung für Abiturient:innen und für Absolvent:innen eines mittleren Schulabschlusses gegeben sein, doch gelingt es immer weniger, Jugendliche mit höheren Bildungsabschlüssen für die Bauwirtschaft zu interessieren. Zugleich gibt es einen Anteil von ca. 15 % der jungen Bevölkerung, der bislang und seit vielen Jahrzehnten nicht in das Berufsbildungssystem gelangt ist. Es wird nicht das volle Potenzial eines Jahrgangs ausgeschöpft. Viele dieser jungen Menschen würden gerne eine Ausbildung beginnen, bedürfen aber einer besonderen Ausbildungsbegleitung. Die Bauwirtschaft sollte auf dieses Potenzial zurückgreifen, um langfristig den Fachkräftenachwuchs zu sichern, und sich noch mehr als bisher auch um Jugendliche bemühen, die beim Einstieg oder während der Ausbildung unterstützt werden müssen (Solga 2018, S. 45).

3 Einflüsse von Digitalisierung und Akademisierung auf den Fachkräftebedarf

Technischer Fortschritt induziert meist eine Erhöhung der Produktivität und verändert die Qualifikationsanforderungen an die Beschäftigten. Insbesondere durch die Digitalisierung der Arbeit können sich Verschiebungen zwischen den Hierarchieebenen ergeben und u. U. den erforderlichen Anteil akademischer Abschlüsse in einer Branche erhöhen.

3.1 Digitalisierung in der Bauwirtschaft

Digitale Anwendungen ermöglichen auch der Bauwirtschaft Effizienzsteigerungen in den Fertigungs- und Managementprozessen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Die Kleinbetrieblichkeit der Branche wie auch die besonderen Bedingun-

gen der nichtstationären Baustellenarbeit und dezentralen Produktionsprozesse führen aber dazu, dass die schon vorhandenen digitalen Potenziale nicht in vollem Umfang genutzt werden können. Während für das industrielle Bauen und auf Großbaustellen bereits die Planungsprozesse, Arbeitsvorbereitung und Baustellenorganisation in starkem Maße digital unterstützt werden, gilt dies nicht in gleicher Weise für die vielen Klein- und Kleinstunternehmen. Immerhin haben fast 89 % aller Bauunternehmen weniger als 20 Beschäftigte und weitere 8 % nur zwischen 20–49 Mitarbeiter:innen. Insgesamt haben nur 3 % der Betriebe mehr als 50 Beschäftigte (Die Deutsche Bauindustrie 2018). Dies hemmt den Grad der Digitalisierung in der Branche, da hinsichtlich der Betriebsgröße die „Treiber der Entwicklung" fehlen.

Dennoch scheint die Digitalisierung im Bauwesen durch das Building Information Modeling (BIM) einen Schub zu bekommen. Alle Phasen eines Bauwerks können mit BIM in einem digitalen Modell abgebildet werden. Ein gemeinsam genutztes Datenwerk dient allen am Bau Beteiligten von der Entwicklung über die Planung und Bauausführung bis hin zur Verwaltung und Nutzung der Gebäude. Neben 2-D-Plänen liefern auch 3-D-Darstellungen Informationen und steuern die Bauprozesse. Doch in der Praxis zeigen sich noch viele Schwierigkeiten und es wird wohl noch eine Weile dauern, bis der Einsatz flächendeckend umgesetzt werden kann.

Die Digitalisierung der Baubranche umfasst aber mehr als das BIM. Die Bedeutung eines vernetzten und mobil begleiteten Arbeitens nimmt zu. So werden inzwischen eigentlich auf fast allen Baustellen mobile Endgeräte als Arbeitsmittel genutzt: zur Aufmaßerstellung, Erfassung von Nachträgen, Abnahme des Bauwerks oder zum Nachweis der Arbeitsstunden. Auch die digitalisierte Organisation von Geräten und Materialien wird immer mehr umgesetzt, ebenso wie Verfahren zur Dokumentation und zum Management von Dokumenten (Dokumenten Management Systeme – DMS). Baupläne, Formulare und Checklisten in digitaler Form lassen sich von allen Beteiligten jederzeit nutzen oder bearbeiten, was die Zusammenarbeit, Kommunikation und den Projekterfolg sichert.

BIM, 3-D-Laserscanner, Radio-Frequency Identification (RFID) oder Barcodes der Baustoffe, Virtual- und Augmented-Reality-Systeme (VR/AT) verändern die Produktionsabläufe auch auf der Baustelle. Zudem wird die Kund:innenbetreuung und Bauleistungsnachfrage zunehmend auf digitale Technik gestützt. Auch der/die Bauherr:in geht online und informiert sich, bevor und während die Bauleistung erbracht wird. Damit ändern sich sowohl die Geschäftsmodelle der Handwerksbetriebe wie auch die Inhalte der Ausbildung. Nicht zuletzt können dadurch neue Gruppen als Beschäftigte in der Bauwirtschaft gewonnen werden, die sich genau für diese technischen Umsetzungen interessieren und für die die Baubranche bislang nicht in gleichem Maße attraktiv war (Frauen, Abiturienten:innen, Migrant:innen etc.).

Digitalisierung bietet also Chancen, neue Tätigkeitsfelder und Aufgaben zu eröffnen, z. B. als BIM-Manager:in oder BIM-Koordinator:in. Auch kann eine weitere Produktivitätssteigerung erwartet werden. Es bleibt aber dennoch schwer abzuschätzen, ob sich dadurch der Bedarf an Fachkräften wesentlich verringern lässt und ob sich die erforderlichen Qualifikationsanforderungen an die Mitarbeiter:innen grund-

sätzlich verschieben. Es kann eher vermutet werden, dass dies in der Bauwirtschaft nur in begrenztem Umfang erfolgen wird, vor allem wenn man die Kleinbetrieblichkeit der Branche bedenkt und die Tatsache, dass ein Großteil der Bautätigkeit im Bestand erfolgt. Diese Arbeiten machen immerhin fast 70 % aller Wohnungsbauleistungen aus (BBSR 2016, S. 111). Ein durch die Digitalisierung der Arbeitsprozesse ausgelöster Produktivitätsschub, der einen geringeren Bedarf an beruflich qualifizierten Fachkräften nach sich zieht, ist daher kaum zu erwarten. Bauarbeit stützt sich vermutlich noch lange und in hohem Maße auf die unmittelbare handwerkliche Tätigkeit der Facharbeiter:innen.

3.2 Akademisierung der Arbeit in der Bauwirtschaft

Zwar ist seit Jahren eine höhere Studierneigung junger Menschen festzustellen und tatsächlich hat sich die Zahl der Hochschulabsolvent:innen wie auch der Absolvent:innen des Bauingenieur:innenwesens in den letzten Jahren deutlich erhöht, jedoch hat sich dies nicht zulasten der dual ausgebildeten Fachkräfte ausgewirkt. Hier ist die Absolvent:innenzahl relativ stabil geblieben.

Zudem werden die Hochschulabsolvent:innen auf der Führungsebene in den Betrieben eingesetzt. Sie konkurrieren nicht mit den Fachkräften oder der mittleren Führungsebene (Meister:innen, Polier:innen, Vorarbeiter:innen) um deren Positionen.

Eine etwas andere Zielrichtung haben die seit einigen Jahren etablierten dualen Studiengänge, die aber ebenfalls darauf abzielen, die Zahl der Ingenieur:innen zu erhöhen. Sie erfreuen sich einer zunehmenden Attraktivität. Ihnen werden eine große Praxisnähe, kurze Studiendauer, gute Studienbedingungen, geringe Abbrecher:innenquoten, verbesserte Arbeitsmarkt- und Karrierechancen und die enge Verzahnung von Theorie und Praxis zugeschrieben (Kupfer 2013). Die Praxisnähe bezieht sich aber eher auf die spätere Ingenieur:innentätigkeit, weniger auf die Praxis der Facharbeit. So ist also zu erwarten, dass mit den Absolvent:innen dualer Studiengänge die Stellen besetzt werden, für die man ansonsten die herkömmlich qualifizierten Bauingenieur:innen einsetzt. Es wird daher vermutlich kein Austausch der mittleren, nicht-akademischen Führungsebene, und schon gar nicht der Fachkräfte stattfinden. Duale Studiengänge im Bauingenieur:innenwesen stellen vielmehr eine Ergänzung auf der Ebene der Bauingenieur:innen dar, keine Verschiebung der innerbetrieblichen Qualifikationsstruktur.

Eine Akademisierung der Baufacharbeit ist daraus also nicht abzuleiten. Zudem sind die Absolvent:innenzahlen dualer Studiengänge für die Bauwirtschaft eher gering. Betrachtet man nur diese für das Bauingenieur:innenwesen, so zeigt sich, dass von den insgesamt etwa 1.500 dualen Studiengängen (mit insgesamt etwa 95.000 Studierenden) nur 58 darauf ausgerichtet sind (BIBB 2014, S. 9).

Tabelle 4: Hochschulabsolvent:innen Teilzeitberufsschule in Tsd. (Quelle: BMBF 2017)

	2005	2010	2015	2016
gesamt	197,8	294,0	317,1	315,2
Bauing.-wesen	4,8	4,3	6,4	6,2
Teilzeitberufssch.	446,1	477,4	431,0	423,6

Bezogen auf die Zahl der herkömmlich ausgebildeten Bauingenieur:innen bedeutet dies, dass in diesem Studiengang an den Hochschulen etwa 56.000, für entsprechende duale Studiengänge aber nur knapp 2600 Studierende eingeschrieben waren. Das sind weniger als 5 % der Bauingenieurstudierenden (Statistisches Bundesamt 2018, S. 36; BIBB 2017a, S. 15). Dies relativiert die Bedeutung dualer Studiengänge im Bauingenieur:innenwesen erheblich.

Mit der Ausweitung dualer Studiengänge ist also weniger eine Akademisierung der Berufsbildung als eher eine Verberuflichung der akademischen Studiengänge zu erwarten. Man integriert im Studium berufliche Praxiserfahrung, die ansonsten immer weniger von den (nicht dualen) Studierenden mitgebracht wird. Auch scheint vielen Betrieben die Praxiserfahrung der herkömmlich qualifizierten Ingenieur:innen nicht mehr zu genügen. Praxiserfahrung wird dort nur durch Praktika erworben. Doch selbst bei Hochschulen für angewandte Wissenschaften (Fachhochschulen) bezieht sich die Praxis auf die Ingenieur:innen- und Planer:innenebene. Die betriebliche Ausführungspraxis von Fachkräften wird nicht vermittelt. Damit bleibt der Einsatz der Absolvent:innen eines dualen Studiums auf mittlere und große Betriebe der Branche begrenzt, welche Ingenieur:innen zur Planung und Steuerung der Bauprozesse einsetzen. Für die Klein- und Kleinstbetriebe der Branche, die immerhin fast 90 % aller Betriebe ausmachen, ist eine Verdrängung betrieblich ausgebildeter Fachkräfte durch qualifizierte Bachelor- oder Masterabsolvent:innen eines Ingenieur:innenstudiums nicht vorstellbar (vgl. Meyser 2016).

Es bleibt also eher bei einer Lücke an betrieblich ausgebildeten Fachkräften, die nicht durch akademisch qualifiziertes Personal zu schließen ist. Der Wissenschaftsrat prognostiziert für Deutschland im Jahr 2030 sogar einen nicht gedeckten Bedarf von 1 Mio. Fachkräften mit abgeschlossener Berufsausbildung über alle Branchen. Zugleich erwartet man einen Überhang an akademisch Qualifizierten in gleicher Größenordnung (vgl. Wissenschaftsrat 2014, S. 42). Es ist kaum vorstellbar, dass eine solche Fehlentwicklung ohne Weiteres kompensiert werden kann und dass akademisch qualifizierte Absolvent:innen die Aufgaben betrieblich ausgebildeter Fachkräfte übernehmen können. Zumindest würden erhebliche Umschulungen und Weiterbildungen notwendig werden.

Eine Fachkräftelücke kann also kaum durch eine Akademisierung der Fachkräftequalifizierung bewältigt werden. Vielmehr muss darüber nachgedacht werden, ob durch eine Erhöhung der Bildungs- und Erwerbsbeteiligung zukünftig Personengruppen einbezogen werden können, die bisher nicht genügend partizipiert haben. Ebenso sollten Weiterbildungsangebote es den Beschäftigten ermöglichen, neue und sich wandelnde Aufgaben zu übernehmen und länger im Erwerbsleben zu bleiben

(vbw 2015, S. 69). Bei einer Erhöhung der Lebensarbeitszeit sind deshalb auch die Betriebe gefordert, Maßnahmen zu entwickeln, um den Verbleib im Unternehmen für sich und die Mitarbeiter:innen attraktiv und erfolgreich zu gestalten. Die Arbeitszufriedenheit der Beschäftigten spielt dabei eine große Rolle.

4 Maßnahmen zur Fachkräftesicherung in der Bauwirtschaft

Während der Umsatz und das Bauvolumen steigen, stagniert oder sinkt sogar die Anzahl der Fachkräfte. Da insgesamt die Zahl der Jugendlichen, die eine Berufsausbildung aufnimmt, zukünftig kaum zu erhöhen sein wird, der Übergangsbereich für Jugendliche, die keinen Ausbildungsvertrag abschließen können, inzwischen nicht mehr so groß ist und sich gleichzeitig die konjunkturelle Lage recht positiv darstellt, wird es für die Bauwirtschaft zunehmend wichtig sein, sich noch intensiver um Jugendliche zu bemühen, um sie für eine Ausbildung in der Bauwirtschaft zu gewinnen.

Neben den Bauunternehmen selbst können auch die Verbände und Sozialpartner der Bauwirtschaft, Ministerien und untergeordnete Behörden, die Sozialkasse der Bauwirtschaft (SOKA-Bau) und insbesondere die überbetrieblichen Berufsbildungsstätten (ÜBS) der Bauwirtschaft dazu beitragen, die Bewerbungspotenziale um einen Ausbildungsplatz in der Bauwirtschaft zu erhöhen.

Viele der ÜBS bieten kombinierte Aktivitäten an. Neben Informationsbroschüren werden Tage der offenen Tür angeboten ebenso wie Maßnahmen, die eine Berufswahlentscheidung für eine Ausbildung in der Bauwirtschaft unterstützen sollen. Dabei geht es vor allem darum, ein Interesse für einen Bauberuf zu wecken und dessen Attraktivität herauszustellen. Darüber hinaus werden Informationen zur Bauarbeit vermittelt und verschiedene Wege der Ansprache gesucht. Zudem bieten die ÜBS strukturierte Angebote zur Berufsorientierung und Ausbildungsvorbereitung an und setzen ihre Initiativen auch mittels passgenauer Vermittlung, eines Vertragsmanagements, des Angebots ausbildungsbegleitender Hilfen, eines Mentorings, der Übernahme von Patenschaften bis hin zur überbetrieblichen Ausbildung selbst fort. Bei allen Maßnahmen geht es um die Steigerung der Attraktivität einer Ausbildung in der Bauwirtschaft und um die Vermeidung von Ausbildungsabbrüchen (vgl. Mahrin 2016).

Insgesamt lassen sich folgende Ansätze und Maßnahmen der ÜBS zur Unterstützung der Fachkräftenachwuchssicherung in der Bauwirtschaft auflisten (vgl. Mahrin 2016, S. 19):

- **Außerbetriebliche und berufsübergreifende Ausbildung**
  Landesprogramme Jugendberufsförderung, Auftragsausbildung, Verbundausbildung
- **Berufsorientierung und Berufsausbildungsvorbereitung**
  Sommercamps, Berufsorientierungsprogramm (BMBF), Berufsstart Bau (SOKA-Bau), Berufsstart Bau für Flüchtlinge (SOKA-Bau), Startklar für Ausbil-

dung (SOKA-Bau Berlin), Hoffnung Bauwirtschaft für Flüchtlinge (BMZ), Jobstarter (BMBF), Einstiegsqualifizierung (BA), Schulversuche mit Berufsbildung, Praktika

- **Beratung, Unterstützung, Vermittlung**
  Ausbildungsberatung, Bewerbungs- und Auswahlverfahren, Passgenaue Besetzung (BMWI), Matchingprogramme, Ausbildungsvertragsmanagement, Willkommenslotsen, Mentoring, Patenschaften, Innovationsassistenten, Nachwuchsreferenten (SOKA-Bau Berlin), Unterstützung zur Anerkennung von Abschlüssen und Kompetenzen
- **Darstellung der Attraktivität einer Ausbildung in der Baubranche**
  Einsatz moderner Technologien, Einsatz digital unterstützter Arbeitsprozesse, Lernen mit digitalen Medien, zusätzliche Anreize und „Incentives" bei Aufnahme einer Ausbildung, Auslandsaufenthalte, gute Lernortkooperation durch Stufenausbildung und ÜBS-Anteil
- **Perspektiven aufzeigen und entwickeln**
  Mehrfachabschlüsse, duale Studiengänge, Zusatzqualifikationen, Führungskräfteentwicklung, Aufstiegsmöglichkeiten und Weiterbildungen
- **Zusammenarbeit mit Partnern und Institutionen**
  allgemeinbildende Schulen, berufsbildende Schulen, Jugendberufsagenturen, Arbeitsagenturen, Jobcenter, Jobbörse, kommerzielle Arbeitsvermittlungen, Ausländer:innenvereine, Gemeinden
- **Druckerzeugnisse zur Nachwuchswerbung**
  eigene redaktionelle Veröffentlichungen, Flyer, Plakate, Handbücher, Broschüren, Anzeigen, Werbekampagnen, Pressemitteilungen
- **Digitale, AV- und Onlinemedien**
  Berufsinformationen auf Websites, Ausbildungsplatz- und Praktikumsbörsen, Eignungschecks, Interviews, Diskussionen, Videos, Foren, Social Media
- **Offene Angebote**
  Zukunftstage, Fachveranstaltungen, Besuchergruppen, Berufsinformationsbörsen, Ausbildungsmessen gemeinsam mit Innungen sowie Betrieben und Schulen, zielgruppenspezifische Veranstaltungen mit Eltern und Lehrkräften
- **Mobile und temporäre Angebote**
  Schulbesuche, fahrzeugbasierte Veranstaltungen (Info-Bus), Nachwuchskampagnen, Ausbildungsbotschafter, Jugendmessen, Berufs- und Fachmessen, Road-Shows, Vorträge

Die Fülle an verschiedenen Maßnahmen kann von einzelnen Betrieben nicht ergriffen werden. Den ÜBS kommt deshalb eine besondere Rolle zu, hier die vielen Klein- und Kleinstbetriebe der Branche zu unterstützen. Wichtig ist dabei, dass diese Maßnahmen nicht nur kurzfristig und punktuell ergriffen werden, sondern kontinuierlich anzubieten sind. Erste Erfolge sind durchaus schon sichtbar. Entgegen dem Trend, dass die Gesamtzahl der Auszubildenden zurückgeht, ist es der Bauwirtschaft gelungen, mehr Auszubildende zu binden. Dies ist nicht zuletzt auf die genannten Maßnahmen zurückzuführen.

5 Ausblick

Der Einfluss von Demografie, Digitalisierung und Akademisierung bestimmt auch für die Bauwirtschaft die Lage auf dem Ausbildungsmarkt. Die Branche muss in Zukunft noch weitaus mehr Aktivitäten entfalten, um die Nachfrage nach Fachkräften zu decken. Es ist zu erwarten, dass der Bedarf in der Bauwirtschaft hoch bleibt und dass sowohl die Digitalisierung der Arbeit wie auch ein sich veränderndes Bildungsverhalten der jungen Menschen nicht dazu führen, dass wesentlich weniger betrieblich ausgebildete Fachkräfte benötigt werden. Deshalb muss die Branche ihre Anstrengungen deutlich erhöhen, um Auszubildende zu gewinnen. Dabei steht sie in Konkurrenz zu anderen Branchen und zu akademischen Qualifizierungswegen.

Literatur

Autorengruppe Bildungsberichterstattung (2018). Bildung in Deutschland 2018. Bielefeld: wbv.

BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung) (2016). Struktur der Bestandsinvestitionen 2014 - Investitionstätigkeit in den Wohnungs- und Nichtwohnungsbeständen. BBSR-Online-Publikation Nr. 03/2016. Bonn. Verfügbar unter: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2016/bbsr-online-03-2016-dl.pdf;jsessionid=2F2A687D1262BC8D33CA97796B317448.live11291?__blob=publicationFile&v=2 (Zugriff: 10.07.2019).

BIBB (Bundesinstitut für Berufsbildung) (2014). Ausbildung Plus. Duales Studium in Zahlen 2013. Trends und Analysen. Bonn.

BIBB (Bundesinstitut für Berufsbildung) (2017a). Ausbildung Plus. Duales Studium in Zahlen 2016. Trends und Analysen. Bonn.

BIBB (Bundesinstitut für Berufsbildung) (2017b). Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2017. Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung. Bonn.

BIBB (Bundesinstitut für Berufsbildung) (2018). Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2018. Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung. Bonn.

BMBF (Bundesministerium für Forschung und Bildung) (2017). Bildung und Forschung in Zahlen 2017. Ausgewählte Fakten aus dem Daten-Portal des BMBF. Bonn/Berlin.

BMBF (Bundesministerium für Forschung und Bildung) (2018). Berufsbildungsbericht. Bonn/Berlin.

Bundesagentur für Arbeit (2018) (Hrsg.). Fachkräfteengpassanalyse. Berichte: Blickpunkt Arbeitsmarkt, (Juni). Nürnberg.

Die Deutsche Bauindustrie (2018). Zahlen/Fakten/Statistik. Verfügbar unter: https://www.bau-industrie.de/zahlen-fakten/statistik-anschaulich/struktur/betriebsstruktur/ (Zugriff: 11.12.2018).

Geißler, R. (2014). Die Sozialstruktur Deutschlands (7. Auflage). Wiesbaden: Springer.

Greinert, W.-D. (2000). Organisationsmodelle und Lernkonzepte in der beruflichen Bildung. Analytische Grundlagentexte. Baden-Baden: Nomos.
Herkner, V. (2009). Öffentliche Aufgabe „Berufsbildung" – Zur Verabschiedung des Berufsbildungsgesetzes vor 40 Jahren. Bonn: BIBB. Verfügbar unter: https://www.bibb.de/de/16619.php (ZUgriff: 10.07.2019)..
IAB (Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung) (2018). Betriebliche Berufsausbildung und Weiterbildung in Deutschland. Nürnberg.
Kupfer, F. (2013). Duale Studiengänge aus Sicht der Betriebe. Praxisnahes Erfolgsmodell durch Bestenauslese. BWP, 42 (4), S. 25–29.
Mahrin, B. (2016). Nachwuchskräftesicherung als strategische Aufgabe – Initiativen anerkannter Kompetenzzentren und ihrer Träger. BAG-Report Bau Holz Farbe, (2), S. 17–20.
Meyser, J. (2010). Berufsbildung in der Bauwirtschaft. In: G. Syben (Hrsg.), Die Vision einer lernenden Branche im Leitbild Bauwirtschaft. Berlin, S. 55–74.
Meyser, J. (2016). Akademisierung der Berufswelt – Verberuflichung akademischer Bildung? In: S. Baabe-Meijer, W. Kuhlmeier & J. Meyser (Hrsg.), Zwischen Inklusion und Akademisierung – aktuelle Herausforderungen für die Berufsbildung. Norderstedt: Books on Demand, S. 112–135.
OC&C Strategy Consultans (2016). Hochbauprognose 2016. Stabile Wachstumsaussichten. Düsseldorf: OC&C Strategy Consultants.
Picht, G. (1964). Die deutsche Bildungskatastrophe. Analyse und Dokumentation. Freiburg: Olten.
SOKA-Bau (2016). Ausbildungs- und Fachkräftereport der Bauwirtschaft. Wiesbaden: SOKA-Bau.
Solga, H. (2018). Unser Bild von der Universität ist überholt – Hochschule und berufliche Bildung müssen stärker verbunden werden. WZB Mitteilungen, (162), S. 44–46.
Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2015). Bevölkerung Deutschlands bis 2016. 13. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Wiesbaden.
Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2018). Fachserie 11, Reihe 4.1: Bildung und Kultur. Studierende an Hochschulen. Wiesbaden.
Wissenschaftsrat (2014). Empfehlungen zur Gestaltung des Verhältnisses von beruflicher und akademischer Bildung. Darmstadt.
vbw (Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V.) (2015). Arbeitslandschaft 2040. München.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Altersstruktur der gewerblich in der Bauwirtschaft Beschäftigten in % 248

Abb. 2 Auftragsbestand, tätige Personen, Umsatz 249

Abb. 3 Schulische Vorbildung der Auszubildenden mit neu abgeschlossenem Ausbildungsvertrag von 2009–2016 in % 251

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Bildungsabschlüsse der Gesamtbevölkerung in % 245

Tab. 2 Ausbildungskennzahlen Bauwirtschaft 247

Tab. 3 Verändertes Bildungsverhalten und Abschlüsse der Teilzeitberufsschule in Tsd. 250

Tab. 4 Hochschulabsolvent:innen Teilzeitberufsschule in Tsd. 254

Autor

Meyser, Johannes, Prof. Dr., Dipl.-Ing., Professur Fachdidaktik Bautechnik und Landschaftsgestaltung, Technische Universität Berlin, Marchstr. 23, 10587 Berlin, johannes.meyser@tu-berlin.de

Digitalisierung am Bau zwischen Entwicklung und Verdrängung

Bernd Mahrin

Abstract

Ausgehend von Stand und Entwicklungstendenzen der Digitalisierung in vorwiegend handwerklichen Bauunternehmen befasst sich der Beitrag mit Verdrängungsstrategien. Es wird erläutert, weshalb Verweigerung nicht unmittelbar negative Auswirkungen generiert, aber die Zukunftsfähigkeit gefährden kann. Grundfragen bei Digitalisierungsentscheidungen werden dargestellt und Orientierungsempfehlungen für die Einführung digitaler Technologien gegeben. Abschließend wird auf Projekte hingewiesen, die aus erprobten Ansätzen zur Digitalisierungseinführung und flankierender Qualifizierung Know-how und Instrumente bereitstellen.

Based on the status and development trends of digitization in predominantly small-scale construction companies, the article deals with displacement strategies. It explains why refusal does not immediately produce negative effects but can jeopardize sustainability. Basic questions in digitization decisions are presented and orientation recommendations for the introduction of digital technologies are given. Finally, projects are outlined that provide know-how and instruments from proven approaches to digitization and accompanying vocational training.

1 Einleitung

Digitalisierung ist in Betrieben der Bauwirtschaft nicht neu, wenngleich die Branche nicht als Vorreiter in diesem Bereich gilt. Zahlreiche digitale Einzelanwendungen und -systeme werden ganz selbstverständlich in der täglichen Arbeitspraxis eingesetzt, wie im Weiteren detaillierter ausgeführt wird. Häufig sind sich die Beteiligten gar nicht bewusst, wie weit Digitalisierungsentwicklungen in ihren Unternehmen und Arbeitsbereichen schon gegriffen haben. Doch die Dynamik und die Tragweite der Einführungsprozesse und der laufenden Anpassungen und Erweiterungen informationstechnischer Systeme, digitaler Arbeits- und Lernmittel sind weitaus größer als bei früheren Veränderungsprozessen in der Branche. Für Betriebe und für Beschäftigte, die sich den mit der Digitalisierung verbundenen Herausforderungen aktiv und gestaltend stellen und die die neuen Möglichkeiten gezielt auszuwählen und für ihre Zwecke zu nutzen wissen, birgt das hervorragende Chancen, sich einen Vorsprung vor Mitbewerber:innen zu verschaffen. Auf dem Arbeitsmarkt der Baubran-

che wirkt das in beide Richtungen: Auch im gewerblich-technischen Bereich sind Bewerber:innen, die über gute Kompetenzen im Umgang mit digitalen Arbeitsmitteln verfügen, bei der Suche nach interessanten und gut bezahlten Arbeitsplätzen erfolgreicher als andere. Umgekehrt haben Betriebe, die sich entsprechend innovativ zeigen, bessere Aussicht, auf einem zunehmend angespannten Arbeitsmarkt kompetente Fachkräfte für sich zu gewinnen und ihren Nachwuchs zu sichern, als solche, die in herkömmlichen Strukturen verharren. Aus diesen Gründen verstärkt die Digitalisierung die Spaltung im Baugewerbe zwischen den innovationsorientierten und den tendenziell eher digitalisierungsresistenten Unternehmen. Dabei – das sei in aller Deutlichkeit gesagt – geht es nicht darum, jedem Trend hinterherzulaufen und den Bits und Bytes Vorrang vor der fachlichen Kernkompetenz einzuräumen. Vielmehr kommt es darauf an, Urteilsfähigkeit zu gewinnen, digitale Technologien zunächst dort einzusetzen, wo sie schnell positive Wirkung entfalten, bei der Einführung digitaler Technologien auch die Prozesse selbst zu optimieren, systematisch Erfahrungen zu sammeln und diesbezüglich nach sorgsamer Abwägung getroffene Entscheidungen auch konsequent umzusetzen. Digitalisierung ist ein strukturrelevanter Prozess mit definierbaren Schritten, antizipierbaren Zwischenergebnissen, wechselnden Treibern und Hindernissen, vor allem aber ohne absehbares Ende.

2 Bauwerksinformationsmodelle (BIM)

Building Information Modeling/Bauwerksinformationsmodelle (BIM) ist das zentrale Stichwort, wenn es um Digitalisierung im Bausektor geht. Eine zusammenfassende Beschreibung liefert das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Initiative „Arbeitswelten der Zukunft“ geförderte Projekt Digihand:

> „Das BIM (Building Information Modeling) ist weltweit auf dem Vormarsch. Zunehmend werden alle Planungen und Ausführungen beim Bau und der Wartung eines Gebäudes in einem digitalen Modell geplant und protokolliert. Es entsteht dabei eine 3D-Visualisierung, die alle relevanten Bauwerksdaten enthält. Wird dieses Modell während des gesamten Baus (und optimalerweise während des gesamten Lebenszyklus) gepflegt, ergeben sich diverse Vorteile für alle Beteiligten:
> - Alle Planungsbeteiligten haben ständig direkten Zugriff auf die aktuellen Daten. Es gibt keine Probleme mehr mit veralteten (und damit falschen) Informationen und Plänen, auf die weitere Planungen und Arbeiten aufbauen.
> - Alle Beteiligten können die Informationen optimal untereinander austauschen, idealerweise volldigital und automatisiert. Dies verhindert Missverständnisse und Fehler beim Übertragen der Informationen anderer Firmen in die eigenen Planungsdaten“ (IZT 2018).

Wenngleich zu erwarten ist, dass sich BIM als Planungsmethode mittelfristig auch in Deutschland ähnlich durchsetzen wird wie heute bereits in den USA, in Großbritannien und in Skandinavien, und auch wenn es ab 2020 für zahlreiche Verkehrs-

infrastruktur-Projekte verpflichtend sein wird (vgl. ARGE BIM4INFRA2020 2018, S. 8 f.), so bleibt es doch für viele Unternehmen in der Bauausführung zunächst vor allem eine Orientierungsmarke. Dies belegt u. a. eine aktuelle bundesweite Umfrage des Lehr- und Forschungsgebiets Baubetrieb und Bauwirtschaft an der Bergischen Universität Wuppertal im Rahmen eines Projekts der Forschungsinitiative Zukunft Bau. Demnach hat sich zwar bereits die überwiegende Mehrheit der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) mit BIM auseinandergesetzt: Etwa 80 % haben ein realistisches begriffliches Verständnis vom BIM-Konzept. Aber erst 5 % arbeiten bereits mit dieser Methode (vgl. BIM Institut 2017).

Digitalisierung stellt sich in Bauunternehmen momentan überwiegend kleinteilig dar in Form nützlicher Anwendungen, die Standardaufgaben in den technischen Kernprozessen und im kaufmännisch-verwaltenden Bereich erleichtern, beschleunigen und Ergebnisse verbessern. Es geht also um weitaus mehr als um BIM – auch für kleine und kleinste Betriebe im handwerklichen Bereich. Weil durch die bereits genutzten Instrumente schon umfängliche Digitalisierungserfahrungen vorliegen, wird in der Bauausführung die breite Einführung von BIM als Gesamtlösung voraussichtlich nicht vollständig disruptiv erfolgen, sondern zumindest partiell konstruktiv-erhaltend, wenngleich es tatsächlich um massive Veränderungen geht (vgl. Roland Berger GmbH 2017, S. 5 ff.). Dabei werden nicht nur – vielleicht nicht einmal hauptsächlich – die technischen Aspekte im Mittelpunkt stehen, sondern grundsätzliche Fragen von Prozessgestaltung und Formen der Zusammenarbeit. Darauf deuten auch Stellungnahmen aus Wirtschaft und politischer Administration hin:

> „Ich denke, dass sehr viele Unternehmen schon jetzt in der Lage sind, BIM-orientiert zu arbeiten. BIM-orientiert zu arbeiten muss man vor allem verstehen als einen organisierten Informationsaustausch zwischen Projektbeteiligten, was zu einer optimierten Kollaboration, Koordination und Kommunikation in den Projekten führt“ (Bredehorn 2018).

> „Die Omnipräsenz digitaler Techniken ist nicht das entscheidende Kennzeichen der Digitalisierung, denn dies würde bedeuten, dass digitale Techniken nur Hilfswerkzeuge bei der Umsetzung ehemals analoger Arbeitsweisen sind. Stattdessen werden wir veränderte und neue Arbeitsweisen und Prozesse erleben, die von Informations- und Kommunikationstechnologien unterstützt werden. Ein wesentliches Kennzeichen der Digitalisierung von Planungs- und Bauprozessen wird eine intensivere Kooperation zwischen den Projektbeteiligten sein“ (Fehn Krestas 2018, S. 7).

3 Prozessdigitalisierung im Bausektor

Die Digitalisierung von Einzelprozessen in kleinen und mittleren Baubetrieben unterscheidet sich nicht grundsätzlich von entsprechenden Situationen in anderen technisch-handwerklich geprägten Betrieben derselben Größenordnung. Verwaltung, Kommunikation und kaufmännische Prozesse sind ohne digitale Hilfsmittel kaum noch denkbar. Sowohl allgemeine als auch projekt- und auftragsbezogene Prozesse sowie Aufgaben in der Logistik, dem Qualitätsmanagement und der Personalentwicklung werden bereits heute durch digitale Arbeitsmittel unterstützt (Abb. 1).

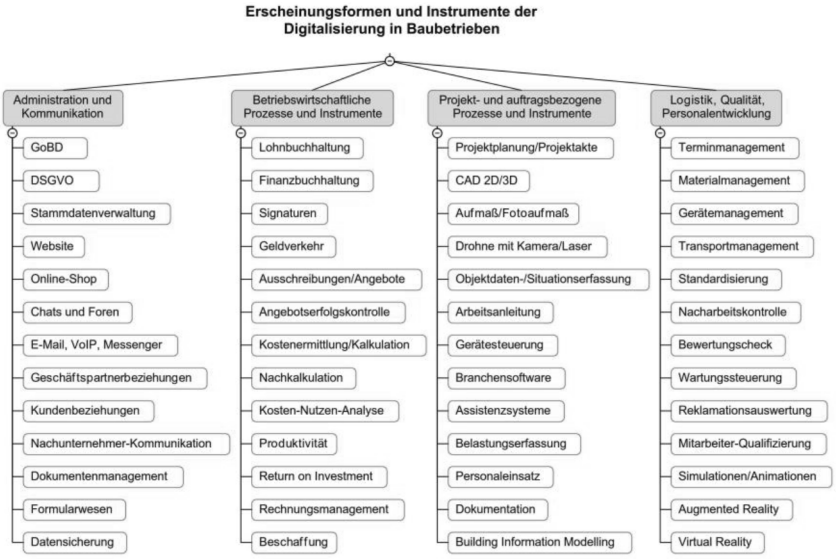


Abbildung 1: Digitalisierungsfelder und etablierte Instrumente in Handwerksbetrieben der Bauwirtschaft

Die Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, und es bestehen Überschneidungen bei den Zuordnungen zu den vier Hauptbereichen. Doch das spielt an dieser Stelle keine Rolle – es geht um eine zusammenfassende Übersicht über die Vielfalt wesentlicher betrieblicher Arbeitsbereiche und Aufgaben, in denen in unterschiedlichem Umfang bereits digitale Arbeitsmittel eingesetzt werden. Natürlich ist nicht jeder dieser Bereiche bereits in jedem Betrieb digitalisiert. Schwerpunkte und Nachholbedarfe sind erkennbar: E-Mail und Messengerdienste werden annähernd flächendeckend genutzt, bisweilen auch von Mitarbeiter:innen aus privater Gewohnheit ohne Autorisierung durch die Unternehmensleitung und ohne datenschutzrechtliche Bedingungen ausreichend zu berücksichtigen. Fotografische Dokumentationen von Arbeitsergebnissen setzen sich zunehmend durch. Die digitale Aufmaßtechnik gewinnt gerade ganz aktuell an Fahrt, digitales Material- und Gerätemanagement stellen noch eher die Ausnahme dar und Anwendungen zur systematischen Angebotserfolgskontrolle sowie Augmented und Virtual Reality sind nur sehr vereinzelt in der betrieblichen Anwendung anzutreffen. Aber für alle genannten Bereiche (und weitere) gibt es digitale Hilfsmittel, die zumindest in einzelnen KMU zum Einsatz kommen. Ein Video-Trailer zur Handwerksmesse 2016 mit dem Titel „Was ist Handwerk 4.0?“ gibt einen Überblick über vernetzte Digitalisierung in Handwerksbetrieben (IHM 2016).

Breite und Intensität der Nutzung unterscheiden sich darüber hinaus je nach Gewerken und Unternehmensphilosophie. Doch insgesamt ist das Spektrum der Anwendungen bereits heute beachtlich, wie auch das eBusiness-Kompetenzzentrum in Kaiserslautern in verschiedenen Projekten festgestellt hat. So wurde in dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) von 2013 bis 2018 geförder-

ten Projekt eMasterCraft an Fallbeispielen der Bau- und Ausbaubranche nachgewiesen, dass optimiertes Stammdatenmanagement und intelligent kombinierte elektronische und mobile Geschäftsprozesse enorme Optimierungspotenziale für die Arbeitsabläufe in kleinen und mittleren Unternehmen des Handwerks bieten – auch wenn diese KMU nicht über eigene IT-Abteilungen verfügen. In Praxisbroschüren sind die konkreten Umsetzungen in drei Pilotbetrieben aus den Bereichen Maler:innen- und Stuckateur:innenhandwerk, Holzbau und Bauhandwerk ausführlich dargestellt (Institut für kybernetisches Planen und Bauen 2014, 2015a, 2015b). Für erfolgreiche Digitalisierungsprozesse in handwerklichen Betrieben ist die Beachtung einiger zentraler Aspekte erforderlich, die weniger die Technik, sondern vielmehr das Verständnis der Einflussgrößen betrieblicher Veränderungsprozesse betreffen.

4 Orientierung versus Verdrängung

Auch wenn es bei der Digitalisierung in bauhandwerklichen KMU noch umfänglichen Entwicklungsbedarf gibt und unzureichend begründete Spontan-Entscheidungen keine gute Basis für weitreichende Veränderungsprozesse abgeben, so ist doch unverkennbar, dass unreflektierte Verweigerungshaltung die Zukunftsfähigkeit von Betrieben gefährden kann.

Die derzeit sehr gute Konjunkturlage im Bausektor mit den erkennbaren Kapazitätsproblemen verschleiert den Blick auf den Innovationsbedarf und das Innovationspotenzial, die die fortschreitende Digitalisierung mit sich bringt. Solange die Auftragsbücher gut gefüllt sind, drängt sich die Notwendigkeit zum Handeln nicht auf. Doch der Schein trügt und das Blatt kann sich rasch wenden. Denn schon bei relativ geringer Änderung der wirtschaftlichen Rahmensituation haben erfahrungsgemäß jene Betriebe einen unter Umständen entscheidenden Wettbewerbsvorteil, deren Prozesse schlank und effektiv sind und von fachlich und methodisch gut vorbereiteten Mitarbeiter:innen gelenkt und umgesetzt werden. Dieselben Betriebe werden sich auch am besten unter veränderten Nachfragebedingungen der Kund:innen behaupten können. Die Weiterentwicklungen von Smart-Home-Technologien und verbesserte Energieeffizienz sind im Baubereich aktuell die entscheidenden Digitalisierungstreiber, ebenso wie die dezentrale Energiewende und der zunehmende Anteil regenerativer Energien (vgl. Lange & Santarius 2018, S. 33 ff.). All diese Entwicklungen haben auch erhebliche Auswirkungen auf Betriebe, die vornehmlich in den Bauhauptgewerken tätig sind. Dennoch sind häufig Argumente anzutreffen, die stark auf Verdrängung und Nichtbeachtung des Megatrends Digitalisierung bezüglich der Umsetzung im eigenen Unternehmen hindeuten. Im Folgenden sind einige typische Ablehnungsargumente aufgelistet, die auf Verdrängungsstrategien hinweisen. Diesen Aspekten sind Fragen und Aussagen gegenübergestellt, die zur bewussten Auseinandersetzung mit dem Thema anregen:

- *Die gute Auftragslage lässt das im Moment nicht zu.*
  Wann ist die Situation günstiger? Bei schlechter Auftragslage wären die Investitionsmittel begrenzter. Gerade volle Auftragsbücher erfordern Investitionen in

Zukunftstechnologien und Prozessinnovationen, um eine hohe Effizienz abzusichern und zu erreichen.

- *Es fehlen schon im laufenden Betrieb genügend Fachkräfte. Digitalisierungsmaßnahmen würden das Problem aktuell verstärken.*
  Ohne Zweifel entsteht zusätzlicher Aufwand, um kollaborativ Veränderungen einzuführen und die Beschäftigten auf den neuesten Stand zu bringen, jedoch nur temporär. Bei gut vorbereiteter Einführung überwiegt der anschließende Gewinn durch Optimierung der betrieblichen Abläufe deutlich. Weil Beschäftigte in Betrieben mit hohem Digitalisierungsgrad anspruchsvollere Tätigkeiten ausüben werden (vgl. Lukowski & Neuber-Pohl 2017, S. 9), werden diese Betriebe attraktiver für gut qualifizierte Mitarbeiter:innen – das allein kann im Bausektor mit bereits bedenklichem und tendenziell steigendem Fachkräftemangel den Aufwand lohnen.
- *Die Kosten sind zu hoch oder nicht kalkulierbar.*
  Sind die Folgekosten des Nicht-Handelns kalkulierbar? Wer in wirtschaftlich guten Zeiten nicht in die Zukunftsfähigkeit investiert, handelt betriebswirtschaftlich nicht verantwortlich. Im Übrigen bestehen vielfältige Förderangebote von Bund und Ländern, die nicht nur finanzielle Unterstützung bieten, sondern auch unanbhängige Beratung (vgl. z. B. BMWi 2018a und 2018b).
- *Mitarbeiter:innen sind besorgt um ihre Arbeitsplätze.*
  Zunächst hilft miteinander sprechen, ggf. Arbeitnehmer:innenvertretungen einbeziehen. Schließlich ist Rationalisierung durch Personaleinsparung im Baubereich momentan ein eindeutig untergeordnetes Anliegen von Digitalisierung und voraussichtlich wird der Nettoverlust an Arbeitsplätzen durch die Digitalisierung relativ gering sein (vgl. Lukowski & Neuber-Pohl 2017, S. 9 ff.). Gefahr für die Arbeitsplätze besteht eher, wenn der Betrieb durch Modernisierungsverweigerung den Anschluss verliert.
- *Beschäftigte bemängeln die Verschiebung von Einfluss und Beteiligungsmöglichkeiten zu ihren Ungunsten.*
  Digitalisierungsprozesse sind Change-Prozesse, die Grundsatzentscheidungen erfordern und deshalb überwiegend top-down gesteuert werden. Sie erzeugen Unsicherheit, Ängste, Widerstände und Übergangsprobleme. Im Einführungsprozess lässt sich durch rechtzeitige Anpassungsqualifizierung (insbesondere Förderung von Medienkompetenz), Gewähren notwendiger Freiräume, Einbeziehen von Promotor:innen und Betroffenen in Entscheidungen, Schaffung von Transparenz, Vermeiden von Überforderungen, Vereinbarung klarer Abläufe und Prioritäten, schrittweisen Start mit Teilprozessen, die schnelle Vorteile für alle Beteiligten versprechen, und ähnlichen Maßnahmen Bedenken abbauen und gegenseitiges Vertrauen stärken. Da die Datenhoheit allerdings in der Regel bei der Betriebsleitung liegen wird, können sich in der Nutzungsphase tatsächlich eine deutliche interne Machtverschiebung und eine stärkere Überwachung der Beschäftigten ergeben. Arbeitnehmer:innennahe Institutionen weisen seit Längerem darauf hin und geben Empfehlungen für mitbestim-

mungs- und datenschutzrechtlich konforme Vorgehensweisen (vgl. Thorun et al. 2018; Wedde 2017).

- *Es ist noch unklar, welcher Standard sich durchsetzen wird.*
  Es gibt bereits vielfältige bewährte Lösungen – wenn auch nicht „den einen Standard für alles" (vgl. Roland Berger GmbH 2017, S. 10 ff.). Damit ist auch künftig nicht zu rechnen. Eine sorgsame, bedarfsgerechte Auswahl technischer Systeme und Konzepte aus den bewährten Varianten mit Blick auf im eigenen Betrieb und im Umfeld bereits vorhandene Systeme und Infrastruktur, passende Schnittstellen und laufende Aktualisierung führen zum Erfolg.
- *Der Betrieb verfügt nicht über das nötige informationstechnische Know-how.*
  Vor diesem Problem stehen zahlreiche KMU, insbesondere bezüglich der nicht gewerkebezogenen Informationstechnik. Es ist von den meisten Betrieben aus eigener Kraft nicht zu lösen, sondern erfordert unabhängige externe Unterstützung und schließlich eine vertrauensvolle und verlässliche Zusammenarbeit mit IT-Service-Unternehmen. Die digitale Technik erleichtert gerade solche Zusammenarbeit. Eine gute Grundlage für erfolgreiche Digitalisierungsprozesse bieten Partner, die neben IT-Know-how auch über Branchenerfahrung verfügen.
- *Die Gefahr von Angriffen auf Kund:innen- und Betriebsdaten ist zu groß.*
  Diese Gefahr darf nicht unterschätzt werden, weil sie substanziell bedrohlich werden kann. Deshalb sind die Grundregeln zum Umgang mit sensiblen Daten unbedingt zu beachten, nämlich Datensammlung auf das nötige Maß beschränken, Zugang zu den Daten angemessen sichern, Sicherungstechnologien gegen unbefugten Zugriff von außen einsetzen, regelmäßige Datensicherungen durchführen, Anwendungen aktualisieren usw. Besonders wichtig ist es, die betriebliche Nutzung gängiger kostenloser Messenger- und Clouddienste und ähnlicher Produkte, die diese Sicherheit eben nicht bieten, strikt zu unterbinden. Die Gefahren sprechen nicht zwangsläufig gegen den Einsatz digitaler Technologien. In einer nicht repräsentativen, aber im Ergebnis dennoch bemerkenswerten Umfrage in kleinen und mittleren Betrieben in Nordrhein-Westfalen, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Berlin haben interessanterweise 80 % der Verantwortlichen geäußert, dass sie sich sowohl um Datenverlust sorgen, als auch neue Datenschutzbestimmungen fürchten (Lababidi & Makolli 2018, S. 4).

Der wichtigste erste Schritt zum Einstieg in die Digitalisierung von Arbeitsprozessen besteht in einer validen Analyse der Substituierbarkeit und Adaptierbarkeit von Prozessen bzw. Teilprozessen und der damit verbundenen Ziele sowie eine realistische Einschätzung ihrer Erreichbarkeit. Wer einen schlechten Prozess digitalisiert, ohne die bisherigen Abläufe kritisch und mit dem Mut zu Veränderungen zu hinterfragen, kann kaum etwas anderes erwarten als einen schlechten digitalisierten Prozess. Erforderlich ist eine umfassende Auseinandersetzung mit Fakten, Chancen und Risiken, um eine Urteilskompetenz zu erreichen, die in Entscheidungsfähigkeit und Entscheidungsbereitschaft mündet. Dabei ist im Bauhandwerk aktuell nicht BIM als Ganzes das Maß der Dinge, sondern einfach anwendbare, funktionsspezifi-

sche, aber auch integrations- bzw. vernetzungsfähige digitale Werkzeuge. Entscheidend für den Erfolg sind ihr Mehrwert, ihre Kompatibilität und ihre Sicherheit (Abb. 2).

Abbildung 2: Ausgewählte Grundfragen bei Digitalisierungsentscheidungen in KMU

Datenintegration und Kompatibilität sind die Gebote der Stunde. Sonderlösungen – und seien sie auf den ersten Blick noch so attraktiv und (scheinbar) kostengünstig – können in Sackgassen führen. Daten müssen in konvertierbaren Formaten vorliegen und über Standardschnittstellen zwischen Systemen und Anwendungen ausgetauscht werden können, in der Regel auch über die Grenzen des eigenen Betriebs hinaus.

5 Qualifizierung, Information, Innovation: einige Beispiele

Zur geordneten und wirklich nutzbringenden Einführung bzw. Erweiterung der Digitalisierung werden von verschiedenen Akteur:innen in zahlreichen Projekten mit unterschiedlichen Schwerpunkten Angebote zur Qualifizierung und Beratung für Betriebe im Bausektor entwickelt und erprobt. Eine Auswahl laufender Vorhaben wird im Folgenden kurz skizziert. Weitergehende Informationen sind auf den jeweils angegebenen Websites verfügbar.

5.1 DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten

Zehn überbetriebliche Berufsbildungsstätten und drei Universitäten – alle Mitglieder im Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V. (www.komzet-netzwerk-bau.de) – arbeiten im Projekt DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten (www.digibau.eu) in einer „Community of Practice“ online und offline zusammen,

um bestehende digitale Lern- und Beratungsangebote standardbezogen zu prüfen und zielgruppengerecht umzugestalten. Unter der Leitung der Technischen Universität Hamburg und des Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg werden Stand und Bedarf digitaler Ressourcen und Qualifizierung in KMU der Bauwirtschaft zusammengetragen und als Orientierungs- und Entscheidungshilfe für den Ausbau der Digitalisierung im Baubereich bereitgestellt.[1]

5.2 BIM@WORK

Auf der Basis einer Analyse von Arbeits- und Innovationsprozessen in Handwerksbetrieben wird ein handwerksgerechtes, Webservice-basiertes multimediales Lehr-/Lernkonzept zur arbeitsplatznahen BIM-Qualifizierung entwickelt und erprobt. Das Projekt BIM@WORK ist ein Nachfolgevorhaben zu dem bereits abgeschlossenen Projekt eWorkBau (http://ework-bau.de, http://bimatwork.de). Es wird koordiniert vom Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik an der Leibniz-Universität Hannover.

5.3 BAU'S mit BIM

Das Projekt BAU'S mit BIM, das vom BFW Bau Sachsen e. V. durchgeführt wird, verbindet durch Nutzung eines virtuellen Gebäudemodells die Stufenausbildung der Bauwirtschaft mit der BIM-Methode (https://www.foraus.de/media/06_BFW_Bau_Sachsen_BAUS_MIT_BIM.pdf, Zugriff: 10.07.2019). Dadurch werden eine bessere Kooperation zwischen überbetrieblicher Bildungsstätte, Betrieb und Berufsschule und eine Attraktivitätssteigerung der Bau-Berufsausbildungen erwartet und die Lernprozessorganisation soll individualisiert werden.[2]

Abbildung 3: Auszubildende bei der Nutzung eines BIM-Datensatzes in der Zimmerer-Ausbildungswerkstatt (Foto: BFW Bau Sachsen)

1 Die Projekte DigiBAU und BIM@WORK/eWorkBau werden/wurden gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds.

2 BAU'S mit BIM wird im Rahmen des Sonderprogramms ÜBS-Digitalisierung vom Bundesinstitut für Berufsbildung aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert.

5.4 Kompetenzzentrum Digitales Handwerk

Im bundesweit vernetzten Kompetenzzentrum Digitales Handwerk (https://handwerkdigital.de) bieten sieben Institutionen des Handwerks unter Koordination durch den Zentralverband des Deutschen Handwerks e. V. (ZDH)[3] fünf Schaufenster zu den Themenschwerpunkten Informations- und Kommunikationstechnologie, Prozessdigitalisierung, Fertigung und Automatisierungstechnologien, Geschäftsmodelle und digitales Bauen. In dem groß angelegten Projekt werden Demonstrations- und Pilotvorhaben sichtbar und erfahrbar gemacht und ein Digitalisierungscheck angeboten, der Handwerksbetrieben Auskunft über den Grad der Digitalisierung in ihrem Unternehmen und über Weiterentwicklungspotenziale gibt.

Das digitale Bauen wird von den Bildungszentren des Baugewerbes e. V. (BZB-Krefeld) vertreten. Der „Innovationspfad Digitales Bauen“ ist als Roadshow ausgelegt und widmet sich u. a. den Fragen, welche Möglichkeiten die Digitalisierung dem Baugewerbe bietet, wie die Digitalisierung in kleinen Bauhandwerksbetrieben umgesetzt werden kann, wie beim Planen und Bauen Kosten durch neue digitale Technologien eingespart werden können und welche rechtlichen Belange berücksichtigt werden müssen.

5.5 Digitale Baumaschinensteuerungen

Die führenden deutschen Bau-Berufsbildungszentren widmen sich zunehmend dem Umgang mit digital gesteuerten Baumaschinen, von lokalen Systemen bis zu komplexen GPS-Steuerungen. Vorreiter in dem Bereich und am besten ausgestattet ist das Kompetenzzentrum Baumaschinentechnik im Aus- und Fortbildungszentrum Walldorf des Bildungswerks BAU Hessen-Thüringen e. V. (https://www.biw-bau.de/kontakt/standorte/aus-und-fortbildungszentrum-walldorf.html, Zugriff: 10.07.2019). In überregional angebotenen Lehrgängen und Workshops erfahren Teilnehmer:innen aus Betrieben und anderen Berufsbildungsstätten, wie Bagger, Raupe und Grader teil- und vollautomatisiert digital gesteuert werden können (vgl. buildingSMART e. V. 2018).

Abbildung 4: Planierraupe mit GPS-Steuerung (Foto: AFZ Walldorf)

3 Das Kompetenzzentrum Digitales Handwerk wird im Förderschwerpunkt „Mittelstand-Digital – Strategien zur digitalen Transformation der Unternehmensprozesse“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert.

5.6 Fit for BIM – Kompetenzen zum digitalen Bauen in der Berufs- und Hochschulbildung

In einer transnationalen Kooperation mit neun Partnern aus Deutschland, Polen, Dänemark und Belgien werden im Projekt Fit for BIM[4] Lernmodelle zur Integration des Bauens mit digitalen Arbeitsmitteln in die berufliche Bildung entwickelt und im Fachunterricht erprobt. Attraktivität und Qualität der Berufsbildungsgänge im Bausektor sollen durch umfangreiche Handlungskompetenzen zum digitalen Bauen verbessert werden. Die Steigerung der Beschäftigungsfähigkeit von Fachkräften und der Zukunftsfähigkeit von Unternehmen stehen im Fokus der Projektarbeit, die von der BGZ Berliner Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit mbH koordiniert wird (http://fit4bim.eu/203, Zugriff: 10.07.2019).

5.7 Aus- und Weiterbildung mit Simulatoren

Simulatoren werden in der Aus- und Weiterbildung schon seit etlichen Jahren eingesetzt. Die neueste Generation dieser Geräte wie der Simulator der Firma Tenstar (https://www.tenstarsimulation.com/de/simulatoren/baumaschinen, Zugriff: 10.07.2019) setzt neue Maßstäbe, indem visuelle Großbilddarstellungen in fotorealistischer Umgebung und praxisnaher Arbeitsumgebung verbunden werden mit einer Bewegungsplattform, die über Kraftwirkungen auch physisch baustellenähnliche Lernerlebnisse ermöglicht. Standardisierte Multifunktionssimulatoren erlauben beispielsweise das realitätsnahe Üben des korrekten Umgangs mit Rad- und Kettenbaggern, Radladern, Turmdrehkränen und Gradern (Abb. 5). Geräte dieser Art helfen nicht nur, Qualifizierungskosten und -aufwand zu senken und Lernzeiten an realen Anlagen deutlich zu verringern, sondern sie fördern individualisiertes Lernen und können zu flexibler Lernorganisation sowie zur Attraktivitätssteigerung von Bauberufen beitragen.

Abbildung 5: Lernen am Baugerätesimulator (Foto: Mahrin/TU Berlin)

4 Das Projekt Fit for BIM wird im Programm Erasmus+ durch die Europäische Union gefördert.

6 Fazit

Digitalisierung am Bau hat zahlreiche Facetten, darunter fach- und gewerkespezifische und weitere, die KMU und insbesondere handwerkliche Betriebe auch anderer Branchen allgemein betreffen. Das Spektrum der heute in den meisten Betrieben genutzten digitalen Anwendungen und Systeme ist breiter als es auf den ersten Blick scheint, und damit liegen auch bereits umfängliche Erfahrungen im fachgerechten und zweckmäßigen Umgang damit vor. Die bloße Übertragung von Anwendungsroutinen, die Mitarbeiter:innen auch aus anderen Zusammenhängen – beispielsweise aus der privaten Nutzung von Smartphones und Tablets – mitbringen, erweist sich als vorteilhaft, jedoch nicht als hinreichend für die berufliche Nutzung digitaler Technologien. Ein wesentlicher Aspekt ist hier die Gefahr der Vernachlässigung der Daten- und damit der Prozesssicherheit. Die erfolgreiche Einführung digitaler Technologien muss deshalb zwingend flankiert werden mit Qualifizierungsmaßnahmen und der verbindlichen Einführung von Anwendungsregeln.

Die rein technischen Fragen sollten unter Kompatibilitäts- und Integrationsaspekten mit Blick auf die ggf. vorhandene technische Infrastruktur geklärt werden. Externe, unabhängige Beratung und Unterstützung mit Branchenkenntnis wird sich in der Regel auszahlen. Der betriebliche Einsatz komplexer Digitalisierungstechnologie wie Building Information Modeling hat Einfluss auf Kooperations- und Kommunikationsprozesse und -strukturen, die über die Grenzen des eigenen Unternehmens hinausgehen. Andererseits erleichtern solche Systeme gerade die betriebsübergreifende Zusammenarbeit durch dafür geeignete Funktionen. Der Schlüssel zum Erfolg liegt in der gedanklichen Öffnung und der Bereitschaft, etablierte Strukturen und Abläufe an die neuen Möglichkeiten und Anforderungen anzupassen und sie nicht lediglich unreflektiert zu übertragen. Schließlich gilt es, sicherzustellen, dass alle Beteiligten rechtzeitig in Gestaltungsprozesse einbezogen und beispielsweise durch Betriebsvereinbarungen allseits akzeptierte Rahmenbedingungen geschaffen werden.

Literatur

Arbeitsgemeinschaft (ARGE) BIM4INFRA2020 (2018). Umsetzung des „Stufenplans Digitales Planen und Bauen“. AP 1.2 Szenariendefinition, AP 1.3 Empfehlung. Verfügbar unter: https://bim4infra.de/wp-content/uploads/2018/09/AP1.2-AP1.3_BIM4INFRA_Bericht-Stufenplan.pdf (Zugriff: 26.11.2018).

BIM Institut – Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft an der Bergischen Universität Wuppertal (2017). BIM-gestützte Arbeitsplanung in KMU. Auswertung der Umfrageergebnisse – Dezember 2017. Verfügbar unter: http://www.biminstitut.de/files/bim_institut/media/01_Forschung/Downloads/BIM_AP_Ergebnisse_Umfrage.pdf (Zugriff: 29.11.2018).

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2018a). Digitalisierung im Mittelstand voranbringen. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/mittelstand-digital.html (Zugriff: 03.12.2018).

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2018b). Förderprogramm go-digital. Digitalisieren Sie Ihr Unternehmen jetzt! Informationsbroschüre. Verfügbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Digitale-Welt/foerderprogramm-go-digital.html (Zugriff: 03.12.2018).

Bredehorn, J. (2018). BIM als Impuls für steten Wandel. Interview der Initiative Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Planen und Bauen. Verfügbar unter: https://www.kompetenzzentrum-planen-und-bauen.digital/kos/WNetz?art=News.show&id=343 (Zugriff: 26.11.2018).

buildingSMART e. V. (Hrsg.) (2018). Baggern geht auch digital. Information des Kompetenzzentrums Planen und Bauen der Initiative Mittelstand 4.0. Verfügbar unter: https://www.kompetenzzentrum-planen-und-bauen.digital/kos/WNetz?art=News.show&id=353 (Zugriff: 07.12.2018).

Fehn Krestas, L. (2018). Digitalisierung – Eine Chance für das Bauwesen. In: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.), Zukunft Bauen. Digitale Bauwelt. Das Magazin der Forschungsinitiative Zukunft Bau 2018, S. 6–8. Verfügbar unter: https://www.forschungsinitiative.de/publikationen/publikation/zukunft-bauen-das-magazin-der-forschungsinitiative-zukunft-bau-2018/f1ab99177f3d22c3bd099bb77b8eb087/ (Zugriff: 26.11.2018).

IHM – Internationale Handwerksmesse (2016). Was ist Handwerk 4.0? Video-Trailer. Verfügbar unter: https://www.youtube.com/watch?time_continue=94&v=fcMIcydXRkw (Zugriff: 04.12.2018).

Institut für kybernetisches Planen und Bauen (Hrsg.) (2014). Durchgängig elektronische Geschäftsprozesse: eMasterCraft® in der Praxis beim Maler- und Stuckateurbetrieb Adam Oswald GmbH. Verfügbar unter: http://www.e-mastercraft.de/das-projekt-emastercraft/praxisbroschueren.html (Zugriff: 29.11.2018).

Institut für kybernetisches Planen und Bauen (Hrsg.) (2015a). Durchgängig elektronische Geschäftsprozesse: eMasterCraft® in der Praxis beim Holzbaubetrieb Fritz Stenger GmbH. Verfügbar unter: http://www.e-mastercraft.de/das-projekt-emastercraft/praxisbroschueren.html (Zugriff: 29.11.2018).

Institut für kybernetisches Planen und Bauen (Hrsg.) (2015b). Durchgängig elektronische Geschäftsprozesse: Der Einsatz von Standards und Stammdaten in innovativen Bauhandwerksbetrieben. Verfügbar unter: http://www.e-mastercraft.de/das-projekt-emastercraft/praxisbroschueren.html (Zugriff: 29.11.2018).

IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH (2018). Digi-Hand. Lernstation Augmented Reality – Planung des Innenausbaus. Worum geht es? Verfügbar unter: https://www.digi-hand.de (Zugriff: 26.11.2018).

Lababidi, T. & Makolli, A. (2018). Bestandsaufnahme: Digitalisierung im beruflichen Lernen. Krefeld: IMBSE. Verfügbar unter: http://vierpunkteins.net/wp-content/uploads/2018/07/Bestandsaufnahme-Digitalisierung-im-beruflichen-Lernen-vierpunkteins-2018.pdf (Zugriff: 04.12.2018).

Lange, S. & Santarius, T. (2018). Smarte grüne Welt? Digitalisierung zwischen Überwachung, Konsum und Nachhaltigkeit. München: Oekom.

Lukowski, F. & Neuber-Pohl, C. (2017). Digitale Technologien machen die Arbeit anspruchsvoller. BWP, (2), S. 9–13. Verfügbar unter: https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/en/publication/download/8289 (Zugriff: 04.12.2018).

Roland Berger GmbH (Hrsg.) (2017). Turning point for the construction industry. The disruptive impact of Building Information Modeling (BIM). Verfügbar unter: https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_building_information_modeling_2017.pdf (Zugriff: 04.12.2018).

Thorun, C., Kettner, S. E. & Merck, J. (2018). Ethik in der Digitalisierung. Der Bedarf für eine Corporate Digital Responsibility. WISO direkt, 17, Friedrich-Ebert-Stiftung, Wirtschafts- und Sozialpolitik (Hrsg.), Bonn. Verfügbar unter: https://library.fes.de/pdf-files/wiso/14691.pdf (Zugriff: 05.12.2018).

Wedde, P. (2017). Beschäftigtendatenschutz in der digitalisierten Welt. Friedrich-Ebert-Stiftung, Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik (Hrsg.), Bonn. Verfügbar unter: https://library.fes.de/pdf-files/wiso/13578.pdf (Zugriff: 05.12.2018).

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Digitalisierungsfelder und etablierte Instrumente in Handwerksbetrieben der Bauwirtschaft 264

Abb. 2 Ausgewählte Grundfragen bei Digitalisierungsentscheidungen in KMU 268

Abb. 3 Auszubildende bei der Nutzung eines BIM-Datensatzes in der Zimmerer-Ausbildungswerkstatt 269

Abb. 4 Planierraupe mit GPS-Steuerung 270

Abb. 5 Lernen am Baugerätesimulator 271

Autor

Mahrin, Bernd, Dipl.-Ing., Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Fachdidaktik, Bautechnik und Landschaftsgestaltung, Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre (IBBA), Technische Universität Berlin, Marchstraße 23, 10587 Berlin, bernd.mahrin@tu-berlin.de

Digitales bauberufliches Lernen und Arbeiten (DigiBAU) – Innovation von Kooperation und Transfer in Akteursnetzwerken

Hannes Ranke, Stefan Krümmel, Franz Ferdinand Mersch

Abstract

Im Kontext von Digitalisierung und Baufacharbeit zeichnen sich sehr große Bedarfe für Beratung und Qualifizierung der Baufachkräfte in den KMU ab. Das Verbundprojekt „DigiBAU“ zielt darauf, den Wissenstransfer im Kompetenznetzwerk „Bau und Energie e. V.“ anhand ausgewählter digitaler Bildungsressourcen und Qualifikationsangebote zu verstetigen, zu erneuern und auszuweiten.

With the area of digitalization and construction work, it becomes increasingly obvious that SME professionals require additional consulting and qualification measures. “DigiBAU”, a joint project aims to consolidate, renew and expand the transfer of knowledge within the network “Bau und Energie e. V.” by means of digital qualification measures and educational resources.

1 Digitales Lernen und Arbeiten in der Baubranche – Beschreibung der Ausgangslage

In die Planungs- und Ausführungsprozesse der traditionell großen Anzahl kleiner und mittlerer Bauunternehmen (KMU) hat die Digitalisierung bisher kaum Einzug gehalten. Für KMU ist die Digitalisierung auch deshalb eine Herausforderung, weil sie mit unternehmerischen Risiken verbunden ist, die wiederum nur sehr zögerlich von ihnen – zumal allein – eingegangen werden wollen. Auch daher sind Umfang und Tiefe der Digitalisierung in den baubezogenen KMU eher gering, vor allem auch verglichen mit größeren Unternehmen industrieller bzw. IT-affiner Branchen.

Zwar verwenden schon heute 98 Prozent der Betriebe des Bauwesens Geräte mit Internetzugang (davon 72 Prozent in der betrieblichen Ausbildung) (vgl. Gensicke et al. 2016, S. 27, 46) – allerdings hauptsächlich für die Recherche und Kommunikation. Digitale Lern- und Medienformate in mobilen Anwendungen werden nur von 32 Prozent dieser Betriebe genutzt (vgl. ebd., S. 54). Weitere Gründe für den vergleichsweise geringen Einsatz bzw. die Forcierung digitaler Technik im Medienbereich liegen zumeist in strukturellen und arbeitsorganisatorischen Besonderheiten von KMU im Bauwesen und in engen zeitlichen Freiräumen der hier tätigen Selbstständigen und Fachkräfte. Offensichtlich wenig gesehen werden dagegen häufig die

durchaus vorhandenen Potenziale digitaler Technik und digitaler Lernangebote im Baubereich (vgl. Kölzer & Ranke 2014). Unterschätzt wird zudem immer noch die hohe Bedeutung zukünftiger digitaler Technologien wie etwa BIM (Building Information Modeling) (vgl. Jehle et al. 2011 und 2013) oder VR/AR (Virtual/Augmented Reality) auch im Bauhandwerk, welche voraussichtlich die Arbeit und Technik sowie die Wettbewerbsfähigkeit von KMU in diesem Sektor beeinflussen werden.

Durch die fortschreitende Digitalisierung der Baufacharbeit einerseits, andererseits durch die Tatsache, dass Baubetriebe und Fachkräfte die Relevanz dieser Entwicklungen häufig unterschätzen und nur begrenzt Angebote entsprechender Fort- und Weiterbildung wahrnehmen, ergeben sich weitreichende Bedarfe für Aufklärung, Beratung und Qualifizierung der Baufachkräfte in den KMU.

Wenn auch aus erziehungswissenschaftlicher Sicht ein durchaus detaillierter Wissensstand zur Didaktik digital gestützten Lernens (vgl. z. B. Dräger & Müller 2017) besteht, ist dieser aus berufswissenschaftlicher Perspektive jedoch zu allgemein und wenig berufsarbeitsspezifisch entwickelt. Zu überprüfen ist deshalb, inwieweit und unter welchen Voraussetzungen entsprechende Aussagen auf bauberufliche Lernprozesse übertragbar bzw. welche Transformationsleistungen zu erbringen sind. Eher unterkomplex stellt sich auch der Umfang berufsdidaktischer Erkenntnisse zum digital gestützten Arbeiten im Bauwesen dar. Hier stehen weitere zukunftsgerichtete Forschungen an, die in Teilen insbesondere auch durch das Projekt „DigiBAU“ erbracht werden sollen. Erwartet wird ein Erkenntnisgewinn zum Arbeiten und Lernen in digitalen Kontexten von Baubetrieben durch breit angelegte und auf die Verwendung digital gestützter, bauspezifischer Arbeit und Bildung ausgerichteter Analysen, für die zunächst Fachliteratur und branchenspezifische Datenbanken herangezogen werden.

Untersuchungen digital gestützter Arbeit und Bildung finden hauptsächlich bei den Partnern vor Ort statt. Erhoben werden detaillierte Kenntnisse über die Inhalte und Formen, den Umfang und vor allem die Art und Weise, wie digital unterstützte Arbeit und darauf abgestellte Bildungsangebote in Betrieben und Ausbildungseinrichtungen zur Anwendung kommen, woraufhin auch Defizite und konkrete Bedarfe sichtbar werden sollten. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse werden Konzepte dazu entwickelt und erprobt, in welcher Form und Ausprägung vorhandene Bildungsansätze – einschließlich ihrer Transfer- und Vernetzungsstrukturen – übernommen, angepasst oder weiterentwickelt werden müssen, um aktuellen wie auch zukünftigen Bildungsansprüchen bei den Partnern und KMU nachzukommen.

Erprobungsphasen in situ und ihre Evaluation führen zu Einsichten über konzeptionelle und inhaltliche Verbesserungsbedarfe, aber auch zu grundlegenden Informationen darüber, welche Schritte zu unternehmen sind, um funktionierende Bildungskonzepte sowie -strukturen über das Projekt hinaus zu verstetigen. Im Projekt wird also eine Kette aufeinander aufbauender Erkenntnisse zum Ist-Stand nachgefragter Bildungs- und Transferlösungen, ihrer Weiterentwicklung und Vernetzung sowie ihrer Verstetigung generiert.

2 Kooperation und Transfer im DigiBAU-Netzwerk innovieren – Ziele des Vorhabens

Besonderheiten baubezogener KMU liegen vor allem in ihrer kleinteiligen Betriebsstruktur, der Gewerkevielfalt, den heterogenen Bauaufgaben, einer weitgehenden Auftragsproduktion an wechselnden Orten, aber auch starken saisonalen Einflüssen (vgl. Mersch 2016, S. 166). Digitale Lern- und Medienformate in mobilen Anwendungen werden nur von etwa einem Drittel der Betriebe genutzt. Gründe dafür – und damit auch für die Beförderung und den Transfer von Wissen – liegen zumeist in arbeitsorganisatorischen Besonderheiten von KMU (Komplexität, geringe technische Standardisierung, unwägbare Zeitfaktoren im Arbeitsprozess), welche die systematische Weiterbildung erschweren. Wenig gesehen werden auch Potenziale digitaler Technik und digitaler Lernangebote im Baubereich etwa zur Optimierung von Unternehmens-, Organisations- und Arbeitsprozessen. Baubetrieben muss die zukünftige Bedeutung digitaler Technologien bewusst werden. Diese wird voraussichtlich die Arbeits- und Geschäftsprozesse sowie Wettbewerbsfähigkeit auch von kleinen und mittleren Unternehmen stark beeinflussen.

Sich daraus ergebende Bedarfe für die Aufklärung, Beratung und Qualifizierung der Baufachkräfte in den KMU bestimmen die Forschungsaufgaben „Digitales Lernen“ und „Qualifizierung für die digitale Arbeitswelt“. So werden bestehende Formen des Wissensaustausches und die traditionell engen und unmittelbaren Verbindungen zwischen KMU und Kompetenzzentren zunächst detailliert festgestellt bzw. erhoben. Auf dieser Grundlage und in Kooperation mit den KMU ist abzuklären, mit welcher digitalen Technik Transfervorgänge und Kommunikation (z. B. Baustellen-Tablets, Plattformen, Clouds, Videochat) stattfinden, um v. a. auch Fachkräfte in Baubetrieben anzusprechen und einzubinden.

Um Transferprozesse zu vereinfachen und zu verstetigen, sind zudem möglichst offene Standards der Beschaffenheit und Dokumentation sowie der Nutzung digitaler Bildungsangebote definiert. Ziel ist, Best-Practice-Lösungen (bauspezifische Lernmedien, Lernbausteine, Konzepte und Medien für Qualifizierung, Module für Information und Beratung) Netzwerkpartnern nach festgelegten Konditionen und systematisiert verfüg- und transferierbar zu machen.

Diese Tätigkeiten zur Systematisierung des Wissensaustausches sind einerseits Aufgabe von „DigiBAU-Expert:innen“ in den Kompetenzzentren. Diese kooperieren online und offline in einer Community of Practice (CoP) und sind damit zugleich Schnittstelle zu einer zentralen Vernetzungs- und Transferstelle, die von zwei Netzwerkpartnern gemeinsam geführt wird. Diese Stelle andererseits entwickelt, moderiert, unterstützt und koordiniert die Tätigkeiten der CoP – und so auch die Vorgänge in den Partnereinrichtungen selbst. Sie ist Kondensationspunkt der Kooperation im Netzwerk. Insgesamt obliegt diesem Personenkreis die Verantwortung für die Systematisierung des Wissensaustausches innerhalb des Netzwerkes „DigiBAU“ (siehe Abb. 1).

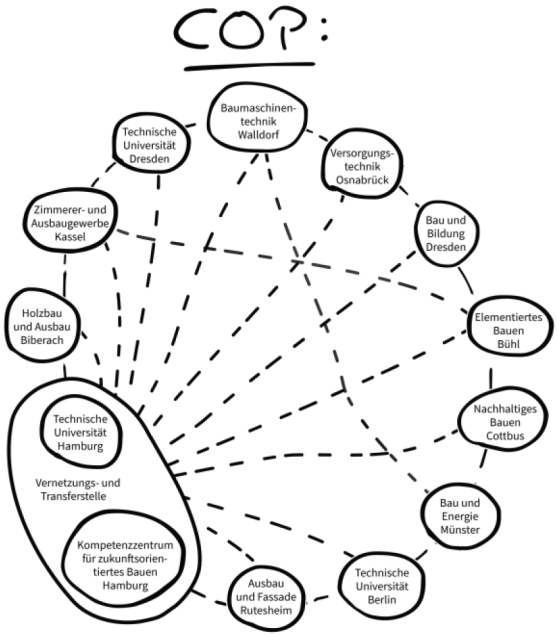


Abbildung 1: Netzwerk „DigiBAU“ (Grafik: zweifrauwerk)

Die Partner im Projekt „DigiBAU“ sind bereits gut verknüpft und bringen ihre Erfahrungen mit digitalen Lernprozessen, aber auch zur Ausgestaltung von Arbeitsformen sowie Beratungs- und Kommunikationsprozessen im Baubereich in das Netzwerk ein. Aktuelle Ergebnisse vieler Aktivitäten der Netzwerkpartner finden sich auf Lernplattformen oder Lernmanagement-Systemen sowie in Online- und Präsenzangeboten für Unternehmen und Bildungseinrichtungen des Baubereiches. Dazu liegen im Netzwerk umfangreiche und differenzierte Erfahrungen aus Projekten zum digitalen bauberuflichen Lernen vor. So wurde zum Beispiel im Rahmen des Projekts „MELINDA“ (Medienunterstütztes Lernen und Innovation in der handwerklichen Arbeit/BMBF 2016 – 2019) bereits eine große Datenbank mit Hinweisen auf digitale Lernmedien zu Bauthemen zusammengestellt. Diese Ergebnisse werden miteinbezogen. Auch ein „virtueller Maschinenraum“ aus diesem Projekt wird an die Bedarfe verschiedener Bildungseinrichtungen angepasst. Aus dem Vorhaben „DaviD“ (Das virtuelle Digitalgebäude/BMBF 2015 – 2017) steht ein virtuelles Gebäude für entdeckende Lernprozesse im Holzrahmenbau und der Gebäudetechnik zur Verfügung, das für den Bereich „Massivbau“ weiterentwickelt wird. Durch „AWIMAS“ (Aus- und Weiterbildung von Maschinenführern für die Bauindustrie durch interaktive Maschinensimulationen in virtuellen Umgebungen/BMBF 2012 – 2015) sind für die Ausbildung an Baumaschinen interaktive Maschinensimulationen in virtuellen Formaten verfügbar. Hieran soll angeknüpft werden, indem ein Modul zum Datentransfer mit Baumaschinen ergänzt wird und die innovativen Felder „automatische Maschinensteuerung“ und „Telematik von Maschinendaten“ unter Ge-

sichtspunkten eines nachhaltigen und effizienten Baumaschineneinsatzes durchdrungen und in Vorbereitung adäquater Bildungsangebote aufbereitet werden. Zur onlinegestützten Weiterbildung zu den Themen „Gewerkeschnittstellen" und „Gebäudesystemtechnik" werden Wissensbausteine auf Basis bereits existierender Lehrgangsmaterialen entwickelt. Ferner wird eine Lern- und Kommunikationsplattform in Form eines 5-D-Modells entwickelt und für den Einsatz im Rahmen der Aufstiegsfortbildung ausgerichtet.

Dabei sind auch urheberrechtliche Fragen zu klären, die mit dem aus- und weiterbildungsgerechten Einsatz von Bildern, Grafiken, Zeichnungen etc. bei der Entwicklung digitaler Lernmedien verbunden sind. Auf diese Problematik reagierend wird – gezielt für die Nutzung im Kompetenznetzwerk und später ggf. auch darüber hinaus – eine umfangreiche, systematisch zu befüllende Datenbank mit eigenen, gut verschlagworteten Fotos und Grafiken eingerichtet (Bauprodukte, technische Produkte, Konstruktionen, Baustellensituationen), die frei von Rechten Dritter sind. Beraten und unterstützt werden Betriebe zum Einsatz digitaler Technologien, zur Nutzung technischer Infrastruktur, ihren Nutzungserfahrungen sowie damit verbundenen Erfolgsfaktoren und Hemmnissen. Dafür kann auf bestehende Beratungskonzepte zurückgegriffen werden, die als Best-Practice-Lösungen allen Netzwerkpartnern zur Verfügung stehen.

Die Weiterentwicklung der Wissens- und Technologietransferstrukturen wird durch Hochschulen begleitet, die als assoziierte Partner Teil des Kompetenznetzwerkes Bau und Energie e. V. sind. Sie gewährleisten bzw. überprüfen Aktualität, Fachlichkeit und wissenschaftliche Fundierung sowie Innovation nicht nur in Analyse- und Recherchephasen, sondern auch, indem Befragungen in Berufsbildungsstätten und Betrieben vorbereitet, durchgeführt und ausgewertet werden.

Mit einem differenzierten Evaluationskonzept wird gewährleistet, dass die angestrebten Netzwerkentwicklungen an den Stand von Wissenschaft und Technik anknüpfen und auf bereits vorhandenen Strukturen aufbauen. Im Detail zielt sie auf die verlaufsbegleitende Messung und Optimierung in den Bereichen Organisation, Prozesse und Methoden, Produkte und Nachhaltigkeit. Mit der Evaluation wird ein Konzept verfolgt, welches unterschiedliche Schwerpunkte wie Usability, kognitive Aktivierung, Erhebung förderlicher und hemmender Faktoren (Kontext, Aufgabenstellungen, Repräsentationsformen usw.) vereint.

Zum Transfer gewonnener Erfahrungen binden die Netzwerkpartner bereits im Projektverlauf ihre regionalen Netzwerke und Partner (Betriebe, Kreishandwerkerschaften, Innungen, Berufsschulen, Hersteller u. a. m.) in den Austausch ein, auch durch Informations- und Anwendungsworkshops. Der Transfer von Bildungsangeboten und digitaler Expertise in lokale Netze und zu weiteren Partnern lässt zudem zusätzliche Synergien in der Verbreitung erwarten, da Kompetenzzentren ihre Kommunikationskanäle um jene der Netzwerkpartner erweitern. Geprüft wird, inwieweit sich Lösungen und Produkte – etwa aus der geplanten Bilddatenbank – auch auf dem freien Bildungsmarkt verbreiten lassen. So können Räume über das Kompe-

tenznetzwerk Bau und Energie e. V. hinaus entstehen, in denen das Know-how digitalen Lernens und Arbeitens angeboten und geteilt werden kann.

Bevor bereits bestehende Leistungen, Angebote und Expertisen abgestimmt und vernetzt werden können, sind diese bei den Partnern und Betrieben bzw. im Netzwerk insgesamt zu erheben und auszubilden. Bekannt ist, dass von den Akteur:innen im Netzwerk bereits eine Fülle bauberuflicher Bildungs- und Lernangebote erarbeitet wurden bzw. aktuell entwickelt werden. Mit Blick auf digitale Lernprozesse in den jeweiligen Partnereinrichtungen wird beispielsweise festgestellt, welche digitale technische Lerninfrastruktur eingesetzt wird (Lernplattform, virtuelles Klassenzimmer, e-Whiteboards, Videotechnik, Software, Hardware o. a.). Ferner wird erhoben, welche Kursangebote mit Onlineanteilen bei den Partnern bestehen, welche digitalen Lernmedien eingesetzt werden (vom Mikrobaustein bis zum Onlinekurs), was besonders intensiv genutzt wird oder wo Erfolgsfaktoren liegen bzw. vor allem, wo sich Hemmnisse für eine intensivere und breitere sowie betriebspraktische Nutzung ausmachen lassen.

Was die Qualifizierung für digitale Technik in der Bauarbeit betrifft, wird bestimmt, welche Bildungsangebote speziell auf die Digitalisierung in bzw. von Arbeitsprozessen zu adressieren sind. Vergleichend zu analysieren sind hier beispielsweise Optionen der Durchführung in separaten Weiterbildungskursen oder in der Aus- und Fortbildung. Insbesondere werden vorhandene Informations- und Beratungsangebote für KMU zum Einsatz digitaler (Lern-)Techniken, aber auch zu den damit verbundenen weiteren Veränderungsprozessen wie Personal-, Organisationsentwicklung und Marketing kriterienbezogen bewertet.

Ergebnis ist eine Gesamtschau vorhandener Bildungsangebote, Lösungen und Unterstützungsleistungen, die es ermöglicht, Doppelarbeiten zu vermeiden, Synergieeffekte zu veranschaulichen, aber auch nicht besetzte Themenfelder zu identifizieren. Sie ist damit eine bindende Grundlage für die Abstimmung und Vernetzung bestehender Kompetenzen, Bildungsangebote und Unterstützungsleistungen. Angestrebt wird eine ausgewogene Verteilung partnerspezifischer Profilthemen (z. B. elementiertes Bauen, Versorgungstechnik, Restaurierung, Holz und Ausbau) sowie insbesondere auch partnerübergreifende Querschnittsthemen (Arbeitssicherheit, Ökologie und Nachhaltigkeit, Gewerkekooperation), die Abstimmung und Vernetzung zugleich voraussetzen und fördern.

Bestehende Bildungsangebote und Lösungen werden im Kreis der Bildungseinrichtungen insbesondere auf die Bedarfe der KMU hin abgestimmt. Die Ergebnisse einer solchen Erhebung sind strukturiert und für alle Partner und Interessenten leicht recherchierbar im Netzwerk anhand eines „virtuellen Schaufensters“ darzustellen. Darin präsentieren und finden Netzwerkpartner auf jeweiligen „Fact-Sheets“ oder Profilkarten digitale Lernangebote, Lösungen und Unterstützungsleistungen. So lassen sich vor allem Themennachbarschaften und Vernetzungsoptionen zwischen Partnern einfach hervorheben.

Anhand eines „virtuellen Schaufensters“ sind ferner Interessengruppen unter den Netzwerkpartnern und Akteur:innen gut zu identifizieren oder aufeinander auf-

merksam zu machen. Das wiederum lässt sich durch virtuelle Kommunikationsstrukturen befördern. Es erleichtert Personen aus dem Netzwerk anhand individueller Profile die Kontaktaufnahme, aber auch das Aufteilen von Arbeitsinhalten. Baubetriebe profitieren von einem auf diese Weise präsenten, überregional vernetzten Fort- und Weiterbildungsangebot für digitales bauberufliches Lernen. In der Zusammenstellung verschiedenster Angebote können z. B. betrieblich Ausbildende in den KMU und auch Fachkräfte eigeninitiativ nach Lernangeboten recherchieren und Kontakte in Erfahrung bringen (siehe Abb. 2).

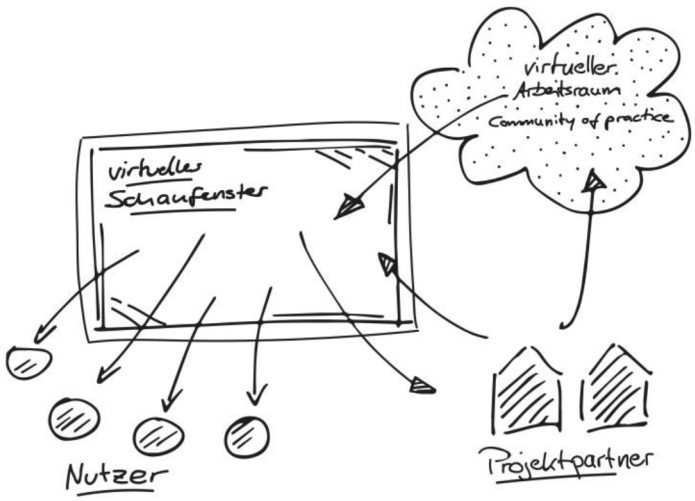


Abbildung 2: Virtueller Arbeitsraum in der Community of Practice und Angebote bauberuflichen Lernens und Arbeitens in einem virtuellen Schaufenster

Weil bestehende Kompetenzen, Bildungsangebote und Unterstützungsleistungen in aller Regel eng mit den jeweiligen Personen und Akteur:innen im Netzwerk verbunden sind, entwickeln sich Strukturen und Inhalte der Vernetzungen darüber hinaus auch im Format der Präsenztreffen. Dazu werden – über die virtuelle Interaktion in der Community of Practice hinaus – regelmäßige Synergieforen realisiert. Anhand solcher Anlässe und Umgebungen können Akteur:innen Expertenwissen austauschen, eigene Kompetenzen verknüpfen und ergänzen, innovative Konzepte und Techniken digitalen Lernens oder Arbeitens im Rahmen organisierter Aus-, Fort- und Weiterbildung erwerben sowie neue Kooperationen begründen. Auch bieten sie Anlass, um Projektergebnisse in ortsansässige KMU zu transferieren. Ferner bilden Informationsveranstaltungen und Anwendungs- oder Entwicklungsworkshops dieser Art – als Best-Practice-Meetings, in denen gelungene Beispiele digitalen Lernens für andere Netzwerkpartner und KMU erfahrbar gemacht werden – einen Kern der Vernetzung bestehender Kompetenzen, Bildungsangebote und Unterstützungsleistungen sowie ihres Transfers.

3 Analyse der Netzwerkbeziehungen – Forschungsmethodischer Ansatz

Die Analyse der Kooperationsbeziehungen innerhalb des Netzwerkes dient der Feldordnung im Hinblick auf mögliche Wirkungszusammenhänge zwischen digitalem Lernen in den Kompetenzzentren und digitalem Arbeiten auf der Baustelle. Sie soll Potenziale, Hemmnisse und Ansatzpunkte im fortschreitenden Prozess der Digitalisierung aufzeigen. Dabei sollen bauberufliche Kooperationsstrukturen innerhalb der Zentren, zwischen Zentren einer Region sowie auf nationaler Ebene sichtbar werden, indem institutionelle, inhaltliche und prozessuale Aspekte sowie mögliche Rahmenbedingungen als Einflussgrößen beschrieben und miteinander verglichen werden.

Als Ergebnis sollen der Stand und der Bedarf digitaler Ressourcen und digitaler Qualifizierung im Netzwerk und in KMU der Bauwirtschaft bestimmt werden. Es wird angestrebt, aus den Befunden Gelingensbedingungen für eine erfolgreiche Kooperation der Zentren im Hinblick auf passgenaue und für die nachfragenden KMU präferenzgerechte digitale Bildungsangebote abzuleiten. Dadurch soll der Entscheidungsebene in den Zentren eine Orientierung für den weiteren Prozess der Digitalisierung gegeben werden können.

Die Feldordnung wird methodologisch anhand einer Grounded Theory nach A. Strauß durchgeführt. Sie „basiert auf pragmatisch-interaktionistischer Wissenschafts- und Erkenntnistheorie. Kern des Verfahrens sind ein kontinuierliches Vergleichen der Ereignisse in den Daten miteinander im Zuge eines drei- bzw. [...] zweistufigen Kodierprozesses sowie ein sukzessives ‚theoretisches Sampling', gesteuert durch Kriterien aus dem laufenden Theoriebildungsprozess" (Hillmann 2007, S. 314). Die Grounded Theory „bietet am ehesten die Gewähr, den Forschungsprozess nicht in erster Linie zu reflektieren [...], sondern ihn voranzutreiben, d. h. mit einem minimalen Aufwand an Datenerhebung ein Maximum an Datenanalyse und folgender Theoriebildung zu erreichen" (Hildenbrand 2007, S. 41 f.).

Die Digitalisierung des Lernens und Arbeitens im Alltag der Zentren und der KMU wird hier als Innovationsprozess, der in Phasen abläuft (vgl. Rammert 2007, S. 29), und als kultureller Prozess der Aneignung von Technologien durch den Menschen verstanden: „Solche Integrationsleistungen sind vor allem in Krisensituationen gefragt, [...] wenn technische Innovationen durch radikale Andersartigkeit den gewohnten Lebensstil der Beteiligten empfindlich stören und sich nicht umstandslos in den Alltag integrieren lassen" (Degele 2002, S. 114). Dieser tiefgreifende Wandel soll auf der Grundlage der Akteur-Netzwerk-Theorie nach Bruno Latour (vgl. Ruffing 2009) betrachtet werden, wo technische und soziale Aspekte miteinander verknüpft werden: Durch die Rückverfolgung vielgestaltiger Vermittlungs- und Übersetzungsprozesse (Rammert 2002, S. 33 ff.) wird der fortschreitende Übergang von zunächst rein menschlichen Handlungen auf sogenannte soziotechnische Systeme aus Mensch, Technik und ihrer Organisation vom einfachen Umgang mit der Säge bis hin zur Programmierung einer komplexen Abbundmaschine sichtbar.

Als Instrument der Untersuchung dienen leitfadengestützte Expertengespräche, sogenannte fokussierte Interviews:

> „Man [könnte] sie auch als Spezialform teilstandardisierter Interviews ansehen. Sie sind jedoch in der Anregung freier, auch assoziativer Stellungnahmen zu den Gesprächsgegenständen offener als beispielsweise die Strukturinterviews. Denn ein Ziel fokussierter Interviews ist es ja gerade, die Themenreichweite zu maximieren und den Befragten die Chance zu geben, auch nicht antizipierte Gesichtspunkte zur Geltung zu bringen" (Hopf 2007, S. 353).

Geführt werden diese Interviews mit den Geschäftsführungen, den Ausbildungs- und/oder Weiterbildungsleitungen, Abteilungsleitungen, den DigiBAU-Expert:innen und Meister:innen sowie Pädagog:innen in den Zentren. Die Gespräche werden je nach Gruppe auf strategische, organisatorische, sozioökonomische, individuelle und soziale sowie fachkulturelle und didaktische Aspekte der Organisation des digitalen Wandels zugeschnitten, und es werden auch Zukunftserwartungen und Folgerungen für das eigene Geschäftsmodell im Hinblick auf kooperativ erarbeitete Angebote im Kompetenznetzwerk Bauen und Energie abgefragt.

Zu diesem Zweck wurde zunächst eine Vollerhebung für alle genannten Ebenen bei einem norddeutschen Ausbildungszentrum durchgeführt und die Gespräche ausgewertet. Danach wurden die Gesprächsleitfäden angepasst und Interviews in den Partner-Kompetenzzentren durchgeführt. Nach Auswertung aller Gespräche sollen die Aussagen der Befragten kontrastiert und zu Befunden verdichtet werden, aus denen sich neue Hypothesen für weitere, nun stärker standardisierte Befragungen während der Projektlaufzeit ergeben sollen.

Das Erkenntnisinteresse liegt in der Feldordnung auf dem Aspekt der Organisation der Digitalisierung des Lernens und Arbeitens in den Kompetenzzentren und darauf, wie das Thema durch die beteiligten Akteur:innen gehandhabt wird. Es sollen Antworten auf drei forschungsleitende Fragen gefunden werden:

1. Welche Haltung zur Digitalisierung haben die Akteur:innen des Gestaltungsfeldes?
2. Welche Maßnahmen zum Umgang mit der Digitalisierung treffen sie?
3. Welche Gelingensbedingungen zur Digitalisierung von Lernen und Arbeiten lassen sich aus den Befunden ableiten?

4 Digitales Lernen und Arbeiten in Kompetenzzentren – Erste Ergebnisse

Die im Folgenden kurz angerissenen Vermutungen zeigen – nach Befragungen in sechs von zehn Kompetenzzentren – einen Überblick mit ersten und vorläufigen Tendenzen über den Umgang mit der Digitalisierung des bauberuflichen Alltags, die Beschaffenheit des Netzwerks und die Zusammenarbeit im Netzwerk. Allerdings

müssen die jeweiligen Wirkungszusammenhänge noch geklärt und insbesondere Einflussfaktoren zum Teil noch bestimmt und analysiert werden.

Die Partner im Netzwerk agieren mit unterschiedlichen Rahmenbedingungen im Hinblick auf die eigene Größe (vom Monozentrum für ein einziges Berufsbild über komplette Angebote für die Berufe des Bauhauptgewerbes bis hin zum Supermarkt für zahlreiche Handwerksberufe) und die eigene Fokussierung (z. B. nur auf Weiterbildung mit aufwendig zu organisierenden externen Dozent:innen anstelle von internen Vollzeitstellen).

In einigen Zentren steht ein Generationenwechsel bei den Meister:innen aktuell an, während andere Zentren diesen Wandel bereits vollzogen und vor allem technikaffines Personal eingestellt haben. Insgesamt sehen jedoch auch die der Digitalisierung skeptisch gegenüberstehenden Meister:innen und Ausbildungsleiter:innen die Notwendigkeit, diesen Prozess einzuleiten und aktiv zu gestalten, um als Kompetenzzentrum nicht den Anschluss zu verlieren.

Die Zentren agieren dabei überwiegend regional in sozioökonomisch disparaten Teilregionen, was Wachstum oder Schrumpfung, Ab- oder Zuwanderung sowie das Bildungsniveau der Auszubildenden und das Lohnniveau der Ausgebildeten angeht. Insofern müssen Angebote in Umfang und Didaktik auf die vor Ort ansässigen Zielgruppen zugeschnitten werden.

Vermutlich lassen sich bei vertiefender Analyse in den Zentren bereits erreichte Etappen auf dem Pfad der Digitalisierung je nach Bauberuf unterscheiden und Vergleiche im Hinblick auf den Grad der Digitalisierung anstellen. Angetroffen wurde ein breites Spektrum: das traditionelle Handwerk, das zwar Impulse durch die Verfügbarkeit von Technik erhält, aber nur allmählich „digital infiltriert“ wird und diesen Wandel im Hinblick auf das eigene Selbstverständnis intensiv hinterfragt; ebenso gibt es Bauberufe, die den Einsatz von digitalen Werkzeugen aus Gründen der Arbeitserleichterung in ihren Berufsalltag wie selbstverständlich integrieren und nicht mehr hinterfragen; und es gibt Zentren, die das soziotechnische System aus Mensch und Maschine seit jeher als ihren zentralen Arbeitsgegenstand betrachten.

Das Netzwerk zeigt zwar eine Organisation aus heterogenen Partnern, jedoch sind Gemeinsamkeiten weitgehend definiert und haben zu gemeinsamen Projekten geführt. Die Teilnetzwerke werden durch digitale „Innovationstreiber“ (siehe Abb. 3) initiiert und bilden sich zunächst mehr auf persönlicher Ebene und mit einer überschaubaren Anzahl von Mitgliedern, die inkrementalistisch und am konkreten Gegenstand arbeiten. Diese von den Treibern regulierten Teilnetzwerke tragen ganz wesentlich zur weiteren Stabilisierung und zu weiteren Kooperationen im Gesamtnetzwerk bei, denn sie sind in der Lage, auch die „analogen Netzwerker:innen“ schnell zu integrieren.

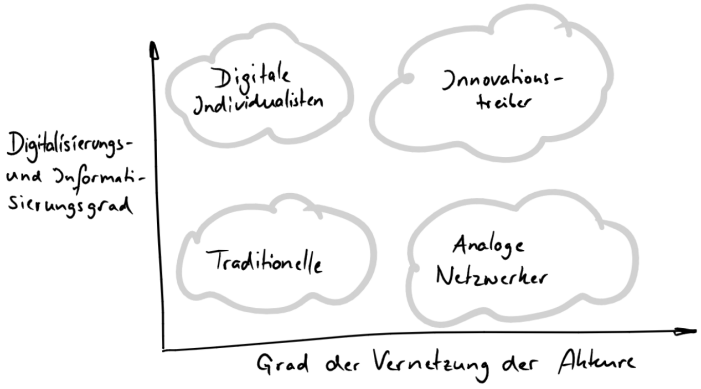


Abbildung 3: Erste Tendenzen zur Einordnung der Akteure im Verbundnetzwerk „DigiBAU“

Beide Typen übernehmen die Vorreiterfunktion für die Überzeugung der „Traditionalisten“. Die „digitalen Individualisten“ haben eine Sonderstellung: Sie befassen sich seit Langem mit digitalen Infrastrukturlösungen für ihr Zentrum, denken zum Teil weit in die Zukunft hinein und sind den anderen Akteur:innen dadurch weit voraus. Aufgrund ihrer Expertise sind sie jedoch vor Ort und im Netzwerk besonders gefragte Ansprechpartner, denn ohne diesen Typus wäre es für die übrigen Akteur:innen sehr viel schwieriger und kostspieliger, das notwendige Know-how zu erwerben.

Das Projekt „DigiBAU“ benötigt aufgrund seiner Beschaffenheit, seines Umfangs und der Zahl der Partner einen vorab unterschätzten organisatorischen Aufwand an technischer und sozialer Infrastruktur mit intensiven Abstimmungsprozessen in der Community of Practice. Angestrebt wird daher zunächst, eine Vertiefung der Zusammenarbeit über niedrigschwellige Angebote und „kleine“ Projekte zwischen den Partnern anzustoßen. Auf diese Weise sollen gemeinsame Handlungsprogramme und Routinen entwickelt werden, die im weiteren Verlauf bei größer werdenden Projekten möglichst weit entwickelt zur Verfügung stehen.

Durch die sich intensivierende Zusammenarbeit seit Beginn des Projektes werden für die Partner immer deutlicher komplementäre Kompetenzen sichtbar, die zu Synergieeffekten bei der Ausarbeitung und Bereitstellung von Bildungsangeboten genutzt werden und den Partnern auch bei der Weiterentwicklung ihrer Geschäftsmodelle helfen können.

5 Fazit und Ausblick

Das Verbundprojekt „DigiBAU“ ist mit einer Laufzeit von 48 Monaten und 13 Projektpartnern aus dem ganzen Bundesgebiet eines der großen Projekte in der Förderlinie „Transfernetzwerke Digitales Lernen in der Beruflichen Bildung (DigiNet)“ des BMBF. Entsprechend umfangreich und differenziert waren bereits die Planungs- sowie Entwicklungsarbeiten in der Phase der Projektbeantragung. Die Pro-

jektarchitektur selbst kann zum jetzigen Stand als durchführbar und ertragbringend beschrieben werden. Bereits nach achtmonatiger Projektlaufzeit zeigt sich, dass wesentliche und projektbedingende Annahmen bzw. Voraussetzungen zutreffen. Hierzu gehören vor allem der vorhandene Fundus existierender Bildungs- und Qualifizierungsansätze an den Partnerstandorten sowie zahlreiche positive Erfahrungen aus vergangenen Projektbearbeitungen und Projektkooperationen. Die fachliche und erfahrungsbezogene Heterogenität der Partner führen allerdings auch zu unterschiedlichen Bearbeitungstempi, worauf die Ablaufplanung dezidiert abzustimmen ist. Sichtbar werden zudem Synergieeffekte, die bisher nicht unbedingt absehbar waren, die sich aber aus ähnlichen Intentionen und Absichten im Bereich beruflicher Qualifizierung ergeben. Zudem wird deutlich, dass eine Face-to-Face-Kommunikation und persönliche Kontakte in regelmäßigen Synergietreffen und Meetings in situ an unterschiedlichen Partnerstandorten zwar unverzichtbar sind, dass aber die gemeinsame Bearbeitung von Teilprojekten zwischen Offlinetreffen („Synergietreffen“) zwingend einer systematisch koordinierten Onlinekommunikation bedarf. Hierzu werden zeitnah entsprechende Möglichkeiten in der Form virtueller Arbeitsräume geschaffen werden.

Literatur

Degele, N. (2002). Einführung in die Techniksoziologie. Stuttgart: UTB.

Dräger, J. & Müller-Eiselt, R. (2017). Die digitale Bildungsrevolution. Der radikale Wandel des Lernens und wie wir ihn gestalten können. München: Deutsche Verlags-Anstalt.

Gensicke, M., Bechmann, S., Härtel, M., Schubert, T., García-Wülfing, I. & Güntürk-Kuhl, B. (2016). Digitale Medien in Betrieben – heute und morgen. Eine repräsentative Bestandsanalyse. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung.

Hildenbrand, B. (2007). Anselm Strauss. In: U. Flick, E. v. Kardorff & I. Steinke (2007), Qualitative Forschung. Ein Handbuch (5. Aufl.). Reinbek: Rowohlt-Taschenbuch-Verl., S. 32–41.

Hillmann, K.-H. (2007). Wörterbuch der Soziologie. Stuttgart: Alfred Kröner Verlag.

Hopf, C. (2007). Qualitative Interviews – ein Überblick. In: U. Flick, E. v. Kardorff, & I. Steinke (2007), Qualitative Forschung. Ein Handbuch (5. Aufl.). Reinbek: Rowohlt-Taschenbuch-Verl., S. 349–359.

Jehle, P., Seyffert, S. & Wagner, S. (2011). IntelliBau. Anwendbarkeit der RFID-Technologie im Bauwesen. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.

Jehle, P., Michailenko, N., Seyffert, S. & Wagner, S. (2013). IntelliBau 2. Das intelligente Bauteil im integrierten Gebäudemodell. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Kölzer, T. & Ranke, H. (2014). Informatisierung in der Baufacharbeit. BAG-Report Bau-Holz-Farbe. Erweiterte Aufgabenfelder beruflicher Bildung, 16 (2), S. 38–43.

Mersch, F. F. (2016). Berufswissenschaftliche Anforderungen und Aufgaben im Bauwesen. In: S. Baabe-Meijer, W. Kuhlmeier & J. Meyser (Hrsg.), Zwischen Inklusion und Akademisierung – aktuelle Herausforderungen für die Berufsbildung. Norderstedt: Books on Demand GmbH, S. 156–179.
Rammert, W. (2002). Technik und Sozialtheorie. Frankfurt, New York: Campus Verlag.
Rammert, W. (2007). Technik-Wissen-Handeln. Zu einer pragmatistischen Technik- und Sozialtheorie. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
Ruffing, R. (2009). Bruno Latour. Paderborn: Willhelm Fink Verlag.
Weyer, J., Kirchner, U., Riedl, L. & Schmidt, J. F. K. (1997). Technik, die Gesellschaft schafft. Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese. Berlin: Edition Sigma.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Netzwerk „DigiBAU“ 278

Abb. 2 Virtueller Arbeitsraum in der Community of Practice und Angebote bauberuflichen Lernens und Arbeitens in einem virtuellen Schaufenster 281

Abb. 3 Erste Tendenzen zur Einordnung der Akteure im Verbundnetzwerk „DigiBAU“ 285

Autoren

Ranke, Hannes, M. Ed., Oberingenieur, Institut für Angewandte Bautechnik, Technische Universität Hamburg, Am Schwarzenberg-Campus 4, 21073 Hamburg, hannes.ranke@tuhh.de

Krümmel, Stefan, Dr. rer. pol., Dipl.-Geogr., Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut für Angewandte Bautechnik, Technische Universität Hamburg, Am Schwarzenberg-Campus 4, 21073 Hamburg, stefan.kruemmel@tuhh.de

Mersch, Franz Ferdinand, Prof. Dr., Institutsleiter, Institut für Angewandte Bautechnik, Technische Universität Hamburg, Am Schwarzenberg-Campus 4, 21073 Hamburg, ffmersch@tuhh.de

Bedeutung der Digitalisierung für die Bauausführung in sächsischen Bauunternehmen

Stefan Martin, Manuela Niethammer

Abstract

Die breitenwirksame Umsetzung der digitalen Bauplanung und -ausführung scheint nur zögerlich zu gelingen. Konkrete Daten zur Digitalisierung in der Baubranche sowie im Besonderen des Building Information Modeling als kooperative Arbeitsmethodik liegen derzeit kaum vor. Dementsprechend können auch nur begrenzt resultierende Kompetenzanforderungen für die Fachkräfte in der Baubranche bestimmt werden. Die vorliegende Studie geht deshalb der Frage nach, welche Effekte der Digitalisierung gegenwärtig für die Bauausführung in Sachsen durch die Betroffenen bereits wahrgenommen werden und welche zukünftigen Veränderungen erwartet werden.

The widespread implementation of digital construction planning and execution seems to be succeeding only gradually. There is hardly any tangible data available about the digitalization of the building industry, especially with regard to Building Information Modeling as a form of cooperative working methods. Accordingly, competence requirements for specialists in the construction industry can be determined only limitedly. The present study, therefore, examines the question which effects of digitalization in the Saxon construction execution are already perceived by the affected people, and which future changes are expected.

1 Problementfaltung

Die Bundesregierung sieht eine umfassende Verwendung von BIM ab dem Jahr 2020 vor. In der Einführung zum Stufenplan Digitales Planen und Bauen heißt es:

> „Die Zukunft des Planens, Bauens und Betreibens wird wesentlich durch den digitalen Wandel bestimmt. Die Erstellung digitaler, virtueller Bauwerksmodelle, die anschließend auf der Baustelle realisiert werden und dann als Grundlage für die Betriebsphase dienen, wird in einigen Jahren den Baualltag bestimmen und auch für den Verkehrsinfrastrukturbereich maßgeblich sein. Das spiegelt sich wider in Entwicklungen im Ausland: Vor allem in den Vereinigten Staaten, dem ostasiatischen Raum, den skandinavischen Ländern, dem Vereinigten Königreich und den Niederlanden wird die Nutzung von BIM systematisch vorangetrieben“ (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2015).

Neben dem Stufenplan Digitales Planen und Bauen liegen Leitfäden für die BIM-Nutzung und Studien, die sich mit der Einführung von BIM befassen, vor. Im Jahr 2020 wird erstmals die „digitalBAU" stattfinden, eine Messe, die das breite Potenzial der Digitalisierung der Prozesskette Planen – Bauen – Betreiben von Gebäuden thematisieren wird.

Trotz dieser Vorstöße scheint die breitenwirksame Umsetzung des digitalen Planens, Bauens und Betreibens nur zögerlich zu gelingen. Konkrete Daten zur Digitalisierung in der Baubranche sowie im Besonderen des Building Information Modeling als kooperative Arbeitsmethodik liegen derzeit kaum vor.

Aufgrund der schwachen Datenlage können auch nur begrenzt resultierende Kompetenzanforderungen für die Fachkräfte in der Baubranche bestimmt und Qualifizierungsangebote abgeleitet werden. Die vorliegende Studie geht deshalb der Frage nach, welche Effekte der Digitalisierung gegenwärtig für die Arbeitswelt der Bauausführung in Sachsen durch die Betroffenen bereits wahrgenommen werden und welche zukünftigen Veränderungen erwartet werden. Die Fokussierung auf die bauausführenden Unternehmen resultiert aus dem Interesse, eventuelle Änderungen in den Kompetenzanforderungen an Gesell:innen und Polier:innen frühzeitig wahrzunehmen und angemessene Bildungskonzepte zu etablieren. Darüber hinaus galt und gilt es zu prüfen, ob für die Thematik Digitalisierung im Bau bzw. BIM in der Stufenausbildung der Bauwirtschaft ausreichend Handlungsspielraum gegeben ist und ob damit zugleich auch eine Attraktivitätssteigerung für die Bauberufe erreicht werden kann. Dieser Aspekt wird hier nicht beleuchtet.

Zum Stand der Digitalisierung sowie zum BIM-Einsatz in sächsischen Unternehmen der Bauausführung waren zum Zeitpunkt dieser Studie keine empirischen Erhebungen bekannt. Die Umsetzung der Studie wurde in drei Arbeitspakete untergliedert: Konzeption der Analyse; Durchführung der Erhebung und Dokumentation der Daten sowie Auswertung der Daten.

2 Konzeption der Analyse

Für die Konzeption der Analyse waren die Auswahlkriterien für die befragten Unternehmen und die Untersuchungsmethodik samt der Erstellung eines Manuals und der Instrumentarien zur Datenerhebung festzulegen. Die Datenerhebung erfolgte durch Interviews, welche transkribiert wurden. Die Auswertung der gewonnenen Daten fokussierte darauf, die wahrgenommene Relevanz von BIM für die sächsischen Bauunternehmen sowie erkannte Qualifikationsbedarfe für die Mitarbeitergruppen herauszustellen.

2.1 Kriterien für die Auswahl geeigneter Unternehmen

Für die Datenerhebung wurden sowohl KMU (Kleinstunternehmen mit ≤ 9 Mitarbeiter:innen, kleine Unternehmen mit ≤ 49 Mitarbeiter:innen und mittlere Unternehmen mit ≤ 249 Mitarbeiter:innen, im Sinne der Definition der Europäischen

Union 2003, S. L 124/39) als auch große Unternehmen (≥ 250 Mitarbeiter:innen) einbezogen, da zu erwarten war, dass Veränderungen, Bedarfe und Wünsche hinsichtlich der Digitalisierung der Arbeit in Abhängigkeit der Unternehmensgröße bzw. der damit verbundenen Organisationsstrukturen unterschiedlich ausfallen. Dementsprechend sollte jeweils die gleiche Anzahl der unterschiedlich großen Unternehmen befragt werden, um einen geeigneten Querschnitt zu erhalten.

Des Weiteren waren möglichst Bauunternehmen mit je einem der Geschäftsfelder Hoch-, Tief- sowie Ausbau einzubeziehen, um geschäftsfeldspezifische Sichtweisen berücksichtigen zu können.

Der Analysefokus wurde auf ausbildende Betriebe gerichtet, da bei ihnen von einem entsprechenden Interesse an der zukünftigen Gestaltung der Aus- und Weiterbildung ihrer Fachkräfte ausgegangen wird. Sie verstehen ihre Lehrlinge mitunter sogar als Multiplikatoren, die im Stil des Reverse Coaching nach absolvierten Softwareschulungen die anderen Mitarbeiter:innen im Tagesgeschäft in neue Anwendungen einführen (handwerk magazin 2017, S. 43).

Interviewt wurden Personen, die zum mitarbeiterführenden Personal zählen, wie Bauleiter:innen oder geprüfte Poliere:innen bzw. Meister:innen als Vertreter:innen des mittleren Baustellenmanagements. Sie sind eine wichtige Schnittstelle zwischen den Auftraggeber:innen (Bauherr:innen und Architekt:innen) und den auf dem Bau tätigen Gewerken und somit auch zwischen Planung und Ausführung von Bauvorhaben. Als hochqualifiziertes Personal begleiten sie den Bauablauf direkt vor Ort. Ihre Expertise wird als maßgebliche Informationsquelle hinsichtlich der Herausforderungen der Digitalisierung angenommen.

Die bereits realisierte Nutzung von BIM durch die Unternehmen war kein Auswahlkriterium, da eine solche Fokussierung zur Verzerrung der Ergebnisse geführt hätte. Zudem sollte vermieden werden, Unternehmen zu vernachlässigen, die BIM bisher noch nicht nutzen, aber Interesse daran haben. Nach einer Studie des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation nutzen erst rund 29 % der am Bau beteiligten Akteure BIM „eher häufig“ bis „immer“ als Planungsmethode (Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation 2015, S. 11).

2.2 Untersuchungsmethodik

Mit der Analyse sollten Informationen über den Stand und die Perspektiven sächsischer Bauunternehmen hinsichtlich der Digitalisierung, insbesondere der Arbeitsmethode des Building Information Modeling erhoben werden. Die Leitfragen waren:

- Wie ordnen die Befragten den Begriff Digitalisierung ein?
- Welches Verhältnis haben sie zu Sinn und Zweck der Digitalisierung und BIM innerhalb ihres Unternehmens?
- Welche ihrer Arbeitsaufgaben werden schon heute durch die Digitalisierung beeinflusst und welche Perspektiven werden ihrer Meinung nach für die künftige Entwicklung eine Rolle spielen?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde der Blick auf konkrete Arbeitsaufgaben in der Leistungsphase der Bauausführung gerichtet. Der Arbeitsprozess der Bauausführung lässt sich in die Teilfelder „Baustelle einrichten", „Bauleistung erbringen" und „Baustellenberäumung" gliedern. Diese stellt sich vereinfacht wie in Abb. 1 dar.

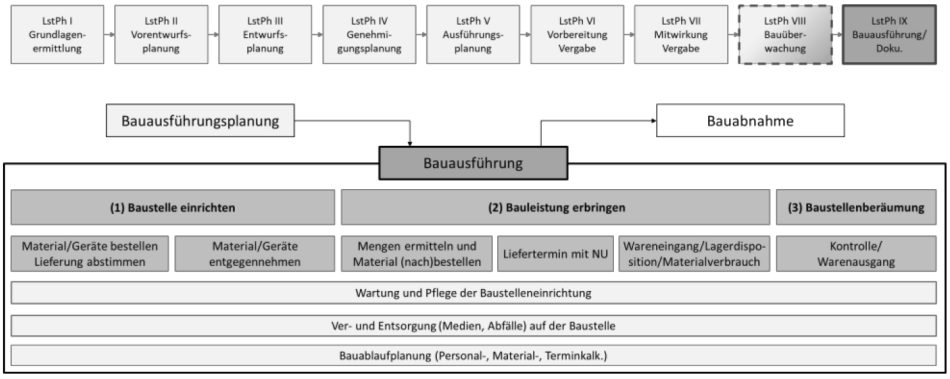


Abbildung 1: Fließschema Bauausführungsphase

Das Fließschema bietet eine Orientierungsgrundlage für die Mitarbeiterbefragung mittels halbstandardisierter Fachinterviews (Experteninterview) mit weitgehend offenem Fragetypus zur Exploration der derzeitigen Überzeugungen im Unternehmen. Durch einen Interviewleitfaden wird die bessere Vergleichbarkeit der Befragungen untereinander abgesichert. Es werden zunächst typische Aspekte der Digitalisierung für Bauunternehmen grafisch dargestellt, um die befragte Person systematisch in das Thema einzuführen. Daran anschließend werden die Bauausführungsphase und ihre Digitalisierungspotenziale in das Zentrum der Befragung gerückt.

2.3 Charakterisierung der an der Befragung teilgenommenen Unternehmen

Für die Studie konnten insgesamt zehn Erhebungen bei neun verschiedenen Unternehmen realisiert werden. Eines der Unternehmen ermöglichte zwei Termine, um mit Vertretern zweier Geschäftsfelder separat reden zu können. Zwei weitere Unternehmen mit mehreren Geschäftsfeldern ermöglichten einen Termin, in dem der Interviewpartner jeweils als Ansprechpartner für zwei Geschäftsfelder galt. Unter den Unternehmen befand sich außerdem ein Planer, welcher berücksichtigt wurde, um umfassendere Einblicke zu erhalten.

Tabelle 1: Charakterisierung der Stichprobe über das Geschäftsfeld (eigene Darstellung)

Geschäftsfeld	Anzahl der befragten Unternehmen
Hochbau	5
Tiefbau	3
Ausbau	3
Planer	1

Der Anspruch, eine gleiche Verteilung für die Befragungen in Abhängigkeit der Unternehmensgröße zu sichern, konnte nicht erfüllt werden. Zumindest mit den zugrunde gelegten Schwellenwerten für die Einteilung nach Unternehmensgröße (gemäß der EU) ließ sich keine Gleichverteilung erreichen.

Tabelle 2: Charakterisierung der Stichprobe über die Unternehmensgröße (eigene Darstellung)

Unternehmensgröße	Zahl der Beschäftigten	Durchgeführte Befragungen
Kleinstunternehmen	≤ 9	1
kleine Unternehmen	≤ 24	1
mittlere Unternehmen	≤ 249	4
große Unternehmen	≥ 250	3

Die Bereitschaft, das Interview aufzeichnen zu lassen, war nicht bei allen Befragten unmittelbar gegeben. Nach persönlicher Erläuterung des Zwecks der Aufzeichnung erklärten sich mit einer Ausnahme aber letztendlich alle hierzu bereit. Die Mitschnitte wurden anschließend in MAXQDA importiert und durch den/die Interviewer:in transkribiert.

3 Auswertung der Ergebnisse

3.1 Codierung und Zuordnung zu den Bauausführungsphasen

Aus den transkribierten Interviews wurden im Rahmen der Auswertung Codes und Subcodes abgeleitet. Diese fungieren als Marker für die Einordnung der Aussage bzw. der Position des Befragten. So wurden Belege gesammelt, welche Potenziale oder Probleme in der Digitalisierung der Bauausführungsphase gesehen werden oder wo sich ein direkter Qualifizierungsbedarf zeigt.

Tabelle 3: Abgeleitete Codes und Subcodes (eigene Darstellung)

Codes	Subcodes
Problemidentifikationen	A: Ablehnung von Technologien B: Mehraufwand durch Digitalisierung C: Vorteile der „alten Technik“ D: Gefahren der „neuen Technik“ E: Kommunikations-/Abstimmungsprobleme
Qualifizierungsbedarfe	A: Überforderung B: Qualifizierungsbedarf des Personals
Erkannte Potenziale	A: Nachteile der „alten Arbeitsweise“ B: Vorzüge der „neuen Technik“ C: Anwendung digitaler Technologien (aktuell) D: Idee/Wunsch digitaler Technologien
Attraktivitätssteigerung der Bauberufsausbildung	A: Interesse am Beruf steigern/wecken B: Bedeutung der (ursprünglichen) Handwerks
Verweise auf andere Beteiligte	A: Vergleich mit anderen Gewerken B: Verweis auf andere Mitarbeiterebenen
Building Information Modeling	A: Nachteile von BIM B: Vorzüge von BIM C: BIM-Nutzung allgemein

Anschließend wurde geprüft, welche der Codes für welche der einzelnen Bauausführungsphasen bedeutsam sind. Dieses Matching bildet die Basis für die Ergebnisdiskussion und ermöglicht eine erste Quantifizierung der Interviewaussagen (vgl. Abb. 2). Formulierungen, die entweder nicht in die Bauausführungsphasen passen oder aber übergeordneter Natur sind und gleichermaßen allen Bauausführungsphasen zuzuordnen wären, wurden als *andere Einordnungen* zusammengefasst.

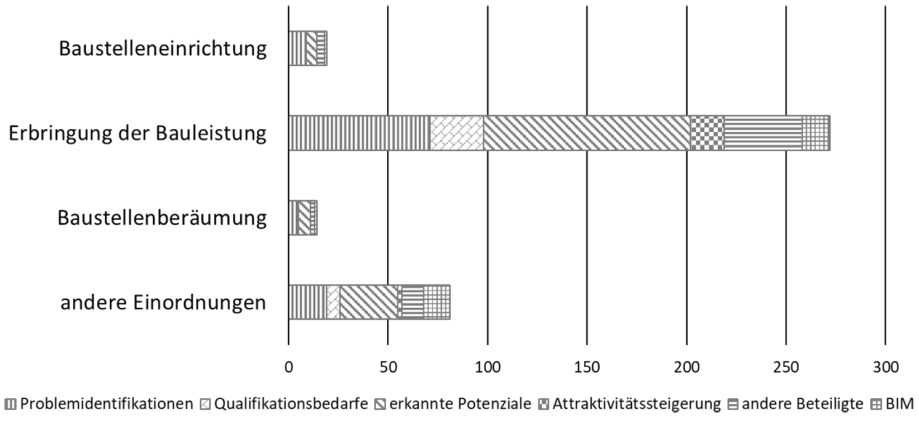


Abbildung 2: Häufigkeit der Codes pro Bauausführungsphase

3.2 Häufigkeit von Nennungen nach Bauausführungsphasen

Die Ergebnisse zeigen, dass es den Befragten im Besonderen um die *Erbringung der Bauleistung* als wesentlichen Teil der Bauausführung ging. Dies lässt den Schluss zu, dass die *Baustelleneinrichtung* und die *Baustellenberäumung* für die Befragten weniger Spielraum für die „Digitalisierung" bieten. Auch wenn in den Befragungen explizit diese Phasen der Bauausführung herausgestellt wurden, sind die Aussagen hierzu gering.

In der Spalte *andere Einordnungen* finden sich wiederum mehr Aussagen der Befragten als zur *Baustelleneinrichtung* bzw. *-beräumung*. Die Befragten verbinden mit dem Begriff Digitalisierung offensichtlich verstärkt computergestützte administrative Tätigkeiten, weshalb sie Leistungsphasen in den Fokus rücken, die noch vor der Bauausführung angesiedelt sind bzw. parallel im Büro ablaufen. Zum anderen werden durch den ersten Teil der Befragung, in welchem die allgemeine Einordnung des Begriffs Digitalisierung in Verbindung mit dem eigenen Bauunternehmen nachvollzogen werden soll, Impulse gesetzt, auch Aspekte wie den Netzausbau, Datenschutz und Datensicherheit zu thematisieren. Diese lassen sich nicht pauschal in eine der Bauausführungsphasen einordnen.

Die Reflexion bezog sich auf die *Kernprozesse* der Bauausführung, auf *Unterstützungsprozesse*, wie Kommunikation, Dokumentation, und auf *Managementprozesse*, wie Arbeitsorganisation/Arbeitszeiterfassung, Arbeitsmittelmanagement.

3.3 Auswertung am Beispiel der Phase „Erbringung der Bauleistung"

3.3.1 Problemidentifikationen

Ablehnung von Technologien: In den Interviews sollten die Befragten vorgegebene Digitalisierungsaspekte nach deren Relevanz für das eigene Unternehmen zuordnen. Einer der Aspekte war die Automation, welche von beinahe allen Befragten streng abgelehnt wurde. Begründet wurde dies mit der besonderen Dynamik von Bauausführungen, sodass selbst identisch scheinende Bauwerke ein jeweils spezifisches Baumanagement erfordern. Aufgrund der vielen, sich stets ändernden Faktoren, wie z. B. das Wetter, müsse immer wieder eingegriffen werden. Die komplexe Aufgabe der Bauausführung wird einer automatisierten Technologie nicht zugetraut. Befragte gingen zum Teil davon aus, dass sich die Facharbeit und das Erscheinungsbild auf der Baustelle in näherer Zukunft nicht wesentlich verändern werden.

Hinsichtlich der Unterstützungsprozesse wurde kritisiert, dass die unmittelbare Interaktion durch die Digitalisierung verloren geht, z. B. Onlinebestellungen vs. telefonischer Bestellung. Für das Lesen von Informationen wird nach wie vor die Papierform gegenüber dem Bildschirm bevorzugt. Es wurde angeführt, dass digital bereitgestellte zusätzliche Informationen, z. B. über die Baumaterialien, für die Facharbeiter:innen, wie z. B. Eisenflechter:innen, nicht von Interesse sind.

Die Befragten stellen eine Arbeitsteilung in ausführende Arbeiten durch den/die Facharbeiter:in und planende Arbeiten durch das Management nicht infrage. In diesem Sinne wird auch die Übernahme administrativer Funktionen durch die Facharbeiter:innen, wie z. B. die Erfassung von Materialbeständen, kritisch gese-

hen. Dadurch gehe Zeit für die eigentliche Arbeit verloren, dem/der Maurer:in mit dem Tablet in der Hand würden die freien Hände zum Mauern fehlen.

Gefahren der „neuen Technik": Problem- oder Gefahrenpotenziale der Digitalisierung auf der Baustelle wurden facettenreich gesehen. Ein Befragter mahnte, durch den Einsatz vermeintlich schickerer digitaler Lösungen nicht die einfachen und herkömmlichen Lösungen zu vergessen, da digitale Hilfsmittel, wie die Vermessung des Baugeländes per GPS, nicht bedingungslos funktionieren, z. B. wenn der Messpunkt von oben verdeckt wird. Digitalen Lösungen wird die Praktikabilität und nötige Robustheit für die Baustelle abgesprochen.

Diese Abhängigkeit von den technischen Rahmenbedingungen wird sehr negativ bewertet, z. B. wenn der Zugriff auf die benötigten Daten, wie Baupläne, durch ein schlechtes oder nicht vorhandenes mobiles Internet nicht mehr gegeben ist. Je nach Standort des Firmensitzes bereite auch das kabelgebundene Internet aufgrund niedriger Geschwindigkeiten Probleme, sodass keine zuverlässige Arbeit mit Onlinelösungen möglich sei. Ebenso wird das Zurechtfinden in immer wieder anderen Plattformen je nach Bauunternehmen, für das man arbeitet, kritisch gesehen.

Die Möglichkeit des digitalen Austauschs führe zudem zur Informationsflut, da auch E-Mails mit nicht relevanten Informationen eingingen.

Ein Gesprächspartner gab zu bedenken, dass durch veränderte Arbeitsteilungen aufgrund der digitalen Werkzeuge die Autorität des mittleren Baustellenmanagements infrage gestellt werden könnte.

3.3.2 Erkannte Potenziale

Anwendung digitaler Technologien: In Abhängigkeit der Unternehmen sowie der Qualifizierungsebene wird die digitale Technologie unterschiedlich stark – auch auf der Baustelle – eingesetzt. Während Bauleiter:innen und Polier:innen bereits teils umfangreiche Anwender:innen sind, arbeiten die Facharbeiter:innen in aller Regel analog.

Das mitarbeiterführende Personal nutzt Notebooks, Tablets und/oder Smartphones auf der Baustelle vor allem für die Korrespondenz per E-Mail sowie für die Dokumentation, z. B. für Bautagesberichte. Häufig werden bereits Baupläne digital bereitgestellt und genutzt, z. B. zur Aufmaßkontrolle. Alle Unternehmen scheinen sich mit digitaler Messtechnik zu beschäftigen. Diese kommt zwar noch nicht bei allen gleichermaßen zum Einsatz, jedoch werden versuchsweise Messgeräte angeschafft, mit denen über fotogrammetrische Verfahren Distanzen gemessen und dreidimensionale, bemaßte Darstellungen erstellt werden können.

Für die Facharbeiter:innen scheint allein die Arbeitszeiterfassung (mittels App) eine geeignete digitale Anwendung zu sein.

Der technische Bedingungsrahmen stellt sich so dar, dass lediglich die Bauleitung mit einem mobilen Zugang auf den Firmenserver ausgestattet ist, um hierüber auf Pläne, Verträge und weitere Dokumente zugreifen zu können. Ist der mobile Zugang nicht gegeben, müssen die Daten regelmäßig am Firmensitz synchronisiert

werden. Auf den Servern werden teils auch für die Dokumentation des Bauablaufes verschlagwortete Fotografien abgelegt.

Vorzüge der „neuen Technik": Als Vorteil wird empfunden, dass durch die Digitalisierung der Daten alle, also Bauleiter:in, Polier:innen wie auch Architekt:innen und andere am Bau Beteiligte, auf den aktuellen Planungsstand zugreifen können. Hierdurch kann schneller und unabhängiger auf Änderungen reagiert sowie besser zusammengearbeitet werden. Fragen können direkt und unmittelbar vor Ort auf der Baustelle geklärt werden, ohne den Zeit beanspruchenden Weg in den Container der Bauleitung nehmen zu müssen.

Durch die Digitalisierung erübrige sich für die Bauleiter:innen die Notwendigkeit, Bauakten in großen Kisten zu transportieren, da auf entsprechende Daten schnell mit digitalen Endgeräten zugegriffen werden könne. Dadurch können Bauleiter:innen, die z. T. mehrere Baustellen koordinieren, Entscheidungen zunehmend ortsunabhängig treffen.

Die zunehmende Schnelligkeit wird positiv erwähnt, egal ob es um die Kommunikation (Datenaustausch), um die Dokumentation (Bautagebericht) oder um das Nachermitteln fehlender Maße geht.

Für Ausbauunternehmen sind auch Änderungen in der Arbeitsorganisation spürbar (vgl. im Gegensatz dazu die negative Wertung für das Bauhauptgewerk). Sie profitieren insbesondere davon, dass das Abbinden von Dachstühlen inzwischen anhand von CAD/CAM-Zeichnungen in Abbundzentren erfolgt und Dachstühle vor Ort nur noch zu montieren sind.

Durch die unmittelbare Verfügbarkeit der Daten zum Baustellenablauf kann dieser betriebswirtschaftlicher geführt werden, z. B. werden mittels Auslesen der Bewegungsdaten von Kränen Mietkosten angepasst oder Arbeitszeiten minutengenau abgerechnet.

4 Interpretation der Ergebnisse

4.1 Einschätzung der Relevanz von BIM für sächsische Bauunternehmen

4.1.1 Gegenwärtige Relevanz in Abhängigkeit der Unternehmensmerkmale

Die Analyse zeigt, dass die Unternehmen bereits von BIM als Methode gehört haben oder sich hiermit bereits auseinandersetzen. Letzteres scheint jedoch noch die Ausnahme zu sein. Am ehesten sind es große Unternehmen mit 250 und mehr Mitarbeiter:innen, die sich mit der Methode befassen und gegebenenfalls sogar an Modellprojekten arbeiten. Doch selbst bei großen Firmen (auch mit mehreren Standorten) ist das Arbeiten mit BIM noch nicht selbstverständlich. Bei den mittleren Unternehmen arbeitete sich zumindest eine Firma seit knapp einem Jahr aktiv in die Methode ein. Im Regelfall sind die mittleren Unternehmen weniger stark digitalisiert, auch wenn Ansätze zur Digitalisierung über die Bürotätigkeiten hinaus gegeben sind. So wird verbreitet mit Firmenservern gearbeitet, auf die das mittlere Baustellenmanagement von der Baustelle oder von unterwegs zugreifen kann. Vom Bild des/der Fach-

arbeiter:in, der/die mit dem Tablet auf der Baustelle agiert, ist man in allen Fällen noch weit entfernt.

Ausbaugewerke haben möglicherweise einen kleinen Vorsprung, da es hier bereits üblich ist – im Sinne der umfassenden Nutzung von BIM –, Pläne von Architekt:innen bzw. Planer:innen für die eigenen Zwecke mit einer CAD/CAM-Software zu überarbeiten und die überarbeitete Version dann zurück an die Planungsebene zu senden. Das kommt dem Erstellen eines fachspezifischen Bauwerksmodells gleich. Dieses Erstellen und Rückkoppeln eigener Fachmodelle wurde durch die anderen Gewerke in der Befragung nicht thematisiert.

Die Unternehmen, im Besonderen diejenigen, bei denen BIM bereits eine Rolle spielt, problematisieren die Gestaltung der Schnittstelle zwischen Planer:innen und Bauausführenden. Daten im IFC[1]-Dateiformat müssten immer wieder neu erfragt werden und selbst dann würden diese nicht immer oder aber in ungeeigneter Form (ohne die adäquate Anwendung von Layern und Detailstufen) bereitgestellt.

Einer der Befragten verwies darauf, dass die gegenwärtige gute Auftragslage einer Veränderung von Geschäftsprozessen entgegenstehe. Es besteht keine Notwendigkeit zur Digitalisierung der Unternehmen. Politisch gesetzte Impulse, wie der Stufenplan Digitales Planen und Bauen des BMVI, sind ebenso kein hinreichender Anstoß für die Einarbeitung der Firmen in BIM. Gemäß dem Stufenplan sollen ab dem Jahr 2020 regelmäßig Infrastrukturprojekte des Bunds bei neu zu planenden Projekten unter Nutzung von BIM realisiert werden (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2015, S. 5), womit sich schwerpunktmäßig Unternehmen des Tiefbaus angesprochen fühlen dürften. Der infrastrukturbezogene Hochbau wird ebenfalls genannt (ebd.), aber eine verbindliche Forderung für die BIM-Einführung im Hochbau fehlt.

Da der Terminus *regelmäßig* nicht mit dem Terminus *grundsätzlich* gleichzusetzen ist, müssen selbst Bauunternehmen, die an der Umsetzung von Infrastrukturprojekten mitwirken, nicht zwangsweise mit BIM als Methode arbeiten. Das erlaubt eine gewisse Gelassenheit der Unternehmen, die sich auch in den Befragungen zeigte.

4.1.2 Relevanz für die am Bau beteiligten Mitarbeitergruppen

Ungeachtet der Vorteile, die dem Einsatz von BIM zugeschrieben werden, besteht allgemeine Skepsis, wenn grundlegende Veränderungen der Kernprozesse in der Bauausführung avisiert werden. Eine mögliche Automation dieser Prozesse wird durch die Befragten abgelehnt. Dahinter steckt auch die Sorge um die berufliche Zukunft der Baufacharbeiter:innen. Es wird befürchtet, dass Facharbeit ggf. durch Maschinen substituiert wird oder sich aufgrund von Aufgabenverlagerung verändert. Aufgaben der Gesellen:innen sollen sich aus Sicht der Befragten bis auf Weiteres auf die handwerklichen Tätigkeiten beschränken. Aufgabenerweiterungen, wie das Einpflegen von Informationen zu verbauten Materialien, wurden übereinstimmend abgelehnt, da hierfür u. a. die Zeit fehle. Zudem wurde bezweifelt, dass auf Facharbei-

1 Industry Foundation Classes: Standardisiertes Austauschformat für Gebäudeobjekte.

ter:innenebene die Motivation und Qualifikation angemessen seien, entsprechende Aufgaben in geforderter Güte umzusetzen.

Die Mitarbeitergruppen, denen die umfängliche Konfrontation mit BIM vorausgesagt wird, und die in Teilen bereits mit entsprechenden Endgeräten wie Tablets ausgestattet sind, sind die Polier:innen und Bauleiter:innen. Polier:innen sind als Ansprechpartner:innen für die Facharbeiter:innen stets vor Ort. Sie sind teilweise heute schon gefordert, Managementprozesse auf Basis digitaler Baupläne und anderer digitaler Werkzeuge umzusetzen, was sich angesichts der Vorteile durchsetzen wird. Neben der digitalisierten Kommunikation gehört die Dokumentation des Baufortschritts durch Digitalfotografie und der anschließenden Verschlagwortung der gemachten Bilder – wenn nicht schon heute, dann in Zukunft – zu ihren Aufgaben. Für Bauleiter:innen, die dem/der Polier:in übergeordnet sind, ergeben sich vergleichbare Änderungen in der Arbeit.

Dennoch bestehen auch für die Arbeit des mittleren Baustellenmanagements Bedenken zu möglichen Änderungen in den Inhalten der Arbeit. Wenn durch die BIM-Methode die Bauausführung optimiert wird, könnte das Teile des mittleren Baustellenmanagements überflüssig machen. Zudem könnte durch die Technik die Autorität des/der Bauleiter:in gegenüber seinen Facharbeiter:innen geschwächt werden.

4.1.3 Zukünftige Relevanz

Die Digitalisierung und speziell BIM als Methode wird sich in Abhängigkeit verschiedener Faktoren mehr oder weniger schnell durchsetzen. Im Technologieakzeptanzmodell (Davis & Venkatesh 1996, S. 453) werden mögliche Einflussfaktoren in ihrem Zusammenspiel aufeinander bezogen, sodass Wirkungsketten antizipiert werden können. Hierüber ließen sich Hypothesen für den weiteren Verlauf der Digitalisierung der Bauwirtschaft für sächsische Bauunternehmen bedingungsabhängig ableiten. Die grundlegenden Faktoren/Fragen sind:

- Welche *Voraussetzungen* (infrastrukturell, personell) werden erfüllt und welche verbindlichen *Anforderungen* werden von außen vorgegeben?
- Welchen *Nutzen* sehen die betroffenen Mitarbeiter:innen durch den Einsatz der Technologie?
- Wie einfach/umständlich ist der *Umgang* mit der Technologie für die Belegschaft?

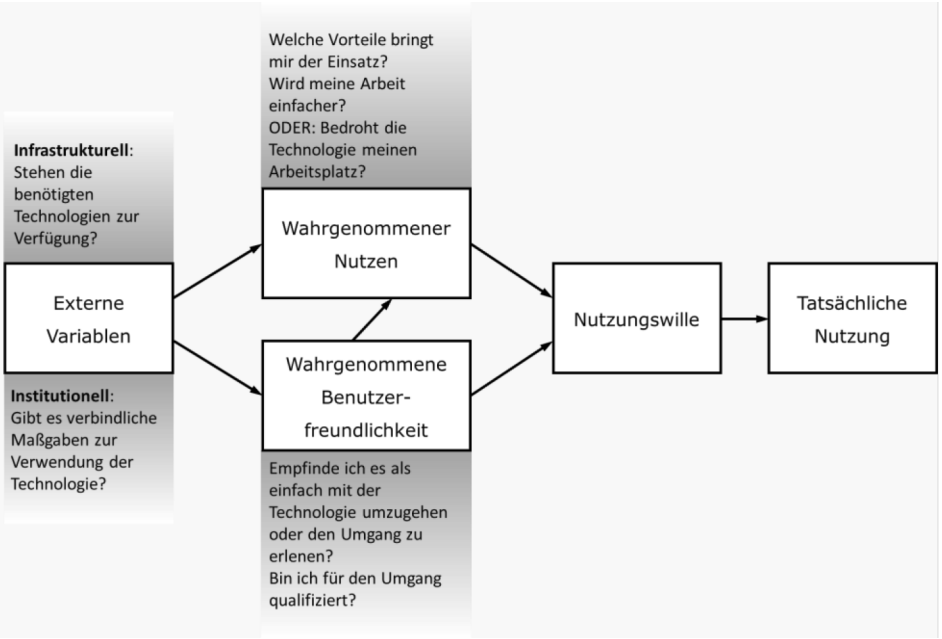


Abbildung 3: Technologieakzeptanzmodell (nach Davis & Venkatesh 1996, S. 453)

Ungeachtet der vielen Unschärfen sollten Bauunternehmen motiviert werden, sich vorausschauend mit BIM auseinanderzusetzen, um sich für die damit verbundenen Anforderungen zu qualifizieren und sich Vorsprung zu verschaffen.

4.2 Einschätzung notwendiger Qualifizierungsbedarfe

4.2.1 Qualifizierungsbedarfe der am Bau beteiligten Mitarbeitergruppen

Facharbeiter:innen: Akute Qualifizierungsbedarfe werden für die Gruppe der Facharbeiter:innen kaum benannt, da diese aus Sicht der Befragten nicht unbedingt mit den Folgen der Digitalisierung konfrontiert sind.

In einem Unternehmen erfolgt die Zeiterfassung durch die Facharbeiter:innen digital mittels Smartphones per App. Es ist jedoch fraglich, inwieweit der Umgang mit dem Smartphone oder speziellen Applikationen zur Zeiterfassung noch erlernt werden muss, da 63 % der Personen ab 14 Jahre bereits ein Smartphone nutzen (Bitkom Research 2015). Vorstellbar ist dies am ehesten für ältere Mitarbeiter:innen, die mit den Technologien weniger vertraut sind.

Für die Anwendung digitaler Messtechnik scheinen umfassende Kenntnisse zu fehlen. Dessen waren sich die Befragten bewusst und äußerten den Bedarf, dass die Messtechnik in Zukunft sowohl von Polier:innen als auch von den Facharbeiter:innen beherrscht werden müsse. Der Qualifizierungsbedarf besteht darin, digital Messdaten zu erheben und diese ggf. direkt zur Weiterverarbeitung auf einen Computer zu übertragen.

Insofern wird auch überlegt, ob Hintergrundwissen zur Verarbeitung der Daten (Datenübermittlung, Datenbanken, Datenbankabfragen) überblicksweise vermittelt werden müsste, um mögliche Hemmschwellen der Nutzung abzubauen.

Da in Zukunft mit einer steigenden Relevanz von BIM gerechnet wird, sollten auch die Facharbeiter:innen in begrenztem Ausmaß Kenntnisse und Fähigkeiten hierzu erlangen. Es wird damit gerechnet, dass Facharbeiter:innen damit konfrontiert sein werden, digitale Pläne verstehend lesen zu können. Das Szenario, dass der/die Facharbeiter:in durch den/die Polier:in Anweisungen zur Weiterarbeit anhand eines dreidimensionalen Plans erhält, scheint durchaus realistisch.

Dagegen wird kein Qualifikationsbedarf hinsichtlich des selbstständigen Ergänzens und Veränderns von Informationen in digitalen Plänen gesehen, da diese Aufgabenerweiterungen für die Facharbeiter:innen aus Sicht des mittleren Baumanagements nicht gewünscht sind. Bereits das eigenständige Extrahieren von Informationen aus gegebenen Modellen – etwa Materialmengen – wird gegenwärtig nicht dem Zuständigkeitsbereich der Facharbeiter:innen zugerechnet. Zumindest für die Zukunft wird hierin jedoch eine mögliche Nutzung der BIM-Modelle durch die Facharbeiter:innen gesehen.

Polier:innen: Der/die Polier:in muss im Mindesten all das können, was der/die Facharbeiter:in beherrscht (s. o.). Darüber hinaus müsse er die Handhabung eines Tablets und branchenüblicher BIM-Viewer beherrschen. Was bei den Facharbeiter:innen sinnvoll, aber optional scheint, wird für Polier:innen als obligatorisch gesehen. Es sollen Plandaten geöffnet und in ihnen navigiert sowie Informationen wie Materialmengen und -spezifika aus Plänen herausgefiltert werden können.

Darüber hinaus sind Polier:innen zur Kommunikation via E-Mail mit Mitarbeiter:innen und ggf. mit Nachunternehmern zu befähigen, da Polier:innen inzwischen organisatorische Aufgaben übernehmen, die ursprünglich der Bauleiter:innenebene zugeordnet waren. Dazu gehören auch die Erstellung der digitalen Bauakte, inklusive der digitalen Dokumentation der Bauausführung (auch Fotodokumentation mit Branchensoftware) sowie das Führen digitaler Stundenzettel.

Bauleiter:innen: Bauleiter:innen sind zu befähigen, einfache Manipulationen an BIM-Modellen, also etwa das Ändern des im Plan hinterlegten Materials oder der Maße, vornehmen zu können. Dieser Bedarf ergibt sich aus der gesehenen Notwendigkeit, Bauakten digital zu führen und ein Gebäudemodell in die tatsächlich realisierte Version der Ausführung zu überführen. Auch für die Planung der Baustelleneinrichtung ist diese Qualifikation hilfreich.

4.2.2 Qualifizierungsbedarfe der Fachkräfte an den Lernorten

Die Qualifizierungsbedarfe der Lehrkräfte an den verschiedenen Lernorten werden von den Befragten maßgeblich von den Qualifizierungsbedarfen der am Bau beteiligten Mitarbeitergruppen abgeleitet.

Ausbilder:innen an den überbetrieblichen Ausbildungszentren müssen die Fortbildung für Polier:innen und Bauleiter:innen sichern, sodass sie entsprechend vergleichbare Qualifizierungsbedarfe haben. Ausbilder:innen an überbetrieblichen Aus-

bildungszentren werden also insbesondere vertiefte Kenntnisse zur Arbeit mit dreidimensionalen Gebäudemodellen erwerben müssen, um diese an ihre Klientel weiterreichen zu können.

Fachkräfte aller Lernorte, also Lehrende an Berufsschulen wie auch an überbetrieblichen Ausbildungszentren, müssen eine zukunftssichere Medienkompetenz entwickeln. Dies schließt insbesondere den sicheren Umgang mit digitalen Medien sowie deren Erstellung ein. Auch die Handhabung von Endgeräten in Form von Tablets oder interaktiven Whiteboards muss gewährleistet sein. Damit soll keine Abkehr von klassischen analogen Lehrmedien proklamiert, sondern auf die Notwendigkeit der Erweiterung des Repertoires hingewiesen werden.

Literatur

Bitkom Research (2015). 44 Millionen Deutsche nutzen ein Smartphone. Verfügbar unter: https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/44-Millionen-Deutsche-nutzen-ein-Smartphone.html (Zugriff: 10.07.2019).

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015). Stufenplan digitales Bauen. Berlin.

Davis, F. D. & Venkatesh, V. (1996). A Model of the Antecedents of Perceived Ease of Use: Development and Test. Decision Sciences. Verfügbar unter: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1540-5915.1996.tb00860.x (Zugriff: 26.02.2019).

Europäische Union (2003). Empfehlung der Kommission betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen, Aktenzeichen K(2003) 1422.

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (2015). Ergebnisse der BIM-studie für Planer und Ausführende – „Digitale Planungs- und Fertigungsmethoden“. Stuttgart: Fraunhofer IAO.

handwerk magazin (Juni 2017). Wie Azubis ihre Chefs digital fit machen. S. 42–44.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Fließschema Bauausführungsphase 292

Abb. 2 Häufigkeit der Codes pro Bauausführungsphase 294

Abb. 3 Technologieakzeptanzmodell 300

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Charakterisierung der Stichprobe über das Geschäftsfeld 293

Tab. 2 Charakterisierung der Stichprobe über die Unternehmensgröße 293

Tab. 3 Abgeleitete Codes und Subcodes 294

Autorin und Autor

Martin, **Stefan**, Dipl.-Berufspäd., Studienreferendar (Holztechnik & Informatik), Berufliches Schulzentrum „Otto Lilienthal“ Freital-Dippoldiswalde, Otto-Dix-Str. 2, 01705 Freital, stefan.martin@bsz-freital-dippoldiswalde.de

Niethammer, **Manuela**, Prof. Dr. phil. habil., Hochschullehrerin, Technische Universität Dresden, Institut für Berufliche Fachrichtungen, Weberplatz 5, 01217 Dresden, manuela.niethammer@tu-dresden.de

Digitale Lern- und Arbeitsprozesse als Thema der beruflichen Fachrichtung Holztechnik

Philipp Popp, Franz Ferdinand Mersch, Martin Multhauf

Abstract

Seit einigen Jahren nehmen digitalisierte Bearbeitungsprozesse und der Einsatz von C-Technologien auch in den handwerklich geprägten KMU der Holztechnik deutlich zu. Sowohl für die Berufliche Bildung als auch für die Lehramtsausbildung stellt sich die Frage nach adäquaten Strategien für den Erwerb entsprechender fachlicher und didaktischer Qualifikationen. In der Beruflichen Fachrichtung Holztechnik der Technischen Universität Hamburg wurde ein Lehrinnovationskonzept entwickelt und erfolgreich umgesetzt, in welchem diese Ebenen nicht getrennt, sondern einander bedingend zum Gegenstand hochschulischer Lern- und Arbeitsprozesse werden.

It becomes increasingly apparent that the need for digital and computerized technologies within wood-processing enterprises is rising. Consequently, strategies need to be developed that make sure that both communication and revision of educational and technological contents are likewise up to date for professionals, trainers and teaching staff. In the Department of Holztechnik of TUHH in Hamburg (Germany), an innovative concept has been implemented, that focuses on the interaction of technical and didactic aspects rather than on their differences.

1 Aktuelle Entwicklungen von C-Technologien in der Holztechnik

Inzwischen bestimmen computergestützte Tätigkeiten immer mehr auch Arbeitsprozesse und den betrieblichen Alltag holzverarbeitender KMU. Vom Aufmaß über die Entwurfsplanung, Konstruktion, Modellierung, Visualisierung, Präsentation bis hin zur Bearbeitung, Montage und Abnahme werden digitale Hilfsmittel genutzt, um Arbeitsabläufe zu systematisieren und zu vereinfachen (vgl. Behaneck 2017, S. 107 f.).

Im Kontext dieser Innovationen haben die sogenannten „C-Technologien“ (CAD, CAM, CNC) ihr Nischendasein auch in den vielfach handwerklich orientierten Betrieben des Berufsfeldes Holztechnik verlassen und deutlich an Akzeptanz gewonnen (vgl. z. B. Nägele et al. 2018, S. 35 f.). Obwohl bisher nur wenige berufswis-

senschaftliche Untersuchungen in diesem Tätigkeitsfeld durchgeführt worden sind[1], lassen sich dennoch einige beispielhafte Entwicklungen skizzieren[2], die diese Aussagen stützen:

Deutlich erkennbar ist, dass in benannten KMU versucht wird, aufgrund wirtschaftlicher und wettbewerblicher Überlegungen stationäre Maschinenarbeit durch C-Technologien zumindest teilweise zu ersetzen. Diese Entwicklung wird durch den Fachkräftemangel im Berufsfeld z. T. noch verstärkt.

Weiter können für etablierte Betriebe auch die Erschließung neuer oder die Erweiterung bestehender Geschäftsfelder, eine betriebliche Neuausrichtung oder die Änderung des unternehmerischen Profils Anstoß für häufig kostspielige Investitionen im Bereich der C-Technologien sein.

Bei Umstrukturierungen oder Neugründungen von Betrieben ist ebenfalls zu beobachten, dass Akteur:innen verstärkt auf C-Technologien setzen. Hierbei stattet man sich häufig aus ökonomischen Gründen entweder eher mit gebrauchter Maschinentechnik aus oder bewältigt Neuanschaffungen kooperativ. Es zeigt sich, dass gerade jüngere Akteur:innen, Meister:innen oder Holztechniker:innen C-Technologien bevorzugen, was mit der Aufgeschlossenheit der jüngeren Generation gegenüber digitaler Technik zu korrelieren scheint. Erweiterte Voraussetzungen bringen diese Fachkräfte mit Blick auf ein digitales Wissen und Können mit, das sie bereits im Rahmen eigenen Lernens und ihrer eigenen beruflichen Ausbildung erworben haben.

Beobachtet wurde, dass Tätigkeiten im Kontext computergesteuerter Maschinentechnik auch von gewerkfremden Fachkräften ausgeführt werden können, die über Erfahrungen etwa aus der Metall- oder Maschinentechnik verfügen oder über zusätzliche Qualifikationen befähigt wurden. Damit geht dann häufig auch eine Spezialisierung des Personals einher oder es werden bestimmte betriebliche Arbeitsprozesse an wenige spezialisierte Kräfte gebunden.

Wirtschaftlich interessant wird innovative C-Technik für KMU vor allem dann, wenn diese so angelegt ist, dass sich auch Kleinstserien („Losgröße 1“) bei gleichzeitiger Rentabilität von Fertigungsprozessen – z. B. im unikalen Objektbau – verwirklichen lassen: Wenn zahlreiche Bearbeitungsschritte (z. B. Zuschneiden, Fälzen, Bohren, Fräsen) von einer einzigen Maschine ausgeführt werden, verringern sich Fertigungszeiten und können selbst Einzelstücke profitabel produziert werden. Zweifellos lässt sich mit CNC-Maschinentechnik zudem der Grad der gestalterischen Individualisierung von Produkten steigern. Es sind Geometrien herstellbar, die teilweise nur unter hohem Aufwand mit herkömmlicher Maschinentechnik gefertigt oder teilweise zugekauft werden müssen.

Neben hohen Anschaffungskosten wirkt ein hoher Qualifizierungsaufwand für die Maschinensteuerung häufig abschreckend auf KMU. Bekannt ist, dass Hersteller von CNC-Technik ihre Maschinen- und Anlagentechnik gern veräußern und instal-

1 Umfassende Studien wie insbesondere die ProWood-Studie (2004/2010) sind eher betriebswissenschaftlich angelegt. Sie verlieren mittlerweile zwar an Aktualität, können in Teilbereichen aber noch berücksichtigt werden.

2 Die folgenden Aussagen stützen sich auf Erhebungen in Tätigkeitsbereichen verarbeitender Unternehmen der Holzbranche, die durch das Institut für Angewandte Bautechnik der TU Hamburg ab 2015 durchgeführt worden sind.

lieren. Fragen und Inhalte zwingend erforderlicher Schulung und Qualifizierung werden den anwendenden KMU in der Holztechnik jedoch größtenteils selbst überlassen (vgl. Ludolph 2016, S. 101). In der Holzbranche ist entsprechend ausgebildetes Personal in erforderlicher Anzahl kaum vorhanden. Hochqualifiziertes Personal wird stark umworben und kann von kleineren Unternehmen kaum entlohnt werden. Rückläufige Ausbildungszahlen verschärfen diese Problemstellung. Sie werfen gleichzeitig die Frage auf, inwieweit Ausbildungsordnung und betriebliche Anforderungen sich decken – sollte also eine Spezialisierung bereits in der Ausbildung an beruflichen Schulen stattfinden (vgl. Graffé 2018)?

2 Herausforderungen im berufs- und hochschuldidaktischen Kontext

Qualifikationsanforderungen im Bereich von C-Technologien in der Holztechnik sind in einem zweifachen Kontext zu betrachten. Neben der Ebene der Facharbeiter:innen interessiert vor allem die der angehenden Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen.

Schon länger ist bekannt, dass in computergestützten Arbeitsabläufen Schnittmengen von traditionell eher getrennten Arbeitsbereichen, wie z. B. der Planung, Arbeitsvorbereitung und Ausführung (vgl. Behre et al. 2005, S. 118 f.) entstehen. Die digitale Visualisierung von Projekten dient etwa nicht nur der gestalterischen Veranschaulichung, sondern vereinfacht auch Konstruktionstätigkeiten und dient nachfolgenden Schritten der Werkplanung, Arbeitsvorbereitung und Ausführung als Grundlage.

Fachkräfte müssen neben fachlichen auch über allgemeine Qualifikationen wie bspw. Organisationsfähigkeit verfügen – zumal dann, wenn in kleineren und mittleren Betrieben Aufträge arbeitsteilig umgesetzt werden. Auch sind personale und soziale Voraussetzungen erforderlich, da bei der Übergabe von Projekten an digitalen Schnittstellen oder bei der Festlegung von CNC-Fertigungsreihenfolgen innerhalb betrieblicher Produktionsabläufe Abstimmungen im Team unabdingbar sind. Diese müssen durch fachliche Kenntnisse ergänzt werden, auf deren Grundlage Entscheidungen zu treffen sind, die Konstruktionsdetails und Bearbeitungsschritte, aber auch Sicherheitsaspekte betreffen. Die fachliche Planung des Arbeitsprozesses zielt zudem auf die Reduktion von Betriebsmitteln und Bearbeitungszeiten. So lassen sich prozesstechnische Optimierungen z. B. durch eine optimierte Oberflächenqualität erreichen, die sich aus einer dem Material angepassten Bearbeitung ergeben kann.

Für entsprechende Entscheidungen ist nicht nur ein grundlegendes Verständnis der prozessbezogenen Soft- und Hardware Voraussetzung. Auch geht es darum, mögliche Fehler und Engpässe zu erkennen und im Vorfeld zu vermeiden. Von Bedeutung sind dabei insbesondere die Schnittstellen der Datenübergabe zwischen unterschiedlichen Softwareprogrammen und Fertigungsphasen. So sind „kollisionsge-

prüfte“ Lösungen für Projekte gefragt, die etwa auch Stücklisten und Beschlagsdaten enthalten. Einzubinden sind Softwaremodule wie beispielsweise zur Schnittoptimierung, mit denen sich Fertigungsprozesse etwa durch rationelle Fahrwege oder einen verschnittarmen Materialeinsatz verbessern lassen.

Ferner sollten Fachkräften aber auch technische Grenzen der Bearbeitung im Bereich C-gesteuerter Fertigungsprozesse bekannt sein, um diese schon in die Planung einfließen lassen zu können: Welche Bearbeitungstiefen etwa sind zu wählen, um bei der vorliegenden Einspannung das Werkstück aus Holz oder Holzwerkstoffen nicht in Schwingung zu versetzen, die ggf. das Werkstück oder die Maschine beschädigen könnten. Die Fähigkeit zum „Vorausdenken“ von Bearbeitungsszenarien und möglichen Engpässen bei C-gesteuerten Arbeitsprozessen hat Havarien vorzubeugen, die Stillstandszeiten, Ausfall und Servicekosten verursachen können.

Etablierte Softwarelösungen für Konstruktion, Visualisierung und Bearbeitung werden in kurzen Abständen innoviert. Damit reagieren Hersteller etwa auf Fortschritte in der Maschinen- und Anlagentechnik, auf die Materialentwicklung oder die Optimierung von Bearbeitungsprozessen. Gerade diese kurzen Entwicklungszyklen im Bereich der C-Technologien stellen eine Herausforderung für alle Qualifizierungsebenen dar. Die Bereitschaft zur Weiterbildung bleibt eine grundlegende Voraussetzung, um aktuelle Entwicklungen in die Lehre einfließen zu lassen.

Solche Besonderheiten von C-Technologien prägen im Kontext individueller Auftragsarbeiten diejenigen Qualifikationen, über die Fachkräfte in holzverarbeitenden KMU immer häufiger zu verfügen haben. Sie unterscheiden sich v. a. in ihrer Komplexität deutlich von ähnlichen Tätigkeiten in industriell geprägten Fertigungsprozessen etwa im Berufsfeld Metalltechnik (Mersch 2015, S. 166 f.).

Hier schließt die Frage an, in welchem Umfang und welcher Tiefe sich in Bildung und Qualifizierung sowohl im Berufsfeld als auch in der Beruflichen Fachrichtung Holztechnik mit diesem Themengebiet auseinandergesetzt werden sollte. Insbesondere komplexere CNC-Technik überantwortete man als Qualifizierungsinhalt lange Zeit eher der beruflichen Weiterbildung. Mittel- und langfristig scheinen Arbeitsprozesse und berufliche Tätigkeiten in holzverarbeitenden KMU jedoch so umfänglich auch von C-Technologien bestimmt zu werden, dass frühzeitig auch die berufliche Erstausbildung auf damit verknüpfte Anforderungen abzustimmen ist. Digitale Inhalte wie vor allem das in der holztechnischen Berufsausbildung etablierte CAD-Lernen sind auf breiter Ebene auch durch CAM- und CNC-berücksichtigende Lernprozesse zu erweitern. Nur auf diese Weise lässt sich angehenden Fachkräften ein Verständnis der engen Verflechtung C-bestimmter Arbeits- und Fertigungsprozesse in holzverarbeitenden KMU einschließlich grundlegender Fähigkeiten vermitteln.

Befasst man sich bereits jetzt auch mit berufsbildenden Aspekten auf diesem Gebiet, könnte frühzeitig gestaltender Einfluss auf die Entwicklung von C-Technologien im Berufsfeld gewonnen werden. Gleiches gilt im übertragenen Sinne für das Studium in der Beruflichen Fachrichtung Holztechnik. Sollen C-Technologien in berufliche Ausbildungsgänge und Lernprozesse durch angehende Lehrkräfte imple-

mentiert werden, haben diese sich mit den Merkmalen und Besonderheiten dieser Technologien bereits in ihrer hochschulischen Ausbildung auseinanderzusetzen.

3 Digitale Arbeitsprozesse als Gegenstand einer Lehrinnovation in der Beruflichen Fachrichtung Holztechnik

Im Studienplan der Beruflichen Fachrichtung Holztechnik an der TUHH wurde die integrierte Veranstaltung „CAD/CAM Laborpraktikum“ neu konzipiert. Handlungsbedarf leitete sich auch aus Wünschen von Studierenden mit Blick auf ein bevorstehendes Schulpraktikum ab. Hier konnte die Komplexität von Aufgaben im Bereich der digitalisierten Holzbearbeitung nur unzureichend durchdrungen und erfasst werden. Weiter gelangten Studierende bisher nicht zu übergeordneten Kenntnissen und Fähigkeiten der Bedienung von CNC-Maschinentechnik, die auch in anderen Zusammenhängen nutzbar sind. Zudem zeigten sich reale Angstmomente sowie Sorgen um mögliche Havarien im Umgang mit Bearbeitungszentren.

Klar war allen Beteiligten, dass digital gesteuerte Maschinentechnik mit zunehmender Verbreitung eine immer größere Bedeutung für die berufliche Facharbeit und damit nicht nur für die Weiterbildung, sondern auch für die berufliche Erstausbildung einnehmen wird. Um auch hier der Komplexität digitalisierter Arbeitsprozesse gerecht zu werden, wurde ein selbstgesteuertes Lehr- und Lernkonzept für die hochschulische Lehre in der Fachrichtung Holztechnik entwickelt. Dabei waren Handlungsfelder beruflicher Erstausbildung und Weiterbildung sowie auch das entsprechend unterschiedliche fachliche und überfachliche Anforderungsniveau zu berücksichtigen.

Bislang allerdings waren in hochschulischen Lehrveranstaltungen dieser Art vor allem fachliche Lernziele verfolgt worden, die überdies eher lehrkraftzentriert vermittelt worden sind. Auf diesem Wege schien es bisher kaum möglich, Methodenkompetenzen und Verhaltensdispositionen für die Planung und Durchführung von Lernsequenzen zu erwerben, die auch Aufgaben digitaler Maschinensteuerung beinhalteten. Auf differierende Lernvoraussetzungen der Studierenden im Umgang mit C-Technologien konnte bisher zudem kaum Rücksicht genommen werden, da wenige Freiräume hierfür vorgesehen waren. Auch durch kritische Rückmeldungen wurden diese Beobachtungen unterstrichen, nach denen die Bedienung vor allem von CNC-gesteuerten Maschinen der Holzbearbeitung zumeist in der Hand von Lehrenden lag und Studierende damit kaum aktiv beteiligt wurden. Eben solche Kritik an der CNC-Ausbildung wird häufig auch in Berufsbildenden Schulen geäußert.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, wurde eine methodisch-didaktische Herangehensweise geplant, durchgeführt und evaluiert, die auf den selbstgesteuerten Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten zielt (vgl. Multhauf 2017, S. 46 f.). Das Einrichten und Bedienen einer CNC-Maschine stand dabei im Vordergrund. Didaktisch-methodisch begründet wurde das Konzept einer mediengestützten Bearbeitung in Anlehnung an das synthetisierende Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren

der „Bedienungsaufgabe“ (Pahl 2016, S. 112 f.), welches in Umfang und Schwierigkeitsgrad durchaus variabel anlegbar war. Um den Anspruch der Aufgaben an die Lernvoraussetzungen der Studierenden anzupassen, wurden diese durch differenzierte Eingangstests zu fachlichen und methodischen Vorkenntnissen ermittelt. Im Laufe der Veranstaltung war der Erkenntniszuwachs in Zwischenauswertungen zu dokumentieren und für formatives Feedback zu nutzen. Durch das Zusammenstellen von Teams mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen ließen sich individuelle Wissensstände gewinnbringend übertragen.

Mittels digitalisierter Selbstlernskripte wurden die Teilnehmer:innen durch die gesamte Prozesskette der 5-Achs-Bearbeitung geführt und lernten selbstgesteuert Bedienschritte, Handlungsabfolgen und Aspekte der Arbeitssicherheit kennen. Anhand der Phasierung eines individualisierten Handlungszyklus (vgl. Pillmann-Wesche 2011) wurde eine Makroplanung entwickelt, die neben der Förderung fachlicher Befähigung weitere Kompetenzen, wie Sozial- oder Selbstkompetenz, berücksichtigt. Ziel war es, die individuelle Entwicklung in Form eines Progress-Portfolios zu dokumentieren und Kompetenzzuwachs, Überlegungen, Arbeitsschritte und Schlussfolgerungen nachvollziehbar und anschaulich zu bündeln.

Mithin findet heute auf diese Weise aktives, handelndes Lernen in selbstgesteuerten Phasen der Planung und Durchführung statt. Dieses wird durch Online- und Präsenzphasen ergänzt, in denen sich Studierende im Selbststudium grundlegende Kenntnisse und Wissensbestandteile aneignen. Hierzu zählen technische Merkmale und Ausstattungen der eingesetzten Maschinen, Besonderheiten der eingesetzten Materialien und der Materialbearbeitung. Gerade in den Präsenzphasen bietet sich die Möglichkeit, das erworbene Wissen im Abgleich mit den Kommilitonen zu überprüfen. Die Bereitstellung des notwendigen Materials erfolgt über die Onlineplattform „Stud.IP“, über die ggf. auch die Kommunikation und der Datenaustausch innerhalb der Lerngruppen stattfinden können.

Um die Hypothesenbildung zu unterstützen, sind neben umfangreichem Bild- und Filmmaterial zur Funktionsweise und Bedienung von CNC-Maschinen ebenfalls Fertigungssimulationen hinterlegt, deren Abspielgeschwindigkeit und auch die Perspektive manipulierbar sind. Mit diesen Medien ist der Erwerb weiterführender Erkenntnisse beispielsweise durch Fertigungsanalysen möglich. Im CAD/CAM-Labor dagegen sind ein 4-Achs- und ein 5-Achs-Bearbeitungszentrum (BAZ), diverse stationäre Maschinen, Verbrauchsmaterialien sowie Notebooks und Software für bildgebende Technik und Steuerung real verfügbar.

Insgesamt werden durch die selbstgesteuerte Planung, Durchführung und Auswertung der Bedienungsaufgaben multikriterielle Lernziele angestrebt. Lehramtsstudierende entwickeln zunehmend eigenständigere Herangehensweisen, anhand derer sie

- synthetisierend die Bedienschritte zur Steuerung eines Bearbeitungszentrums in der Holztechnik kennenlernen und diese verantwortungsvoll und sicher ausführen,
- geeignetere Handlungsabfolgen für optimales Bedienen herausfinden,

- das Exemplarische an Bedienvorgängen erkennen,
- Aspekte des Arbeitsschutzes beachten,
- eine CAD/CAM-Prozesskette bei der Holzbearbeitung ganzheitlich erfahren und im Detail beurteilen lernen.

Um die Stimmigkeit des Konzepts zu überprüfen, wurden prozessbegleitende Beobachtungen und Zwischenauswertungen vorgenommen sowie eine Selbst- und Fremdevaluation durchgeführt. Als Teil einer progressiven Lehrveranstaltungsstruktur ist das Laborpraktikum integrativer Modulbestandteil, mit dem man sich auf fachliche und prozessuale Vorkenntnisse stützt und Wissen für nachfolgende Lehr- und Lernprozesse in der Beruflichen Fachrichtung Holztechnik anbahnt.

Die Reorganisation der Veranstaltung wurde ab 2016 kontinuierlich fortgeführt, sodass sich der Veranstaltungsablauf heute wie folgt darstellt:

Bei einem Vortreffen werden erste Informationen zu Ablauf, Verfahren und Anforderungen geteilt. An dieser Stelle wird auch die wachsende Bedeutung von C-Technologien in der Holzverarbeitung thematisiert und der Frage nachgegangen, wie berufliche Bildung und Qualifizierung den Erwerb neuer Qualifikationsanforderungen im Berufsfeld Holztechnik begleiten und ggf. diese auch mitgestalten kann. Ebenfalls wird im Einstieg auf die Besonderheiten und Möglichkeiten der CNC-Bearbeitung verwiesen sowie die Bedeutung selbstgesteuerten Arbeitens und Lernens herausgestellt. Bereits hier reflektieren und aktivieren die Studierenden ihre individuellen CAD/CAM-Kenntnisse und formulieren, an diese angepasst, persönliche Lernziele.

An die Einführung schließt mit zeitlichem Abstand, der dem Selbststudium dient, die als Block geplante Veranstaltung an. Die intensive, geordnete und handlungsorientierte Auseinandersetzung mit der CAD/CAM-Prozesskette steht dabei im Mittelpunkt der folgenden Lernaktivitäten.

Um sich mit den durchaus umfangreichen Inhalten und Strukturen vertraut zu machen, ist der konkret handlungsorientierte Lernprozess mit Selbstlernphasen angereichert. Konzeptuell ist der Lernprozess an der Bedienungsaufgabe orientiert. Ein zunehmendes Maß an Selbstständigkeit und der steigende fachliche Anspruch fordern die Studierenden im Verlauf heraus. Das Vorgehen lehnt sich nach dem „Prinzip der didaktischen Entsprechung“ (Ott et al. 1995, S. 204) an beruflichen Arbeitsprozessen in holzverarbeitenden KMU an, die auch in Aussicht auf zukünftige Lernprozesse in der Erst- oder Weiterbildung bewertet werden. Besonders die Anfertigung von Einzelstücken („Losgröße 1“) mithilfe von CNC sowie ihre Integration in betriebliche Abläufe wird differenziert erörtert. Das bietet Anlässe zur Diskussion etwa darüber, welche Vor- und Nachteile die Herstellung von Sonderanfertigungen birgt. Auf diese Weise lässt sich auch die fachpraktische Bedeutung von Veranstaltungsinhalten für Studierende offenlegen.

Ein weiterer Bezug zu beruflichen Arbeitsprozessen und Tätigkeiten ergibt sich durch die Strukturierung jeweiliger Aufgaben und Zyklen. So ist die erste Phase – also die Problemstellung – der Auftragsvergabe nachempfunden. Hier werden grund-

legende Informationen bereitgestellt, die den weiteren Verlauf bestimmen (Schritt „a." in Abb. 1). In der nachfolgenden Planungsphase werden neben prozessualen Erörterungen auch Sicherheitsaspekte thematisiert sowie fertigungsökonomische Überlegungen vorgenommen. Durch die Kooperation in Lernteams können in dieser Phase durchaus auch unterschiedliche Lösungswege entstehen (Schritt „b." in Abb. 1). So ist es wichtig, im Zuge der anschließenden Durchführung das Vorgehen und alle Ergebnisse zu dokumentieren (Schritt „c." in Abb. 1). Auf diese Weise gesammelte Daten werden im Folgenden für die Auswertung und Reflexion genutzt, die Rückschlüsse auf alle Entscheidungen der Planung zulassen. Es werden Ergebnisse diskutiert, bewertet und ein optimaler Lösungsweg gesucht (Schritt „d." in Abb. 1). Mit Blick auf die CAD/CAM-Prozesskette kommt insbesondere diesem Schritt exemplarische Bedeutung zu. Studierenden werden Parallelen zu Handlungsabfolgen beruflicher Ausbildungs- und Unterrichtsprozesse im Berufsfeld Holztechnik bewusst (vgl. auch Mersch 2013, S. 78 f.).

Rahmengebend fungieren Informationen und Kenntnisse betrieblicher Realität, aber auch die Qualifikationsanforderungen, die je nach Fortschritt im Plenum oder auch individuell bei entsprechenden Herausforderungen zur Sprache kommen. Ebenso wird das Potenzial computergestützter Arbeit – vor allem durch die Anwendung in der Planungsphase und der Durchführung – herausgestellt.

Die folgende Abbildung zeigt diese Überlegungen in Form einer Seminarskizze. Sie steht beispielhaft für eine Aufgabe oder einen Zyklus, der betriebliche Vorgehensweisen im Themenfeld abstrahiert. Ist der Ablauf durchschritten, stellt sich eine neue Aufgabe in der Informationsphase. Zu beachten ist, dass in der Veranstaltungsplanung vorgesehen ist, dass Studierende zunächst unter Aufsicht, dann teilselbstständig und zuletzt weitgehend selbstständig arbeiten und lernen. Auf diese Weise entsteht eine spiralförmige Entwicklung stetig steigender Anforderungsniveaus. Die einzelnen Phasen der drei Zyklen von Bedienungsaufgaben wurden in weitere Handlungsabläufe unterteilt, die im Folgenden dargestellt werden:

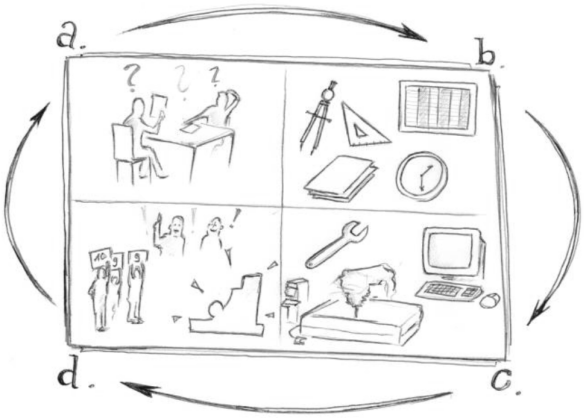


Abbildung 1: Phasen der Lehr-/Lernkonzeption (Grafik: Philipp Popp)

Tabelle 1: Handlungsablauf der einzelnen Bedienungsaufgaben

Ablauf	Didaktischer Kommentar
1. Aufgabenstellung	
Den Studierenden wird die Aufgabe gestellt. Sie stellen erste Vermutungen zu etwaigen Problemstellungen an, die bei der Bearbeitung mit dem BAZ zu erwarten sind.	Sowohl Komplexität, Kompliziertheit wie auch der Zugang sollen den Voraussetzungen der Lerngruppe entsprechen, um motivationale Impulse zu setzen, die über die Lern- und Bearbeitungsphasen hinweg tragen.
2. Selbsteinschätzung	
Im Kontext der CNC-Fertigung wird eine Auseinandersetzung mit dem eigenen Vorwissen vollzogen und es werden individuelle Lernziele formuliert (z. B.: vertieftes Wissen zum Einsatz von Gleichlaufbearbeitung, Einrichten des Postprozessors, Optimierung von Verfahrwegen etc.).	Die Formulierung von Erwartungen und Erfahrungen dient einerseits als Ausgangspunkt zur Reflexion der Lernentwicklung und andererseits, unter Berücksichtigung der eigenen Fähigkeiten, als Projektionsfläche für individuelle Zielsetzungen.
3. Information	
In dieser Phase werden Informationen zu den jeweiligen Aufgaben gesammelt bzw. bereitgestellt und aufbauend auf den vorangehenden Hypothesen strukturiert. So werden bspw. die für die Bearbeitung notwendigen Dateien während der Selbstlernphase entwickelt.	Selbstständiges Erarbeiten von Wissen bietet den Studierenden die Möglichkeit, das eigene Tempo zu bestimmen, während im selben Zuge unterschiedliche Lösungswege verfolgt werden können.
4. Planen und begründetes Entscheiden	
Alle vorangehenden Schritte dienen als Grundlage für das Vorgehen, welches nun von den Tandems festgelegt wird. In dieser Phase der Einigung werden die Ansätze geprüft und nach Bedarf optimiert.	Bei der Verfahrensplanung kann Vorwissen ausgetauscht werden. Zudem können so die folgenden Handlungsschritte reflektiert, strukturiert und angepasst werden.
5. Umsetzung	
In der Durchführung werden die Dateien an die Maschine übergeben/abgefahren und die Produkte ggf. montiert.	Theoretisches Planungs- und Handlungswissen wird aktiviert.
6. Reflexion	
Durch die Dokumentation des Vorgehens können die einzelnen Schritte im Nachhinein begutachtet werden. Hier helfen auch die Simulationen durch entsprechende Programme (bspw. AlphaCAM). Es werden sowohl Selbst- als auch Fremdevaluationen der Arbeitsprozesse durchgeführt.	Die geordnete Auseinandersetzung mit der Durchführung lässt Rückschlüsse auf etwaige Verbesserungsmöglichkeiten zu.
7. Präsentation	
Eine kritische Auseinandersetzung mit dem Fertigungsprozess schließt die Aufgabe ab. Dieses wird auch als Plattform genutzt, um Feedback zu erhalten wie auch alternative Wege zu diskutieren.	Im Austausch mit der Lerngruppe wird das Vorgehen diskutiert und das Erlernte gesichert.

Die in der Tabelle dargestellten Schritte weisen über die Inhalte des oben skizzierten Seminarentwurfs hinaus und formulieren zugleich einen wiederkehrenden Rahmen.

4 Die digitale Lehrinnovation im Rückblick

Das dargestellte Lehr-/Lernkonzept wurde nach seiner erstmaligen Umsetzung summativ vom Zentrum für Lehre und Lernen (ZLL) der Technischen Universität Hamburg evaluiert. Die Studierenden des ersten Duchgangs waren sich einig, dass die Ressourcen, die in Konzeptentwicklung und Durchführung der Übungsveranstaltung im Rahmen eines Laborpraktikums eingegangen sind, gut investiert waren. Die Lehrinnovation wurde von den Studierenden mehrheitlich als gut umgesetzt und empfehlenswert eingeschätzt. Potenziale, um das Lehr-/Lernkonzept auch auf andere Lehrformen im CAD/CAM-Bereich der Beruflichen Fachrichtung Holztechnik zu übertragen, konnten von den befragten Studierenden konkret benannt werden. Der Fachkompetenzzuwachs wurde durchweg positiv – mit Intensitätsunterschieden, die auf unterschiedliche Eingangsvoraussetzungen zurückzuführen sind – eingeschätzt. Nicht nur die Handlungsabfolgen beim optimalen Bedienen eines Bearbeitungszentrums, sondern auch die Bedienschritte der Mehrachsbearbeitung in ihren fachlichen bzw. (maschinen)technischen Details wurden nach Abschluss der Veranstaltung von den Studierenden als beherrschbar und didaktisch-methodisch nachhaltig eingeschätzt. So – wie die Befragung weiter zeigt – fühlen sich die Studierenden gut vorbereitet, um in ihrer späteren Tätigkeit an beruflichen Schulen Auszubildende bzw. Schüler:innen in CAD/CAM-Prozesse einzuführen bzw. sie darauf vorzubereiten und entsprechende Ausbildungs- und Unterrichtssequenzen in einen übergreifenden thematischen Zusammenhang einzubetten. Dieses betrifft sowohl berufsbildende als auch studienqualifizierende bzw. weiterbildende Ausbildungsgänge an Berufsbildenden Schulen.

So kann das zugrunde liegende Lehr-/Lernkonzept, welches im Kern auf selbstgesteuerte Lernprozesse abhebt, als „erfolgreich erprobt“ eingeschätzt werden. Dies zeigt sich – neben dem Zuwachs an fachlicher Expertise am Bearbeitungszentrum – auch daran, dass die Studierenden die Möglichkeiten zur Übertragung des erlebten Lehr-/Lernkonzeptes auf ihre zukünftige Tätigkeit als Gewerbelehrkräfte erkannt und geäußert haben. Insgesamt wurde die Veranstaltung durch die angehenden Berufsschullehrkräfte auch als Beitrag dazu interpretiert, dass sie das technologisch anspruchsvolle Bearbeitungszentrum heute weitestgehend vorbehaltlos und quasi „angstfrei“ bedienen können.

Anknüpfend an die summative Evaluation nach der ersten Umsetzung der Lehrevaluation wird die immer im Sommersemester stattfindende Veranstaltung regelmäßig online durch die Studierenden evaluiert. Hierbei geben die angehenden Lehrkräfte gegen Ende der Veranstaltung eine differenzierte Rückmeldung auf einem – durch Dozierende individuell anpassbaren – Fragebogen. Basisfragen beziehen sich auf Verständlichkeit, Motivation, Lehr- und Lernprozessgestaltung sowie die mit der Veranstaltung verbundenen Anforderungen an die Studierenden. Darüber hinaus lässt sich die Möglichkeit zur individuellen Anpassung des Onlineinstrumentes nutzen, um gezielt Schwerpunkte in den Rückmeldungen anzustoßen und dadurch stetig an der weiteren Optimierung der Übungsveranstaltung zu arbeiten.

So konnte z. B. die Übungsveranstaltung aufgrund von Rückmeldungen der Studierenden durch tutorielle Unterstützung ergänzt und weiter verbessert werden. Konstruktiv wurde rückgemeldet, dass Verzögerungen im Arbeitsablauf von Programmierung, Übergabe an die Maschine und Fertigung durch tutorielle Unterstützung entgegengewirkt werden könne.

Wichtig zu benennen ist, dass das Laborpraktikum im Zusammenhang übergreifender Lehrveranstaltungen, also auch in einem berufsdidaktischen und -methodischen Zusammenhang einzuordnen ist. So lag der Schwerpunkt nicht etwa darin, Handlungsroutine bei der Einrichtung und Steuerung von CNC-Bearbeitungszentren zu entwickeln. Diese ist im Ausbildungs- und Unterrichtsalltag der angehenden Berufsschullehrkräfte auch Praxislehrkräften oder Werkstattmeister:innen überantwortbar. Vielmehr ging es – konkret handlungsorientiert anhand eines 5-Achs-Bearbeitungszentrums – darum, ein fachlich-prozessuales Überblickswissen im Themenbereich zu erwerben. Darüber hinaus bot die „Bedienungsaufgabe" als Lernverfahren zahlreiche Möglichkeiten, auch den eigentlichen Arbeitsprozess konkret nachzuvollziehen, d. h. das Verfahren zugleich als Lerninhalt zu begreifen. Dieses Prozesshandeln und -lernen wurde von den Studierenden individuell als auch auf berufsschulische Zusammenhänge übertragbar erfahren. Die Mehrdimensionalität und die Funktionen dieses und weiterer arbeitsprozessorientierter Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren im betrieblichen, berufs- und hochschulischen Lernen wurden den Akteur:innen auf diese Weise nachdrücklich bewusst. Insgesamt aber ist die Lehrinnovation mit Blick auf das Lehrstoff-Zeit-Problem auch im hochschul-curricularen Zusammenhang noch einmal kritisch zu überprüfen.

5 Fazit und Ausblick

Angesichts sich zukünftig deutlich erweiternder Qualifikationsanforderungen durch digitalisierte Arbeitsprozesse in handwerklich geprägten KMU stehen Lehrende vor der Frage, wie sich diese Entwicklungen didaktisch – und mitgestaltend – begleiten lassen. Betroffen hiervon sind im Baubereich insbesondere sowohl das Berufsfeld als auch die hochschulische Berufliche Fachrichtung Holztechnik. Der komplexe Themenbereich der C-Technologien – etwa die CNC-Mehrachs-Bearbeitung von Holz und Holzwerkstoffen sowie ihre Umgebung – stellen durchaus eine Herausforderung für Lehrende dar.

Gezeigt wurde, dass sich anhand einer Lehrinnovation berufsfachliche und didaktisch-methodische Handlungssicherheit im Umgang mit CNC-Technologien auch mit Blick auf ein handwerklich geprägtes Arbeitsumfeld fördern lassen. Studierenden kann ein Weg aufgezeigt werden, wie sie sich berufsbildungsbezogen diesem vielschichtigen Thema nähern. Dabei steht ein selbstgesteuerter und individualisierter Lern- und Arbeitsprozess im Vordergrund, der differierende Lernvoraussetzungen und Lernwege integriert. Ein problemorientierter Handlungsbezug konkretisiert sich beim Thematisieren und Implizieren typischer Bedienfehler und Fehlermel-

dungen. Begleitet von Phasen des Abgleichs und der Sicherung des Gelernten werden Portfolios erstellt, welche den Kompetenzzuwachs dokumentieren und dabei gleichzeitig den angehenden Lehrkräften als Leitfaden zur Umsetzung des Konzepts dienen. Auch das Entwickeln und Fertigen von Produkten mit persönlichem Gebrauchswert initiiert das Entstehen intrinsischer Motivation.

Vermehrt wurde vor allem von Studierenden der Beruflichen Fachrichtung Holztechnik die lehrkraftzentrierte Vermittlung von Inhalten auch im Bereich der C-Technologien kritisiert. Das war einer der Auslöser dafür, die vorgestellte Lehrinnovation zu entwickeln und mit nachweisbarem Erfolg durchzuführen. Alle Akteur:innen versprechen sich von diesem Vorhaben überdies einen Transfer an die unterschiedlichen Lernorte beruflicher Bildung. Dieses setzt allerdings geeignete Lernumgebungen an den Lernorten voraus, die derzeit nur vereinzelt vorhanden sind. Ihr weiterer Auf- und Ausbau wird günstigenfalls von einer Generation von Lehrkräften vorangetrieben, die entsprechende Kompetenzen aus ihrer eigenen Hochschulausbildung mitbringen. Zu beobachten bleibt, ob und inwieweit die Digitalisierung von Lehr- und Lernprozessen der Berufsbildung entsprechende Entwicklungen in den Betrieben mit beeinflussen wird.

Literatur

Behaneck, M. (2017). Der digitale Werkzeugkasten. BM EDV-Magazin – Software und IT-Praxis, (3), S. 107–118.

Behre, H., Herchenhahn, A. & Ludolph, M. (2005). CAD/CAM-Technologie im Tischlerhandwerk. In: J. Pangalos, G. Spöttl, S. Knutzen & F. Howe (Hrsg.), Informatisierung von Arbeit, Technik und Bildung – eine berufswissenschaftliche Bestandsaufnahme. Münster: LIT, S. 73–81.

Graffé, H.-J. (2018). Analyse: Ursachen des Fachkräftemangels: Warum ist die Ausbildung im Tischlerhandwerk rückläufig? Verfügbar unter: https://www.dds-online.de/fachkraeftemangel/ausbildung-tischler/ (Zugriff: 19.11.2018).

Ludolph, M. (2016). Software einkaufen reicht nicht. DDS. Der Deutsche Schreiner, (12), S. 100–102.

Mersch, F. F. (2013). Arbeitsprozess- und arbeitsbezogene Verfahren für berufliches Lernen im Bereich Bau, Holz und Farbe. In: S. Baabe-Meijer, W. Kuhlmeier & J. Meyser (Hrsg.), Perspektiven der beruflichen Bildung und der Facharbeit. Ergebnisse der Fachtagung Bau, Holz, Farbe und Raumgestaltung. Norderstedt: Books on Demand GmbH, S. 69–96.

Mersch, F. F. (2015). Berufswissenschaftliche Anforderungen und Aufgaben im Bauwesen. In: S. Baabe-Meijer, W. Kuhlmeier & J. Meyser (Hrsg.), Zwischen Inklusion und Akademisierung – aktuelle Herausforderungen für die Berufsbildung. Norderstedt: Books on Demand GmbH, S. 156–179.

Multhauf, M. (2017). 5-Achs-Technologie in der Holzverarbeitung als Lerngegenstand in der Lehrerbildung. BAG-Report Bau-Holz-Farbe, 19 (1) (Digitalisierung in der beruflichen Arbeit und Ausbildung), S. 46–53.

Nägele, R., Ohlhausen, P. & Braun, A. (2018). Bedarf und Anforderungen von KMU in Baden-Württemberg an Makerspaces. Verfügbar unter: http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-487160.html (Zugriff: 19.11.2018)

Ott, H., Reip, H. & Isberner, D. (1995). Planung, Analyse und Beurteilung von Unterricht. Bad Homburg: Gehlen.

Pahl, J.-P. (2016). Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren: ein Kompendium für den Lernbereich Arbeit und Technik (2. Aufl.). Bielefeld: wbv.

Pillmann-Wesche, R. (2011). „Ich fange an". Pragmatische Überlegungen zur Umsetzung von individualisiertem Unterricht. Arbeitspapier zum Individualisierten Unterricht für das Hauptseminar; September 2011 (Manuskript des Landesinstitutes für Lehrerbildung, Hamburg).

ProWood Stiftung (2004): Untersuchung zum Strukturwandel im Tischlerhandwerk. Frankfurt.

ProWood Stiftung (2010): Untersuchung zur Situation und zukünftigen Entwicklung im Tischlerhandwerk. Durchgeführt von applikatio im Auftrag der ProWood Stiftung. Frankfurt a. M. Verfügbar unter: http://prowood.org/documents/1883961/3632290 (Zugriff: 30.11.2018).

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Phasen der Lehr-/Lernkonzeption 312

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Handlungsablauf der einzelnen Bedienungsaufgaben 313

Autoren

Popp, Philipp, M. Ed., wiss. Mitarbeiter, TU Hamburg, Institut für Angewandte Bautechnik, philipp.popp@tuhh.de

Mersch, Franz Ferdinand, Prof. Dr., TU Hamburg, Institut für Angewandte Bautechnik, abt@tuhh.de

Multhauf, Martin, Dipl. Ing. (BA), GWL, wiss. Mitarbeiter, TU Hamburg, Institut für Angewandte Bautechnik, m.multhauf@tuhh.de

Vom Sinn händischen Zeichnens und Darstellens in digitalisierten Lernumgebungen bei Bauzeichner:innen

Matthias A. Schönbeck

Abstract

Die „Digitalisierung der Arbeit" hat längst auch in der beruflichen Bildung Einzug gehalten. Statt wie früher die Zeichnungen mit Stift und Papier zu erstellen, arbeiten heute Bauzeichner:innen mit CAD-gestützten Zeichenprogrammen. Doch werden hierdurch das Einüben des händischen Zeichnens und die damit verbundene Entwicklung von kreativen und sensomotorischen Fähigkeiten vernachlässigt. Während CAD-Programme den Bediener:innen viele Arbeitsschritte abnehmen, ist das Zeichnen von Hand ein wichtiger Schritt zur Bewusstmachung und Lösungserzeugung durch eine sichtbare Dokumentation der Entwicklung. Auch wenn sich die Berufsschulen dem Fortschritt in der Zeichentechnik nicht verschließen dürfen, sollte das Erlernen von händischem Skizzieren und Zeichnen als Grundlage in der Ausbildung dienen.

"Digitization of work" has been part of vocational education for a long time. Whilst traditionally drawings where done using pen and paper the situation is somewhat different nowadays. A lot of trainees within draftsman are using CAD-supported drawing programs. Subsequently, manual drawings are no longer practiced as often as they should be. Therefore, both creativity and sensory-motor skills of the trainees are being neglected. CAD-programs allow for a more efficient workflow as they take over many of the various operational steps. However, knowing how to manually draw/design should be an integral part of a vocational training as it improves awareness of each step within the design process. It is understandable that schools/colleges must take into consideration new developments and modern technology. However, learning how to prepare drawings manually should still be one of the basics of a vocational training.

1 Einleitung

Die allgegenwärtige „Digitalisierung der Arbeit" hat sich aufgrund der politischen Diskussion und – stärker noch – der permanenten Präsenz in nahezu sämtlichen Medienformaten inzwischen zu einem regelrechten Imperativ für die berufliche Bildung entwickelt (vgl. Euler 2018, Gebhardt & Grimm 2016, Spöttl & Windelband

2017). Ein hohes Potenzial berge diese besonders für die didaktische Gestaltung von Lernumgebungen. Es wird erörtert, wie man erreichen kann, dass Schüler:innen in berufsbildendem Unterricht möglichst rasch dazu befähigt werden, den konzeptionellen Anforderungen betrieblicher Realitäten zu genügen. Um konzeptionelle Einstellungen zu fördern, sei es wichtig, herkömmliche und bewährte Lern- und Arbeitsweisen mit neuen digitalen Medien anzureichern (vgl. ebd.).

Bereits mit dem Einzug von CAD-Programmen in die technische Berufsarbeit vollzog sich in den 1990er-Jahren ein tiefgreifender Wandel, der inzwischen wie selbstverständlich in den Arbeitsalltag von Bauzeichner:innen implementiert ist. Tiefgreifend, da die Technologien zum einen nicht nur ein anderes Instrument zur Darstellung boten, sondern auch gänzlich das Denken und die menschliche Herangehensweise an Zeichnungs- und Darstellungsprozesse verändert haben. Zum anderen stehen CAD-Technologien exemplarisch für den Anfang eines digitalen Machbarkeitsverständnisses, das permanent auf eine technische und ökonomische Anpassung ausgerichtet ist und damit Potenziale nicht-digitalen Lernens wie händisches Zeichnen und Darstellen ausblendet.

Händisch angefertigte Darstellungen auf Papier dienen vielfach nur als probates Hilfsmittel zur skizzenhaften Annäherung sowie der Illustration erster Ideen im Entwurfsprozess. Alle weiteren Schritte werden mithilfe digitaler Formate zunehmend auch interaktiv vollzogen. Längst spiegelt sich diese Praxis auch in der beruflichen Ausbildung zum/zur Bauzeichner:in im schulischen Kontext wider. Es wäre auch etwas weltfremd, sich der Arbeitswirklichkeit künftiger Fachkräfte zu entziehen und die Unterrichtsformate allein auf das händische Erstellen von Zeichnungen hin auszurichten. Der berufsbezogene Rahmenlehrplan für Bauzeichner:innen beschreibt daher das rechnergestützte Zeichnen sowie andere Informations- und Kommunikationstechniken allgemein als „Werkzeuge ihrer täglichen Arbeit“, diese Techniken seien daher „immer im Zusammenhang mit den Lernfeldern zu vermitteln.“ (KMK 2002, S. 6).

Im Zentrum des vorliegenden Beitrages steht die Frage, wie Lehrende im Spannungsfeld zwischen CAD-Programmen und traditionellen Denk- und Handlungsweisen mit händischem Zeichnen und Darstellen im beruflichen Unterricht in Bauzeichner:innenklassen agieren.

2 Zeichnen und Wahrnehmungsprozesse

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass Wahrnehmungsprozesse keine Abbilder erzeugen, sondern hochkomplexe Denkprozesse darstellen. Die Wahrnehmungsforschung betont den konstruktiven und kontextgebundenen Charakter von Repräsentationen der Umgebung und subjektiven Empfindungen. Man kann verkürzt auch von einer Einheit aus Kognition und Emotion sprechen, also die Synthesis aus dem, was von Subjekten und Objekten ausgeht. Repräsentationen sind geistige, nicht immer bewusste Zustände, deren Inhalte die Umgebung widerspiegeln (vgl. Ansorge & Leder 2017, S. 4 ff.)

Das Zusammenwirken von Emotionen mit den Sinnen, ihre häufig spontane Belebung, wechselseitige Aktivierung und Durchdringung spielt beim Zeichnen eine wichtige Rolle. Wahrnehmung kann gleichgesetzt werden mit der Arbeit an und mit den Sinnen. Sie ist nach außen und innen gerichtet: Wahrnehmung dessen, was außerhalb von mir ist, Wahrnehmung dessen, was in mir vorgeht. Der Tastsinn ist beim Zeichnen ebenso beteiligt wie die manuelle Bewegung, der Sinn des Gleichgewichts oder der Sehsinn. Manche Menschen haben eine intensive Verbindung zu ihren Gefühlen, während andere es vorziehen, auf äußeres Geschehen zu achten, und bessere Beobachter von anderen als von sich selbst sind. Gemeinsam ist allen Beteiligten, dass sie einem Wechselspiel zwischen interner, mentaler, externer und materialisierter Bearbeitung unterworfen sind. Sie entwickeln unbewusst abstrakte Gestaltungsstrukturen, die sie anschließend bewusst auf ein Blatt skizzieren. Zeichnen ist somit eine zielgerichtete Tätigkeit, die neben komplexen internen Denk-, Beurteilungs-, Entscheidungsschritten auch beobachtbare externe Sprech-, Gestikulier-, Schreib-, Zeichen- und Modellierschritte enthält. Die Umsetzung stellt also keinesfalls nur eine reine Abbildung der Repräsentation dar, sondern wird verändert, weiterentwickelt und präzisiert (vgl. Sachse & Hacker 1995).

Händisches Zeichnen kann damit auch als ein Akt der allmählichen Lösungserzeugung beschrieben werden, da die Repräsentationen des Problems durch die Ausführenden zunächst mental bearbeitet werden, um dann durch den Bewegungsablauf mit der Hand sensomotorisch nachvollzogen und korrigiert werden zu können. Man kann daher auch sagen, dass händisch wirkende Zeichner:innen aufgrund der Rückkopplung zwischen verschiedenen Schritten, wie Überlegen, Skizzieren und Betrachten der Skizze „mit der Hand denken". Skizzen und Zeichnungen spiegeln somit nicht nur das subjektive Ergebnis des Zeichners wider, sondern sie dienen ihm gleichsam als ein Dokument über den zeitlichen und inhaltlichen Entwicklungsgang. Damit wird nicht nur die Fähigkeit zum Zeichnen und Skizzieren, sondern auch die Wahrnehmung durch fortwährendes Sehen und Fühlen entwickelt. Gerade der wenig beachtete Zusammenhang zwischen Motorik, visueller und taktiler Wahrnehmung ist eine elementare Grundvoraussetzung für Aneignungsprozesse. Zeichnen ist somit mehr als das Lesen und Erstellen von Informationsträgern.

3 Aktualität händischen Zeichnens und Darstellens

Wenngleich die „Werkzeuge ihrer täglichen Arbeit" (KMK 2002, S. 6) eine zentrale Rolle in der Ausbildung von Bauzeichner:innen spielen, haben mit Blick auf individuelle Lernprozesse händisch angefertigte Zeichnungen und Skizzen nach wie vor einen bedeutsamen Stellenwert. Dies berührt insbesondere die oben angesprochenen wahrnehmungsrelevanten Voraussetzungen im Zeichnungsprozess. Während es beim *Bleistift-und-Papier-Prozess* zu einer Verbindung zwischen äußerer und leiblicher Wahrnehmung kommt (vgl. Sennett 2014, S. 58 ff.; Merleau-Ponty 1966, S. 239),

ist bei der *CAD-und-Bildschirm-Arbeit* die Unmittelbarkeit zwischen Denken und Tun im Hinblick auf die Bewertung des Ergebnisses nicht mehr hinreichend gegeben und es kommt vermehrt zu unüberlegten Handlungen. Ein anschauliches Beispiel dafür liefert Sennett:

> „Computergestütztes Design birgt besondere Gefahren, wenn man über Gebäude nachdenkt. Da die Maschine alles unverzüglich löschen oder neu zeichnen kann, meint der Architekt Elliot Felix: ‚Alles was man tut, hat weniger Folgen als auf dem Papier… Darum wird alles nicht so sorgfältig durchdacht'" (Sennett 2014, S. 60).

Auch Fritz Böhle et al. (2001) haben frühzeitig darauf hingewiesen, dass durch die Anpassung von Zeichner:innen an CAD-Systeme deren sinnliche Wahrnehmung, kognitiv-mentalen Prozesse und direkte Beziehung zum Arbeitsgegenstand beschränkt werden. In der Folge wird erfahrungsleitendes Handeln behindert, wichtige Potenziale für die Entwicklung von Kreativität gehen verloren und grundlegende wahrnehmungs- sowie verhaltensnahe Formen menschlichen Denkens werden vernachlässigt. So verbirgt sich die Unmittelbarkeit zwischen aktivem Zeichnen und sichtbarem Ergebnis hinter einer digitalisierten Maske und die einzelnen Entwicklungsschritte bleiben für die Mehrheit der Jugendlichen unerschlossen. Kurz gesagt: Indem die Zeichnungsprozesse von einer sinnlich-konkreten auf eine abstrakte digitale Ebene verlagert werden, „versteckt" Bildschirmarbeit jene zuvor direkt erfahrbaren Zugänge.

Beim händischen Zeichnen handelt es sich um einen zutiefst iterativen und gestalterischen Akt. So spielen Emotionen, Konzeptionen und die Art und Weise der (intuitiven) Umsetzung eine wichtige Rolle für den Ausführenden. So werden eigene Ideen festgehalten, überarbeitet, korrigiert, verworfen oder verfeinert. Unwägbarkeiten und Irritationen sind dabei für die individuelle Entwicklung immer von Bedeutung, da sie immer unmittelbarer Ausdruck des Selbst sind. Ergebnisse sind sofort sichtbar, beurteilbar und lösen immer Kommunikation aus. Sie bilden die Basis für die Initiierung und Formulierung von Gedankengängen und Vorstellungen.

Entlang dieses Prozesses entwickeln die Auszubildenden ihre motorischen Fähigkeiten, ihr räumliches Vorstellungsvermögen, ihre Kompetenzen, konstruktive Probleme zu analysieren, zu strukturieren und Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln. Durch diese Prozesse setzen sie sich mit unmittelbaren Anforderungen ihrer Berufe auseinander, erkennen Lösungsansätze, verfolgen sie weiter und kommunizieren berufspraktische Anliegen. Der händischen Zeichnung kommt damit sowohl eine subjektive als auch eine intersubjektive Aufgabe zu: Indem individuelle Vorstellungen zunächst gedanklich durchwirkt und schließlich umgesetzt werden, wird Zeichnen zu einem Kommunikationsprozess mit sich selbst. Erkenntnisprozesse und Wissenserwerb vollziehen sich im Wechselspiel zwischen Wahrnehmung und Reflexion verschiedener Sinneskanäle. Die manuelle körperliche Bewegung (des Armes, der Hand, das Festhalten des Stiftes, mit welchem Druck er auf dem Blatt geführt wird) führt zur Entwicklung und permanenten Präzisierung der Feinmotorik, der Ausbildung grundlegender Einstellungen wie Sauberkeit, Korrektheit oder Ge-

nauigkeit. Zur Darstellung und Lesbarkeit ist das Zeichnen an entsprechende normierte und regelbasierte Formen gebunden. Erst damit kann die Zeichnung zwischen den Beteiligten als Informationsträger über die korrekte Ausführungsweise eines technischen Vorhabens verwendet werden.

4 Händisches und computergestütztes Zeichnen: Untersuchungsergebnisse

Unterrichtshandeln von Lehrer:innen hat einen erheblichen Einfluss auf die Lernentwicklung ihrer Schüler:innen. Die Entscheidung über die Implementierung händischen Zeichnens innerhalb des beruflichen Unterrichts erweist sich jedoch als eine sehr komplexe Angelegenheit. Sie ist von zahlreichen Faktoren abhängig, wie bspw. Motivation der Lernenden und des Lehrenden, Ausstattung der Lernumgebung, Kenntnisse über und Erfahrungen mit verschiedenen Medien, Rollenverständnis der Lehrer:innen usw. Hinzu kommt die weit verbreitete Annahme, dass Jugendliche als sogenannte „Digital Natives" aufgrund ihrer hohen Affinität zu digitalisierten Medien heutzutage „anders" lernen, was sich jedoch aufgrund verschiedener Studien nicht belegen lässt (vgl. Euler 2018, S. 183).

Eine grundsätzliche Annahme im Rahmen dieser Erhebung ist, dass Schüler:innen in Bauzeichner:innenklassen mit CAD-Programmen zeichnen. Die befragten Lehrer:innen gestalten ihren Unterricht maßgeblich rechnergestützt mit sehr unterschiedlichen CAD-Programmen. Um herauszuschälen, wie sie mit den oben skizzierten Aspekten händischen Zeichnens agieren und welche Motive ihren Entscheidungen zugrunde liegen, wurden 11 Lehrer:innen zu ihrer beruflichen Praxis im Hinblick auf das Erlernen und Anwenden händischen Zeichnens in ihren Klassen befragt. Mittels leitfadengestützter Interviews wurden z. B. die folgenden Fragen erörtert:

- Beschreiben Sie bitte die Rahmenbedingungen, in denen Bauzeichner:innen heutzutage zeichnerisch agieren.
- Worin liegen Ihrer Meinung nach die Stärken und Grenzen von händischem und CAD-gestütztem Zeichnen?
- Welche Kompetenzen werden Ihrer Meinung nach bei den Schüler:innen gefördert, die zu Beginn ihrer Ausbildung das händische Erstellen von Skizzen und Zeichnungen erlernen?
- Nach welchen Kriterien setzen Sie Bleistift und Papier ein?
- Auf welche eigenen Erkenntnisse und Erfahrungen stützen sie sich dabei?

Diese und weitere Fragen werden in den folgenden Ergebnissen in knapper Form zusammengefasst. Wichtige Aussagen der Lehrer:innen sind als Zitat aufgeführt.

4.1 Allgemeine Situation in berufsbildenden Schulen

CAD-gestütztes Agieren gehört für die Bauzeichner:innen zum Arbeitsalltag. Es ist üblich, dass die Jugendlichen bereits zu Beginn ihrer Ausbildung Kenntnisse über das Anfertigen von CAD-Zeichnungen erwerben. In den Architektur- und Ingenieurbüros sitzen die Lernenden meist am ersten Tag ihrer Ausbildung neben Architekt:innen und Bauingenieur:innen, die sie sogleich mit der Arbeitsweise des jeweils verwendeten CAD-Programms vertraut machen. Sie sind es daher auch gewohnt, mit der entsprechenden Software zu lernen. Dagegen wirkt es meist etwas befremdlich auf sie, sobald sie im Unterricht mit Bleistift und Lineal arbeiten. Obwohl für so gut wie alle Jugendlichen die Bildschirmarbeit einen festen Bestandteil ihres Schulalltags darstellt, wird an den Schulen weiterhin händisch gezeichnet und skizziert. 9 der 11 befragten Lehrer:innen nutzen den Bleistift begleitend zur Lernunterstützung, während 2 Lehrende in den ersten Ausbildungswochen ausschließlich auf händisches Zeichnen zugreifen und erst im Anschluss mit CAD-Programmen arbeiten.

> „Da gibt es ja sonst kaum Spielraum für die Schüler, wenn das nicht am Anfang passiert. Mit CAD geht das alles ziemlich schnell, da bleibt vieles auf der Strecke“ (L8).

4.2 Übersichtlichkeit und Individualität der Papierzeichnung

Einen wichtigen Vorteil des händischen Entwerfens gegenüber Bildschirmarbeit sehen die Befragten darin, dass Auszubildende die gesamte Zeichnung überblicken können und ihre Arbeitsschritte daher übersichtlich strukturieren können. Sie gewinnen damit eine Vorstellung davon, was sie als nächstes tun werden. Das Umschalten vom Überblick zum Detailfokus gelingt besonders gut, während bei der Arbeit am Rechner der Blick bereits aufgrund der Bildschirmgröße eingeschränkt ist. Auszubildende lernen das maßstabsgerechte Lesen und Zeichnen sowie grundlegende Elemente wie Blatteinteilung, Schriftgrößen – im Unterschied zu der Arbeit am Computer – durch die direkte Erfahrung von Bleistift und Papier kennen. Der Vorteil des schritthaften und individuellen Fortgangs von Handskizzen ist nach Angaben der Befragten pädagogisch bedeutsam, da sie die Kompetenzentwicklung jedes Einzelnen durch die Strichführung sichtbar feststellen können.

Bei der Nutzung von CAD-Programmen wirken die beschränkten Möglichkeiten der Zeichnungsdarstellung am Bildschirm dem natürlichen Zeichnungsprozess – der vom Ganzen zum Detail ausgerichtet ist – faktisch entgegen. Damit ist es für die Auszubildenden meist unmöglich, einen ausreichenden Überblick über die Gesamtzeichnung zu erhalten. Sie können *entweder* einen Überblick wählen – dann müssen sie die Details ausblenden – *oder* sich den Details widmen – dann geht der Überblick verloren. Der Konstruktionsprozess erfolgt daher in kleinen eng gefassten Ausschnitten. Durch diese Arbeitsweise verlieren sich einige Jugendliche immer wieder in Details oder sind durch das gedankliche Umstellen überfordert. Zur Orientierung werden daher Zeichnungsgrundlagen oft großformatig ausgeplottet.

> „Wenn wir Projekte machen, ist es für uns auch wichtig, dass wir die Handskizzen auch in der Projektmappe haben, um zu sehen, wie es Schritt für Schritt entwickelt worden ist. Deswegen sollen sie auf Papier zeichnen am Anfang, also für den eigentlichen krea-

> tiven Prozess, gerade wenn es um erste Gedanken geht, ist die Handzeichnung eigentlich total wichtig. Daran lernen sie auch Maßstabsgeschichten und solche Sachen, was auch wichtig ist, dass sie das nicht einfach als Blackbox schlucken und auch wirklich mal selber gemacht haben. Auch Blatteinteilung – wo guckt man zuerst hin? Welche Schriftgrößen und Abstufungen nehme ich? Und alle solche Sachen, die kriegt man einfach besser auf Papier hin. [...] Beim Bildschirm habe ich immer nur einen Ausschnitt, setze das dann irgendwo hin, wie die Blätter im Herbst einfach hinfallen und drucke es am Ende aus. Dann ist es vielleicht nicht so toll geworden aber schon in Farbe." (L3)

Beispielsweise wird die Zeichnung einer Dachkonstruktion im Unterricht in mehreren Abschnitten ausgeführt. Hierzu fertigen die Auszubildenden zunächst verschiedene Skizzen von Hand über die vorgestellte Konstruktion an. Sie entwickeln dazu verschiedene Perspektiven, die verworfen, überarbeitet und neu angelegt werden. Diese spontane Vorgehensweise hat für die Lehrer:innen den Vorzug, dass die Jugendlichen sich nicht sofort auf eine Lösung festlegen müssen, sondern sich allmählich an sie „herantasten". Diesem Entwicklungsgang wird ein zeitlich umfangreicher Raum zugewiesen, da die Lehrer:innen der Auffassung sind, dass dieser Prozess sehr lernhaltig ist und für die jungen Menschen einen Schlüsselcharakter hat.

> „Der Zugang zum Zeichnen ist ja für die Jugendlichen nicht immer leicht. Ich lasse sie probieren, bis sie eine akzeptable Lösung gefunden haben. Da ist immer viel aufzuholen beim Zeichnen. [...] Ich glaube, dass die Schüler hier auch ziemlich viel über sich selbst lernen können." (L1)

> „Mit den Skizzen geben wir den Auszubildenden einen größeren Freiraum." (L11)

4.3 Intuitive Lösungssuche durch Skizzieren

Im Unterricht existieren oft keine Schnittmengen zwischen dem, was Zeichner:innen sich von einem CAD-Programm wünschen, und dem, was die Programme leisten. Da sich jeder Lernende zunächst erst einmal die notwendigen Arbeitsschritte eines Zeichnungsprogramms aneignen muss, geht der Blick auf die Entwicklung der sensomotorischen Fähigkeiten verloren. Insbesondere beim schöpferischen Vorgehen greifen die Lernenden daher meist bereits intuitiv auf ihre händischen Fähigkeiten zurück.

> „Ich glaube, die Schüler merken ziemlich schnell, dass das CAD-Zeichnen immer etwas Festgelegtes hat, was zu erfüllen ist. Sie müssen ja ein programmiertes System bedienen und sich daran entlanghangeln und anpassen. Es hält eben auf, wenn ich kreativ an einer Idee arbeite. Aber das muss ich wissen als Lehrer und es immer wieder zulassen" (LT 1)

Händische Skizzen und Zeichnungen folgen einer intuitiven Spur von Probieren und Verwerfen. Sie sind grundsätzlich individueller, da die eigenen Entwicklungsgänge für den Einzelnen direkt nachvollzogen werden können. Schüler:innen können sich ausprobieren und ihre Ideen ohne technische Hilfsmittel aus ihren Handbewegungen generieren. Sie folgen damit ihren natürlichen Bewegungsabläufen (Hin und Her-, Auf und Ab-Bewegungen). Als auffällig werden die Wiederholungen

und Rhythmisierungen ein und derselben Bewegung beschrieben, die zu einer Überlagerung von Linien oder Strichen führen. Durch das stete Einüben gewinnen die Schüler:innen allmählich Handlungssicherheit in ihren Bewegungsabläufen. Dabei konzentrieren sich die Auszubildenden auf ihre Zwischenergebnisse und lassen sich wenig ablenken.

> „Ich beobachte immer mal, wie vertieft manche beim Zeichnen sind. Sie machen dann häufig ein und dieselbe Bewegung immer wieder. [...] Da kann man sie ansprechen und sie reagieren nicht." (L4)

Sobald der Bleistift auf das Papier trifft, erhalten ihre Gedanken Gestalt. Mit jedem Strich legen sie ihre Vorstellungen frei und können so sehen, ob ihre Ideen ausgereift sind oder noch einer weiteren Entwicklung bedürfen. Mithilfe der Skizze konkretisieren sie somit allmählich ihre eigenen Vorstellungen.

> „Wir sind da eher konservativ. Bei uns wird alles am Anfang mit Hand gezeichnet, das bringt [...] am meisten was. Da gehen sie eher intuitiv vor und folgen den eigenen Bewegungsabläufen. Wir üben da gleichzeitig die Feinmotorik, die bei vielen Schülern ziemlich mangelhaft ausgeprägt ist. Da ist mehr Individualität drin. [...] Wenn die Lehrlinge nur dem Computerprogramm folgen, geht das ganze Händische verloren." (L4)

> „Es geht schon auch um Feinmotorik und auch ganz klar um Konventionen, die beim Zeichnen einzuhalten sind. Jeder Bauzeichner kommt auch in die Verlegenheit, mal mit einem Stift etwas zu skizzieren. Entweder als perspektivische Zeichnung oder eben als Planzeichnung; sei es nur ein Projekt in der Aufnahme" (L8)

4.4 Lernen durch Fehler

Besonders jene Lernprozesse, die durch individuelle Fehler erzeugt werden, verlaufen in der digitalen Umsetzung gänzlich anders als auf dem Papier. Da es wesentlich leichter ist, die Zeichnungen im CAD-System zu ändern, ist bei unerfahrenen Zeichner:innen eine gewisse Unterschätzung – besonders der im Vorfeld der Zeichnungsumsetzung stattfindenden Prozesse – feststellbar. Wie in anderen digitalen Zusammenhängen auch, agieren Ausführende häufig situativ und spontan auf fehlerhafte Darstellungen, was ihnen durch die CAD-Systeme leichtgemacht wird. Die Programme haben sich im hohen Maße bereits auf die Fehlerkultur der Bediener:innen eingestellt und arbeiten ähnlich wie ein Rechtschreibprogramm mittels Plausibilitätsprüfung. Was in komplexen beruflichen Arbeitszusammenhängen ein durchaus sinnvolles Hilfsmittel darstellt, kann zu Beginn des Erlernens zeichnerischer Grundlagen bei der Entwicklung eigener Handlungsstrukturen äußerst hinderlich sein.

Im Unterschied dazu müssen die Auszubildenden beim händischen Übertragen eigener Ideen am Beginn der Zeichnungserstellung bereits eine Vorstellung davon haben, wie die Zeichnung am Ende ungefähr aussehen soll. Der Planungsphase wird dadurch eine hohe Bedeutung beigemessen. Die aufwendigere Fehlerbehebung mittels Radiergummi oder anderer Hilfsmittel führt nach Auskunft der Lehrer:innen zu einer planvolleren und geordneten Auseinandersetzung der Schüler:innen mit dem Lerngegenstand Zeichnung, als dies am Computer möglich ist. Fehler rücken

damit sowohl in das direkte Blickfeld der Zeichner:innen als auch in das der Lehrer:innen. Die am Bildschirm schnell vollzogenen Korrekturoptionen suggerieren den Schüler:innen oft nur, dass auch nachfolgende Änderungen durch wenige Schritte leicht umsetzbar sind. In Kombination mit der Plausibilitätsprüfung verflacht langfristig auch die Bedeutung des eigenen Tuns.

> „Auf Fehler muss aufwendiger als im Digitalen reagiert werden. Es ist etwas anderes, eine Linie von Hand wegzuradieren als mit einem Mausklick zu beseitigen. Am Computer spielen die Lehrlinge einfach rum, da es ja immer ganz leicht ist, die Fehler wegzumachen. Das Ganze führt meiner Meinung nach aber zu einem nicht so geordneten Vorgehen, weil das eben immer mal schnell geändert werden kann. Da geht auch eine Tiefe verloren, also in der Auseinandersetzung mit dem Thema“ (L 2).

Mit dem erhöhten motorischen und zeitlichen Aufwand sind Lernprozesse verbunden, die mit der bloßen Anwendung von CAD-Technologien verhindert werden. Dieser Verlust an Unmittelbarkeit wird von den Befragten auch als eine normierte und standardisierte Arbeitsweise beschrieben, die den Zusammenhang von Denken und Handeln auseinandertreibt.

5 Fazit

Die zusammenfassende Darstellung der Untersuchung hat gezeigt, dass Lehrer:innen ihre tägliche Arbeit mit CAD-Zeichnungsprogrammen durchaus kritisch reflektieren. Sie agieren in einem digitalen Kontext, der klare Rahmenbedingungen hat. Trotzdem greifen alle Befragten weiterhin auf händisches Zeichnen zurück. Es birgt ihrer Auffassung zufolge ein hohes Lernpotenzial in Bereichen von Individualität, Ermöglichung von intuitivem und schülerorientiertem Lernen sowie der Förderung des Lernens durch eine sinnvolle und nachvollziehbare Fehlerkultur. Da in keinem Ingenieur- und Architekturbüro noch händisch gezeichnet wird, ist für die Lehrenden die didaktische Legitimierung des händischen Zeichnens in den Bauzeichnerklassen jedoch nicht mehr selbstverständlich gegeben.

Literatur

Ansorge, U. & Leder, H. (2017). Wahrnehmung und Aufmerksamkeit. Wiesbaden: Springer.

Böhle, F., Bauer, H. G., Munz, C. & Pfeiffer, S. (2001). Kompetenzen für erfahrungsgeleitete Arbeit – neue Inhalte und Methoden beruflicher Bildung bei der Arbeit mit komplexen technischen Systemen. In: F. Eicker & A. W. Petersen (Hrsg.), „Mensch-Maschine-Interaktion“ – Arbeiten und Lernen in rechnergestützten Arbeitssystemen in Industrie, Handwerk und Dienstleistung. Baden-Baden: Nomos, S. 275–288.

Euler, D. (2018). Bildung in Zeiten der Digitalisierung... Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 114 (2), S. 179–190.
Gebhardt, J. & Grimm, A. (2016). High-Tech-Strategie und Industrie 4.0. Auswirkungen auf Technik, Arbeit und Berufsbildung. lernen & lehren, (1), S. 4–9.
KMK (2002). Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Bauzeichner/Bauzeichnerin. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 14.06.2002.
Merleau-Ponty, M. (1966). Phänomenologie der Wahrnehmung, Berlin: De Gruyter.
Sachse, P. & Hacker, W. (1995). Wie denkt, handelt der Konstrukteur? (Forschungsberichte der Technischen Universität Dresden, Bd. 24). Dresden: Institut für Allgemeine Psychologie und Methoden der Psychologie.
Sennett, R. (2014): Handwerk. Berlin: Berlin Verlag.
Spöttl, G. & Windelband, L. (Hrsg.) (2017). Industrie 4.0. Risiken und Chancen für die Berufsbildung. Bielefeld: W. Bertelsmann.

Autor

Schönbeck, Matthias A., Prof. Dr. phil., Hochschullehrer, Fachbereich bauen-kunst-werkstoffe, Hochschule Koblenz, Konrad-Zuse-Straße 1, 56075 Koblenz, schoenbeck@hs-koblenz.de

II. Fachkräftesicherung der Zukunft

Die Integration Geflüchteter in die duale Ausbildung – Ergebnisse eines Entwicklungsprojektes

Gero Scheiermann

Abstract

Die Heterogenität der Jugendlichen auf dem Ausbildungsmarkt hat sich durch die Zuwanderung der Geflüchteten weiter erhöht. Für die Betriebe ergeben sich hieraus neue Herausforderungen, denen sie mit unterschiedlichen Konzepten begegnen. Der Beitrag geht auf diese Problemstellungen sowie Konzepte ein und zeigt sich daraus ergebende bildungspolitische Diskussionsaspekte auf.

The rising heterogeneity of apprentices and the integration of refugees expect different operational concepts for the vocational education and training. The article describes different concepts for the integration of refugees in apprenticeship and aspects for a further discussion on vocational education and training.

1 Heterogene Herausforderungen auf dem Ausbildungsmarkt durch Geflüchtete

Die große Anzahl Geflüchteter im Jahr 2015 und den darauffolgenden Jahren hat Deutschland vor große Herausforderungen gestellt. Eine frühzeitige Integration der Menschen ist eine wichtige Aufgabe für Staat, Gesellschaft und Wirtschaft. Bildung, Arbeit und Sprache sind dabei die Schlüsselwörter für eine gelingende Integration (vgl. DIHK 2018b, S. 33; Burkert & Dercks 2017, S. 4). Entsprechend kommt auf die Unternehmen eine entscheidende Integrationsrolle in Hinblick auf das Angebot von Praktikums-, Ausbildungs- und/oder Arbeitsstellen zu. Da ein Großteil der jungen Geflüchteten in einem ausbildungstypischen Alter zwischen 18 und 25 Jahren ist, stellt vor allem die berufliche Ausbildung eine wichtige Integrationsmöglichkeit dar (vgl. BA 2018, S. 6).

Der Zugang zur beruflichen Ausbildung erfolgt über einen Ausbildungsvertrag mit einem Ausbildungsbetrieb. Die Betriebe nehmen somit auf dem Ausbildungsmarkt die Rolle der Gatekeeper ein. Die Betriebe sehen jedoch aufgrund des vorhandenen Bildungsniveaus und der größtenteils fehlenden Qualifikationen in der dualen Ausbildung das geringste Einstellungspotenzial für die Geflüchteten (vgl. Flake et al. 2017, S. 10). Deutlich wird dies auch anhand der aktuellen Anzahl an Auszubil-

denden mit Fluchthintergrund – immer vor dem Hintergrund der knapp eine Million Geflüchteten im Jahr 2015 gesehen: Die IHK hat auf der Basis ihrer jährlichen Ausbildungsbefragung eine Hochrechnung durchgeführt und berechnet, dass sich ca. 20.000 Geflüchtete in einer IHK-Ausbildung befinden (vgl. DIHK 2018a, S. 7). Die Ausbildungsstatistik der BA (2018, S. 11 f.) zählt rund 14.000 gemeldete Bewerber:innen mit Fluchtkontext, die im Jahr 2017/18 eine Ausbildung begonnen haben, dagegen haben von Oktober 2017 bis September 2018 38.300 geflüchtete junge Menschen mit Unterstützung der BA oder eines Jobcenters einen Ausbildungsplatz gesucht. Der BIBB-Datenreport (BIBB 2018, S. 334) geht hier noch von 26.400 gemeldeten Bewerber:innen mit Fluchthintergrund zum Stichtag 30. September 2017 aus; zum Vergleich: Zum Stichtag 30. September 2016 gab es nur 10.300 Bewerber:innen mit Fluchthintergrund. Entsprechend hat die Anzahl der an einer dualen Ausbildung interessierten Jugendlichen mit Fluchthintergrund in den letzten Jahren zugenommen. Modellrechnungen des BIBB zeigen, dass die Nachfrage junger Geflüchteter nach einer Berufsausbildung in den kommenden Jahren weiter ansteigen wird (vgl. Winnige et al. 2017, S. 55 ff.). Die Gründe für diese Zurückhaltung der Betriebe in der Ausbildung Geflüchteter sind vielfältig: Hemmnisse, Hürden, Herausforderungen, Gelingensbedingungen, aber auch Grundvoraussetzungen begleiten die Betriebe bei der Auswahl ihrer Ausbildungsstellenbewerber:innen (siehe dazu z. B. Gürtzgen et al. 2017; KOFA 2017; DIHK 2017).

Die Voraussetzungen aus der Perspektive der Betriebe sind dabei differenziert zu betrachten: Zum einen setzen die Betriebe Grundvoraussetzungen fest, die sowohl für Jugendliche mit als auch ohne Fluchthintergrund gelten, zum anderen bestehen aber auch für die Geflüchteten spezifische Voraussetzungen. Die nachfolgende Abbildung zeigt zum einen die allgemeinen, für alle geltenden Anforderungen (mit erkennbaren Parallelen zu der BA-Definition von Ausbildungsreife), zum anderen sind daneben die spezifischen Bedingungen, die in besonderem Maße für Geflüchtete aus der Perspektive der Betriebe beachtet werden, abgebildet.

Abbildung 1: Allgemeine (linker Kreis) & spezifische betriebliche Anforderungen an (geflüchtete) Ausbildungsstellenbewerber:innen (rechter Kreis) (eigene Darstellung; vgl. Gericke et al. 2009, S. 5; Ebbinghaus & Loter 2010, S. 30; Kohlrausch & Richter 2013, S. 7; Adamczyk & Muscati 2014, S. 16 ff.; Stäudel 2008; BA 2009; DIHK 2017; KOFA 2017; Gürtzgen et al. 2017)

Die Geflüchteten treffen auf einen Ausbildungsmarkt, der – neben den aktuellen Integrationsherausforderungen in Hinblick auf die Gruppe der Geflüchteten – seit geraumer Zeit von zunehmenden regionalen Passungsproblemen und einer steigenden Heterogenität der Ausbildungsstellenbewerber:innen betroffen ist (vgl. Scheiermann 2018, S. 2 ff.). Vielfach gelingt es nicht, ausbildungswillige Betriebe und Jugendliche zusammenzuführen (Matching-Problem); Ausbildungsstellenbewerber:innen sind nicht vorhanden oder werden den Anforderungen der Betriebe nicht gerecht (vgl. Jenewein 2016, S. 52). Die zunehmende Heterogenität lässt sich dabei anhand von unterschiedlichen Merkmalen charakterisieren (vgl. Albrecht et al. 2014, S. 6 ff.):

> „Die Differenzierung und Polarisierung von sozialen Lagen in der Gesellschaft, die Verfestigung von beruflich ausgegrenzten Milieus, die hohe Quote von Zuwanderern mit geringen deutschen Sprachkenntnissen und mit fremden kulturellen Verankerungen, aber auch die Öffnung der allgemeinbildenden Schulen für Lernende mit Behinderung und die in einzelnen Bundesländern sehr hohe Quote von Auszubildenden mit Hochschulzugangsberechtigung begründen eine insgesamt wachsende Heterogenität der Ausbildungsaspiranten. Diese Heterogenität ist nicht einfach auf einer Skala von mehr oder weniger leistungsfähigen Ausbildungsanwärtern abzubilden; sie bedeutet Unterschiedlichkeit in vielen Dimensionen, die eine Ausbildung erschweren, aber auch bereichern können." (Euler 2017, S. 535)

Mit der großen Anzahl an Geflüchteten haben sich die Vielfalt und die Heterogenität auf dem Ausbildungsmarkt erhöht. Grundlegend ist dabei – wie schon bei den Voraussetzungen – anzumerken, dass sich die Jugendlichen mit und ohne Fluchthintergrund im Grundsatz nicht wesentlich unterscheiden, die Aspekte von Heterogenität sind lediglich unterschiedlich individuell ausgeprägt.

Die zunehmende Heterogenität und Vielfalt der Jugendlichen auf dem Ausbildungsmarkt wurde bereits mit dem Modellversuchsschwerpunkt „Neue Wege in die duale Ausbildung – Heterogenität als Chance für die Fachkräftesicherung" (Neue Wege/Heterogenität) im Zeitraum von 2011 bis 2014 fokussiert. In 17 einzelnen Modellversuchen wurden differente Maßnahmen, Instrumente und Konzepte entwickelt, die sich mit der Fragestellung, wie insbesondere kleine und mittlere Unternehmen trotz rückläufiger Bewerber:innenzahlen und eines bereits spürbaren Fachkräftemangels bei der Ausbildung unterstützt werden können, beschäftigt haben. Dabei sollten alle Jugendlichen – ungeachtet der zunehmenden Heterogenität – einbezogen werden (vgl. Westhoff & Ernst 2016). Im Ergebnis haben die einzelnen Modellversuche vielversprechende Ansätze für die Integration von am Ausbildungsmarkt benachteiligten Jugendlichen – und somit auch Geflüchteten – zu bieten. Diese Ergebnisse werden in der nachfolgenden Erörterung und Präsentation eines Entwicklungsprojektes aufgegriffen.

2 Forschungs- und Entwicklungsdesign

Das Entwicklungsprojekt „Transferpotenziale aus dem Modellversuchsförderschwerpunkt ‚Neue Wege in die duale Ausbildung – Heterogenität als Chance für die Fachkräftesicherung' zur Förderung der Integration von Geflüchteten in die duale Ausbildung" zielte auf die Identifikation von betrieblichen Konzepten zur Unterstützung des Zugangs zu und der Begleitung von Geflüchteten bezüglich der beruflichen (Aus-)Bildung. Dabei wurden zwei Fragestellungen verfolgt:

1. Welche bestehenden Konzepte aus dem Kontext heterogenitätssensibler Ausbildung können für die Gruppe der Geflüchteten genutzt und adaptiert werden?
2. Gibt es Spezifika, werden neue Ansätze benötigt und falls ja, welche?

Zentrales Anliegen war es, die im Rahmen des Modellversuchsschwerpunktes entwickelten Ansätze und Instrumente darauf hin zu analysieren, inwiefern diese innovative Wege in die Ausbildung für Geflüchtete aufzeigen. Diese sind zudem an exemplarischen aktuellen betrieblichen Initiativen zur Integration von Geflüchteten in die betriebliche Ausbildung gespiegelt worden. Dieser mehrdimensionale methodische Ansatz war vonnöten, da zum Zeitpunkt des Projektes (2017) lediglich punktuell betriebliche Erfahrungen bei der Integration von Geflüchteten in die duale Ausbildung vorlagen und daher sowohl bereits in der Vergangenheit erprobte Instrumente als auch aktuelle Ansätze gleichermaßen in den Blick genommen werden sollten.

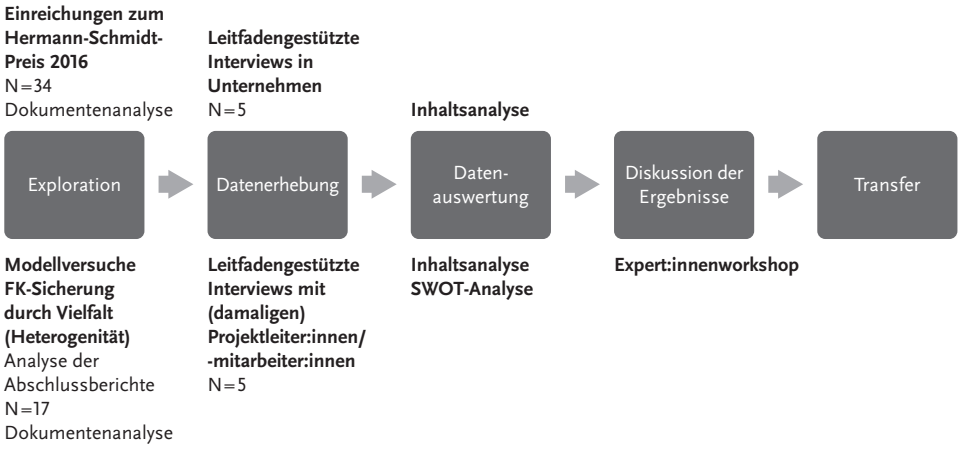


Abbildung 2: Forschungs- und Entwicklungsdesign (eigene Darstellung)

In einer SWOT-Analyse erfolgte eine Reflexion bereits erprobter Instrumente und Konzepte hinsichtlich der Chancen, Grenzen sowie deren Potenziale für eine Übertragbarkeit für die Integration der Gruppe der Geflüchteten in die duale Ausbildung. Darauf aufbauend wurden mit fünf in den Modellversuchen aktiv agierenden Bildungsträgern Expert:inneninterviews geführt und inhaltsanalytisch ausgewertet. Parallel wurde die betriebliche Perspektive betrachtet und die Unterstützungsbedürfnisse der Betriebe hinsichtlich einer erfolgreichen Integration Geflüchteter in die

betriebliche Ausbildung analysiert. Dabei wurden weiterhin aktuelle betriebliche Konzepte für die Integration Geflüchteter in die duale Ausbildung identifiziert. Befragt wurden hierzu fünf Großunternehmen, die bereits ihre jeweiligen Konzepte im Rahmen der Ausschreibung zum Hermann-Schmidt-Preis 2016 unter der Fragestellung „Integration von Geflüchteten durch berufliche Bildung" eingereicht und hierbei sogar teils einen Preis gewonnen hatten. Vier der fünf befragten Unternehmen haben die Geflüchteten in gewerblich-technischen Berufen ausgebildet. Ein Expert:innenworkshop im Herbst 2017 hat das Entwicklungsprojekt abgerundet.

Nachfolgend werden zwei Aspekte des Entwicklungsprojektes näher beleuchtet: Zum einen die Ergebnisse der SWOT-Analyse und hier insbesondere die aktuellen Konzepte und Instrumente der Betriebe sowie zum anderen die Darstellung der gesamten Projektergebnisse in einer Prozesskette nachhaltiger beruflicher Integration.

3 SWOT-Analyse: Unternehmen finden Antworten auf fehlende Konzepte

3.1 Aufbau und resultierende Strategien der SWOT-Analyse

Ziel der SWOT-Analyse war das Aufzeigen von möglichen resultierenden Strategien bezogen auf eine/n Transfer/Modifikation/Weiterentwicklung der vorhandenen Maßnahmen/Instrumente der Modellversuche in Bezug auf die Gruppe der Geflüchteten (vgl. Meffert et al. 2015, S. 224 ff.). In die interne Analyse sind dabei die Ergebnisse der Dokumentenanalyse der vorhandenen Publikationen (z. B. Ergebnisberichte) der Modellversuche eingegangen. In die externe Analyse sind die Ergebnisse einer Dokumentenanalyse zum aktuellen Forschungsstand zur Integration Geflüchteter in die duale Ausbildung aus betrieblicher Perspektive eingeflossen. Nachfolgend ist der Aufbau der SWOT-Analyse grafisch dargestellt:

			Extern	
			Forschungsstand Integration Geflüchteter in die duale Ausbildung aus betrieblicher Perspektive	
			Chancen/Opportunities	Gefahren/Threats
Intern	Ergebnisse der Dokumentenanalyse vorhandener Publikationen der Modellversuchsschwerpunkte und der wissenschaftlichen Begleitung	Stärken/Strength	S-O-Strategien	S-T-Strategien
		Schwächen/Weakness	W-O-Strategien	W-T-Strategien

Abbildung 3: Aufbau der SWOT-Analyse (eigene Darstellung)

Mithilfe der SWOT-Analyse konnten diverse Strategien festgestellt werden. Matching-Strategien fanden sich bspw. bei dem betrieblichen Bedarf und den Konzepten der Modellversuche zu einem externen Ausbildungsmanagement, einer fachlichen Nachhilfe, der Sensibilisierung für neue Gruppen von Auszubildenden sowie zu Kompetenz- bzw. Potenzialanalysen. Auf eine vollständige Darstellung der Strategien wird an dieser Stelle verzichtet, vielmehr ist der nachfolgende Vergleich der Ergebnisse der SWOT-Analyse und der Unternehmensinterviews von Interesse für diesen Beitrag.

3.2 Ergebnisse der SWOT-Analyse und Unternehmensinterviews

Unterstützungsmaßnahmen, die aus betrieblicher Perspektive zu einem Erfolg der Integration Geflüchteter in betriebliche Ausbildung führen könnten, konnten die Modellversuche nicht bieten. Für diese haben die Betriebe allerdings eigene Konzepte, Instrumente und Modelle entwickelt. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick der fehlenden unterstützenden Aspekte aus den Modellversuchen und der initiierten Aktivitäten der befragten Unternehmen.

Tabelle 1: Ergebnisse der SWOT-Analyse

Ergebnisse der SWOT-Analyse Fehlende Aspekte in den Modellversuchen mit Blick auf die Integration von Geflüchteten aus betrieblicher Perspektive	**Ergebnisse der Unternehmensinterviews** Ergänzende Maßnahmen/Konzepte mit Blick auf die Integration von Geflüchteten aus der Unternehmenspraxis
Integrierte (Fach-)Sprachförderung	Betriebliche Nachhilfe (z. B. Tandem), externe und innerbetriebliche Sprachkurse
Interne Begleitung der Auszubildenden	Innerbetriebliche Mentor:innenprogramme
Umgang mit fehlenden Vorstellungen und Vorerfahrungen der Bewerber:innen (z. B. Berufsausbildung, Ausbildungsrealität)	Berufsbezogene Praktika (z. B. EQ) bzw. modifizierte betriebliche Maßnahmen
Besondere rechtliche Rahmenbedingungen	Regionale Netzwerke zu Auswahl/Beratung der Unternehmen
Anerkennung und Anerkennungsberatung	Betriebliche Anerkennungstage für potenzielle Bewerber:innen in Kooperation mit der IHK
Flexibilisierungsmöglichkeiten der Ausbildung	Quantitative und qualitative Differenzierung in der technischen (betrieblichen) Ausbildung

In den Betrieben wurden im Sinne einer integrierten (Fach-)Sprachförderung bspw. betriebliche Nachhilfeprogramme, wie Sprachtandems oder externe bzw. innerbetriebliche Sprachkurse, angeboten. Für die interne Begleitung der Auszubildenden wurden innerbetriebliche Mentor:innen- und/oder Pat:innenprogramme gestartet, durch die die Geflüchteten während ihrer Ausbildung begleitet werden. Fehlende Vorstellungen und Vorerfahrungen der Bewerber:innen sowohl mit der deutschen dualen Berufsausbildung als auch mit der betrieblichen Realität wurden durch berufsbezogene Praktika (z. B. Einstiegsqualifizierung) bzw. modifizierte betriebliche

Maßnahmen (z. B. START-Maßnahme der IG BCE in den Unternehmen der Chemieindustrie) gelöst. Zum Aufbrechen der besonderen rechtlichen Rahmenbedingungen und hier insbesondere der hohen Bürokratie für die Unternehmen haben sich vor Ort regionale Netzwerke gebildet, die Unterstützung bei der Auswahl von Ausbildungsaspiranten und rechtliche Beratung bieten (z. B. regionale Integrationsnetzwerke mit der Unterstützung von Wohlfahrtsverbänden und Bildungsanbietern). Die Anerkennung im Ausland erworbener Abschlüsse wird seitens der Unternehmen durch betriebliche Anerkennungstage für potenzielle Bewerber:innen in Kooperation mit der örtlichen IHK gefördert. Ein Unternehmen hat für den betrieblichen Ausbildungsteil ein Konzept der quantitativen und qualitativen Differenzierung entwickelt, um individuell auf die Bedürfnisse der Auszubildenden einzugehen und sie je nach Bedarf zu fördern bzw. auch zu fordern.

4 Prozesskette nachhaltiger beruflicher Integration

Zu einer nachhaltigen Integration von Geflüchteten – aber auch anderer am Ausbildungsmarkt benachteiligten Gruppen – können differente Gelingensbedingungen beitragen. In der betrieblichen Praxis werden bereits unterschiedliche etablierte Konzepte, die förderlich sind, um am Ausbildungsmarkt benachteiligte Jugendliche im Rahmen der beruflichen Orientierung, Ausbildung und Entwicklung zu unterstützen, genutzt. Wie die SWOT-Analyse aufgezeigt hat, sind aber auch neue Konzepte notwendig, die sich an den besonderen Bedarfen für die Gruppe der Geflüchteten orientieren. Dabei gibt es nicht die perfekte Maßnahme oder das passende Beispiel für die Betriebe und Geflüchteten, vielmehr können – je nach Betrieb, Region und den spezifischen Voraussetzungen der beteiligten Personen – ganz unterschiedliche Faktoren für einen produktiven Umgang mit den heterogenen Voraussetzungen der Auszubildenden mit/ohne Fluchthintergrund beitragen. Die folgende Prozesskette nachhaltiger beruflicher Integration stellt unterschiedliche Maßnahmen, die aus der Perspektive der Unternehmen zu einem förderlichen Umgang mit den heterogenen Voraussetzungen der Jugendlichen und damit einer Erfolg versprechenden Integration in die duale Ausbildung beitragen, dar. Die Prozesskette umfasst dabei verschiedene Phasen, angefangen von der Ansprache der bzw. dem Zugang zu potenziellen Auszubildenden bis hin zum Aufzeigen von Anschluss- bzw. Weiterentwicklungsmöglichkeiten.

Neben den bereits etablierten Konzepten, Instrumenten und Maßnahmen konnten – wie in der SWOT-Analyse aufgezeigt – einige neue Konzepte, Instrumente und Maßnahmen identifiziert werden. Diese additiven Elemente, die noch nicht Bestandteil der Modellversuche im Modellversuchsschwerpunkt „Neue Wege/Heterogenität“ waren, sind in der Prozesskette fett hervorgehoben. Insofern führt die Prozesskette bereits bestehende und neue Befunde zu betrieblichen Unterstützungsmöglichkeiten zur Integration von Geflüchteten in die duale Ausbildung zusammen. Mit der Prozesskette kann damit ein systematisches Vorgehen zur Unterstützung beruf-

licher Integrationsprozesse aufgezeigt werden, welches sowohl den Geflüchteten als auch den am Ausbildungsmarkt benachteiligten Jugendlichen zugute kommen kann. Entscheidend ist dabei auch die dargestellte kontinuierliche personelle Begleitung der einzelnen Phasen der Prozesskette, z. B. durch eine One-Step-Agency bzw. einen One-Stop-Shop, sowie die Vernetzung der regionalen bzw. kommunalen Akteure vor Ort.

Abbildung 4: Prozesskette nachhaltiger beruflicher Integration (eigene Darstellung)

5 Bildungspolitische Problemstellungen durch die Integration Geflüchteter

Die vorgestellten Ergebnisse des Entwicklungsprojektes haben gezeigt, dass sowohl etablierte als auch neue Konzepte, Instrumente und Maßnahmen seitens der Betriebe für die Integration Geflüchteter in die duale Ausbildung eingesetzt werden. Mit der Prozesskette nachhaltiger beruflicher Integration ist es gelungen, diese alten und neuen Konzepte, Instrumente und Maßnahmen in differente Phasen aufzugliedern und somit ein systematisches Vorgehen zur Unterstützung beruflicher Integrationsprozesse aufzuzeigen, das aus unterschiedlichen Konzepten, Maßnahmen und Instrumenten besteht, die in den jeweiligen Ausbildungssettings passgenau angewendet werden können. Deutlich wird hierbei auch, dass die Bildungseinrichtungen und Betriebe besondere Anstrengungen unternehmen müssen, um den sehr heterogenen Voraussetzungen von Geflüchteten bei der Gestaltung von Angeboten der Aus- und Weiterbildung gerecht zu werden.

Neben der Integration geflüchteter Menschen steht die Berufsbildung weiter vor großen Herausforderungen: u. a. Digitalisierung, Qualitätssicherung, demografischer Wandel, Attraktivitätssteigerung, Passungsprobleme, Akademisierung, Inklu-

sionsbedarf, Transparenz, Durchlässigkeit oder Fachkräftesicherung (vgl. Faßhauer 2018, S. 11; Hackel et al. 2017, S. 7). „Einige der Themen sind Evergreens (z. B. hohe Zahl an Vertragslösungen, fehlende Lernortkooperation), bei anderen weiss man nicht, ob sie kurzfristige Hypes oder langfristige Herausforderungen bezeichnen (z. B. ‚Berufsbildung 4.0'). " (Euler 2017, S. 533) „Die Entwicklung der Ausbildungsintegration von ausländischen Jugendlichen kann neben den genannten bildungssoziologischen und ressourcentheoretischen Perspektiven sicherlich nicht ohne die Veränderungen in der beruflichen Bildung insgesamt diskutiert werden" (Seeber et al. 2018, S. 20), denn

> „die Unzulänglichkeit der bisherigen Antworten auf die Herausforderung, Flüchtlinge in Arbeitsmarkt und Ausbildung zu integrieren, macht Reformbedarfe sichtbar, von denen nur einige spezifisch für die Situation von Flüchtlingen sind. Andere Reformbedarfe stehen ohnehin auf der Tagesordnung, aber ihre Dringlichkeit wird durch die Flüchtlingssituation unterstrichen. Reformen, die allen in vergleichbarer Lage etwas bringen, tragen zur Akzeptanz von Initiativen zugunsten der Flüchtlinge bei." (Knuth 2016, S. 23)

Die nachfolgenden bildungspolitischen Herausforderungen sind daher auch bereits im Rahmen eines Expert:innenworkshops, der das Entwicklungsprojekt komplementiert hat, aufgeworfen worden.

5.1 Bildungspolitische Herausforderungen auf drei Ebenen

In der Auseinandersetzung mit der Integration Geflüchteter erfahren die grundsätzlichen vielfach debattierten Problemstellungen und Herausforderungen des Berufsbildungssystems ein Déjà-vu. Zum einen geht es um die generelle Integrationsfähigkeit des dualen Systems als solches (z. B. steigende Zahlen im Übergangssystem, Rückgang des Ausbildungsplatzangebotes, Benachteiligung am Ausbildungsmarkt oder Passungsprobleme) und zum anderen um mögliche curriculare/konzeptionelle/ordnungspolitische Modifizierungen sowie Novellierungen (z. B. Flexibilisierung, Anerkennung, Digitalisierung) des Berufsbildungssystems. Die vorangestellten quantitativen Ausführungen zu den bisherigen Einmündungen Geflüchteter in das duale System stellen eine schnelle Integration durch das Berufsbildungssystem durchaus infrage. Daneben gibt es z. B. in der Praxis erprobte betriebliche Konzepte wie die quantitative und qualitative Differenzierung der technischen-betrieblichen Ausbildung, die eine Diskussion rund um die Implementation von flexiblen Ausbildungsmodellen bis zur Modularisierung eröffnen. Im Zuge der Debatten um die Integrationschancen Geflüchteter durch die berufliche Bildung tauchen solche längst bekannten strukturellen Probleme und Lösungsvorschläge des Berufsbildungssystems und hier insbesondere der dualen Ausbildung erneut auf. Zusammenfassend kann man diese Herausforderungen auf drei Ebenen subsumieren (siehe dazu auch Euler 2017, S. 536; Seeber et al. 2018, S. 20 ff.):

- Ebene des (Berufs-)Bildungssystems
- Konzeptionelle Ebene
- Didaktische Ebene

Vor dem Hintergrund der Herausforderung der Integration Geflüchteter sollte sich die wissenschaftliche Debatte wieder verstärkt mit Fragestellungen heterogenitätssensibler Gestaltung beruflicher Bildung beschäftigen: Wie kann die Berufsausbildung institutionell, curricular und didaktisch auf die zunehmende Heterogenität der Ausbildungsstellenbewerber:innen eingehen? Nachfolgend werden einige berufsbildungspolitische Aspekte der drei ausgemachten Ebenen im Einzelnen aufgezeigt, die in der bildungspolitischen Debatte aufgegriffen werden sollten.

5.1.1 Ebene des (Berufs-)Bildungssystems

Auf der Ebene des Bildungssystems wird die Integrationsfähigkeit des Berufsbildungssystems im Ganzen und im Einzelnen für das duale System debattiert. Wie gelingt es z. B., die hohe und wieder steigende Zahl von derzeit knapp 300.000 Jugendlichen im Übergangssektor in eine Berufsausbildung zu integrieren (vgl. BMBF 2018, S. 65)? Konkret erforderlich sind hier Strukturen für einen chancengerechten Zugang in berufliche Aus- und Weiterbildungsangebote. Dies bezieht sich zum einen auf die rechtlichen Zugangsvoraussetzungen, zum anderen auf die systematische Wertschätzung bereits erlernter fachlicher Inhalte sowie bereits erworbener Abschlüsse. Dabei geht es u. a. um eine Nutzung und Weiterentwicklung systematischer Verfahren der Anerkennung und Anrechnung von Kompetenzen (formalen, informellen und non-formalen Kompetenzen); die Nutzung sowie zielgruppenadäquate Weiterentwicklung von Instrumenten und Verfahren der Berufsorientierung/-vorbereitung und Einstiegsqualifizierung (z. B. BOF); die regionale Zusammenarbeit und Vernetzung von verschiedenen Akteuren des Arbeitsmarkt- und (Berufs-)Bildungssystems sowie die Integrationsförderung entlang der Bildungskette; die Planungssicherheit und Beratung für Unternehmen hinsichtlich administrativer Besonderheiten in Bezug auf die Gruppe der Geflüchteten als Auszubildende.

5.1.2 Konzeptionelle Ebene

Die heterogene Gruppe der Geflüchteten zeichnet sich durch differente Voraussetzungen und Qualifikationen aus. Diese sehr unterschiedlichen individuellen Lernvoraussetzungen und persönlichen Rahmenbedingungen gilt es im Zuge der Angebotsplanung zu berücksichtigen. Dies bezieht sich zum einen auf die Gestaltung von Bildungsangeboten oder Bildungsgängen an beruflichen Schulen, andererseits aber auch auf eine entsprechende Professionalisierung des Bildungspersonals (z. B. individuelles Coaching, interkulturelle Kompetenz, inklusionsorientierte Ausbildung der Ausbilder:innen). Konkret geht es u. a. um die Flexibilisierung von Aus- und Weiterbildungsgängen (Ausbildungsteilzeit, berufsbegleitende Fortbildungen, Lernen im Arbeitsprozess, Modularisierung einzelner Ausbildungsinhalte); die Nutzung und Weiterentwicklung von ausbildungsunterstützenden Förderkonzepten (z. B. externes Ausbildungsmanagement, ausbildungsbegleitende Hilfen oder assistierte Ausbildung); den Aufbau von informellen Unterstützungsstrukturen in Schule und Betrieb (z. B. Pat:innen- oder Mentor:innensysteme) (vgl. Knuth 2016, S. 25; Prakopchyk 2017, S. 74 ff.; Burkert & Dercks 2017, S. 9).

5.1.3 Didaktische Ebene

Heterogene Lerngemeinschaften erfordern heterogenitätssensible Lernarrangements, die sowohl den differenten Lernvoraussetzungen als auch den unterschiedlichen Lerngewohnheiten (z. B. aus dem Heimatland) der Lernenden gerecht werden. Diese gilt es auf der didaktischen Ebene zu entwickeln. Das bedeutet in der konkreten Umsetzung u. a. die Nutzung und Weiterentwicklung von biografieorientierten Formaten der Potenzialanalyse (z. B. Kompetenzmessung oder Assessment); Nutzung, Ausbau und Integration digitaler Lernumgebungen und -elemente zur Förderung des individuell selbstgesteuerten und selbstorganisierten Lernens; Nutzung innovativer Formen der individuellen Kompetenzbilanzierung (z. B. E-Portfolios); problem- und praxisorientierte Lernformate, die das Einbringen unterschiedlicher Kompetenzen der Lernenden erfordern und eine stärkere Identifikation mit dem Lerngegenstand ermöglichen (vgl. DIHK 2018b, S. 35).

5.2 Wiedereinzug von Heterogenität in die bildungspolitischen Debatten!

Summa summarum ist deutlich geworden, dass sich die Berufsbildung auf eine weiter zunehmende Heterogenität auf dem Ausbildungsmarkt einstellen muss. Damit Betriebe und (am Ausbildungsmarkt benachteiligte) Jugendliche, wie bspw. Geflüchtete, zusammenkommen, bedarf es auch auf bildungspolitischer Ebene verstärkter Bemühungen um diese Zielgruppen. Heterogenität in der beruflichen Bildung muss deshalb konsequenterweise stärker als bisher Gegenstand bildungspolitischer und berufsbildungswissenschaftlicher Diskussionen werden. Auf diese Weise kann es gelingen, für die skizzierten Herausforderungen möglichst passgenaue Lösungen anzubieten, denn die duale Berufsausbildung hat „neben dem Potenzial zur Sicherung eines qualifizierten Fachkräftenachwuchses insbesondere mit Blick auf die anstehende Herausforderung der Integration von (jungen) Geflüchteten auch das Potenzial zur sozialen Integration“ (Euler 2017, S. 533).

Literatur

Adamczyk, H. & Muscati, N. (2014). Passende Auszubildende finden und auswählen. Handreichung für kleine und mittelständische Betriebe. Ergebnisse der Studie zur Auswahlpraxis hessischer Metall- und Elektro-Ausbildungsbetriebe (SAHA). Verfügbar unter: https://www.inbas.com/fileadmin/user_upload/veroeffentlichungen/saha/140804_SAHA_Handreichung_endfassung_internet.pdf (Zugriff: 02.11.2018).

Albrecht, G., Ernst, H., Westhoff, G. & Zauritz, M. (2014). Bildungskonzepte für heterogene Gruppen – Anregungen zum Umgang mit Vielfalt und Heterogenität in der beruflichen Bildung. Kompendium. Bonn: BIBB.

BA (2009). Kriterienkatalog zur Ausbildungsreife. Nürnberg: BA.

BA (2018). Fluchtmigration. Oktober 2018. Verfügbar unter: https://statistik.arbeitsagentur.de/Statischer-Content/Statistische-Analysen/Statistische-Sonderberichte/Generische-Publikationen/Fluchtmigration.pdf (Zugriff: 18.11.2018).

BIBB (2018). Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2018. Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung. Leverkusen: Barbara Budrich.

BMBF (2018). Berufsbildungsbericht 2018. Bonn: BMBF.

Burkert, C. & Dercks, A. (2017). Ausbildungs- und Arbeitsmarktintegration von Geflüchteten: Jetzt investieren. Verfügbar unter: https://heimatkunde.boell.de/sites/default/files/ausbildungs-_und_arbeitsmarktintegration.pdf (Zugriff: 02.11.2018).

DIHK (2017). Ausbildung 2017. Ergebnisse einer DIHK-Online-Unternehmensbefragung. Verfügbar unter: https://www.dihk.de/ressourcen/downloads/ausbildungsumfrage-2017.pdf/at_download/file?mdate=1500360875298 (Zugriff: 27.10.2018).

DIHK (2018a). Ausbildung 2018. Ergebnisse einer DIHK-Online-Unternehmensbefragung. Verfügbar unter: https://www.dihk.de/ressourcen/downloads/ausbildungsumfrage-2018.pdf (Zugriff: 02.11.2018).

DIHK (2018b). Wirtschaftspolitische Positionen der IHK-Organisation 2018. Verfügbar unter: https://www.dihk.de/ressourcen/downloads/wipos-2018-komplett.pdf (Zugriff: 28.10.2018).

Ebbinghaus, M. & Loter, K. (2010). Besetzung von Ausbildungsstellen. Welche Betriebe finden die Wunschkandidaten – welche machen Abstriche bei der Bewerberqualifikation – bei welchen bleiben Ausbildungsplätze unbesetzt? Eine Untersuchung zum Einfluss von Struktur- und Anforderungsmerkmalen. Verfügbar unter: https://www.bibb.de/dokumente/pdf/Besetzung_von_Ausbildungsstellen(1).pdf (Zugriff: 02.11.2018).

Euler, D. (2017). Erfolg macht (nicht) unantastbar! – Herausforderungen an eine zukunftsgerechte Berufsbildung. ZBW, (113), S. 553–541.

Faßhauer, U. (2018). Herausforderungen für eine regional koordinierte Berufsschulentwicklung. BWP, (2), S. 11–15.

Flake, R., Jambo, S., Pierenkemper, S., Placke, B. & Werner, D. (2017). Engagement von Unternehmen bei der Integration von Flüchtlingen. Erfahrungen, Hemmnisse und Anreize. Köln: IW.

Gericke, N., Krupp, T. & Troltsch, K. (2009). Unbesetzte Ausbildungsplätze – warum Betriebe erfolglos bleiben. Ergebnisse des BIBB-Ausbildungsmonitors (BIBB-Report 10/09). Bonn: BIBB.

Gürtzgen, N., Kubis, A. & Rebien, M. (2017). Geflüchtete kommen mehr und mehr am Arbeitsmarkt an. IAB-Stellenerhebung (IAB Kurzbericht 14/2017). Bielefeld: wbv.

Hackel, M., Junggeburth, C., Milolaza, A., Reymers, M. & Zöller, M. (2017). Berufsschule im dualen System – Daten, Strukturen, Konzepte (Wissenschaftliche Diskussionspapiere 185). Verfügbar unter: www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/download/8367 (Zugriff: 25.10.2018).

Jenewein, K. (2016). Auswirkungen des demografischen Wandels auf das Berufsbildungssystem. In: G. Westhoff & H. Ernst (Hrsg.), Heterogenität und Vielfalt in der beruflichen Bildung – Konzepte, Handlungsansätze und Instrumente aus der Modellversuchsforschung. Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 53–63.

Knuth, M. (2016). Arbeitsmarktintegration von Flüchtlingen. Arbeitsmarktpolitik reformieren, Qualifikationen vermitteln (WISO DISKURS 21/2016). Verfügbar unter: https://library.fes.de/pdf-files/wiso/12914.pdf (Zugriff: 16.06.2019)

KOFA (2017). Engagement von Unternehmen bei der Integration von Flüchtlingen. Erfahrungen, Hemmnisse und Anreize. Studie 1/2017. Köln: IW.

Kohlrausch, B. & Richter, M. (2013). Rekrutierungsprozesse auf dem Ausbildungsmarkt. Betriebe als Gatekeeper. Mitteilungen aus dem SOFI, 7 (17), S. 6–9.

Meffert, H., Burmann, C. & Kirchgeorg, M. (2015). Marketing. Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung. Konzepte – Instrumente – Praxisbeispiele. Wiesbaden: Springer.

Prakopchyk, Y. (2017). Bestehende Möglichkeiten der Flexibilisierung beruflicher Ausbildung. In: M. Granato & F. Neises (Hrsg.), Geflüchtete und berufliche Bildung (Wissenschaftliche Diskussionspapiere 187), S. 74–78.

Scheiermann, G. (2018). Das Rendezvous auf dem Ausbildungsmarkt. Betriebliche Anforderungen, regionale Passungsprobleme und die nachlassende Integration des dualen Systems. berufsbildung, 72 (172), S. 2–5.

Seeber, S., Busse, R. & Michaelis, C. (2018). Hohe Hürden? Zu den anhaltenden Problemen der Integration von Jugendlichen mit Zuwanderungsgeschichte. berufsbildung, 72 (172), S. 18–21.

Stäudel, T. (2008): Handlungskompetenz für Auszubildende. Band 1: Anforderungen, Bedarf und Maßnahmen für Schlüsselkompetenzen im gewerblich-technischen Bereich. Lengerich u. a.: Pabst Science.

Westhoff, G. & Ernst, H. (Hrsg.) (2016). Heterogenität und Vielfalt in der beruflichen Bildung – Konzepte, Handlungsansätze und Instrumente aus der Modellversuchsforschung. Bielefeld: W. Bertelsmann.

Winnige, S., Maier, T. & Steeg, S. (2017). Voraussichtliches Ausmaß der Nachfrage Geflüchteter nach beruflicher Ausbildung. In: M. Granato & F. Neises (Hrsg.), Geflüchtete und berufliche Bildung (Wissenschaftliche Diskussionspapiere 187), S. 55–72.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Allgemeine (linker Kreis) & spezifische betriebliche Anforderungen an (geflüchtete) Ausbildungsstellenbewerber:innen (rechter Kreis) 332

Abb. 2 Forschungs- und Entwicklungsdesign 334

Abb. 3 Aufbau der SWOT-Analyse 335

Abb. 4 Prozesskette nachhaltiger beruflicher Integration 338

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Ergebnisse der SWOT-Analyse 336

Autor

Scheiermann, Gero, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Duisburg-Essen, Institut für Berufs- & Weiterbildung, Fachgebiet Berufspädagogik/Berufsbildungsforschung, Universitätsstr. 2, 45141 Essen, gero.scheiermann@uni-due.de

Sicherung des Fachkräftebedarfs in Kleinst-, kleinen und mittleren Unternehmen

Martin Nettling, Manuela Niethammer, Robert Eichinger

Abstract

Während Kleinst-, kleine und mittlere Unternehmen (KMU) über offene Stellen klagen, finden viele Schulabsolvent:innen keinen Ausbildungsplatz. Vor diesem Hintergrund untersuchte die TU Dresden in Kooperation mit der IHK Dresden und HWK Dresden, welche Bedarfe Kleinst-, kleine und mittlere Unternehmen im Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge vor, während und nach der Ausbildung haben und inwiefern sie vorhandene Beratungs- und Informationsangebote nutzen.

While smallest, small and medium-sized enterprises (SMEs) suffer from a high number of job vacancies, many school graduates are unable to find an apprenticeship training position. Against this background the TU Dresden analyzed in cooperation with the Dresden chamber of industry and commerce and the Dresden chamber of handicrafts SMEs needs before, during, and after the time of an apprenticeship, and if available supporting counseling and information programs were taken into consideration.

Unversorgte Bewerber:innen trotz unbesetzter Lehrstellen

Die Wirtschaft in Sachsen wächst. Nahezu alle Branchen verzeichnen Umsatzzuwächse und steigende Auftragszahlen. Um das zusätzliche Arbeitsvolumen zu bewältigen, planten laut Konjunkturbericht 27 % der sächsischen Unternehmen, im Jahr 2018 zusätzliches Personal einzustellen (vgl. Landesarbeitsgemeinschaft der IHK im Freistaat Sachsen 2018, S. 3). Zugleich stehen Unternehmen immer öfter vor der Herausforderung, geplante Personalzuwächse wegen fehlender Bewerbungen nicht zeitnah realisieren zu können. Infolgedessen bleibt derzeitig in Sachsen jede zweite freie Stelle länger als 6 Monate unbesetzt (ebd., S. 3 f.).

Aus dem sächsischen Fachkräftemonitoring 2018 geht hervor, dass auf 1.000 Beschäftigte 52 vakante Stellen kommen. Dies ist die höchste Quote seit Beginn der Befragungen im Jahr 2001. Die Gründe hierfür sind vielfältig. Drei Viertel der suchenden Unternehmen benötigen zusätzliche Mitarbeiter:innen aufgrund der guten Nachfrage (Landesarbeitsgemeinschaft der Sächsischen IHK, Arbeitsgemeinschaft der Sächsischen Handwerkskammern 2018). Zudem scheiden demografiebedingt mehr Arbeitnehmer:innen aus als neue nachkommen (vgl. Niethammer & Eichinger

2018, S. 119). Deutlich erkennbar ist die Entwicklung des fehlenden Nachwuchses auch am Ausbildungsmarkt, der einen Höchststand an unbesetzten Lehrstellen verzeichnet (vgl. Bundesagentur für Arbeit 2018).

Trotz alledem wächst die Zahl der unversorgten Ausbildungsplatzsuchenden (kurz „unversorgte Bewerber:innen", vgl. Abb. 3). Die Bundesagentur für Arbeit registrierte zum 30. September 2017 72 unversorgte Bewerber:innen im Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge. Dies entspricht einem landesweiten Anteil von circa 11 %, während in der betrachteten Region nur rund 6 % der sächsischen Bevölkerung lebt (vgl. Bundesagentur für Arbeit 2018; Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen 2017, S. 18). Das Passungsproblem tritt demnach überproportional in der untersuchten Gegend auf. Daraus leitet sich die Frage ab, inwiefern Kleinst-, kleine und mittlere Unternehmen (KMU) Unterstützung benötigen und, sofern dieser Bedarf vorhanden ist, in welcher Form er erfolgen soll.

Um diese Problematik genauer zu charakterisieren und mögliche Handlungsschwerpunkte zu definieren, wurden kleine und mittelständische Unternehmen hinsichtlich ihrer Bedarfe (bezüglich der Bewerber:innenakquise) an Information, Beratung, Unterstützung und Auslagerung untersucht. Es handelt sich hierbei um eine explorative Studie zur Gewinnung von Aussagen am Beispiel der Ausbildungsregion Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge.

Den vier Kategorien wurden folgende Aspekte exemplarisch zugeordnet:

- **Information:** z. B. Materialien, Infoveranstaltungen zu bestehenden Angeboten
- **Beratung:** z. B. Analyse der Unternehmenssituation, Benennung von Handlungsstrategien
- **Unterstützung:** z. B. Hilfe bei der Umsetzung benannter Handlungsstrategien
- **Auslagerung:** z. B. Abgabe von Aufgaben an andere Dienstleister

Die Befragung erfolgte in Zusammenarbeit mit der Industrie- und Handelskammer Dresden und der Handwerkskammer Dresden.

Unternehmensklassen

Gemäß der EU-Empfehlung 2003/361/EG werden kleine und mittlere Unternehmen (KMU) nach ihrer Größe in verschiedene Klassen unterteilt. Die Klassen sind definiert anhand der Mitarbeiter:innenzahl und des Jahresumsatzes. Nach diesen Vorgaben stellen Kleinstunternehmen und kleine Unternehmen eine Teilmenge der Kategorie der KMU dar (vgl. Kommission der europäischen Gemeinschaften 2003, S. 1 ff.).

Der vorliegenden Studie liegt diese Definition zugrunde. Allerdings werden zum besseren Verständnis und zur eindeutigen Auswertung die Unternehmensklassen nicht als Teilmengen voneinander betrachtet, sondern als disjunkt zueinander. Das bedeutet, ein Unternehmen wird nur genau einer Klasse zugeordnet, nicht mehreren (Abb. 1). Sobald mindestens eine obere Grenze der Beschäftigtenzahl oder des Jahresumsatzes überschritten wird, wird das Unternehmen zur nächst höheren Klasse gezählt.

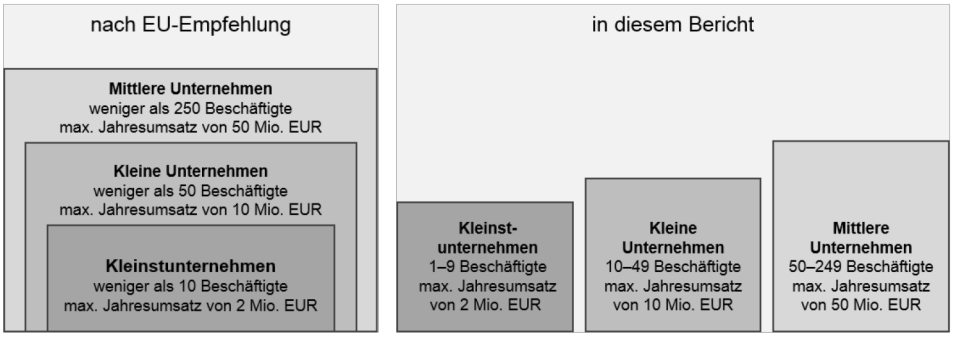


Abbildung 1: Definitionen kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU)

Im Folgenden wird der Begriff Unternehmensart äquivalent zu Unternehmensklasse verwendet.

Charakterisierung des Passungsproblems im Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge

Im Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge leben 245.418 Einwohner:innen auf einer Fläche von 1.654 km² (Stand Januar 2018). Die Dichte liegt bei 148 Einwohnern:innen pro km² (vgl. Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen 2018).

Ansässig sind 10.336 Unternehmen mit 11.186 Betriebsstätten. Tabelle 1 zeigt, dass Kleinstunternehmen im Landkreis überwiegen, während in den mittleren Unternehmen die meisten sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten (30,8 %) arbeiten.

Tabelle 1: Aktive Betriebe zum 30.09.2017 (Quelle: Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Kamenz, 2018)

	Unternehmen **(Beschäftigte)**				
	Kleinst- (1–9)	**Kleine** (10–49)	**Mittlere** (50–249)	**Große** (> 250)	**Gesamt**
Anzahl der Unternehmen	9.393	760	154	29	10.336
	90,9 %	7,3 %	1,5 %	0,3 %	100 %
Anzahl der Betriebe	9.914	1.032	215	25	11.186
	88,7 %	9,2 %	1,9 %	0,2 %	100 %
Anzahl der svpfl. Beschäftigten	15.653	20.955	21.754	12.328	70.690
	22,1 %	29,6 %	30,8 %	17,5 %	100 %
Durchschnittl. Beschäftige/Betrieb	1,6	20,3	101,2	493,1	6,3

Seit 2009 sank die Zahl der gemeldeten Bewerber:innen für Ausbildungsstellen signifikant, von knapp 2.000 auf 1.373 im Jahr 2017 (vgl. Bundesagentur für Arbeit 2018). Aber sie liegt dennoch über der Zahl der gemeldeten Ausbildungsstellen (siehe Abb. 2). Bis zum 30. September 2017 stieg die Zahl unbesetzter Ausbildungsstellen auf 140 und erreichte damit ihr bisheriges Maximum. Obwohl ein Großteil der jungen Menschen in anderen Regionen eine Ausbildungsstelle antrat und infolgedessen mehr offene Stellen als potenzielle Kandidaten:innen verfügbar waren, nahm die Zahl der unversorgten Bewerber:innen zu (siehe Abb. 3). Dies verdeutlicht das eingangs beschriebene Passungsproblem im Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge.

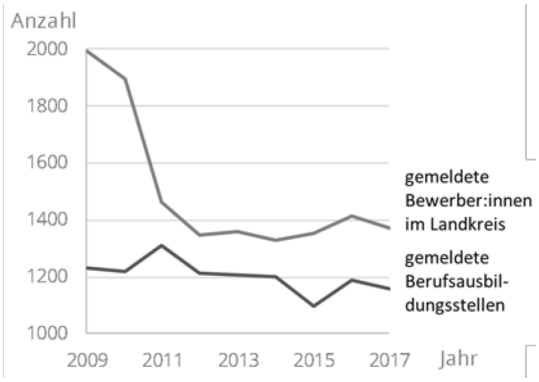


Abbildung 2: Entwicklung der gemeldeten Berufsausbildungsstellen im Vergleich zu den gemeldeten Bewerber:innen im Landkreis (nach Bundesagentur für Arbeit 2018)

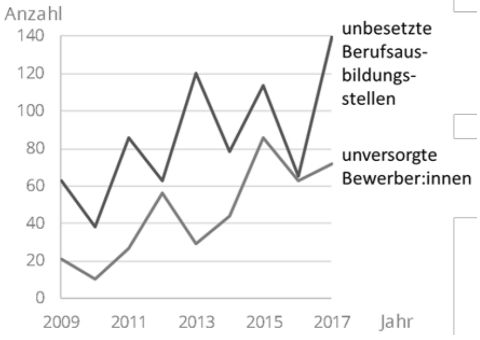


Abbildung 3: Zum 30. September unbesetzte Berufsausbildungsstellen im Vergleich zu den unversorgten Bewerber:innen im Landkreis (nach Bundesagentur für Arbeit 2018)

Methodisches Vorgehen und Stichprobe

Unternehmensbefragung

In Zusammenarbeit mit der IHK Dresden und der HWK Dresden wurden 485 bzw. 534 Unternehmen im Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge angeschrieben, die gegenwärtig bzw. innerhalb der letzten fünf Jahre Lehrlinge ausbilden bzw. ausbildeten. Insgesamt nahmen 36 (7,4 %) bzw. 39 (7,3 %) Mitgliedsunternehmen der IHK bzw. der HWK an der Befragung teil. Damit ergab sich eine Gesamtrücklaufzahl von insgesamt N = 75 (7,4 %) Zusendungen (Tabelle 2). Die Auswertung der Umfrageergebnisse hinsichtlich der Unternehmensgröße ergab, dass sich die Verteilung der Unternehmensarten unter den angeschriebenen und teilnehmenden Firmen in ihrer Struktur ähnelt.

Zur besseren Vergleichbarkeit mit internen Ergebnissen der IHK wurde eine Differenzierung der Unternehmen bei einem Jahresumsatz mit ≤ 1 Mio. EUR vorgenommen statt definitionsgemäß bei ≤ 2 Mio. EUR (siehe oben). Die Unternehmen wurden entsprechend dieser Systematisierung in Klassen eingeteilt (Tabelle 3).

Tabelle 2: Verteilung der Unternehmensarten

	Kleinstunternehmen	Kleines Unternehmen	Mittleres Unternehmen
Absolute Anzahl	21	36	18
In Bezug zur Gesamtzahl N = 75	28,0 %	48,0 %	24,0 %

Tabelle 3: Zuordnung der Unternehmensklassen nach Mitarbeiter:innenzahl und Jahresumsatz

Mitarbeiter / Umsatz	< 10	10–49	≥ 50	keine Angabe
< 1 Mio. EUR	Kleinstuntern.	Kleines U.	Mittleres U.	Kleinstuntern.
≥ 1–10 Mio. EUR	Kleines U.	Kleines U.	Mittleres U.	Kleines U.
≥ 10–50 Mio. EUR	Mittleres U.	Mittleres U.	Mittleres U.	Mittleres U.
keine Angabe	Kleinstuntern.	Kleines U.	Mittleres U.	

Interviews

Zur qualitativen Untermauerung der schriftlichen Befragung wurden einzelne Unternehmen zusätzlich interviewt. Der Schwerpunkt lag auf den von den Firmen ergriffenen Maßnahmen zur Behebung ihres spezifischen Fachkräfteengpasses. Weitere abgefragte Aspekte waren die Nutzung von Unterstützungsangeboten sowie von Fördermittelprogrammen. Zudem wurden Hemmnisse gegenüber den genannten Möglichkeiten thematisiert.

Die leitfadengestützten Telefoninterviews dauerten durchschnittlich 20 Minuten. Insgesamt hatten 16 Firmen (2 Kleinst-, 10 kleine und 4 mittlere Unternehmen)

ihre Bereitschaft zur Mitwirkung signalisiert. Um eine der schriftlichen Umfrage ähnliche Verteilung zu erreichen, wurden 8 Interviews durchgeführt mit je 2 Kleinst- und mittleren (je 25 %) sowie 4 kleinen Unternehmen (50 %).

Ergebnisse

Unternehmensumfrage

Zum Zeitpunkt der Befragung bildeten 65,3 % der untersuchten Unternehmen aus. Von diesen gaben 45,3 % an, Lehrstellen nicht besetzen zu können. Das entspricht den eingangs gemachten Erläuterungen hinsichtlich offener Ausbildungsplätze.

Fast jedes zweite Unternehmen (48 %) zeigte Unterstützungsbedarf bei der Aus- und Weiterbildung an. Ebenso äußerten 42,7 % bzw. 40,0 % der untersuchten KMU Bedarf an Information und Beratung. Der Wunsch nach Auslagerung bestand bei 22,6 % (Abb. 4).

Bis auf den Bereich Auslagerung gaben kleine Unternehmen überall die größten Bedarfe an. Eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass Eigentürmer:innen von Kleinstunternehmen sehr viel häufiger Geschäftsführer:innentätigkeiten und Aufgaben im Tagesgeschäfts wahrnehmen und strategische Überlegungen hinsichtlich etwaiger Unterstützungsbedarfe aufgrund zeitlicher Engpässe nicht erfolgen. Dagegen decken mittlere Unternehmen ihre Bedarfe vergleichsweise oft selbst.

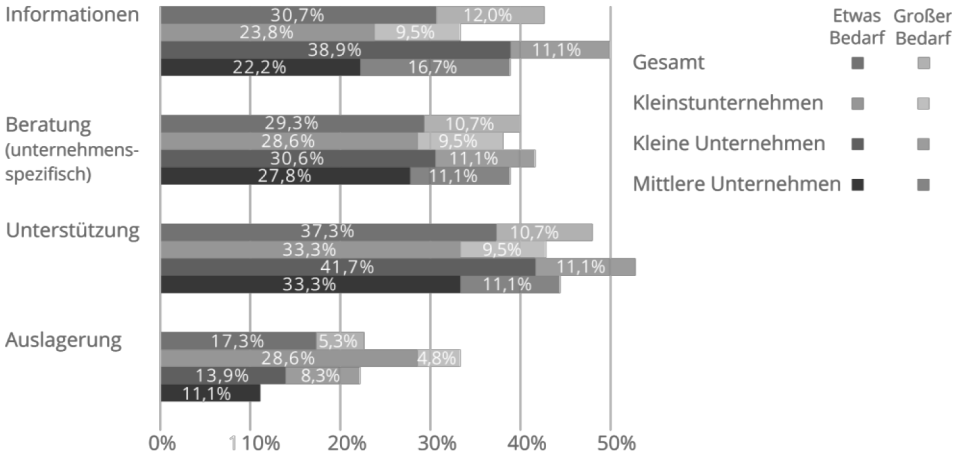


Abbildung 4: Bedarfe bei der betrieblichen Aus- und Weiterbildung

Im Folgenden wurden die Bedarfe danach differenziert, ob sie sich auf die Zeit vor, während und/oder nach der Ausbildung beziehen. Dabei zeigte sich, dass diese in der Zeitspanne von vor der Ausbildung (über 50 %) bis nach der Ausbildung (unter 40 %) abnahmen. Der Hauptfokus konzentrierte sich auf den Bedarf nach mehr Informationen.

Vor der Ausbildung

Tabelle 4 verdeutlicht, dass Kleinstunternehmen prinzipiell geringere und kleine Unternehmen die größten Bedarfe besitzen. Kleinstunternehmen zeigten hauptsächlich Bedarf an Information, Beratung und Unterstützung (Σ 57,1 %) bei der Koordinierung von Praktika an. Kleine (Σ 47,2 %) und mittlere Unternehmen (Σ 11,1 %) meldeten in diesem Bereich die geringsten Bedarfe.

Themen wie Werbung bzw. Marketing über Ausbildungsstellen spielten für Unternehmen mittlerer Größe eine Rolle. Dagegen schenkten Klein- und Kleinstunternehmen mit rund 10 % dieser Thematik weniger Beachtung (siehe Tabelle 4). Die Vermutung liegt nahe, dass Unternehmen erst ab einer gewissen Größe bzw. bestimmten Ressourcenverfügbarkeit diese Aspekte stärker berücksichtigen und entsprechende Bedarfe artikulieren können.

Tabelle 4: Summe der Bedarfe der Unternehmensarten im Vergleich

	Kleinst-unternehmen	Kleines Unternehmen	Mittleres Unternehmen
Erschließen neuer Bewerber:innengruppen (z. B. Studienabbrecher:innen)	57,1 %	88,9 %	77,8 %
Entwicklung und Umsetzung von Berufsorientierungsmaßnahmen	52,4 %	69,4 %	61,1 %
Gewinnung von Praktikant:innen	52,4 %	69,4 %	55,6 %
Bewerber:innenbindung zur Vermeidung von späteren Abbrüchen	38,1 %	66,7 %	72,2 %
Koordinierung von Praktika	57,1 %	47,2 %	11,1 %
Werbung und Marketing für Ausbildungsstellen	52,4 %	63,9 %	72,2 %
Gestaltung der Auswahlverfahren	47,6 %	47,2 %	38,9 %

Während der Ausbildung

Während der Ausbildung ist der Bedarf in den Bereichen Information, Beratung und Unterstützung bei allen Unternehmensarten hoch.

Für Kleinstunternehmen ist vor allem die Beratung Auszubildender zu Lerninhalten eine Herausforderung (Tabelle 5, Σ 71,4 %). Kleine und mittlere Unternehmen hingegen scheinen diesen Aspekt der Ausbildung besser bewerkstelligen zu können. Für sie ist die externe Beratung Auszubildender nur von durchschnittlicher Bedeutung. Den größten Bedarf sehen sie bei der Bereitstellung von Zusatzangeboten (Tabelle 5) wie Zusatzqualifikationen oder Auslandsaufenthalten.

Tabelle 5: Summe der Bedarfe der Unternehmensarten im Vergleich

	Kleinst-unternehmen	Kleines Unternehmen	Mittleres Unternehmen
Bereitstellung von Zusatzangeboten (Zusatzqualifikationen, Auslandsaufenthalte etc.)	57,1 %	61,1 %	66,7 %
Beratung der Auszubildenden zu Lerninhalten/Unterstützung bei Ausbildungsproblemen	71,4 %	50,0 %	55,6 %
Qualifizierung der Ausbilder:innen und ausbildenden Fachkräfte	52,4 %	52,8 %	61,1 %
Betreuung und Beratung der Auszubildenden zum Ausbildungsablauf	57,1 %	50,0 %	44,4 %
Koordinierung der Ausbildungsabläufe im Unternehmen	38,1 %	47,2 %	55,6 %
Kooperation mit der Berufsschule und der überbetrieblichen Bildungsstätte	42,9 %	55,6 %	38,9 %

Nach der Ausbildung

Waren die Bedarfe aller Unternehmensarten während der Ausbildung im Vergleich zu vor der Ausbildung nur leicht gesunken, sind sie nach der Ausbildung erheblich geringer. Mit Σ 38,1% bzw. Σ 44,4% interessieren sich Kleinst- bzw. Kleinunternehmen vor allem für die Auswahl und Übernahme von Auszubildenden. Für mittlere Unternehmen spielte hingegen die Entwicklung von Berufsperspektiven die größte Rolle (Tabelle 6). Die interviewten Firmen (siehe oben) führten als Gründe für ihr Antwortverhalten an, ihre Auszubildenden nach erfolgreicher Ausbildung als Mitarbeiter:innen übernehmen zu wollen. Nach erfolgreicher Stellenbesetzung sank vor allem bei Kleinstunternehmen der Bedarf, weiter auszubilden, und damit die Nachfrage an Hilfsangeboten.

Tabelle 6: Summe der Bedarfe der Unternehmensarten im Vergleich

	Kleinst-unternehmen	Kleines Unternehmen	Mittleres Unternehmen
Auswahl und Übernahme von Auszubildenden	38,1 %	44,4 %	22,2 %
Beratung der Auszubildenden zur Berufskarriere	38,1 %	41,7 %	27,8 %
Entwicklung von Berufsperspektiven im Unternehmen	33,3 %	41,7 %	27,8 %

Genutzte Angebote

40 der 75 Unternehmen (53,3 %) haben in der Vergangenheit Hilfsangebote genutzt. Verteilt nach Arten nahmen 38,1 % der Kleinstunternehmen, 61,1 % der kleinen und 55,6 % der mittleren Unternehmen entsprechende Angebote in Anspruch. Dabei zeigt sich, dass kleine Unternehmen in vielen Bereichen nicht nur die höchsten Bedarfe angeben, sondern auch am ehesten Angebote nutzten.

Genutzt haben die Informationsangebote aber nur 40 % aller Unternehmen. Am höchsten war die Resonanz mit 50 % bei mittleren Unternehmen. Am niedrigsten lag dieser Wert mit 28,2 % bei Kleinstunternehmen (Abb. 5). Während mittlere Firmen mit je 5,6 % bisher nur wenig Beratung oder Unterstützung in Anspruch genommen haben, nutzte dieses Angebot knapp jedes fünfte Kleinst- und mindestens jedes vierte kleine Unternehmen.

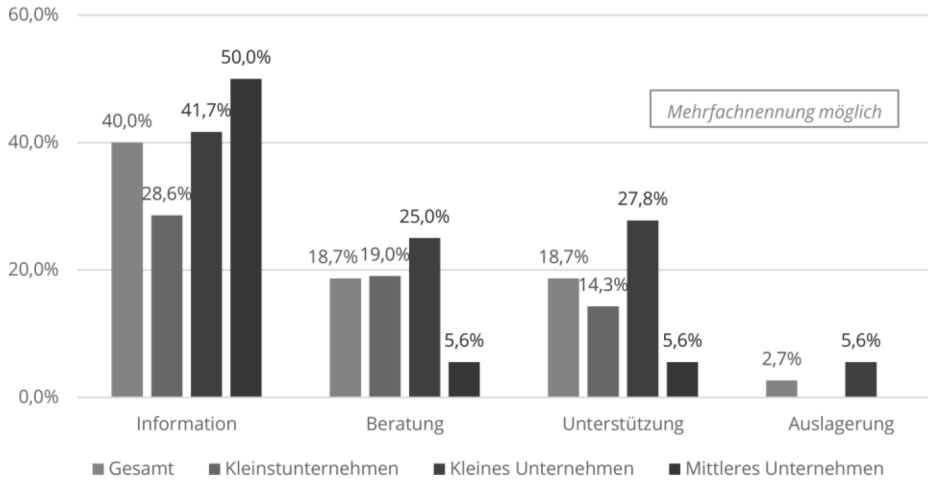


Abbildung 5: Angebotsnutzung im Vergleich der Unternehmensgrößen

Ein Grund dafür, dass noch nicht alle Möglichkeiten ausgeschöpft werden, könnte der finanzielle Aufwand sein. Kleine und mittlere Unternehmen müssten zur Nutzung solcher Angebote Mitarbeiter:innen freistellen. Dieser Aspekt wurde auch im Interview genannt.

Die Bereitschaft, eigene finanzielle Ressourcen für zusätzliche Angebote bzw. Bildungsdienstleistungen zur Verfügung zu stellen, ist nur zum Teil gegeben. Positiv beantworten diesen Aspekt 48 % aller Unternehmen, 28 % würden keine eigenen Ressourcen bereitstellen und 24 % machen hierzu keine Angaben. Die Bereitschaft variiert – erwartungskonform – in Abhängigkeit von der Unternehmensgröße. Für Kleinstunternehmen ist es am schwierigsten, eigene Mittel für externe Dienstleistungen aufzubringen, was sich daran zeigt, dass nur 38 % dies bejahen (im Unterschied zu kleinen Unternehmen mit 50 % und mittleren Unternehmen mit 55,5 %).

Es gibt eine Reihe von Förderprogrammen seitens der öffentlichen Hand bzw. verschiedener Aufbau- respektive Förderbanken zur Deckung der Bedarfe. Aller-

dings kennen zwei Drittel aller Unternehmen keine dieser Möglichkeiten. Mit zunehmender Firmengröße ist die Kenntnis über Förderprogramme höher (bis max. 33,3 % bei mittleren Unternehmen), wodurch die Angabe des Items „keine Angaben" sinkt.

Infolge der Unkenntnis haben bisher nur wenige (16,0 %) Fördermittel abgerufen (Abb. 6). Während kleine und mittlere Firmen mit 19,4 % und 16,7 % ähnliche Zahlen aufweisen, fällt die Partizipationsrate von Kleinstunternehmen mit 9,5 % deutlich geringer aus.

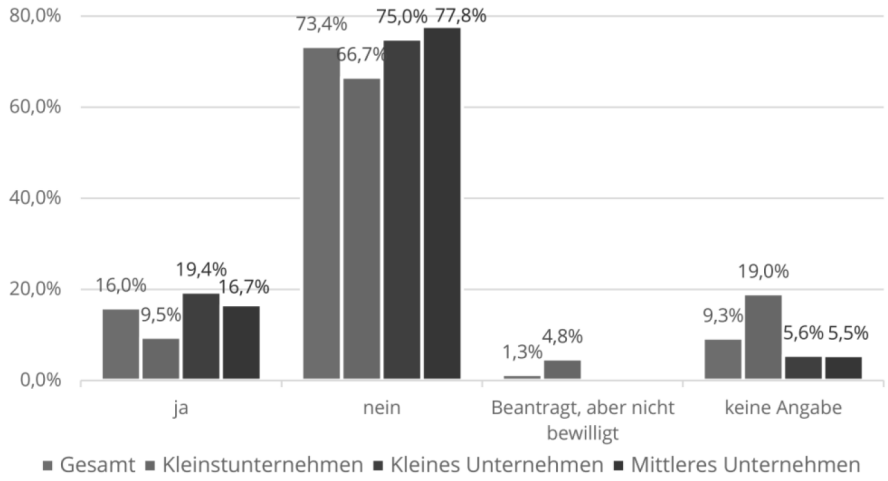


Abbildung 6: Abgerufene Fördermittel für Beratungs- und Unterstützungsangebote

Nach den Hindernissen befragt, nannte die Mehrzahl der Unternehmen den hohen Bürokratieaufwand für die Beantragung von Fördermitteln als Grund für die geringe Beteiligung. Besonders Kleinst- und kleine Unternehmen zeigen sich davon betroffen. Innerhalb der Interviews wurde zudem deutlich, dass besonders Kleinst- und kleine Unternehmen die Beantragung von Fördermitteln als Investition betrachten, deren Nutzen den Aufwand (z. B. Zeitaufwand, Nachweisführung) nicht übersteige.

Interviews

Maßnahmen gegen den Fachkräfteengpass

Variierend nach Größe und Wirtschaftsbranche wird der Fachkräfteengpass unterschiedlich stark wahrgenommen. Beispielsweise fühlte sich ein Baubetrieb deutlich davon betroffen, während ein Tourismusunternehmen trotz eines erkannten Engpasses noch keine Gegenmaßnahmen avisierte.

Die Mehrheit der befragten Interviewpartner:innen ergriff bereits verschiedene Maßnahmen. Risiken werden vor allem darin gesehen, dass die Auszubildenden den Abschluss nicht schaffen oder anschließend nicht im Unternehmen verbleiben.

Um einen höheren Bekanntheitsgrad zu erlangen, präsentieren sich die Firmen auf Ausbildungsmessen und auf der eigenen Homepage. Die Zusammenarbeit mit der Bundesagentur für Arbeit wurde als eng und passend beschrieben. Über ihre Portale würden viele Interessierte erreicht (vgl. IHK Dresden 2017, S. 7).

Besonders Unternehmen, die aktiv und permanent für sich warben, konnten häufig aufgrund mündlicher Empfehlung neues Personal gewinnen. Über diesen Weg hat auch der bestehende Mitarbeiter:innenstamm Anteil an der Auswahl neuer Kolleg:innen.

Hervorgehoben wird der direkte Kontakt zu potenziellen Auszubildenden. Hierfür haben Praktika, Ferienarbeit und Betriebsführungen, über die Einblick in das Berufsleben vermittelt werden kann, besonderes Gewicht. Eine Firma verband zudem Schüler:innenfreizeitaktivitäten mit einer Betriebsführung, eine von Schüler:innen als hilfreichste eingestufte Orientierungsmaßnahme (vgl. IHK Dresden 2017, S. 7). Als erfolgreich stellte sich zudem heraus, wenn öffentliche Medien im Rahmen regionaler Berichterstattungen die jeweiligen Unternehmen mit dem Hinweis auf freie Lehrstellen erwähnten.

Einige Unternehmen unterstützten auch den Quereinstieg und ggf. Umschulungen oder konzentrierten sich verstärkt auf Schüler:innen, die Probleme bei der Arbeitsmarktintegration aufwiesen.

Angebote

Die Interviewpartner:innen sollten die verfügbaren Angebote an Information, Beratung, Unterstützung und Auslagerung einschätzen und Faktoren benennen, die sie von einer stärkeren Nutzung bislang abhielten.

Die Meinungen zu dieser Thematik gingen weit auseinander. Einerseits waren Unterstützungsmöglichkeiten gänzlich unbekannt, verbunden mit dem Wunsch nach mehr Angeboten. Hier liegt die Vermutung nahe, dass Unternehmen sich erst bei stärker werdendem Fachkräftemangel über Unterstützungsmöglichkeiten informieren.

Andererseits wünschten sich Unternehmen, die Unterstützungsmöglichkeiten kannten, eine transparentere Gestaltung, beispielsweise in Form ausführlicherer Beschreibungen. Es wurde angeregt, einen Pool mit Angeboten einzurichten, über den dann die Angebotsformate besser verglichen werden können. Als wichtiger Aspekt wurde erwähnt, dass die Angebote praxisbezogener strukturiert sein sollten.

Der Fachkräftemangel wird insgesamt als gesamtgesellschaftliche Herausforderung beschrieben. So wurde eine intensivere schulische Berufsorientierung angemahnt und kritisiert, dass zu viele Absolvent:innen der gymnasialen Oberstufe erst durch Scheitern im Studium die Vorzüge einer Berufsausbildung erkennen würden. Daneben beklagten einige Interviewte die teilweise mangelhaften Kompetenzen der Auszubildenden nach dem Schulabschluss. Vor allem im ersten Lehrjahr müssten viele Grundlagen vom Unternehmen gelehrt werden, die frühere Auszubildende aus der Schule mitgebracht hätten.

Bedarfe

Für den Rückgang der Unterstützungsbedarfe nach der Ausbildung hatten die meisten Interviewten ähnliche Erklärungsmuster: Hilfen würden vor allem benötigt, um mit potenziellen Auszubildendem in Kontakt zu kommen. Für die Personalentwicklung nach Ausbildungsende und ggf. erfolgreicher Übernahme des/der Auszubildenden sei dies nicht mehr nötig.

Hinzu kommen finanzielle Aspekte. Die Rekrutierung von Auszubildenden genieße Priorität und die Unternehmen seien eher bereit, dafür Geld zu investieren. Nach der Ausbildung sinke die Bereitschaft, für externe Dienstleistungen weitere finanzielle Mittel zur Verfügung zu stellen.

Fördermittel

Im Fragenteil zu Förderprogrammen konnten die Unternehmen ihre Kenntnisse und ihre Nutzung von Fördermitteln bewerten. Dies schloss die Frage nach Gründen, die gegen eine Nutzung potenzieller Fördermöglichkeiten sprechen, ein.

Genau wie in der schriftlichen Befragung zeigte sich in den Interviews große Unkenntnis über verfügbare Fördermittel. Einige Interviewpartner:innen gaben an, ausschließlich seitens der Bundesagentur für Arbeit bereitgestellte Fördermittel genutzt zu haben, und nur ein Kleinstunternehmen war mit dem Angebot der Sächsischen Aufbaubank vertraut.

Als Gründe für den geringen Fördermittelabruf gab ein mittleres Unternehmen an, dass die Programme den gegenwärtigen betrieblichen Situationen oft nicht gerecht werden. Zudem würden Bewilligungen häufig zu lang dauern. Bei akutem Handlungsbedarf könne nicht schnell genug reagiert werden. Erschwerend sei zudem das Prinzip der Vorkasse. Selbst wenn das Geld später in Form von Fördermitteln zurückkomme, sei die Vorfinanzierung für die KMU nicht immer zu leisten.

Überdies sei die Bürokratie, gerade für Kleinstunternehmen, ein erhebliches Hindernis. Sie zögen die Bereitstellung eigener finanzieller Mittel dem Aufwand der Antragstellung vor. Viele Interviewte räumten aber auch ein, dass eine gewisse Bürokratie nötig sei, um Betrug vorzubeugen. Leider verhindere dies auch in nicht unerheblichem Maße die Nutzung der Fördermittel. Ein weiteres Problem sei die zum Teil unverständliche Verwaltungssprache.

Zur Senkung der bürokratischen Hürden wurden verschlankte Antrags- und Verwaltungsprozesse angeregt. Fördermittelanträge sollten gemeinsam mit Expert:innen ausgefüllt werden und auf den fördermittelsuchenden Betrieb beschränkt bleiben. Ein Interviewter berichtete, dass bei Vorhandensein eines Unternehmenspartners auch alle Strukturen und Finanzen desselben mit angegeben werden mussten, wodurch sich der Aufwand enorm vergrößerte.

Die Firmen wünschten sich, dass Fördergelder für externe ausbildungsbegleitende Hilfen bereitgestellt werden. Hierüber sollen schulische Defizite minimiert und ein theoretisches Wissensfundament gesichert werden. Zur Minimierung finanzieller Risiken wurde die Gewährung von Zuschüssen oder Steuernachlässen bei der Einstellung von Langzeitarbeitslosen, Flüchtlingen oder Ungelernten angeregt.

Im Pflegebereich sollten auch niedrigere Abschlüsse, wie die der Helfer:innen, gefördert werden, da diese durch Weiterqualifikation zu Fachkräften ausgebildet werden könnten. In diesem Zusammenhang wurde gewünscht, dass es für die Auszubildenden keine Schulgebühren geben dürfe. Neben der Ausbildung sollten auch Umschulungen gefördert werden.

Wünsche an die Politik und die Kammern

Ein zentraler Wunsch von vielen Interviewten war, dass einer realistischen Vermittlung der Berufsbilder in der Öffentlichkeit mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden müsse. Nach ihrer Auffassung werde der Blick häufig einseitig auf die Schattenseiten und Nachteile eines traditionellen Berufs gelenkt.

Während einige sehr zufrieden waren mit der Arbeit der Kammern, wünschten sich andere mehr gebiets- und branchenspezifische Hilfen beispielsweise im Tourismus. Zudem wurde angeregt, dass die verschiedenen Angebote und Möglichkeiten der Kammern rechtzeitig und zentral über ein Portal bekannt gegeben werden. Zur zeitlichen Planung der Unternehmen sei eine Vorschau für das kommende Jahr zum Ende des alten Jahres zu befürworten.

Außerdem könne die Politik den Unternehmen helfen, in der Gesellschaft ein neues Bewusstsein von Qualität zu vermitteln. Beispielsweise werde der Trend zu Billigprodukten von großen Möbelketten vorangetrieben. Diesem preislichen Druck können kleine Handwerksbetriebe nicht standhalten, da ihre höheren Preise der hohen Qualität geschuldet sind.

Schlussfolgerungen und Zusammenfassung

Das Passungsproblem ist für den Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge deutlich erkennbar, wobei es branchenspezifische Unterschiede gibt. Den Unternehmen ist bewusst, dass das Engagement in der beruflichen Aus- und/oder Weiterbildung ein zentrales Element ist, um dem realen oder vorausgesagten Fachkräftemangel entgegenzusteuern (vgl. Niethammer & Eichinger 2018, S. 124). Die konkreten Handlungsstrategien der Unternehmen hinsichtlich der Minimierung des Problems variieren. Vor allem Kleinstunternehmen benötigen externe Unterstützung sowie Hilfe beim Beantragen von Fördermitteln oder der Rekrutierung von Fachkräften.

Wenngleich die Unternehmen bereits verschiedene externe Hilfen (Information, Beratung, Unterstützung) für die Gestaltung ihrer Aus- und Weiterbildung nutzen, werden diese Angebote bei Weitem nicht ausgeschöpft. Die zukünftige Herausforderung besteht demnach hauptsächlich darin, die Hilfsangebote bzw. Förderprogramme bekannter und nutzerfreundlicher zu gestalten. Die Kammern können hierbei mitwirken.

Literatur

Bundesagentur für Arbeit (Hrsg.) (2018). Bewerber und Berufsausbildungsstellen – Deutschland, West/Ost, Länder und Kreise (Zeitreihe Monatszahlen). Verfügbar unter: https://statistik.arbeitsagentur.de/nn_307948/Statischer-Content/Statistik-nach-Themen/Ausbildungsstellenmarkt/Ausbildungsstellenmarkt.html (Zugriff: 29.11.2018).

IHK Dresden (Hrsg.) (2017). IHK-Azubiumfrage 2017 im Kammerbezirk Dresden. Verfügbar unter: https://www.dresden.ihk.de/servlet/link_file?link_id=48696&target=display&link_zusatz=&ref_detail=Pool&ref_knoten_id=5470&ref_sprache=deu (Zugriff: 29.11.2018).

Kommission der europäischen Gemeinschaften (2003). Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen. Verfügbar unter: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003H0361&from=DE (Zugriff: 29.11.2018).

Landesarbeitsgemeinschaft der IHK im Freistaat Sachsen (Hrsg.) (2018). Konjunkturbericht Sachsen Jahresbeginn 2018. Verfügbar unter: https://www.dresden.ihk.de/servlet/link_file?link_id=32275&publ_id=1087Online-Publikation (Zugriff: 29.11.2018).

Landesarbeitsgemeinschaft der Sächsischen IHK, Arbeitsgemeinschaft der Sächsischen Handwerkskammern (Hrsg.) (2018). Fachkräftesituation der sächsischen Wirtschaft. Monitoring 2018. Verfügbar unter: https://www.dresden.ihk.de/servlet/link_file?link_id=29987&publ_id=1065 (Zugriff: 29.11.2018).

Niethammer, M. & Eichinger, R. (2018). Fachkräftesituation in Sachsen. In: R. W. Jahn, M. Niethammer, A. Seltrecht & A. Diettrich (Hrsg.), Demografie, Bildung und Fachkräftesicherung in den ostdeutschen Bundesländern: Befunde und Problemlagen aus berufs- und wirtschaftspädagogischer Perspektive. Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 119–132. doi: 10.3278/6004609w.

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (Hrsg.) (2017). 6. regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung für den Freistaat Sachsen bis 2030. Verfügbar unter: https://www.statistik.sachsen.de/download/300_Voe-Faltblatt/SH_6_RBV_2017_SN.pdf (Zugriff: 29.11.2018).

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2018). Bevölkerungsstand des Freistaates Sachsen nach Kreisfreien Städten und Landkreisen am 30. September 2017. Verfügbar unter: https://www.statistik.sachsen.de/html/426.htm (Zugriff: 29. 11. 2018).

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Definitionen kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) 347

Abb. 2 Entwicklung der gemeldeten Berufsausbildungsstellen im Vergleich zu den gemeldeten Bewerber:innen im Landkreis 348

Abb. 3 Zum 30. September unbesetzte Berufsausbildungsstellen im Vergleich zu den unversorgten Bewerber:innen im Landkreis 348

Abb. 4 Bedarfe bei der betrieblichen Aus- und Weiterbildung 350

Abb. 5 Angebotsnutzung im Vergleich der Unternehmensgrößen 353

Abb. 6 Abgerufene Fördermittel für Beratungs- und Unterstützungsangebote 354

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Aktive Betriebe zum 30.09.2017 347

Tab. 2 Verteilung der Unternehmensarten 349

Tab. 3 Zuordnung der Unternehmensklassen nach Mitarbeiter:innenzahl und Jahresumsatz 349

Tab. 2 Verteilung der Unternehmensarten 349

Tab. 3 Zuordnung der Unternehmensklassen nach Mitarbeiter:innenzahl und Jahresumsatz 349

Tab. 4 Summe der Bedarfe der Unternehmensarten im Vergleich 351

Tab. 5 Summe der Bedarfe der Unternehmensarten im Vergleich 352

Tab. 6 Summe der Bedarfe der Unternehmensarten im Vergleich 352

Autoren und Autorin

Nettling, Martin, M.Ed., Wiss. Mitarbeiter, Technische Universität Dresden, Institut für Berufliche Fachrichtungen, Weberplatz 5, 01217 Dresden, martin.nettling@tu-dresden.de

Niethammer, Manuela, Prof. Dr. phil. habil., Hochschullehrerin, Technische Universität Dresden, Institut für Berufliche Fachrichtungen, Weberplatz 5, 01217 Dresden, manuela.niethammer@tu-dresden.de

Eichinger, Robert, Referent Arbeitsmarktpolitik, IHK Dresden, Langer Weg 4, 01239 Dresden, eichinger.robert@dresden.ihk.de

Gestiegene Bildungsaspirationen und die Folgen für gewerblich-technische Ausbildungsberufe

Philipp Struck

Abstract

Aktuelle Studien (Shell 2015; Schnitzler & Granato 2016; Struck 2017) verdeutlichen einen Trend zu gestiegenen Bildungsaspirationen, zugleich bleiben als Folge dieser Entwicklung Ausbildungsplätze unbesetzt. Auf der Grundlage eines qualitativ erhobenen Längsschnittdatensatzes mit 174 Schüler:innen zu jeweils vier Erhebungszeitpunkten (Follow-up erfolgte sechs Monate nach Ausbildungsbeginn) wird das Phänomen gestiegener Bildungsaspirationen anhand der Motive Jugendlicher für ihren weiterführenden Schulbesuch erklärt. Darauf aufbauend werden die Konsequenzen für gewerblich-technische Ausbildungsberufe diskutiert und Lösungsvorschläge für die Praxis präsentiert. Um berufliche Ausbildungen (besonders in gewerblich-technischen Berufen) attraktiver zu gestalten, sind neue Formen der Beteiligung Jugendlicher an betrieblichen Lernprozessen zu entwickeln (wie Peer-Ansätze) und der Stellenwert von Weiterbildung kritisch-reflektiert zu optimieren.

Recent studies (Shell 2015, Schnitzler & Granato 2016, Struck 2017) indicate a trend towards increased educational aspirations, at the same time vocational education and training places remain vacant as a result of this development. On the basis of a qualitative longitudinal data set of 174 pupils, with four surveys (follow-up took place six months after the start of the apprenticeship), the phenomenon of increased educational aspirations is explained on the basis of young people's motives for attending secondary schools. Building on this, the consequences for technical apprenticeship will discussed and proposals for practical solutions will presented. In order to make vocational training (particularly in industrial and technical occupations) more attractive, new forms of participation by young people in in-company learning processes must be developed (such as peer involvements) and the importance of further education critically-reflectively optimized.

1 Einleitung

In den letzten Jahren konnte bei Jugendlichen in Deutschland eine hohe Bildungsaspiration festgestellt werden (u. a. Shell 2015; Schnitzler & Granato 2016). Dazu sind allgemein der Wunsch nach einem weiterführenden Schulbesuch sowie im

Speziellen ein starker Trend zu Hochschulreife und Studium zu zählen: 2004 lag der Anteil der Absolvent:innen mit allgemeiner Hochschulreife an den Schulabschlüssen bei 23 %, im Jahr 2014 betrug der Wert bereits 33 %. Dies entspricht einer Zunahme von zehn Prozentpunkten innerhalb von zehn Jahren (Statistisches Bundesamt 2016, S. 31). Für das Studium lässt sich eine vergleichbare Entwicklung bestimmen: Im Wintersemester 2000/01 waren 1.799.338 Studierende Student:innen an Hochschulen in Deutschland eingeschrieben, im Wintersemester 2017/18 waren es 2.844.978. Die Statistik zu den Studienanfänger:innen bestätigt diesen Trend: Waren es im Jahr 2000 noch 314.956 Studienanfänger:innen, steigerte sich dieser Wert 2017 auf insgesamt 513.166. Die Studienanfänger:innenquote stieg in diesem Zeitfenster von 33,3 % (im Jahr 2000) auf 57,0 % (im Jahr 2017) an (Statistisches Bundesamt 2018, S. 11).

Bei der Betrachtung der Entwicklung ist aber auch festzuhalten, dass weiterführende Schulen aktiv um Jugendliche mit einem Realschulabschluss werben und ihnen offensiv den potenziellen Erwerb einer Hochschulzugangsberechtigung offerieren. Zugleich initiiert und fördert die Bundesregierung verschiedene Maßnahmen zur Attraktivitätsverbesserung der beruflichen Bildung und ihrer verstärkten Anerkennung in der Öffentlichkeit. Eine aktuelle Zusammenstellung dazu ist dem Berufsbildungsbericht (BMBF 2018) zu entnehmen. Nach dieser Betrachtung lässt sich festhalten, dass das Ausbildungssystem ein Imageproblem hat, welches wiederum nicht auf „harten Fakten" beruhen kann. Z. B. weisen neueste Studien (OECD 2018) wiederholt eine hohe Beschäftigungsquote für junge Erwachsene mit abgeschlossener (beruflicher) Ausbildung aus; diese ist annähernd identisch mit der Beschäftigungsquote Gleichaltriger mit akademischem Abschluss. Nichtsdestotrotz bleiben abschließend u. a. die folgenden Fragen unbeantwortet: Warum nimmt die Teilnahme am Berufsbildungssystem in Deutschland ab? Beziehungsweise: Warum gehen die Schüler:innen nicht (mehr) in die (betriebliche) Ausbildung?

Im vorliegenden Artikel werden dafür die Motive Jugendlicher[1] betrachtet, entlang derer gestiegene Bildungsaspirationen erklärt werden sollen. Besonders die Gruppe der Jugendlichen mit einem Realschulabschluss interessiert sich stark für einen weiterführenden Schulbesuch (mit dem Ziel der allgemeinen Hochschulreife oder Fachhochschulreife) und weniger für eine (duale) Ausbildung. Im Verlauf dieser Auswertung[2] kommen die Jugendlichen selbst zu Wort und legen ihre individuellen Überlegungen zu beruflichen und schulischen Übergangswegen dar.

1 Die Vorstellung des Untersuchungsinstruments erfolgt in Kapitel 2.1.

2 Die dieser Veröffentlichung zugrunde liegenden Arbeiten wurden im Auftrag des Bundesinstituts für Berufsbildung durchgeführt, das damit einen Beitrag zur Förderung der Berufsbildung leistet. Entsprechend dem Charakter wissenschaftlicher Arbeiten stimmen die von dem Verfasser vertretenen Ansichten nicht unbedingt mit der Meinung des Bundesinstituts für Berufsbildung überein. Die hier berichteten Ergebnisse sind Teil der Evaluation und wurden bereits in Struck (2017) veröffentlicht.

2 Die Auswertung

2.1 Datenbasis und Ergebnisübersicht

Die Untersuchung berücksichtigt Forschungsdaten aus der Evaluation des Berufsorientierungsprogramms (BOP)[3]. Ziel der Evaluation war es, zu klären, ob die mit dem Projekt verbundenen Zielsetzungen erreicht werden. Dafür wurde ein Erhebungsinstrument verwendet, welches dem Konzept zur Berufswahlkompetenz von Ratschinski (2014) zugrunde liegt. Berufswahlkompetenz wird als hierarchisches System aus den drei Teilkompetenzen Identität, Adaptabilität und Resilienz definiert, welche für die Bewältigung der Entwicklungsaufgabe Berufswahl benötigt werden (Ratschinski et al. 2018, 23 ff.). Der vorliegende Artikel berücksichtigt nur die Daten, welche zur Klärung bzw. zum Verständnis der Motive für die gestiegenen Bildungsaspirationen bei Realschulabsolvent:innen beitragen können.

Die Evaluationsstudie umfasst ein qualitatives Untersuchungsdesign mit leitfadengestützten Interviews über einen Zeitraum von viereinhalb Jahren mit drei Befragungswellen bei inhaltlicher Fortschreibung und einer abschließenden Follow-up-Befragung, welche circa sechs Monate nach dem Ende der Sekundarstufe I erfolgte. Im Panel sind 174 Jugendliche (81 Mädchen und 93 Jungen) verblieben, 57 von ihnen haben die Schule nach der 9. Klasse verlassen und weitere 117 nach der 10. Klasse. Den Realschulabschluss erreichten 93 (von 165) Jugendliche.

Die Übergänge nach der Sekundarstufe I zeigen, dass von 174 Jugendlichen insgesamt nur jeder dritte in eine Ausbildung übergegangen ist (51 in eine duale Ausbildung und 10 in eine schulische Ausbildung). Weiterführende Schulen wurden hingegen deutlich häufiger gewählt. Unter den Schüler:innen mit einem Hauptschulabschluss hat annähernd die Hälfte (24 von 52) eine duale oder schulische Ausbildung begonnen, von den Jugendlichen mit einem Realschulabschluss waren es nur 33 von 93 Befragten. Dagegen streben 53 Jugendliche mit einem Realschulabschluss ihre allgemeine Hochschulreife oder Fachhochschulreife an.

Gestiegene Bildungsaspirationen, wie zuvor u. a. in der Shell-Studie (2015) und von Schnitzler und Granato (2016) ermittelt, konnten ebenfalls in der BOP-Evaluation festgestellt werden. Die Zusammenfassung der Ergebnisse verdeutlicht unterschiedliche Interessen und Übergangsverläufe zwischen Jugendlichen mit einem Schulabschluss nach Klasse 9 (Hauptschulabschluss) und mit einem Schulabschluss nach Klasse 10 (Realschulabschluss).

Die Übergänge der Schüler:innen mit einem Abschluss nach der 10. Klasse zeigen eine besonders starke Nachfrage hinsichtlich der Sekundarstufe II: Die Jugendlichen streben häufiger ihre allgemeine Hochschulreife oder Fachhochschulreife an als eine duale oder schulische Ausbildung. Dabei ist die Gruppe derer, die sich für einen weiterführenden Schulbesuch entschieden hat, relativ heterogen: So trafen manche Jugendliche ihre Entscheidung bewusst bzw. langfristig geplant, andere we-

3 Das Berufsorientierungsprogramm umfasst in den Jahrgangsstufen 7 und 8 zwei Angebote zur Förderung Jugendlicher: Die Potenzialanalyse und die Werkstatttage. Eine ausführliche Projektvorstellung ist in Ratschinski et al. (2018) zu finden.

nige eher kurzfristig und spontan. Insgesamt hatte die überwiegende Mehrheit die allgemeine Hochschulreife oder Fachhochschulreife bereits seit der 8. Klasse für sich als persönliches Ziel bzw. favorisierten Schulabschluss definiert (Struck 2017, S. 3 f.).

Im Folgenden sollen die Motive der Jugendlichen mit einem Realschulabschluss näher betrachtet werden. Für sie erscheint eine berufliche oder schulische Ausbildung, im Vergleich zu der Option auf eine Hochschulzugangsberechtigung, nicht attraktiv genug zu sein.

2.2 Motive und Begründungen aus Sicht der Jugendlichen

Von den 93 Jugendlichen aus der Panel-Studie, die die Schule nach der 10. Klasse mit einem Realschulabschluss verlassen haben, streben 30 die Fachhochschulreife an und weitere 23 die allgemeine Hochschulreife. Während Jungen häufiger eine duale Ausbildung begonnen haben (24 zu 10), versuchen Mädchen häufiger die Fachhochschulreife (19 zu 11) oder die allgemeine Hochschulreife (12 zu 11) zu erreichen (Struck 2017, S. 32 ff.).

Insgesamt haben sich befragte Jugendliche mit einem Realschulabschluss häufiger für einen weiterführenden Schulbesuch mit dem Ziel allgemeine Hochschulreife oder Fachhochschulreife entschieden als für eine duale oder schulische Ausbildung. Die überwiegende Mehrheit hatte ferner gar keine Bewerbungen für Ausbildungsstellen versendet, ein Übergang in eine berufliche Ausbildung wurde nicht beabsichtigt; des Weiteren gaben nur 5 von 50 Jugendlichen an, dass sie lieber eine Ausbildung begonnen hätten (Struck 2017, S. 44).

Es bleibt daher festzuhalten: Die überwiegende Mehrheit mündet bewusst in die weiterführende Schule ein. Das Ziel, die allgemeine Hochschulreife (oder Fachhochschulreife) erreichen zu können, ist für sie handlungsleitend und ausschlaggebend gewesen im Berufswahlprozess.

Die persönliche Entscheidung für ihren weiterführenden Schulbesuch können die Jugendlichen gut begründen, so beantwortet etwa ein 16jähriger Junge die Frage *„Warum hast du dich für einen weiteren Schulbesuch entschieden?“* wie folgt: *„Es war so, dass ich mich für die Arbeitswelt noch nicht bereit gefühlt habe.“* Er besucht jetzt die 11. Klasse und möchte die allgemeine Hochschulreife erreichen. Bei anderen Befragten haben wiederum die Eltern (starken) Einfluss genommen, wie ein 16jähriges Mädchen im Interview berichtet: *„Meine Mutter fand es noch nicht so okay, dass ich mit 16 arbeiten gehe. Sie fand es zu früh, ich soll lieber mit 18 eine Ausbildung versuchen.“* (Struck 2017, S. 44 ff.).

Die vorliegenden Interviewaussagen zeigen: Ein Großteil der Jugendlichen möchte sehr gerne die Hochschulreife erreichen. Diese Personengruppe hat sich bewusst für den weiteren schulischen Weg entschieden. Wenige andere Jugendliche jedoch haben den weiterführenden Schulbesuch auch gewählt, um Zeit zu gewinnen, zur Verlängerung ihrer persönlichen, individuellen Berufswahlentscheidung (Moratorium). Sie wissen noch nicht, welchem Beruf oder welcher beruflichen Tätigkeit sie nachgehen möchten. Derart erging es u. a. einem 16jährigen Jungen, er besucht

die 11. Klasse eines Gymnasiums, weil er *„auch noch keinen Plan hatte“*, was er *„hätte sonst machen können.“* Bei einem 17jährigen Mädchen verlief es ähnlich, sie besucht die 11. Klasse des beruflichen Gymnasiums (mit der Fachrichtung Ernährung) und begründet diese Entscheidung: *„Weil ich nicht wusste, was ich sonst machen sollte. Man kann sagen, es war eine Notlösung. Mein Zeugnis war gut genug, um weiterzumachen, und jetzt habe ich noch drei Jahre länger Zeit zu überlegen.“* (Struck 2017, S. 45 f.).

Zwischen den beiden Gruppen mit einem Realschulabschluss, die sich für ihre allgemeine Hochschulreife oder Fachhochschulreife entschieden haben, und denen, die eine duale oder schulische Ausbildung aufgenommen haben, lassen sich auch rückblickend interessante Unterschiede erkennen. Beispielsweise hatte ein Großteil der Jugendlichen, die sich für den weiterführenden Schulbesuch entschieden hat, dies schon lange geplant, bzw. die Hochschulreife ist schon immer ihr Wunsch gewesen. Auf die Frage *„Welchen Schulabschluss möchtest du machen?“* haben in der 8. Klasse 25 der 53 Jugendlichen die allgemeine Hochschulreife (oder Fachhochschulreife) genannt und in der 9. Klasse waren es bereits 41 Personen. Dies bestätigt, dass es seit Längerem ihr Ziel gewesen ist und eine Ausbildungsaufnahme nach der 10. Klasse von diesen Jugendlichen nicht beabsichtigt wurde. Sie hatten sich frühzeitig für einen weiterführenden Schulbesuch entschieden und gegen die Aufnahme einer beruflichen Ausbildung nach der Sekundarstufe I (Struck 2017, S. 47).

2.3 Einordnung der Ergebnisse

Die Interviewergebnisse bestätigen: Die Jugendlichen münden bewusst und aktiv in das Gymnasium ein und haben sich mehrheitlich zuvor nicht um eine Ausbildungsstelle beworben. Sie entwickelten frühzeitig den Wunsch, das Gymnasium zu besuchen, und verfolgten dieses Ziel in den späteren Jahren konsequent, andere Jugendliche hingegen sind beruflich unsicher, zur Verlängerung der Berufswahlphase erfolgt nach dem Realschulabschluss der Wechsel in die 11. Klasse eher aus Verlegenheit, in Form einer kurzfristigen Entscheidung. Diese Jugendlichen wählten die Schule, weil sie noch nicht wussten, welchen Beruf sie erlernen möchten bzw. was für sie eine geeignete berufliche Alternative gewesen wäre. Für sie scheint der weiterführende Schulbesuch eine Art Notlösung zu sein. Dennoch stellt die 11. Klasse für manche Jugendliche ein gewünschtes und benötigtes Moratorium dar, da es ihre Bedenkzeit verlängert. Dazu passen die Interviewaussagen: Manche Jugendliche fühlen sich in ihrer Entwicklung noch nicht bereit bzw. sie schätzen sich selbst als zu jung ein, um eine Ausbildung zu beginnen.

Zugleich ist nicht auszuschließen, dass sowohl Jugendliche als auch ihre Eltern glauben, mit dem Eintritt in eine Ausbildung ende der Bildungsaufstieg. Dabei ermöglicht eine berufliche Ausbildung zusätzliche, neue Aufstiegs- und Weiterbildungsoptionen, sodass beispielsweise auch eine allgemeine Hochschulreife oder Fachhochschulreife weiterhin erreicht werden kann.

Trotzdem sind die Zugänge zum dualen System insgesamt rückläufig, dies beinhaltet entsprechend auch eine Kritik am dualen System. Es lässt sich feststellen: Attraktivität und Status der dualen Ausbildung sind (zu) gering.

3 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse verdeutlichen: Eine Berufsausbildung scheint weniger attraktiv zu sein als der Besuch einer weiterführenden Schule. Dabei kann nicht ausgeschlossen werden, dass Jugendliche glauben, der Einstieg in eine Berufsausbildung schließe die Bildungsentwicklung bzw. den Bildungsaufstieg ab und der Ausdruck „Ausbildung" bzw. „ausgebildet sein" transportiere zwischen den Zeilen die Bedeutung, mit dem Lernen und also mit der persönlichen Entwicklung abzuschließen. Als Folge bleiben bestimmte Ausbildungsplätze vakant, insbesondere im Hotel- und Tourismussektor und im Handwerk. Des Weiteren sind (oder werden) die Lehrlinge zu Beginn ihrer Ausbildung immer älter: Sie beginnen eine Ausbildung, die sie bereits mit ihrem Realschulabschluss hätten absolvieren können[4], erst nach dem Abschluss der weiterführenden Schule. Bezogen auf den Arbeitsmarkt und die Arbeitgeber:innenperspektive kann daraus die Empfehlung abgeleitet werden, die Vorteile einer Ausbildung stärker herauszuarbeiten und zu präsentieren, im Sinne einer Aufforderung, dass man in der Ausbildung frühzeitiger das lernt, was in der Arbeitswelt (wirklich) benötigt wird, und zugleich seine persönliche Karriere intensiviert. Dazu werden auf den folgenden Seiten zwei daran anknüpfende Aspekte tiefergehend betrachtet.

3.1 Stärkere Berücksichtigung von Peer-Ansätzen in der beruflichen Bildung

Zur Attraktivitätssteigerung der Berufsausbildung sind zukünftig neue Formen der Beteiligung Jugendlicher an betrieblichen Lernprozessen zu diskutieren. Gemeint sind Ansätze der Partizipation und Emanzipation, um u. a. Autonomie, Kompetenzerleben, soziale Eingebundenheit, betriebliche Identifikation und Arbeitszufriedenheit zu erhöhen sowie um ein positives Lern- und Arbeitsklima durch konstruktives Feedback zu befördern. Zu diesem Thema führen wir am Institut für Berufspädagogik (ibp) der Universität Rostock derzeit ein Forschungsprojekt durch, in dem verschiedene Peer-Ansätze wie Peer-Tutoring (u. a. Topping 1996; Gold 2011; Haag & Streber 2011; Haag 2014), Peer-Education (u. a. Naudascher 1977; Nörber 2003) und Peer-Mentoring in betrieblichen und berufsschulischen Lehr-/Lernprozessen der dualen Ausbildung erprobt und evaluiert werden.

Inhaltlich wird in dem Forschungsprojekt dem vielfach benannten Theoriedefizit (u. a. Meyer 2006) in der beruflichen Aus- und Weiterbildung begegnet, indem erfolgreiche Ansätze wie Peer-Education oder Peer-Tutoring in die berufliche und insbesondere betriebliche Bildung überführt werden. Zur wissenschaftlichen Analyse werden drei unabhängige methodische Zugänge genutzt: Die soziale Netzwerkanalyse, die Beziehungen und ihre Veränderungen innerhalb von Klassen und Cliquen abbildet; ein Fragebogen mit mehrfach erprobten Skalen zur Erfassung von

4 Für die Berufsorientierung können als potenzielle Konsequenz verschiedene Aspekte diskutiert werden: Eine stärkere Individualisierung der Angebote zur Berufsorientierung, verschiedene Ansätze zur Sensibilisierung für die Vor- und Nachteile von weiterführenden Schulen (z. B. Schulabbrecher:innenquote, Steigerung des Leistungsniveaus) und eine verstärkte Selbstreflexion im Berufswahlprozess (Struck 2018).

Entwicklungen verschiedener Einstellungen und Überzeugungen (wie Arbeit im Team, berufliche Identität, berufliche Handlungskompetenz und Empowerment); leitfadengestützte qualitative Interviews (sowohl problemzentrierte Interviews als auch Experteninterviews) mit Auszubildenden, Lehrkräften und Personalverantwortlichen. Entlang der wissenschaftlichen Begleitung können die Veränderungen in der Gruppe wie beim Individuum analysiert und interpretiert werden.

Durch die altersbezogene Nähe und das höhere Einfühlungsvermögen zwischen den Auszubildenden können das Wissen und die relevanten Informationen direkt, verständlich und authentisch übermittelt werden. Als Folge, so eine Projektannahme, werden gute Ergebnisse in den Prüfungen erwartet. Generell sind positive Entwicklungen, wie eine Steigerung der Human- und Sozialkompetenz, möglich. Der Austausch über (Lern-)Erfahrungen, (Lern-)Strategien und Vorwissen soll allen Jugendlichen gleichermaßen helfen und bei der Festigung von Wissen unterstützen. Mit dem Projekt soll zugleich ein Beitrag zur kritisch-emanzipativen Berufsbildungstheorie (Kaiser 2016) geleistet werden.

Derartige neue Lernformen können die Ausbildung attraktiver und abwechslungsreicher gestalten und perspektivisch das Interesse und die Motivation erhöhen, auch für Personengruppen, die höhere Schulabschlüsse anstreben.

3.2 Erhöhung des Stellenwerts beruflicher Weiterbildung

In verschiedenen Studien (Dittmann & Struck 2016; Struck & Dittmann 2016, 2017) wurde ein zu geringer Stellenwert beruflicher Weiterbildung ermittelt. Konkret festgestellt wurde unter anderem: Zwischen Geschäftsführung und Beschäftigten bestehen ein unterschiedliches Verständnis und abweichende Kenntnisse über Weiterbildung (und Weiterbildungsangebote) bzw. darüber, welche Fortbildungen und Angebote dazu zu zählen sind. Des Weiteren wurde ermittelt, dass die Beteiligung an Weiterbildung zu gering ist und individuelle Wünsche der Beschäftigten stärker berücksichtigt werden müssten. Insgesamt wäre folglich die Beteiligung an Weiterbildungen zu erhöhen und zugleich das Weiterbildungsangebot auszubauen.

Berufliche Weiterbildung steht für die Attraktivität der Facharbeit und entkräftet sichtbar (bzw. soll entkräften) die Sorge, nach Beendigung der Ausbildung „ausgelernt“ zu haben bzw. nichts Weiteres oder Neues lernen zu können. Entsprechend offensiv sollten berufliche Weiterbildungsangebote nicht nur betriebsintern, sondern auch öffentlichkeitswirksam präsentiert und publiziert werden. Dies würde die Attraktivität eines Unternehmens und zugleich die Attraktivität der zugehörigen betrieblichen Ausbildungsplätze erhöhen.

Hierbei ist der Weiterbildungsbegriff zu differenzieren in eine Form der Anpassungsfortbildung (für veränderte Anforderungen, ohne Höherqualifizierung) und der Aufstiegsfortbildung (für einen vergrößerten Verantwortungsbereich, mit höherer Vergütung). Die Anpassungsfortbildung kann, im hier diskutierten Ansatz, keinen Beitrag zur Erhöhung der Attraktivität leisten; die Aufstiegsfortbildung hingegen schon. Ein zentraler Aspekt ist die gesellschaftliche Wahrnehmung und Anerkennung von Weiterbildung (im Sinne der Aufstiegsfortbildung), sie ist gegenüber den

Hochschulabschlüssen nicht gleichwertig. Hierzu wäre eine Anpassung der Aufstiegsformate analog zu den Regelungen des Qualifikationsrahmens zu diskutieren, wie sie Rauner (2012) mit der „Architektur paralleler Bildungswege", inklusive der Forderung nach einem „Master Professional", vornimmt.

4 Diskussion

Zu der Diskussion um die Entwicklung und Folgen gestiegener Bildungsaspirationen ist anzumerken, dass die persönliche Berufswahl Jugendliche vor eine erste große (Lebens-)Entscheidung stellt bzw. eine Entscheidung von größerer Tragweite ist. Dies erklärt wiederum, weshalb der Weg zur weiterführenden Schule als eine vermeintlich leichter oder schneller zu treffende Entscheidung wahrgenommen wird, weil es als eine kleinere „Weichenstellung" (bzw. nicht als „Verschließung von Optionen") erscheint. Zudem hat sich in weiten Teilen der Gesellschaft der Gedanke verfestigt, durch einen höheren Schulabschluss mehr Möglichkeiten und Zugangswege generieren zu können. Bezogen auf derzeit vakante Ausbildungsplätze in gewerblich-technischen Berufen, im Handwerk sowie in den Bereichen Hotel und Gastronomie ist diese Annahme nur bedingt zutreffend. Hierzu trägt auch der demografisch bedingte Rückgang der Schulabgänger:innen, wie aktuell u. a. von Jenewein (2018) diskutiert, bei.

Abschließend sind unterschiedliche, wechselseitige Problemlagen in diesem Feld zu resümieren: Einerseits stellt die Berufswahl für (manche) Jugendliche eine besonders schwierig zu treffende Entscheidung dar – für diese erscheinen eine verlängerte Bedenkzeit und zugleich die Option auf einen verbesserten, höherwertigen Schulabschluss und damit einhergehende, verbesserte Aussichten auf dem Arbeitsmarkt besonders attraktiv. Diesen „Argumenten" muss das duale Ausbildungssystem etwas entgegenstellen, aktiv für sich werben und alte Vorgehensweisen und Ansichten in der heutigen Zeit kritisch überprüfen und reflektieren. Große Unternehmen sind hierzu bereits aktiv geworden, aber auch für kleine und mittelständische Unternehmen eröffnen sich Möglichkeiten, aktiv und innovativ um junge Menschen zu werben. Als Optionen zur Attraktivitätssteigerung wurden hier zwei Aspekte vorgestellt. Peer-Ansätze in der Ausbildungszeit sowie ein transparentes und offenes Weiterbildungsangebot, welches berufliche Aufstiege ermöglicht, für Facharbeiter:innen sind als Potenziale zu verstehen. Sie allein werden nicht alle Probleme eines sich im Wandel befindlichen Ausbildungssystems lösen können. Der Berufspädagogik kommt deshalb zukünftig bei der Entwicklung und Evaluierung geeigneter Konzepte eine entscheidende Rolle zu.

Literatur

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2018). Berufsbildungsbericht 2018. Bonn.

Dittmann, C. & Struck, P. (2016). Weiterbildung im Metallhandwerk. Rahmenbedingungen und Handlungsfelder aus der Perspektive von Betrieben und Beschäftigten. In: M. Frenz, C. Schlick & T. Unger (Hrsg.), Wandel der Erwerbsarbeit. Berufsbildgestaltung und Konzepte für gewerblich-technische Didaktiken. Berlin,, Münster: Lit, S. 266–280.

Gold, A. (2011). Lernschwierigkeiten. Ursachen, Diagnostik, Intervention. Stuttgart: Kohlhammer.

Haag, L. & Streber, D. (2011). Tutorielles Lernen. Empirische Pädagogik, 25 (3), S. 358–369.

Haag, L. (2014). Tutorielles Lernen. In: G. W. Lauth, M. Grünke & J. C. Brunstein (Hrsg.), Interventionen bei Lernstörungen – Förderung, Training und Therapie in der Praxis. Göttingen: Hogrefe, S. 462–471.

Jenewein, K. (2018). Berufsbildung, demografischer Wandel und zunehmende Heterogenität in gewerblich-technischen Ausbildungsberufen. Eine Analyse der Entwicklungen in den neuen Bundesländern. In: R. W. Jahn, A. Diettrich, M. Niethammer & A. Seltrecht (Hrsg.), Demografie, Bildung und Fachkräftesicherung in den ostdeutschen Bundesländern. Befunde und Problemlagen aus berufs- und wirtschaftspädagogischer Perspektive. Bielefeld: wbv, S. 81–101.

Kaiser, F. X. (2016). Berufliche Bildung und Emanzipation. Heydorns Impulse für eine kritische Berufsbildungstheorie sowie Stolpersteine aus eigener berufspädagogischer Sicht. In: F. Ragutt & F. Kaiser (Hrsg.), Menschlichkeit der Bildung. Heydorns Bildungsphilosophie im Spannungsfeld von Subjekt, Arbeit und Beruf. Paderborn: Ferdinand Schöningh, S. 181–197.

Meyer, R. (2006). Theorieentwicklung und Praxisgestaltung in der beruflichen Bildung – Berufsbildungsforschung am Beispiel des IT-Weiterbildungssystems. Bielefeld: wbv.

Naudascher, B. (1977). Die Gleichaltrigen als Erzieher. Fakten, Theorien, Konsequenzen zur Peer-Group-Forschung. Heilbronn: Klinkhardt.

Nörber, M. (2003). Peer Education. Bildung und Erziehung von Gleichaltrigen durch Gleichaltrige. Weinheim: Beltz.

OECD (2018). Bildung auf einen Blick 2018: OECD-Indikatoren. Bielefeld: wbv.

Ratschinski, G. (2014). Berufswahlbereitschaft und -fähigkeit als Metakompetenz aus Identität, Adaptabilität und Resilienz. Eine neue Konzeptualisierung der Zielgröße von Berufsorientierungsmaßnahmen. bwp@, 27, S. 1–29. Verfügbar unter: www.bwpat.de/ausgabe27/ratschinski_bwpat27.pdf (Zugriff: 21.12.2014).

Ratschinski, G., Sommer, J., Eckhardt, C. & Struck, P. (2018). Berufswahlkompetenz und ihre Förderung – Evaluation des Berufsorientierungsprogramms BOP. Hrsg. vom Bundesinstitut für Berufsbildung. Bonn.

Rauner, F. (2012). Akademisierung beruflicher und Verberuflichung akademischer Bildung – widersprüchliche Trends im Wandel nationaler Bildungssysteme. bwp@, 23, S. 1–19. Verfügbar unter: www.bwpat.de/ausgabe23/rauner_bwpat23.pdf (Zugriff: 12.12.2012).

Schnitzler, A. & Granato M. (2016). Duale Ausbildung oder weiter zur Schule? Bildungspräferenzen von Jugendlichen der 9. Klasse und wie sie sich ändern. BWP, (3), S. 10–14.

Shell Deutschland Holding (Hrsg.) (2015). Jugend 2015. Eine pragmatische Generation im Aufbruch. Frankfurt a. M.: S. Fischer

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2016). Schulen auf einen Blick. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2018). Bildung und Kultur. Schnellmeldungsergebnisse der Hochschulstatistik zu Studierenden und Studienanfänger/-innen.

Struck, P. (2017). Zwischen „Da kam so raus, dass ich handwerklich sehr begabt bin." und „Ich wollte noch ein bisschen Schule genießen." Evaluation des BMBF-Programms zur „Förderung der Berufsorientierung in überbetrieblichen und vergleichbaren Berufsbildungsstätten". Sonderbericht Nr. 3. Rostock. Verfügbar unter: www.berufsorientierungsprogramm.de/files/BOP_SonderberichtNr3_Qualitative%20Interviews.pdf (Zugriff: 13.10.2017).

Struck, P. (2018). Was gestiegene Bildungsaspirationen bei Jugendlichen für die Berufsorientierung bedeuten. In: M. Friese (Hrsg.), Arbeitslehre und Berufsorientierung modernisieren. Analysen und Konzepte im Wandel von Arbeit, Beruf und Lebenswelt. Bielefeld: wbv, S. 169–180.

Struck, P. & Dittmann, C. (2016). Stellenwert beruflicher Weiterbildung für Betriebe und Beschäftigte im Handwerk. In: J. Seifried, S. Seeber & B. Ziegler (Hrsg.), Jahrbuch der berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung 2016 (Schriftenreihe der Sektion Berufs- und Wirtschaftspädagogik der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft, DGfE). Opladen: Budrich, S. 189–204.

Struck, P. & Dittmann, C. (2017). Kommunikationsbedarfe und Konfliktmanagement – Zur Optimierung von Weiterbildung im Metallhandwerk. In: M. Becker, C. Dittmann, J. Gillen, S. Hiestand & R. Meyer (Hrsg.), Einheit und Differenz in den gewerblich-technischen Wissenschaften. Berufspädagogik, Fachdidaktiken und Fachwissenschaften. Berlin: Lit, S. 199–211.

Topping, K. J. (1996). The effectiveness of peer tutoring in further and higher education: A typology and review of the literature. In: Higher Education 32 (3), S. 321–345.

Autor

Struck, Philipp, Dr. phil., wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut für Berufspädagogik an der Universität Rostock, August-Bebel-Str. 28, 18055 Rostock, philipp.struck@uni-rostock.de.

Lernen mit Autorensystemen in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung am Beispiel der manuellen Montage

Marvin Goppold, Daniel Braun, Katharina Gerschner, Martin Frenz

Abstract

Der Beitrag beschreibt die Entwicklung, Umsetzung und Evaluation eines Weiterbildungskonzepts zur manuellen Montage. Das entwickelte Konzept fördert die Gestaltung, Nutzung und Optimierung von Systemen der manuellen Montage. Für eine heterogene Zielgruppe wird ein Curriculum mit unterschiedlichen Niveaustufen des Deutschen Qualifikationsrahmens (DQR) entwickelt. Merkmal des Konzepts ist die arbeitsintegrierte Kompetenzentwicklung. Die komplexen Lernausgangslagen umfassen daher existierende Probleme der manuellen Montage, für welche Videotutorials mit Autorensystemen erstellt werden.

The article describes the development, implementation and evaluation of a further education concept for manual assembly operations. The workshop concept fosters creation, usage and optimization of manual assembly systems. A curriculum with different levels on DQR basis focusses on a heterogeneous target group. Work-integrated competency development is a key feature. Participants create video tutorials with authoring systems beginning from complex starting points that incorporate real problems from manual assembly processes.

1 Ziel und methodisches Vorgehen

Der Beitrag dokumentiert die Entwicklung, Umsetzung und Evaluierung eines Weiterbildungskonzepts für nicht formal qualifizierte Fachkräfte in der manuellen Montage mithilfe von Autorensystemen. Unter manuelle Montage fallen alle Tätigkeiten, die von einem Menschen unter Beteiligung der Hände durchgeführt werden und dem Zusammenbau von Produkten dienen (Lotter & Wiendahl 2006). Hierfür werden objektive Anforderungen der Erwerbsarbeit anhand von Trends und einer empirischen Erhebung aufbereitet. Darüber hinaus werden Anforderungen aus der subjektiven Perspektive der Zielgruppe dargelegt. Hierbei soll die Frage beantwortet werden, welche Bedingungen bei einer Weiterbildung mit dem Fokus der individuellen Förderung beachtet werden müssen. Die curriculare Zielsetzung erfolgt auf Basis didaktischer Leitideen und empirischer Befunde. Danach folgt die Erläuterung

zur gewählten Umsetzungsmethode des Autorenlernens. Diese wird erweitert um methodische Beschreibungen der Umsetzung der Weiterbildung. Mikrodidaktische Überlegungen und Arten der Beurteilungsformen im Sinne von Kompetenzerfassung und –zertifizierung werden hier erläutert. Der Beitrag schließt mit der Darstellung der Ergebnisse der formativen Evaluation während der Planung und Umsetzung.

2 Anforderungen der Erwerbsarbeit in der manuellen Montage

2.1 Technologische Anforderungen

Neue Aufgaben, geboren aus der digitalen Transformation, werden die bisherigen Tätigkeiten in der manuellen Montage ergänzen oder auch ersetzen. Daneben sind auch die verwendeten Montage- und Hilfstechnologien einem technologischen Wandel und der Digitalisierung ausgesetzt. Neben den Chancen durch die digitale Transformation der industriellen Produktion bestehen auch Risiken. Die Aus- und Weiterbildungswelt hat diesem Wandel offen zu begegnen und verschiedene Szenarien zu berücksichtigen (Frenz et al. 2015; Spöttl et al. 2016). Besonders die manuelle Montage ist vom Einsatz neuer Assistenzsysteme, von Kollaboration, digitalisierter Prozesssteuerung und digitalisierten Arbeitsplätzen betroffen (Czerniak et al. 2017), sodass hier ein großes Forschungsfeld vorliegt, welches auch für kleine und mittlere Unternehmen eine Relevanz hat (vgl. Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2017).

2.2 Arbeitsorganisatorische Anforderungen

Trotz der über viele Jahre gesammelten Erfahrungen in der manuellen Montage sind Optimierungspotenziale in der Industrie in diesem Bereich noch immer nicht erschöpft. Um diese Potenziale zu nutzen und die jeweiligen Bedürfnisse zu berücksichtigen, ist eine stärkere Zusammenarbeit aller Stakeholder notwendig.

Die normativ und durch die Digitalisierung der Fertigungsketten geforderte Flexibilität auf dem Shopfloor in der manuellen Montage erfordert eine Erweiterung der Mitarbeiter:innenkompetenzen hin zu einem besseren Systemverständnis der Produktion im Sinne einer Prozessorientierung (vgl. Frenz et al. 2016), damit Mitarbeiter:innen ihre Tätigkeit in den Gesamtprozess einordnen können und horizontal mobiler in einer Fertigungsorganisation (vgl. Petersen 2005) arbeiten können. Gleichzeitig besteht in der Industrie akuter Bedarf an einer Verankerung des persönlichen Wissens der Mitarbeiter:innen innerhalb der jeweiligen Organisation, da deren Wissen eines der essenziellen Erfolgskriterien ist und zukünftig sein wird (vgl. Voigt et al. 2016). Die Möglichkeiten der Digitalisierung bieten viele Chancen für eine vergleichsweise einfache Umsetzung dieses Wissenstransfers. Vielen Unternehmen als Auftraggeber für die Teilnahme an solchen Weiterbildungen mangelt es an schnellen Amortisierungspotenzialen der Investitionen, welche ihnen durch die

Weiterbildungsteilnahme der Mitarbeiter:innen entstehen. Das stellt eine wichtige Zusatzvoraussetzung dar, welche ebenfalls berücksichtigt werden muss, trotz immer wieder propagierten Fachkräftemangels (vgl. z. B. Anger et al. 2018).

2.3 Anforderungen für formal nicht Qualifizierte

Gerschner et al. (2017) haben eine Anforderungsanalyse bezüglich der Veränderungen in der Arbeitswelt und der Tätigkeiten von formal nicht oder gering Qualifizierten in der manuellen Montage und Maschinen- und Anlagenführung im Kontext der Digitalisierung in Unternehmen durchgeführt. Dazu sind objektive Kriterien mit Interviews, Arbeitsprozess- und Tätigkeitsstrukturanalysen in produzierenden Unternehmen erhoben und analysiert worden. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass hauptsächlich formal nicht qualifiziertes Personal in der manuellen Montage eingesetzt wird und die untersuchten Unternehmen immer mehr Arbeitsplätze digitalisieren. Interviewpartner:innen aus der Unternehmensführung wünschen ein umfassendes (Grund-)Wissen zur Digitalisierung auch bei formal nicht oder gering Qualifizierten, zum flexiblen Einsatz und Jobrotation. Informations- und Kommunikationstechnologien sind in den beteiligten Unternehmen in der manuellen Montage unterschiedlich stark verbreitet. Nur wenige der befragten Unternehmen nutzen Qualifikationsmatrizen und Schulungspläne in der manuellen Montage. Learning-on-the-job wird als bedarfsorientierte Weiterbildung im Bereich Montage gesehen. Aus Unternehmenssicht bietet der Weiterbildungsmarkt gerade in diesem Bereich zu wenige Konzepte in Kombination mit einer geringen selbstständigen Beteiligung. Deshalb werden zumindest betriebliche Lehrgänge für Weiterbildung genutzt.

Die Tätigkeitsstrukturanalyse zeigt als charakteristische Teilarbeitsprozesse und Handlungsfelder im Bereich der manuellen Montage das Rüsten und die Materialbereitstellung, das Montieren und Demontieren von Baugruppen, z. T. die Inbetriebnahme und Funktionsprüfung der montierten Baugruppen, deren Qualitätskontrolle sowie die Dokumentation der Montage.

Die Untersuchungen zur Belegschaft in der manuellen Montage zeigen, dass diese sehr heterogen ist und oftmals keine formale Qualifikation für die dort verübten Tätigkeiten vorweisen kann. Es bieten sich bisher keine spezifischen Weiterbildungsangebote an (vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung 2015; Orr & López 2016). Dies hängt auch mit einem geringeren Nachfrageverhalten der Zielgruppe zusammen (Kondrup 2015). Dadurch liegen die Potenziale der oft auch als „stille Reserve“ angesehenen Mitarbeiter:innen brach. Insbesondere der beschriebene Wandel in der Erwerbsarbeit könnte zu einem Anstieg der Automatisierung in der Fertigung führen und zu einer steigenden Komplexität der Aufgaben in der manuellen Montage (Frenz et al. 2015). Vor diesem Hintergrund sind Angebote wünschenswert, welche den Menschen neben der Beschäftigungsfähigkeit auch persönliche Zugewinne bieten. Die Erhebungen haben erfasst, dass die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien für Arbeitsaufträge aus Sicht der Beschäftigten teilweise nicht notwendig ist. In anderen Fällen unterstützten bereits digitale Montageanleitungen oder digitale Darstellungen von Bauteilen bei der Mon-

tage. Daher ist aus Sicht der Zielgruppe eine Anpassungsfortbildung sowohl in Kompetenzgebieten der manuellen Montage sowie zu Wissen des gesamten Arbeitsprozesses der Produktion anzustreben. Außerdem sind Kompetenzen der Digitalisierung im tätigkeitsbezogenen Bereich und eine Förderung der digitalen Grundkompetenzen vorzusehen. Damit lässt sich eine zukünftige Beschäftigungsfähigkeit sichern und die Teilhabe auch an hochtechnologisierten Produktionsprozessen vertiefen.

3 Didaktische und methodische Leitideen

Didaktische Leitidee der Weiterbildung ist die Förderung reflexiver Handlungsfähigkeit für Tätigkeiten in der manuellen Montage. „Reflexive Handlungsfähigkeit findet ihren Ausdruck im selbständigen, kritischen Handeln und individueller und gesellschaftlicher Mündigkeit [und] [...] bedeutet, durch Lern- und Reflexionsprozesse vorgegebene Situationen und überkommene Sichtweisen zu hinterfragen, zu deuten und zu bewerten“ (Dehnbostel 1993, S. 6). Teilnehmer:innen der Weiterbildung sollen sich demnach mentale Modelle zur Bewältigung beruflicher Situationen aneignen. Reflexiv handlungsfähige Personen können erworbene Kompetenzen individuell und selbstgesteuert auf neue berufliche Aufgaben und Herausforderungen übertragen (vgl. Dehnbostel 2005). Im Arbeitszusammenhang zeigt sich diese in der Einnahme einer von der Tätigkeit etwas entfernteren Perspektive, die ein Hinterfragen der Tätigkeit, Arbeitsorganisation und möglicher Alternativen vor dem Hintergrund der eigenen Erfahrung und Kompetenzen ermöglicht (ebd.).

Zentrale Idee des Beitrages ist es, die reflexive Handlungsfähigkeit durch die Überlagerung der primären beruflichen Handlung (Montageaufgabe) durch eine zweite Handlung zu bewerkstelligen. Für die zu bearbeitenden Prozesse in der Montage sollen Lernendentutorials mit Autorensystemen erstellt werden (siehe Abschnitt 5). Diese zusätzliche Aufgabe soll dafür sorgen, dass dabei eine kontinuierliche kritische Reflexion erfolgt, welche zu einer Optimierung der eigenen Handlungen und des Lernprozesses beiträgt. Neben der eigenen Handlung sind hierbei auch Optimierungen des gesamten Arbeitsprozesses aufgrund äußerer Zielsetzung einzubringen. Deshalb setzen sich die Teilnehmenden zusätzlich mit verschiedenen Betroffenenperspektiven (vgl. Heidegger & Rauner 1990) auseinander. Zu diesen werden betriebliche Zielgrößen (z. B. Felkai & Beiderwieden 2013), für die eigene Tätigkeit wichtige arbeitswissenschaftlichen Kriterien (Luczak et al. 1987) sowie Kriterien auf Makroebene wie Sozialverträglichkeit oder Nachhaltigkeit hinzugezogen. Um die daraus entstehenden Spannungsfelder, Antinomien und Dilemmata zu erleben, gestalten Lernende in der Weiterbildung ihre Arbeitsprozesse in hohem Maße eigenverantwortlich.

4 Didaktische Ziele

Das didaktische Ziel wird aus den objektiven und subjektiven Anforderungen sowie der didaktischen Leitidee zusammengeführt. Demnach dient die Weiterbildung der Förderung reflexiver Handlungsfähigkeit der Zielgruppe, die ihre berufliche Handlungsfähigkeit in der manuellen Montage verbessern will. Weiter wird die Förderung der persönlichen Mündigkeit mit dem Schwerpunkt digitale Grundkompetenz fokussiert. Es wird ein arbeitsprozessorientierter Lernprozess in der Weiterbildung intendiert.

Es erfolgt eine outcomeorientierte Beschreibung (Gillen 2013, nach Biggs 1996) der geforderten Kompetenzen in verschiedenen Teilprozessen der manuellen Montage entsprechend der Kategorisierung aus Abschnitt 2. Dazu wird der Deutsche Qualifikationsrahmen (DQR) (BMBF & Ständige Konferenz der Kultusminister 2011) als Kompetenzmodell genutzt. Die empirischen Ergebnisse (Gerschner et al. 2017) zeigen, dass die DQR-Niveaus 1–3 im Handlungsfeld manuelle Montage zu spezifizieren sind. Oberhalb des DQR Niveau 3 sind keine Tätigkeiten in der manuellen Montage auf Shopfloor-Ebene erhoben worden.

Für alle Kompetenzarten des DQR-Modells sind in den Kompetenzbereichen niveauadäquate Tätigkeiten formuliert, die sich an den beruflichen Tätigkeiten orientieren. Prakopchyk et al. (2015) zeigen die schlechte Eignung bekannter Taxonomien zur Curriculumgestaltung in der beruflichen Bildung bezüglich der Handlungskompetenz. Deshalb wird bei der Formulierung des Curriculums auf Kriterien von Prakopchyk et al. (2015, Anhang S. 8 ff.) zurückgegriffen und als Verbenpool bezüglich der Kompetenzart Wissen die mit dem Gesamtansatz des Curriculums eng verknüpfte SOLO-Taxonomie (Biggs & Tang 2011) genutzt. Zur Formulierung digitaler Grundkompetenzen wird eine eigene Übersetzung des DigComp2.1 (Carretero et al. 2017) herangezogen sowie auf die Länderkonferenz MedienBildung (2015), das Institut Weiterbildung und Beratung (2017) und das Bundesministerium für Bildung (2017) verwiesen.

Ein Kompetenzbeispiel aus der Kompetenzbeschreibung für die Tutorialerstellung auf DQR-Niveau 3 lautet:

> Die Teilnehmenden können selbstständig in der Gruppe die Prozessschritte des ausgewählten Arbeitsprozesses, auch unter Nutzung digitaler Medien, schriftlich strukturiert und inhaltlich vollständig in einem Storyboard festhalten und gegebenenfalls Beratung nachfragen.

Neben den Kompetenzbereichen der manuellen Montage ist entsprechend der gewählten Methode (siehe Abschnitt 5) der zusätzliche Kompetenzbereich „Tutorialerstellung“ verfasst worden. Die Tutorialerstellung wird dabei als eigenständiger Kompetenzbereich dargestellt, um eine eigenständige Umsetzung und Zertifizierung zu gewährleisten.

5 Weiterbildungsmethodik

Im Folgenden werden beispielhafte Auszüge zur Umsetzung des didaktischen Ziels aus der Umsetzung beschrieben, welche die Anforderungen und Randbedingungen der Ausgangslage lernwirksam kombinieren.

5.1 Autorensystemmethodik

Zur Verknüpfung der beschriebenen Ausgangssituationen bietet sich die Autorensystemmethodik an. Diese hat ihre Wurzeln in der Informationstechnik, wird aber in leicht abgewandelter Form nach Wiemer (2015) und Schröder (2014) verwendet, die diese auf Lernumgebungen in Förderschulen adaptiert haben. Die typischen Ansätze in der Literatur wie z. B. Locatis und Hana (1999) unterscheiden sich dadurch, dass ein geschlossenes Softwaresystem mit einer vollständigen Funktionalität anstatt mehrere Anwendungen mit Teilfunktionen für die Autorensystemmethode verwendet wird. Ziel der Autorensystemmethode ist die Erstellung von Lernmedien durch die Lernenden selbst, welche dabei einen parallelen Lern- und Reflexionsprozess durchlaufen. Diese Methode ist gut für die manuelle Montage geeignet, da die Struktur der Planung, Umsetzung und Optimierung vergleichbar ist mit der Struktur bei der Erstellung von videobasierten Tutorials (vgl. Begleiter 2010; Schlick et al. 2018). Dazu werden Kompetenzen des Prozessverständnisses benötigt, welche helfen, eine Vereinfachung in einzelne lineare oder nichtlineare Aufgabensequenzen durchzuführen, wie es in der Produktionsindustrie Stand der Technik ist (vgl. Schulmeister 2009; DIN e. V. 2015).

5.2 Handlungssituation

Zur genaueren Beschreibung der Kompetenzbereiche in der manuellen Montage muss jeweils eine Handlungssituation geschaffen werden. Die Auswahl wird anhand des Begründungszusammenhangs (vgl. Bader & Schäfer 1998) innerhalb der bildungstheoretischen Didaktik (vgl. Klafki 1975) durchgeführt.

In Pre-Tests hat sich gezeigt, dass eine einzige integrierte Aufgabenstellung zu allen Kompetenzbereichen zu komplex ist. Deshalb ist eine Untergliederung in Aufgabenstellungen zu jedem Teilkompetenzbereich erfolgt. Die Teilnehmenden können Kompetenzfelder für ihre Weiterbildung modular auswählen. Das Tätigkeitsfeld „Tutorialerstellung“ ist der Kern der Weiterbildung und verpflichtend. Die verschiedenen Tätigkeitsfelder werden in arbeitschronologischer Reihenfolge ausgeführt, wobei die „Tutorialerstellung“ immer den Abschluss unter Einbezug einer vorherigen Phase als Tutorialbasis darstellt.

Für die Kompetenzbereiche wird jeweils eine Handlungssituation pro DQR-Niveau anhand praktischer Tätigkeiten der Kartmontage in der Umsetzungsumgebung Demonstrationsfabrik Aachen (DFA) entwickelt (siehe Abb. 1).

Abbildung 1: Kartmontagelinie in der Demonstrationsfabrik Aachen

Die Lernszenarien werden bei einem Auftraggeber in einer Inhouseumsetzung entsprechend angepasst, was durch die Kompetenzbeschreibungen erleichtert wird.

Die Handlungssituationen der Kompetenzbereiche behandeln alle das gleiche praktische Beispiel. Die Teilnehmenden bekommen die Handlungssituation zunächst auf dem höchsten DQR-Niveau vorgestellt, falls keine Indikatoren der Kompetenzvorerfassung deutlich dagegensprechen. Für den Fall, dass die Teilnehmenden die gegebene Aufgabenstellung nicht selbstständig lösen können, soll die nächstniedrigere Niveaustufe bearbeitet werden. Jede Handlungssituation lässt durch ihre Aufgabenstellung einen möglichst großen Lösungsraum zu. Die Kompetenzbereiche der manuellen Montage können mit verschiedenen Niveaustufen der Tutorialerstellung kombiniert werden. Die Aufgabenstellung z. B. zur Tutorialerstellung auf DQR3-Niveau lautet:

> Ihr/e Vorgesetzte:r stellt Ihrer Gruppe die Aufgabe, ein Tutorial für den ausgewählten Prozess (z. B. Materialbereitstellung und Rüsten) selbstständig zu erstellen. Planen Sie unter Berücksichtigung aller relevanten Faktoren die Tutorialerstellung und erstellen Sie entsprechende Videoaufnahmen. Bearbeiten Sie die Aufnahmen nach und erstellen Sie ein Tutorial. Teilen Sie das Tutorial mit anderen Gruppen, indem Sie das Tutorial auf die Wissensmanagementplattform hochladen. Kontrollieren, bewerten und präsentieren Sie anschließend den anderen Gruppen Ihr Vorgehen und Ihre Ergebnisse.

5.3 Ausgearbeitete Lerneinheit

Die mikrodidaktische Umsetzung wird im Folgenden am Beispiel eines Weiterbildungsabschnitts beschrieben. Die Artikulationsform der Handlungssituationen ist in mehrere Schritte gegliedert (vgl. Abb. 2) und entspricht einer iterierten vollständigen Handlung (vgl. Bader & Schäfer 1998), die reflexive Handlungsfähigkeit fördert.

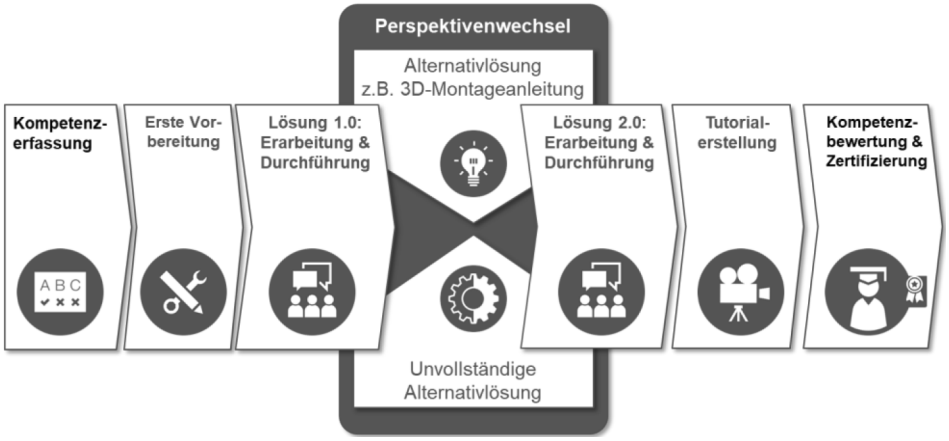


Abbildung 2: Artikulationsform der Weiterbildung

Zuerst entwickeln die Teilnehmenden möglichst eigenständig eine Lösung, die sie anschließend selbstständig umsetzen. Danach werden sie mit einem alternativen Lösungsvorschlag konfrontiert, der keine perfekte Lösung der Aufgabe sein muss, sondern nur eine andere Sichtweise bereitstellt. Im nächsten Schritt ermitteln die Teilnehmenden Unterschiede der beiden Lösungen und bewerten Vor- und Nachteile. Im Anschluss überarbeiten die Teilnehmenden ihre erste Lösung und setzen sie anschließend erneut um. Abschließend stellen sie mündlich ihre Lösung vor und diskutieren gemeinsam die entwickelten Lösungen. Im gesamten Prozess werden die Teilnehmenden von Lernbegleiter:innen unterstützt und bewertet.

Bei der Aktionsform (vgl. Bonz 2009) wird ein besonderes Augenmerk auf die selbstständige Erarbeitung und Durchführung der Teilnehmenden gelegt, um das Ziel der Entwicklung und Stärkung der reflexiven Handlungsfähigkeit umzusetzen. Es werden in den Arbeitsphasen vor allem indirekte Aktionsformen wie das Entdeckenlassen oder das Entwickeln eingesetzt.

Die Teilnehmenden werden in Dreiergruppen eingeteilt, da die Erstellung eines Tutorials am besten in dieser Gruppengröße umzusetzen ist und soziale Kompetenzen gefördert werden. Sie bekommen eine dem Kompetenzbereich und DQR-Niveau entsprechende Aufgabenstellung auf einem iPad freigeschaltet. Zusätzlich stehen Technische Zeichnungen und Stücklisten digital auf dem iPad zur Verfügung. Alle anzufertigenden Unterlagen (Montageplan, Storyboard, Regieplan usw.) liegen in Papierform vor, da sich eine digitale Bearbeitung auf dem iPad in Pre-Tests als schwierig und nicht zur Gruppenarbeit beitragend erwiesen hat. Falls Gruppen mit bereitgestellten Materialien und Informationen nicht in der Lage sind, die Aufgabe eigenständig zu lösen, werden nach und nach weitere Informationen bereitgestellt. Die Lernbegleiter:innen bewegen sich frei zwischen den verschiedenen Arbeitsplätzen der Gruppen und stehen beratend zur Seite. Gegenseitige Präsentationen der Gruppen untereinander sind erwünscht, um alternative Lösungen zu sehen und die eigene Lösung kritisch zu hinterfragen.

Das zentrale Medium der Weiterbildung ist das e-go-Kart in der Produktion (e-Go Mobile AG 2015), welches als Aussageträger dient (vgl. Abb. 1). Neben der Präsentation als Fahrzeug in Form eines Realobjekts in Montage und als fertiggestelltes Produkt liegt es zudem als technische Zeichnung auf dem Bildschirm des iPads vor. Der didaktische Sinn wird mit unterschiedlichen Aussageformen variiert.

Der Ablauf der Tutorialerstellung gliedert sich entsprechend Abb. 3.

Abbildung 3: Ablauf Tutorialerstellung

In einer kurzen Einführungsphase werden die Grundlagen der Tutorialerstellung erklärt. Hierbei werden das Storyboard, der Regieplan und die Video-App mit den zentralen Einstellungsgrößen eines Filmes vorgestellt. Anschließend werden Ziele eines Tutorials für den betrieblichen Einsatz mit entsprechenden Gestaltungskriterien gemeinsam erarbeitet. Danach strukturieren die Teilnehmenden mithilfe der erarbeiteten Kriterien selbstständig ihre selbst erstellten oder vorgegebenen Arbeitsprozessunterlagen für die Tutorialerstellung. Mittels Storyboard und Regieplan planen sie sowohl das Ergebnis als auch den Weg der Erstellung. Alle Teilnehmenden erstellen ein eigenes Storyboard und einen eigenen Regieplan, da dies für den anschließenden Schnittvorgang notwendig ist. In der Gruppe werden diese verglichen und Synergien erarbeitet. Ein gemeinsamer Regieplan sichert allen Gruppenmitgliedern die entsprechenden Filmsequenzen für ihr individuelles Storyboard. In der Erstellungsphase werden die Filmsequenzen unter Beachtung der zuvor erarbeiteten Gestaltungskriterien mithilfe des iPads und der App Filmic Pro (FiLMiC Inc. 2018) aufgezeichnet.

Die Teilnehmenden erstellen mithilfe ihrer Pläne und der aufgenommenen Videosequenzen das Tutorial, unter Beachtung der erarbeiteten Gestaltungskriterien, indem sie alle Sequenzen sinnvoll schneiden und in der geplanten Reihenfolge aneinandersetzen. Dafür nutzen sie die Schnitt-App iMovie (Apple Inc. 2018). Während dieses Prozesses besteht die Möglichkeit, fehlende oder fehlerhafte Sequenzen nachzudrehen oder neu zu drehen. Am Ende präsentieren alleTeilnehmenden ihr fertiges Tutorial und erhalten nach zuvor festgelegten Verhaltensregeln eine konstruktive Rückmeldung bezüglich der gemeinsam formulierten Gestaltungskriterien und eine allgemeine Einschätzung des Tutorials.

5.4 Kompetenzerfassung, -bewertung und Zertifizierung

Im Sinne des Constructive Allignment (Biggs 1996) wird aufbauend auf den Kompetenzbeschreibungen ein Kompetenzraster zur Bewertung und Beurteilung abgeleitet. Hierbei werden für jeden Kompetenzbereich und für jedes DQR-Niveau zentrale spezifische Kompetenzen der Kompetenzbeschreibungen ausgewählt und beobachtungsgerecht entsprechend der Handlungssituation in der Weiterbildung beschrie-

ben. Die Kompetenzraster werden durch den/die Lernbegleiter:in aufgrund ihrer Beobachtung ausgefüllt und bieten somit für jeden Teilnehmenden ein individuelles Kompetenzprofil (vgl. Abb. 4).

	DQR-Niveau 1	DQR-Niveau 2	DQR-Niveau 3
Nutzung Betriebssystem	Kontinuierliche Anleitung und Begleitung notwendig	Beratung zur initialen Nutzung; häufige Rückfragen	Selbstständige und sachgerechte Nutzung

Abbildung 4: Beispiel einer Querschnittskompetenz im Beobachtungsraster

Zusätzlich zu den vier Kompetenzrastern der entsprechenden Tätigkeitsfelder wird ein weiteres, übergreifendes Kompetenzraster erstellt. Dieses enthält alle wiederkehrenden, in mehreren Tätigkeitsfeldern relevanten Kompetenzen. Im Anschluss wird dieses bei der Gesamtbewertung der einzelnen Kompetenzbereiche berücksichtigt und gewichtet mit eingerechnet. Insgesamt kann somit ein abschließendes Zertifikat über die Teilnahme mit einer detaillierten Auflistung von maximal 36 Teilkompetenzen und des jeweils erreichten DQR-Niveaus ausgestellt werden. Der Zertifizierungsprozess orientiert sich dabei an den Vorgaben der DIN EN ISO/IEC 17024 (DIN e. V. 2012) und wird durch die ausführende Institution gewährleistet. Erweiternd werden die Tutorials anhand von Kriterien bewertet. Diese werden ebenfalls aus dem Curriculum abgeleitet und durch Qualitätskriterien aus der Literatur erweitert sowie nach einer vorgeschriebenen Methode bewertet. Die Ergebnisse finden sich ebenfalls auf dem Zertifikat für die Teilnehmenden wieder.

6 Evaluation

Bisher sind 10 Weiterbildungsveranstaltungen durchgeführt worden, davon 8 Weiterbildungen in der Demonstrationsfabrik Aachen und zwei Weiterbildungen inhouse bei Unternehmen. Insgesamt haben 55 Personen teilgenommen.

In die Weiterbildung sind ein formativer und ein summativer Evaluationsprozess einbezogen worden, wobei die summative Auswertung aktuell noch nicht abgeschlossen ist.

Die Weiterbildung ist die gesamte Zeit formativ evaluiert und entsprechend angepasst worden. Dies umfasst alle in der Weiterbildung verwendeten Dokumente, Abläufe und Lerneinheiten. Dazu sind während der Pre-Tests und der Weiterbildungen neben allgemeinen Beobachtungen auch Beobachtungsraster genutzt worden, die den Verlauf der Weiterbildung, einzelne Lerneinheiten sowie verwendete Hilfsmittel bewerten. Zudem sind freie Befragungen zur Wahrnehmung der Teilnehmenden während und strukturierte Befragungen nach Beendigung der Weiterbildung erfolgt. Die formative Evaluation hat folgende Aspekte aufgezeigt:

Die Akquise wird verstärkt durch Multiplikatoren durchgeführt, da diese einen deutlich einfacheren Zugang zur Zielgruppe besitzen und ebenfalls ein Interesse an einer Weiterbildungsveranstaltung für die Zielgruppe haben. Selbstständige Bewer-

bungen bleiben nahezu aus, sodass nur über Vermittelnde und Unternehmenskunden die Zielgruppe erreicht werden kann. Dies kann auch ein Sozialpartner oder eine öffentliche Stelle mit eingeschränkter Weisungsbefugnis gewährleisten. Weiterbildungsgruppen mit weniger als 5 Teilnehmenden sind aus Gründen des fehlenden Austausches in der Weiterbildung zu vermeiden und werden in Zukunft nicht angeboten. Die Weiterbildungsgruppen werden zur Förderung des Austauschs möglichst heterogen zusammengesetzt, da dies zu einem vermehrten Austausch untereinander führt. Die gesamte Weiterbildung verlangt eine durchgehende Betreuung durch eine/n Lernbegleiter:in. Zum einen müssen die Gruppen begleitet, beraten und unterstützt werden, zum anderen müssen alle Teilnehmenden gleichzeitig auch beobachtet, beurteilt und bewertet werden. Gruppendynamische Prozesse und soziale Interaktionen können teilweise sehr schwer beobachtet werden. Um eine zu hohe Belastung der Lernbegleiter:innen zu verhindern und eine durchgehende Betreuung und Bewertung der Teilnehmenden zu gewährleisten, werden immer zwei Lernbegleiter:innen eingesetzt. Es werden durchgängig die gleichen Lernbegleiter:innen eingesetzt, da so eine Gesamtbeurteilung jedes einzelnen Teilnehmenden besser durchzuführen ist.

Es ist eine starke zeitliche Diskrepanz in der Weiterbildungsdauer je nach DQR-Niveau der Teilnehmenden zu beobachten: Die Weiterbildung kann bei Gruppen des DQR-Niveaus 3 und höher in drei Tagen umgesetzt werden, bei Sprachkomplikationen werden hingegen 4 Tage benötigt. Der ursprünglich geplante theoretische Anteil zu medialen Kompetenzen überfrachtet jedoch die gesamte Weiterbildung und trägt nicht handlungsorientiert zum Ergebnis bei. Eine Fokussierung auf die Ausführung der manuellen Montage und die Tutorialerstellung erbringt vergleichbare Ergebnisse.

Powerpointfolien oder ähnlich textlastige Präsentationsformen sind wegen geringen Zugangs zur Zielgruppe durch entwickelnde Gespräche und Diskussionen ersetzt worden. Bei den DQR-Niveaus 1 und 2 erweist sich die Strategie, zuerst die Montage zu erkunden und anschließend die Rüst- und Materialbereitstellungsprozesse zu planen, als zielführend. In den Unternehmen ist es besser, dass unerfahrene Mitarbeiter:innen die Rolle der Filmenden übernehmen und so durch erfahrene Mitarbeiter:innen direkt in den Arbeitsprozess eingeführt werden. Dadurch wird die Strukturierung des Prozesses durch erfahrene Mitarbeiter:innen ständig hinterfragt und das Vorgehen begründet. Weiter ist hier mit Unterbrechungen der Weiterbildung zu rechnen, da in Unternehmen mit wenigen Mitarbeiter:innen häufig kurze Nebentätigkeiten außerhalb der Weiterbildung ausgeübt werden müssen.

7 Fazit

Die mit Autorensystemmethodik für Zielgruppen auf den DQR-Niveaus 1–3 vorliegenden Erfahrungen zeigen, dass das dargestellte Weiterbildungskonzept gut umsetzbar ist. Teilnehmende mit höheren formalen DQR-Niveaus in anderen Bereichen als der manuellen Montage haben ebenso an der Weiterbildung teilnehmen

können, wobei diesen eine deutlich erweiterte Reflexion aus unterschiedlichen Betroffenenperspektiven möglich gewesen wäre. Die Teilnehmenden haben die Weiterbildung in ihrer Umsetzung angenommen und erfolgreich abgeschlossen. Die immer wiederkehrenden Reflexionsphasen während der Weiterbildung haben sich als für die Teilnehmenden sehr hilfreich erwiesen. Die summative Evaluation der Weiterbildung wird gegenwärtig noch ausgewertet, verspricht aber gute bis sehr gute Rückmeldungen durch die Teilnehmenden. Auch aus diesen Ergebnissen sollen Anpassungen für die Weiterbildung abgeleitet werden, sodass diese aus dem aktuellen fortgeschrittenen Prototypenstatus für einen Eintritt in den Weiterbildungsmarkt vorbereitet werden kann.

In Zukunft soll auf Basis dieser Ergebnisse die Autorensystemmethodik in kognitiven Arbeitsprozessen und mit hochqualifizierten Zielgruppen in den zugrunde liegenden Arbeitsprozessen untersucht werden.

Literatur

Anger, C., Koppel, O. & Plünnecke, A. (2018). MINT-Frühjahrsreport 2018: MINT – Offenheit, Chancen, Innovationen. Gutachten für BDA, BDI, MINT Zukunft schaffen und Gesamtmetall. Köln: Institut der deutschen Wirtschaft.

Apple Inc. (2018). iMovie. Cupertino. Verfügbar unter: https://www.apple.com/de/imovie (Zugriff: 16.06.2019).

Bader, R. & Schäfer, B. (1998). Lernfelder gestalten: Vom komplexen Handlungsfeld zur didaktisch strukturierten Lernsituation. Die Berufsbildende Schule, 50, S. 229–233.

Begleiter, M. (2011). From word to image: Storyboarding and the filmmaking process. [United States]: Michael Wiese Productions.

Biggs, J. (1996). Enhancing teaching through constructive alignment. Higher Education, 32, S. 347–364. DOI: 10.1007/BF00138871.

Biggs, J. B. & Tang, C. S.-k. (2011). Teaching for quality learning at university: What the student does (4th ed.). Maidenhead: McGraw-Hill/Society for Research into Higher Education/Open University Press.

Bonz, B. (2009). Methoden der Berufsbildung: Ein Lehrbuch. Stuttgart: Hirzel.

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2017). Weissbuch Arbeiten 4.0. Berlin: Bundesregierung.

Bundesministerium für Bildung (2017). Verbindliche Übung „Digitale Grundbildung“ in Sekundarstufe 1. Inhalte für Pilotierung im Schuljahr 2017/18: BMB-9.000/0029-II/8/2017.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2015). Weiterbildungsverhalten in Deutschland 2014: Ergebnisse des Adult Education Survey – AES Trendbericht. Bonn.

Bundesministerium für Bildung und Forschung & Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2011). Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen.

Carretero, S., Cuorikan, R. & Punie, Y. (2017). DigComp 2.1: The digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use (No. EUR 28558 EN). Luxembourg: EU.

Czerniak-Wilmes, J., Mertens, A. & Schlick, C. M. (2017). Innovative Mensch-Maschine-Interaktionskonzepte für den Facharbeiter der Zukunft in der Produktion 4.0. In: G. Spöttl & L. Windelband (Hrsg.), Industrie 4.0: Risiken und Chancen für die Berufsbildung (Berufsbildung, Arbeit und Innovation 44). . Bielefeld: wbv, S. 171–186.

Dehnbostel, P. (1993). Konzepte für eine dezentrale Berufsbildung. Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 22, S. 3–9.

Dehnbostel, P. (2005). Konstitution reflexiven Handelns im arbeitsbezogenen Lernen: Erwachsenenbildung im betrieblichen Kontext. In: B. Dewe (Hrsg.), Theoretische Grundlagen und Perspektiven der Erwachsenenbildung: Literatur- und Forschungsreport Weiterbildung (Report, 28 (1)).. Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 208–213.

DIN e. V. (2012). Konformitätsbewertung – Allgemeine Anforderungen an Stellen, die Personen zertifizieren (Norm, DIN EN ISO/IEC 17024). Berlin: Beuth.

DIN e. V. (2015). Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen (DIN EN ISO 9001). Berlin: Beuth.

E.Go Mobile AG (2015). e.Go Kart Marke, Aktenzeichen 3020151042408.

Felkai, R. & Beiderwieden, A. (2013). Projektmanagement für technische Projekte. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

FiLMiC Inc. (2018). Filmic Pro. Seattle. Verfügbar unter: www.filmicpro.com (Zugriff: 16.06.2019).

Frenz, M., Heinen, S. & Schlick, C. M. (2015). Industrie 4.0: Anforderungen an Fachkräfte in der Produktionstechnik. Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 44, S. 12–16.

Gerschner, K., Molitor, M. & Frenz, M. (2017). Analyse von Arbeitsanforderungen zur Entwicklung eines Weiterbildungskonzepts mit Autorensystemen in der industriellen Produktion. In: M. Becker, C. Dittmann, J. Gillen, S. Hiestand & R. Meyer (Hrsg.), Einheit und Differenz in den gewerblich-technischen Wissenschaften: Berufspädagogik, Fachdidaktiken und Fachwissenschaften. Münster: LIT, S. 310–325.

Gillen, J. (2013). Kompetenzorientierung als didaktische Leitkategorie in der beruflichen Bildung: Ansatzpunkte für eine Systematik zur Verknüpfung curricularer und methodischer Aspekte. bwp@ Ausgabe 24, S. 1–14.

Heidegger, G. & Rauner, F. (1990). Berufe 2000: Berufliche Bildung für die industrielle Produktion der Zukunft. Mensch und Technik. Düsseldorf: Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen.

Institut Weiterbildung und Beratung (2017). mi4u: Orientierungsrahmen Medien & Informatik im Unterricht. Verfügbar unter: www.mi4u.ch (Zugriff: 16.06.2019)

Klafki, W. (1975). Studien zur Bildungstheorie und Didaktik (durch ein krit. Vorw. erg. Aufl.; Beltz Studienbuch Bd. 1). Weinheim: Beltz.

Kondrup, S. (2015). Understanding unskilled work as a condition for articipation in adult education and training. European Journal for Research on the Education and Learning of Adults, 6, S. 159–173. DOI: 10.3384/rela.2000–7426.rela9064.

Länderkonferenz MedienBildung (2015). Kompetenzorientiertes Konzept für die schulische Medienbildung: LKM-Positionspapier.

Locatis, C. & Al-Nuaim, H. (1999). Interactive technology and authoring tools: A historical review and analysis. Educational Technology Research and Development, 47, S. 63–75. DOI: 10.1007/BF02299634.

Lotter, B. & Wiendahl, H.-P. (Hrsg.) (2006). VDI-Buch. Montage in der industriellen Produktion: Ein Handbuch für die Praxis. Berlin, Heidelberg: Springer. DOI: 10.1007/3-540-36669-5.

Luczak, H., Volpert, W., Raeithel, A. & Schwier, W. (1987). Arbeitswissenschaft. Kerndefinition – Gegenstandskatalog – Forschungsgebiete. Eschborn: Rationalisierungs-Kuratorium Der Deutschen Wirtschaft.

Orr, D. & López, V. C. (2016). Weiterbildung in Deutschland im internationalen Vergleich (FiBS – Forum Nr. 58). Berlin: FiBS.

Petersen, T. (2005). Organisationsformen der Montage: Theoretische Grundlagen, Organisationsprinzipien und Gestaltungsansatz (Schriftenreihe des Institutes für Produktionswirtschaft der Universität Rostock). Aachen: Shaker.

Prakopchyk, Y., Lorig, B., Mettin, G., Milolaza, A., Padur, T. & Blötz, U. (2015). Taxonomie in Fortbildungsordnungen: Abschlussbericht. Entwicklungsprojekt 4.2454. Bonn: BIBB.

Schlick, C., Bruder, R. & Luczak, H. (2018). Arbeitswissenschaft. Berlin, Heidelberg: Springer.

Schröder, N. (2014). Medien machen schafft Praxis-Wissen. Tutorials, Learning-Apps und iBooks im Einsatz an der berufsbildenden Schule. In: L. a. Multimedia: Magazin für Didaktik und digitale Medien, 11 (2014) 2, S. 10–13.

Schulmeister, R. (2009). Grundlagen hypermedialer Lernsysteme: Theorie – Didaktik – Design (4., überarb. u. aktual. Aufl.). München, Wien: Oldenbourg. DOI: 10.1524/9783486594096.

Spöttl, G., Gorldt, L. & Windelband, L. (2016). Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. München: bayme vbm.

Voigt, S., Seidel, H., Orth, R. & Kohl, H. (2016). Herausforderung für Unternehmen. In: H. Kohl, K. Mertins & H. Seidel (Hrsg.), Wissensmanagement im Mittelstand. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 9–18. DOI: 10.1007/978-3-662-49220-8_2.

Wiemer, C. (2015). Autorenlernen als Form des Tutoriums. bwp@ Spezial 9 – Fachtagung Ernährung und Hauswirtschaft – Herausforderungen und Chancen zwischen Heterogenität, Inklusion und Profilbildung, hrsg. v. Kastrup, J./Kettschau, I./Martin, M./Nölle, M./Hoff, A., 1-14. Verfügbar unter: http://www.bwpat.de/spezial9/wiemer_ernaehrung-hauswirtschaft-2015.pdf (Zugriff: 16.06.2019).

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Kartmontagelinie in der Demonstrationsfabrik Aachen 377

Abb. 2 Artikulationsform der Weiterbildung 378

Abb. 3 Ablauf Tutorialerstellung 379

Abb. 4 Beispiel einer Querschnittskompetenz im Beobachtungsraster 380

Autoren und Autorin

Goppold, Marvin, M. Sc., Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Fakultät für Maschinenwesen, Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University, Bergdriesch 27, 52062 Aachen, m.goppold@iaw.rwth-aachen.de

Braun, Daniel, Dipl.-Gwl., Studienreferendar, Berufskolleg Jülich, Bongardstr. 15, 52428 Jülich, daniel.braun@berufskolleg-juelich.de

Gerschner, Katharina, Dipl.-Päd., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Fakultät für Maschinenwesen, Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University, Bergdriesch 27, 52062 Aachen, k.gerschner@iaw.rwth-aachen.de

Frenz, Martin, Prof. Dr. phil., Dipl.-Ing., Abteilungsleiter Fachdidaktik, Fakultät für Maschinenwesen, Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University, Bergdriesch 27, 52062 Aachen, m.frenz@iaw.rwth-aachen.de

Fachkräftesicherung durch die Integration von Lern- und Arbeitsprozessen in die berufliche Weiterbildung am Beispiel der Composite-Berufe

Philipp Schüssler, Linda Vieback, Stefan Brämer, Lars Müller

Abstract

Weiterbildung und lebenslanges Lernen kommen vor dem Hintergrund des demografischen Wandels sowie des Fachkräftemangels eine besondere Bedeutung für die Fachkräftesicherung zu. Damit passgenaue Weiterbildungsformate entwickelt werden können, bedarf es einer Identifikation der Faktoren, welche das Interesse und die Motivation zur Teilnahme an beruflichen Weiterbildungen erhöhen sowie eine Auseinandersetzung mit der Frage, wie Weiterbildungsformate für die Zielgruppe der Composite-Berufe ausgestaltet werden müssen.

In the context of demographic change and the deficiency of qualified employees, continuing education and lifelong learning obtain an outstanding significance for the assurance of skilled labour. In order to develop suitable formats for continuing and qualified education it is necessary to identify the factors which increase the interest and motivation to participate in further education, just as the evaluation of the question on how to organise and arrange those education formats for the target group of composite occupations.

1 Ausgangslage

Unternehmen stehen durch sich stetig wandelnde Markt- und Wettbewerbsanforderungen kontinuierlich vor der Herausforderung, neue technologische Entwicklungen in ihre Wertschöpfungskette zu integrieren. Genauso müssen sie den Anforderungen immer komplexerer Produktionssysteme und dem Druck des Digitalisierungstrends gerecht werden. Dadurch sind Produktions- und Arbeitsprozesse einem stetigen Wandel ausgesetzt, den es zu bewältigen und zu nutzen gilt. Damit verbunden ist der wachsende Bedarf an hoch qualifizierten Fachkräften. Die Wissensbestände der Fachkräfte müssen fortlaufend aktualisiert sowie an neue Aufgaben, die sich ändernden Bedingungen und den technologischen Fortschritt angepasst werden, um die Handlungsfähigkeit im Arbeitsprozess aufrechtzuerhalten.

Derzeitige Trends der Produktentwicklung kombinieren bereits im Produktionsprozess Hochleistungsverbundwerkstoffe, sogenannte Composite, mit Komponenten der Mikrosystemtechnik, wie z. B. ICs, Mikroprozessoren, SMD-Bauteilen, Sensoren und Aktoren, wodurch bereits im Herstellungsprozess immer mehr Funktionalitäten (Intelligenz) bei gleichzeitiger Miniaturisierung im Kunststoffbauteil integriert werden können. Diese Kombination findet man innerhalb der sogenannten Composite-Berufe, für welche es noch keine allgemeingültige Definition gibt. Daher wird folgende Arbeitsdefinition verwendet:

> „Innerhalb der Composite-Berufe werden jene berufliche Tätigkeiten ausgeführt, die, im Unterschied zu den separaten Berufsfeldern in den Bereichen ‚Metall', ‚Kunststoff' bzw. ‚Holz' usw., auf die Zusammenführung von unterschiedlichen Werkstoffen zu einem Verbundwerkstoff oder einem Werkstoffverbund ausgerichtet sind. Weiterhin wird mit dem Begriff eine Tätigkeit bezeichnet, die die Integration von metallischen und/oder elektronischen Mikrosystem-Komponenten in einen (spritzgegossenen) Kunststoff beinhaltet, sodass im Ergebnis ein ‚intelligenter Kunststoff' entsteht" (Brämer et al. 2017).

Im Bereich der Composite-Berufe ergibt sich jedoch, bedingt durch den Fachkräftemangel und durch das Fehlen eines „Facharbeiter:innen-Abschlusses für Composite", die Besonderheit, dass die in den Unternehmen beschäftigten Mitarbeiter:innen häufig einen artfremden Berufsabschluss (u. a. Handwerksberufe, wie Tischler:in, Bäcker:in, Metallbauer:in, Maler:in und Lackierer:in) besitzen. Es existieren Ausbildungsberufe wie Verfahrensmechaniker:in für Kunststoff- und Kautschuktechnik, welche einen Composite-Teil beinhalten, jedoch keinen Anteil an Elektrotechnik, oder solche wie Mikrotechnolog:in, welche einen Anteil an Elektrotechnik beinhalten, in denen jedoch Composite keine Rolle spielen. Die Verbindung von Composite und Elektrotechnik wird in den bisherigen Ausbildungsberufen nicht hergestellt, sodass die Idee eines entsprechenden Weiterbildungsangebots entstanden ist. Innerhalb bestehender Ausbildungen ist die Thematik als Angebot einer Zusatzqualifikation denkbar (Brämer et al. 2017). Vor diesem Hintergrund rücken Hochschulen als Anbieter von (beruflichen) Weiterbildungen in den Fokus, da sie neben dem neuesten technologischen Know-how sowie der technologischen Infrastruktur auch das entsprechend qualifizierte Personal besitzen, um die Mitarbeiter:innen praxisnah weiterzubilden. Jedoch müssen für die Zielgruppe der Beschäftigten mit einem artfremden Berufsabschluss neue passfähige und mit der beruflichen Tätigkeit zu vereinbarende Modelle entwickelt werden, welche vorhandene berufliche Kompetenzen, informelle Expertisen, Qualifikationen und Zertifikate einschließen sowie sich an den täglichen Arbeitsprozessen orientieren. Diese theoretischen Annahmen wurden innerhalb einer qualitativen Erhebung im Rahmen des BMBF-Projekts ComWeiter untersucht. Die Herangehensweise und die Ergebnisse werden nachfolgend vorgestellt.

2 Forschungsfragen

Unter Berücksichtigung der beschriebenen Ausgangslage, der Besonderheiten der Composite-Berufe sowie der daraus resultierenden Zielgruppe: Beschäftigte mit einem artfremden Berufsabschluss, ergeben sich zwei zentrale Fragestellungen, deren Beantwortung einen wesentlichen Teil zur Entwicklung der Weiterbildungsmodule und -formate beiträgt:

1. Welche Faktoren erhöhen aufseiten der Arbeitnehmer:innen das Interesse und die Motivation zur Teilnahme an beruflichen Weiterbildungsveranstaltungen?
2. Wie müssen berufliche Weiterbildungen ausgestaltet werden, um eine individuelle Karriere unter Berücksichtigung der Faktoren: „Anforderungen der Teilnehmer:innen", „Durchlässigkeit" sowie „Vereinbarkeit von Beruf und Familie" zu ermöglichen?

Die durch die Beantwortung der Forschungsfragen gewonnenen Erkenntnisse stellen die Basis für die zielgruppenspezifische Ausgestaltung der Weiterbildungsangebote und -formate dar. Darüber hinaus können sie als generelle Anforderungen an berufliche Weiterbildungsangebote adaptiert werden.

3 Methodischer Ansatz und Untersuchungsdesign

Zur Beantwortung der Forschungsfragen erfolgte die Erhebung der Anforderungen an berufliche Weiterbildungen sowohl aus Sicht der Entscheidungsträger:innen (Geschäftsführung, Werksführung, Schichtleitung, n = 12) der Unternehmen als auch aus Sicht der Arbeitnehmer:innen (n = 18). Die befragten Unternehmen befinden sich in der Region Sachsen-Anhalt und sind composite-verarbeitende Unternehmen bzw. Unternehmen, welche sich zukünftig im Bereich der Composite-Herstellung und/oder Weiterverarbeitung aufstellen.

Als Erhebungsmethode wurde das problemzentrierte Interview, eine Form des leitfadengestützten Interviews, gewählt (Witzel 1985). Das problemzentrierte Interview eignet sich besonders für den Einsatz in der Bildungsforschung, da die Interviewten im Fokus stehen und es so zu realitätsnahen und plausiblen Aussagen bezüglich der Anforderungen an betriebliche Weiterbildungsangebote und Weiterbildungsformate kommen kann (Lamnek 2010, S. 330). Es ermöglicht die Einbeziehung zusätzlicher Auskünfte, auch informeller Art, die sich erst im Laufe der Durchführung der Untersuchung durch weitere Gespräche ergeben (Witzel 1985). Die Methode des problemzentrierten Interviews gestattet es, sowohl die Beschreibung der Interviewsituation (Postskriptum) als auch die Erfassung von Reaktionen auf Fragen (Beobachtungsprotokoll) zu dokumentieren. Die erhobenen transkribierten Interviews wurden anschließend mit dem Verfahren der reduzierenden Inhaltsanalyse durch induktive Kategorienentwicklung, einer Form der kategorienbasierten Textanalyse (paraphrasierendes Verfahren), ausgewertet (Mayring 2010).

Hauptkategorie *(Unterkategorien)*	**Kodierte Interviewpassagen (Beispiele)**
Wünsche an Weiterbildungsangebote *(Klarer Bezug zum Arbeitsplatz, Vereinfachung der Inhalte, Praxisphasen, Modularisierung, Flexibilität, Evaluation)*	• „[...] Weiterbildungen müssen klar zur Tätigkeit bzw. zum Arbeitsprozess passen. Wichtig ist, dass die Weiterbildung stark vereinfacht ist und einfache Grundlagen vermittelt, damit Interesse bei den Teilnehmern erzeugt wird [...]“ • „[...] da fallen mir sofort arbeitsplatznahe Weiterbildungsformate, selbstbestimmtes Lernen oder aufgabenorientierte Wissensvermittlung ein. Leider kenne ich, außer Frontalunterricht und Lehrwerkstatt, keine anderen Formate [...]“ • „[...] ideal wäre ein ‚konfektioniertes' 24-Stunden-Modul, das durch alle Mitarbeiter realisiert werden soll. [...] es muss so erklärt werden, dass auch ein Nicht-Ingenieur den Stoff versteht. ‚Formate' sind dabei nicht so entscheidend [...]“ • „[...] es fehlen Qualifizierungsformate, die zeitnah und arbeitsplatznah zur Verfügung stehen. Ein Problem ist die Festigung des gerade erlernten Wissens. Nicht regelmäßig durchgeführte Tätigkeiten werden nach vier Wochen wieder vergessen und müssen erneut erlernt werden [...]“
Motivation der Arbeitnehmer:innen *(Interesse, Motivation, Eignung)*	• „[...] Motivation ist bei den Mitarbeitern kaum vorhanden. Es fehlt das ‚Wollen' und das ‚Interesse' [...]“ • „[...] Mitarbeiter kommen sehr selten von alleine und sprechen mit uns über Weiterbildung oder Höherqualifikation. Meistens sprechen wir Mitarbeiter, bei denen wir davon ausgehen, dass die Qualifikation sich lohnt und zu schaffen ist, selbst an [...]“ • „[...] ich habe teilweise das Gefühl, dass viele Mitarbeiter gerne möchten, sich aber vor dem Lern- und Organisationsaufwand scheuen [...]“

Abbildung 1: Beispiele Hauptkategorien „Wünsche an Weiterbildungsangebote“ und „Motivation der Arbeitnehmer:innen“ aus Sicht der Entscheidungsträger:innen (Auszug)

Die qualitative Inhaltsanalyse beschreibt ein methodisches Vorgehen zur schrittweisen Transformation von Textmaterial durch verschiedene vorher definierte Prozessparameter und -operatoren auf eine bestimmte verallgemeinernde Abstraktionsebene (Mayring 2010, S. 67). Die induktive Kategorienentwicklung kennzeichnet eine mögliche Technik der qualitativen Inhaltsanalyse. Hierbei werden die Kategorien direkt aus den erfassten Interviewdaten gebildet, da sie „[...]direkt aus dem Material in einem Verallgemeinerungsprozess [...], ohne sich auf vorab formulierte Theoriekonzepte zu beziehen [...]“, abgeleitet werden (ebd., S. 83). Das bedeutet für den Forschungs- und Auswertungsprozess, dass erst nach der Interviewdurchführung angemessene Kategorien zur Unterteilung der Textmaterialien entwickelt werden können. So lassen sich die Textmaterialen auf eine übersichtliche Form reduzieren, welche dann die wichtigsten und damit forschungsrelevanten Inhalte einschließt und ein überschaubares Bild der Interviewdaten darstellt (ebd.).

So konnten innerhalb des Auswertungsprozesses Hauptkategorien sowie Unterkategorien (siehe Kapitel 4) aus den Aussagen expliziert werden. Abb. 1 verdeutlicht das methodische Vorgehen der Auswertung mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse (induktive Kategorienbildung) anhand des Beispiels der Hauptkategorien „Wünsche an Weiterbildungsangebote“ sowie „Motivation der Arbeitnehmer:innen“ aus Sicht der Entscheidungsträger:innen.

4 Vorstellung der Ergebnisse

4.1 Ergebnisse aus der Perspektive der Entscheidungsträger:innen

4.1.1 Erfahrungen mit Weiterbildungsangeboten

Innerhalb der Auswertung der Antworten der Entscheidungsträger:innen konnten folgende Kategorien hinsichtlich einer kritischen Einschätzung über Erfahrungen mit bereits durchgeführten bzw. beauftragten Weiterbildungsangeboten erhoben werden:

- Kein Einfluss auf Inhalte der Angebote
- Fehlende inhaltliche Mindestanforderungen
- Fehlende Sinnhaftigkeit der Angebote/Methoden
- Keine/kaum stattfindende Reduzierung des Niveaus
- Starres (Weiterbildungs-)System, fehlende Flexibilität (Verfügbarkeit, Komplexität, Methoden, Zeitmanagement)

Die Entscheidungsträger:innen kritisieren hauptsächlich das starre System der Angebote. So gibt es keine Möglichkeit, auf die inhaltliche und methodische Gestaltung Einfluss zu nehmen und Mindestanforderungen zu definieren. Die Mindestanforderungen, die den Inhalt und auch die Zielgruppe (Arbeitnehmer:innen) betreffen, sind jedoch von essentieller Bedeutung, da Entscheidungsträger:innen die Bereitschaft verloren geht, Weiterbildungen durchzuführen bzw. durchführen zu lassen. Solange der Inhalt und die angewandten Methoden nicht zur Zielgruppe und zur Optimierung des Arbeitsalltags passen, werden entsprechende Angebote nicht wahrgenommen. Die fehlende Qualität stellt die Entscheidungsträger:innen vor Probleme, da sie darauf angewiesen sind, ihre Mitarbeiter:innen als Reaktion auf den Wandel der Arbeits- und Berufswelt entsprechend zu schulen und weiterzubilden.

Ein weiterer Kritikpunkt ist die Verfügbarkeit von entsprechenden Angeboten. Weiterbildungsdienstleister haben lange Wartezeiten und verfügen darüber hinaus über begrenzte Kapazitäten und Ressourcen, sodass flexibles und operatives Weiterbilden kaum möglich ist. Dieser Umstand wird als kontraproduktiv angesehen, da Weiterbildungen als Instrument dienen sollen, die Belegschaft auf sich wandelnde Arbeitsprozesse und Anforderungen vorzubereiten und damit die Zukunftsfähigkeit des Unternehmens zu erhalten.

4.1.2 Motivation der Arbeitnehmer:innen zur Wahrnehmung von Weiterbildungsangeboten

Die Entscheidungsträger:innen stellten fest, dass die Motivation der Arbeitnehmer:innen, Weiterbildungsangebote wahrzunehmen, gänzlich fehlt. Dies hängt ihrer Meinung nach mit schlechten Erfahrungen der Arbeitnehmer:innen mit Weiterbildungsangeboten zusammen. Es wird die Vermutung aufgestellt, dass die Eigeninitiative, verbunden mit dem erhöhten Lern- und Organisationsaufwand, die Teilnehmer:innen hemmt, solche Angebote wahrzunehmen. Der Aufwand zusätzlich zur alltäglichen Arbeitsbelastung wird nicht durch den Nutzen einer Weiterbildung abgedeckt.

4.1.3 Wünsche an Weiterbildungsangebote

Die Auswertung des Datenmaterials ergab sechs Kategorien, die den Rahmen eines idealen Weiterbildungsangebots aus der Sicht der befragten Entscheidungsträger:innen beschreiben:

- Klarer Bezug zum Arbeitsplatz
- Vereinfachung der Inhalte
- Steigerung der Praxisphasen
- Transparente Modularisierung des Angebots
- Zeitnah/flexibel bereitstehende Weiterbildungsformate/-angebote
- Evaluation der Angebote gemeinsam mit den Arbeitnehmer:innen

Deutlich wird in allen Aussagen zu den bisherigen Erfahrungen und Optimierungspotenzialen der Wunsch nach einem ganzheitlichen Fokus auf Praxisorientierung in der Gestaltung und Durchführung eines entsprechenden Weiterbildungsangebots. Unter der ganzheitlichen Praxisorientierung wird in diesem Fall auf der einen Seite die inhaltliche Orientierung an realen (tatsächlichen) Bedarfen der Arbeitnehmer:innen an ihrem täglichen Arbeitsplatz verstanden. Gemeint ist eine Arbeitsplatz- bzw. Arbeitsprozessorientierung, sodass sich erlernte fachliche Fertigkeiten und Fähigkeiten am Arbeitsplatz von den Weiterbildungsteilnehmenden adaptieren lassen, wodurch Weiterbildungsinhalte gültig gemacht werden (Berben 2008). Andererseits werden für eine ganzheitliche Praxisorientierung entsprechende Methoden für Weiterbildungsangebote gefordert. So sollen Methoden und Sozialformen gewählt werden, die eine praktische Anwendung von erlerntem Wissen fordern und fördern. Nur so können die Entwicklung entsprechender Fertigkeiten und Fähigkeiten sowie die Stärkung von beruflichen Handlungskompetenzen im Rahmen der Weiterbildung realisiert werden (Becker 2013).

Bezogen auf die Organisation von Weiterbildungsangeboten wird eine transparente Darstellung der Inhalte sowie Modularisierung gewünscht, sodass nicht nur Entscheidungsträger:innen wissen, welche Inhalte vermittelt werden, sondern auch Arbeitnehmer:innen entsprechend ihrer Bedarfe einzelne Module auswählen bzw. absolvieren können. Ein weiterer Wunsch an die Organisation von Weiterbildungsangeboten ist die flexible Bereitstellung von Modulen, sodass auf kurzfristige Bedarfe reagiert werden kann.

Der letzte Punkt der sechs ermittelten Kategorien verdeutlicht das Interesse der Entscheidungsträger:innen, an der Gestaltung qualitativ hochwertiger Weiterbildungsangebote mitzuwirken. Es wird eine Evaluation der Angebote gemeinsam mit Entscheidungsträger:innen und Arbeitnehmer:innen gefordert. So soll nicht nur die Qualität der Angebote verbessert werden, sondern die Weiterbildungsanbieter:innen profitieren von den Erfahrungen und individuellen Wünschen der angesprochenen Zielgruppen.

4.2 Ergebnisse aus der Perspektive der Arbeitnehmer:innen

4.2.1 Erfahrungen mit Weiterbildungsangeboten

Die Auswertung des Datenmaterials bestätigt die bereits benannten Erfahrungen der Entscheidungsträger:innen. Es konnten folgende Kategorien aus den Interviews extrahiert werden:

- Auswahl/Angebot überfordert potenzielle Teilnehmer:innen
- Fehlende Unterstützung bei Organisation und Finanzierung
- Finanzierungsproblem
- Zu großer Zeitfaktor
- Frontalunterricht
- Inhaltliche Überfrachtung
- Falsche Zielsetzung der Angebote
- „Inkompetentes" Weiterbildungspersonal

Ein ganz klarer Fokus liegt auf der Kritik bezüglich der Planung und Durchführung der Weiterbildungsangebote. Hierbei werden u. a. die Wahl der Methoden und Sozialformen sowie der fachlichen Inhalte diskutiert. Die Arbeitnehmer:innen wünschen Inhalte, die sie aus ihrem Arbeitsalltag kennen und entsprechend adaptieren können. Da jedoch meist theoretische Inhalte, die keinen praktischen Bezug zu den Bedarfen der Teilnehmenden vorweisen, während der Angebote behandelt werden, können die Teilnehmenden nur sehr schwer praktische Fertigkeiten und Fähigkeiten mit dem Neuerlernten entwickeln bzw. weiterentwickeln.

Die befragten Arbeitnehmer:innen gaben weiterhin an, mit der Organisation und Finanzierung alleingelassen zu werden. Hierbei wünschen sie sich nicht nur die Unterstützung ihres Unternehmens, sondern vielmehr Hilfestellungen der Weiterbildungsanbieter:innen. Insbesondere bei der Wahl und Beschaffung der Lehr- und Lernmittel weisen bisherige Weiterbildungsangebote Optimierungspotenzial auf. Genannt werden u. a. kostenintensive Printmedien, die jedoch innerhalb der Weiterbildung kaum bis gar nicht eingesetzt werden.

4.2.2 Motivation der Arbeitnehmer:innen

Entgegen der Ansicht der Entscheidungsträger:innen ist aus den Aussagen der Arbeitnehmer:innen zu entnehmen, dass die Motivation, an Weiterbildungen teilzunehmen, in der Belegschaft generell sehr groß ist. Es lassen sich sieben zentrale Motivationsgründe benennen:

- Arbeitsprozesse verstehen/kompetent handeln
- Gesetzliche, betriebliche Vorgaben
- Status quo im Betrieb erhalten
- Relevanz des lebenslangen Lernens
- Verwertbarkeit von erworbenen Abschlüssen und Zertifikaten inner- und außerhalb des Unternehmens

- Betriebliche Aufstiegsmöglichkeiten
- Außerbetriebliches/-berufliches Interesse

Konsens der Aussagen der befragten Arbeitnehmer:innen ist, dass die prinzipielle Motivation besteht, Weiterbildungsangebote nicht nur wahrzunehmen, sondern auch Angebote zu suchen, welche in der Freizeit absolviert werden können. So besteht insgesamt die Bereitschaft, Zeit und Kosten zu investieren. Die Gründe hierfür sind sehr vielfältig. Häufig genannte Punkte sind die Notwendigkeit, am Arbeitsplatz kompetent handeln zu können – und dafür muss die Basis in entsprechenden Weiterbildungen gelegt werden. Auffällig ist der Fokus auf außerberufliche Bereiche wie „lebenslanges Lernen", sodass Erlerntes nicht im direkten Bezug zum beruflichen Alltag stehen muss. Motivationsgründe wie betriebliche Aufstiegsmöglichkeiten und die Verwertbarkeit der erworbenen Abschlüsse und Zertifikate rücken in den Hintergrund, spielen jedoch insofern eine Rolle, als zumindest die Anrechenbarkeit der Weiterbildungen eingefordert wird. Hauptmotivationsgrund bleibt jedoch die Erhaltung des Status quo für das Unternehmen und der damit einhergehende Wunsch, Arbeitsprozesse am sich wandelnden Arbeitsplatz verstehen zu können, um den sich stetig wandelnden Ansprüchen auch zukünftig gerecht werden zu können.

4.2.3 Wünsche an Weiterbildungsangebote

Die Auswertung des Datenmaterials zeigt, dass sehr konkrete Wünsche und Vorstellungen zum Rahmen einer „idealen" Weiterbildung vorhanden sind:

- Zeitlich nicht intensiv (kurzzyklisch, dafür öfter)
- Idealfall: Lernprozess = Arbeitsprozess
- Geeignetes Weiterbildungspersonal
- Ausblick, Empfehlung, Fortführung

Diese vier Punkte erweitern die Wünsche der Entscheidungsträger:innen. Die befragten Arbeitnehmer:innen wünschen sich bei der Organisation einen Fokus auf zeitlich nicht intensive Formate. Kurzzyklische, an den Bedarfen der Teilnehmenden angepasste Module bzw. Submodule sind eher gefordert als lange Blockveranstaltungen. Neben der inhaltlichen Praxisorientierung und einer handlungsorientierten Durchführung der Weiterbildungen wünschen sich die potenziellen Teilnehmer:innen geeignetes, kompetentes Weiterbildungspersonal, das „weiß, wovon es spricht", also sowohl über einen praktischen Hintergrund sowie Zugang zu den Weiterbildungsinhalten verfügt als auch einen Zugang zur Zielgruppe hat und auf deren Bedürfnisse eingeht.

Hierbei betonen die Arbeitnehmer:innen insbesondere fehlendes Fachwissen des Weiterbildungspersonals, woraus sich u. a. eine erhöhte Fehlerquote, erst während der Weiterbildung und anschließend im Arbeitsalltag der Teilnehmenden ergeben kann.

5 Zusammenfassung und Anforderungen an berufliche Weiterbildungsangebote

Die vorgestellten Ergebnisse der ersten Forschungsfrage zeigen, dass sich (berufliche) Weiterbildungen im Spannungsfeld zwischen betrieblichen Aufstiegsmöglichkeiten, unternehmerischen Bedarfen, persönlicher Kompetenzentwicklung, lebenslangem Lernen und individueller Verwertbarkeit der Abschlüsse bewegen, wobei diese Faktoren individuell variieren.

Die Ergebnisse zur zweiten Forschungsfrage zeigen, dass Unternehmen Beschäftigte mit artfremden Berufsabschlüssen einsetzen und diese im Arbeitsprozess (learning on the job) auf die gewünschte Tätigkeit hin aus- und weiterbilden. Im Fokus steht die Handlungsfähigkeit der Mitarbeiter:innen, welche die Tätigkeiten ausführen sollen. Dabei wird das fehlende Fachwissen kritisch gesehen, da dadurch die Fehlerquote im Arbeitsprozess erhöht wird. Da Unternehmen jedoch selbst keine adäquate (berufliche) Weiterbildung durchführen können, wünschen sie sich Angebote in diesem Bereich.

Aus den Ergebnissen der Datenerhebung lassen sich zusammenfassend folgende Anforderungen für Ausgestaltung von beruflichen Weiterbildungsangeboten für die Kategorien „Entscheidungsträger:innen“, „Lernende“, „Weiterbildungspersonal“, „Methoden der Weiterbildung“, „Inhalt der Weiterbildung“ und „Ziel der Weiterbildung“ ableiten. Die Kategorien werden nachfolgend inhaltlich zusammengefasst.

In der Kategorie „Entscheidungsträger:innen“ werden die Punkte Mitsprache, Feedback und Niveaubestimmung beschrieben. Die Entscheidungsträger:innen wollen nicht nur Weiterbildungsdienstleister beauftragen, sondern aktiv an der Gestaltung des Angebots mitwirken. Hierzu gehört im Vorfeld ein aktiver Austausch zwischen Unternehmen und Dienstleistern und im Nachgang der durchgeführten Weiterbildung ein Feedbackinstrument. So können Unternehmen die Passfähigkeit der Inhalte entsprechend ihrer Bedarfe sicherstellen und durch die Evaluation gemeinsam mit Dienstleistern und den Teilnehmenden das qualitative Niveau feststellen, sichern und steigern.

Innerhalb der Kategorie „Lernende“ werden Anforderungen definiert, die sich durch die heterogene Zielgruppe der potenziellen Teilnehmenden ergeben. Entgegen der bisherigen Nutzung und Durchführung von Weiterbildungsangeboten sollen Dienstleister im Vorfeld eine Analyse der Zielgruppe durchführen, um ihr Angebot entsprechend der unterschiedlichen Voraussetzungen der Teilnehmenden anzupassen. Hierzu gehören u. a. eine Analyse der verschiedenen Lerntypen sowie vorhandener Wissensbestände und Kompetenzen. Darüber hinaus wird eine Mitsprache der Arbeitnehmer:innen bei der Auswahl möglicher inhaltlicher Themenbereiche verlangt. Neben der Berücksichtigung der inhaltlichen Themenfindung spielt der zeitliche Faktor eine große Rolle. Die potenziellen Teilnehmenden wollen zu ihren Wünschen und Vorstellungen befragt werden. Dabei geht es nicht darum, möglichst wenig Zeit zu investieren, sondern die verfügbaren Zeitressourcen effektiv zu nut-

zen. Ein Lösungsansatz bietet der Blended-Learning-Ansatz, der Präsenz- und Selbstlernphasen vereint (Erpenbeck & Sauter 2014). Des Weiteren ist es denkbar, dass Weiterbildungsangebot zu modularisieren, sodass kurzzyklische Lernmodule entstehen. Diese Lernmodule sind zeitlich nicht mit Blockveranstaltungen zu vergleichen und lassen eine flexible Durchführung und individuelle Bearbeitung zu.

Die Kategorie „Weiterbildungspersonal" beschreibt hauptsächlich die fachliche und methodische Kompetenz der Lehrenden. Diese sollte idealerweise nicht ausschließlich über einen theoretischen Zugang zur Thematik bzw. zum Weiterbildungsinhalt verfügen, sondern aus der „Praxis" kommen. Genauso ist es erforderlich, dass das Weiterbildungspersonal entsprechend geschult ist und über methodische Kompetenzen verfügt, sodass der Lerninhalt für verschiedene Lerntypen erfolgreich vermittelt werden kann. Hierzu ist eine entsprechende Anzahl an Methoden und Sozialformen notwendig.

Wie in der Kategorie „Weiterbildungspersonal" beschrieben, wird eine Methodenvielfalt erwartet, sodass verschiedene Lerntypen erfolgreich neues Wissen aufbauen und Fertigkeiten und Fähigkeiten entwickeln können. Neben diesem Punkt spielt die Handlungsorientierung eine entscheidende Rolle (Jenewein 2010; Riedl 2004). Eine Handlungsorientierung bei der Durchführung der Weiterbildungsangebote erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die Teilnehmenden erlerntes Wissen und entwickelte Kompetenzen später in ihrem Arbeitsalltag und im betrieblichen Kontext anwenden bzw. adaptieren können.

Die Kategorie „Inhalt" ist ein zentraler Punkt in der Beschreibung des Rahmens für Weiterbildungsangebote. So wird erwartet, dass der Weiterbildungsinhalt sich an den Bedarfen der Entscheidungsträger:innen und Arbeitnehmer:innen orientiert. Der Inhalt muss anschließend entsprechend der heterogenen Zielgruppe aufbereitet werden (Anforderungsbereich Lernende). Im Rahmen der methodischen Aufbereitung der Weiterbildung ist es erforderlich, den Inhalt didaktisch zu reduzieren, sodass die Lernenden nicht mit unnötigem Wissen überfrachtet werden, sondern Neuerlerntes praktisch anwenden können und so ein Transfer auf weitere Aufgabengebiete ermöglicht wird. Die Reduzierung des Umfangs ermöglicht dem Weiterbildungspersonal flexibel auf den Lernfortschritt der Teilnehmenden reagieren zu können. So bilden sich didaktische Reserven, die eine inhaltliche Erweiterung und eine Anhebung des Niveaus ermöglichen.

Neben allen fünf Kategorien darf die Kategorie „Ziel" bei der Planung und Durchführung von Weiterbildungsangeboten nicht in den Hintergrund gerückt werden. Bei sämtlichen Optimierungsvorschlägen und Ansätzen unterliegen Weiterbildungen rechtlichen und gesetzlichen Vorschriften, die unbedingt eingehalten werden müssen, um eine entsprechende Zertifizierung oder einen Abschluss ausstellen zu können. Diese Vorschriften und Regeln sind u. a. in den IHK-zertifizierten Weiterbildungen (z. B. Techniker:in) zu finden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die theoretischen Annahmen durch die Auswertung der Daten der Erhebung bestätigt wurden: Der erste erkennbare Schwerpunkt für den Rahmen der „idealen" Weiterbildung bezieht sich auf die

didaktisch-methodische Organisierung der Weiterbildung. Es wird betont, dass sich ein Weiterbildungsangebot inhaltlich und methodisch an den tatsächlichen Bedarfen der Arbeitnehmer:innen orientieren soll. Hierzu wird ganz klar der Wunsch nach Praxis- bzw. Arbeitsprozessorientierung innerhalb der Weiterbildung geäußert (Brämer & Hirsch 2015). Es wird berichtet, dass viele Weiterbildungsangebote thematisch nicht den realen Arbeitsprozessen entsprechen und somit den Teilnehmenden keinen erkennbaren Nutzen für ihren Arbeitsalltag bringen. Ein weiterer Kritikpunkt ist die Methodik vieler Angebote. Oftmals wird auf die Sozialform des Frontalunterrichts zurückgegriffen. Diese empfinden die Interviewpartner:innen als ungünstig, da kein erkennbarer Praxisbezug herstellbar ist und die Adaption des Gelernten auf den Arbeitsalltag schwerfällt bzw. nicht möglich ist. In diesem Zusammenhang wurde vereinzelt auf die Wahl der Lehr- und Lernmittel verwiesen, die sich nach dem Empfinden der Interviewpartner:innen zu stark an klassischen Medien orientieren. Es wird auch hier Realitätsbezug gewünscht, da digitale Instrumente und Werkzeuge im Arbeitsalltag zum Standard gehören, jedoch bei vielen Weiterbildungsangeboten auf Printmedien zurückgegriffen wird.

Insgesamt werden weiterbildende Angebote benötigt, welche aktuelle Forschungsergebnisse und theoretisch fundierte Inhalte aus den Curricula der Hochschulen zielgruppenspezifisch transformieren und transferieren. Es besteht ein Bedarf an Weiterbildungsangeboten, welche die individuellen Bedürfnisse der Mitarbeiter:innen berücksichtigen, flexibel ausgestaltet und einsetzbar sind sowie theoretisch fundierte Inhalte praxisnah und handlungsorientiert vermitteln. Andererseits benötigen sie eine explizite Arbeitsprozessorientierung (Howe 2015; Knutzen et al. 2010; Rogalla 2005; Rohs & Einhaus 2004), Modularisierung (kurzzyklische Formate) sowie den Einsatz von Blended Learning Lehr-/Lernarrangements (Brämer et al. 2017; Vieback et al. 2017).

Literatur

Becker, M. (2013). Arbeitsprozessorientierte Didaktik. bwp@, (24). Verfügbar unter: http://www.bwpat.de/ausgabe24/becker_bwpat24.pdf (Zugriff: 26.02.2019).

Berben, T. (2008). Berufsschulunterricht als Bildung im Medium des Berufs. bwp@, (14). Verfügbar unter: http://www.bwpat.de/ausgabe14/berben_bwpat14.pdf (Zugriff: 26.02.2019).

Brämer, S. & Hirsch, S. (2015). Alumni of vocational education as a new target group for university continuing education: chance and challenge for universities. In: J. Field, B. Schmidt-Hertha & A. Waxenegger (Hrsg.), Universities and engagement: international perspectives on higher education and lifelong learning. London: Routledge, S. 39–53.

Brämer, S., Vieback, L., Matschuck, E. & Maretzki, J. (2017). Zukunftsorientierte Fachkräftesicherung in Composite-Berufen. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Hrsg.), Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft. Dortmund: GFA, S. 1–6.

Erpenbeck, J. & Sauter, W. (2014). Kompetenzentwicklung im Netz. New Blended Learning mit Web 2.0. Berlin: epubli.

Howe, F. (2015). Digitale Medien in der arbeitsprozessorientierten Berufsbildung. In: M. Kunzendorf & J. Meier (Hrsg.), Arbeitsplatzorientierte Grundbildung. Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 71–86.

Jenewein, K. (2010). Handlungsorientiertes Lernen in der Berufsbildung. lernen & lehren, 25 (98), S. 53–55.

Knutzen, S., Howe, F. & Hägele, T. (2010). Arbeitsprozessorientierung in der Beruflichen Bildung: Analyse und Beschreibung von Arbeitsprozessen mit Hilfe der Arbeitsprozessmatrix. In: M. Becker, M. Fischer & G. Spöttl (Hrsg.), Von der Arbeitsplatzanalyse zur Diagnose beruflicher Kompetenzen. Methoden und methodologische Beiträge aus der Berufsbildungsforschung. Frankfurt a. M.: Peter Lang, S. 90–110.

Lamnek, S. (2010). Qualitative Sozialforschung. Weinheim: Beltz.

Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Weinheim: Beltz.

Riedl, A. (2004). Didaktik der beruflichen Bildung. Stuttgart: Franz Steiner.

Rogalla, I. (2005). Arbeitsprozessorientierte Weiterbildung in der IT-Branche. Berlin: Fraunhofer ISST.

Rohs, M. & Einhaus, J. (2004). Die Bedeutung der Lernkultur für die Arbeitsprozessorientierte Weiterbildung in der IT-Branche. In: R. Meyer, P. Dehnbostel, P. Harder & T. Schröder (Hrsg.), Kompetenzen entwickeln und moderne Weiterbildungsstrukturen gestalten. Schwerpunkt: IT-Weiterbildung. Münster: Waxmann, S. 125–138.

Vieback, L., Brämer, S. & Maretzki, M. (2017). AbsolventInnen der Berufsbildung als neue Zielgruppe der wissenschaftlichen Weiterbildung – Bedarfsanalyse, Anforderungen, Rahmenbedingungen und Handlungsansätze am Beispiel der Mikrosystemtechnik. In: BBFK (Hrsg.), Berufsbildung, eine Renaissance? Motor für Innovation, Beschäftigung, Teilhabe, Aufstieg, Wohlstand. Bielefeld: wbv, S. 294–308.

Witzel, A. (1985). Das problemzentrierte Interview. In: G. Jüttemann (Hrsg.), Qualitative Forschung in der Psychologie: Grundfragen, Verfahrensweisen, Anwendungsfelder. Weinheim: Beltz, S. 227–255.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Beispiele Hauptkategorien „Wünsche an Weiterbildungsangebote“ und „Motivation der Arbeitnehmer:innen“ aus Sicht der Entscheidungsträger:innen (Auszug) 390

Autoren und Autorin

Schüßler, Philipp, M.Ed., wissenschaftlicher Mitarbeiter, Professur für Wirtschaftsinformatik, Fachbereich Wirtschaft, Hochschule Magdeburg-Stendal, Breitscheidstr. 2, 39114 Magdeburg, philipp.schuessler@hs-magdeburg.de

Vieback, Linda, M.Sc., wissenschaftliche Mitarbeiterin, Technische Bildung und ihre Didaktik, Institut I: Bildung, Beruf und Medien, Fakultät für Humanwissenschaften, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg, linda.vieback@ovgu.de

Brämer, Stefan, Dr. phil., wissenschaftlicher Mitarbeiter, Technische Bildung und ihre Didaktik, Institut I: Bildung, Beruf und Medien, Fakultät für Humanwissenschaften, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg, stefan.braemer@ovgu.de

Müller, Lars, B.Sc., Technische Bildung und ihre Didaktik, Institut I: Bildung, Beruf und Medien, Fakultät für Humanwissenschaften, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg, lars.mueller@ovgu.de

Förderung der mündlichen Kommunikationsfähigkeit von Auszubildenden in einer gewerblich-technischen Berufsausbildung

Maria König

Abstract

Die neuen Ausbildungsberufe gehen mit neuen Prüfungsformen einher. Im auftragsbezogenen Fachgespräch wird die mündliche Kommunikationsfähigkeit angesprochen. Wie kann diese Fähigkeit im Rahmen der Ausbildung unterstützt und gefördert werden? Diese Frage ist Anlass, neue Handlungsansätze zu entwickeln und deren Wirksamkeit zu analysieren. Der Beitrag berichtet über Konzeption und Wirkungen eines Lernarrangements mit gewerblich-technischen Auszubildenden. Insgesamt kann aufgezeigt werden, wie mit dem Lernarrangement nachhaltige Wirkungen erzielt und die mündliche Kommunikationsfähigkeit gefördert werden kann.

The new recognized apprenticeships are accompanied by new forms of exams. The ability to communicate verbally is addressed in the new order-based expert discussions. How can this ability be supported und promoted during the vocational education? This question is the occasion to develop new basic approaches and to analyze their effectiveness. The article reports about the conception and the effects of a learning-arrangement with industrial-technical trainees. Overall it states that lasting effects can be achieved with the learning-arrangement and that the ability to communicate can be supported.

1 Einleitung

Der Förderung der mündlichen Kommunikationsfähigkeit in der gewerblich-technischen Berufsausbildung kommt durch unterschiedliche Entwicklungen eine Bedeutung zu.

Vor allem für die neuen Formen der Berufsarbeit bildet kommunikatives Handeln die Basis für die „Employability“ der betrieblichen Fachkräfte und hat im betrieblichen Alltag einen hohen Anteil am wirtschaftlichen Handeln (vgl. Brünner 2000, S. 7). Efing (vgl. 2013, S. 110) führt hierzu an, dass gegenwärtig gerade die gewerblich-technischen Ausbildungsberufe wie z. B. der Beruf Industrie- oder Werkzeugmechaniker:in als kommunikationsintensiv empfunden und erlebt werden.

Dementsprechend hat die mündliche Kommunikationsfähigkeit durch die Neuordnung der Prüfungsstruktur der industriellen Metall- und Elektroberufe einen erheblichen Bedeutungszuwachs erfahren. Mit der Einführung des auftragsbezogenen Fachgesprächs als Teil des Arbeitsauftrages muss jetzt in allen elektro- und metalltechnischen Industrieberufen eine Prüfungsleistung in mündlicher Kommunikation erbracht werden (vgl. Reetz & Hewlett 2008, S. 150 f.). Prüflinge müssen ihre fachlichen Fähigkeiten zeigen, in dem sie Fragen beantworten, sachlich ihre Meinung äußern und diese verteidigen (ebd.). Anhand authentischer beruflicher Aufgabenstellungen sollen ihre Fähigkeiten reflexiv und in dialogischer Auseinandersetzung beurteilt werden (vgl. ebd., S. 151).

Für die berufliche Ausbildung bedeutet dies, dass ohne die konsequente Ausbildung und Förderung kommunikativer Fähigkeiten die Realisierung der im Rahmen des Lernfeldmodells geforderten komplexen Aufgaben, welche auch zur Persönlichkeitsentwicklung und zum Aufbau von metakognitivem Wissen befähigen sollen, nicht gesichert gelingen kann (vgl. Fleuchaus 2004, S. 111).

Dieser Aufgabe widmet sich die Forschungsstudie. Ihre Zielsetzung besteht darin, einen Handlungsansatz zur Förderung mündlicher Kommunikationsfähigkeit zu entwickeln und dessen Wirksamkeit mithilfe einer empirischen Evaluationsstudie zu untersuchen.

2 Mündliche Kommunikationsfähigkeit: Zur theoretischen Grundlegung

Die Kompetenzdiskussion liefert für die Bestimmung der mündlichen Kommunikationsfähigkeit wichtige Modellierungsansätze. Hierzu zählen z. B. die Kompetenzmodelle nach Bader und Müller (2002), Sloane und Dilger (2005), Ott (2007), Rauner (2007), Hensge et al. (2009) oder Weinert (2014). Es kann festgestellt werden, dass der Kompetenzbegriff stets theorierelativ, handlungsorientiert, situationsspezifisch, normativ und wechselwirkend ausgestaltet wird. Über die Kompetenzdiskussion in der beruflichen Bildung hinaus werden die Theorien kommunikativer Kompetenz nach bspw. Bühler (1965), Baacke (1975), Hymes (1979), Habermas (1992), Chomsky (1995), Schulz von Thun (2001) und Watzlawick et al. (2011) ausgewertet.

Insgesamt besteht trotz der heterogenen Verwendung des Begriffs der kommunikativen Kompetenz ein Konsens für seine Beschreibung über dessen grundlegenden Elemente. Das herausgearbeitete Konstrukt bezieht sich auf eine gesprochene oder geschriebene Modalität und beinhaltet rezeptive oder produktive Prozesse. Hinzu kommt, dass kommunikative Prozesse stets durch verbale, nonverbale und paraverbale Merkmale gekennzeichnet sind (vgl. Efing 2014, S. 97). Weiterhin ist jede mündliche Kommunikation durch Grundbedingungen gekennzeichnet. Dazu zählt die Interaktivität zwischen mindestens zwei Gesprächspartner:innen (vgl. Becker-Mrotzek 2012, S. 70). Diese können sich gegenseitig wahrnehmen, was zugleich die Voraussetzung dafür ist, dass neben der Sprache auch nonverbale Mittel zum Ein-

satz kommen (vgl. ebd.). Demzufolge ist mündliche Kommunikation stets multimodal. Weiterhin ist das Gesprochene durch seine Flüchtigkeit gekennzeichnet, da es an den Schall gebunden ist und damit unmittelbar vergänglich ist (vgl. ebd., S. 70 f.). Folglich lässt es sich nur in direkten Beobachtungen feststellen.

Aus der theoretischen Fundierung des Untersuchungsgegenstandes wird ein Konstrukt zur mündlichen Kommunikationsfähigkeit generiert und auf technische Aufgaben- und Kommunikationssituationen übertragen. Es werden grundlegend drei Kategorien unterschieden: *verbale*, *nonverbale* und *paraverbale* mündliche Kommunikation. Alle drei Kategorien sind ähnlich dem Handlungskompetenzmodell nach Bader und Müller (vgl. 2002, S. 177) integrativ miteinander verbunden. So wird als Grundgerüst des Modells der mündlichen Kommunikationsfähigkeit das Handlungskompetenzmodell nach Bader und Müller (vgl. ebd.) herangezogen und es werden dynamische sowie ineinandergreifende Charaktere der Teilbereiche aufgegriffen (Abb. 1).

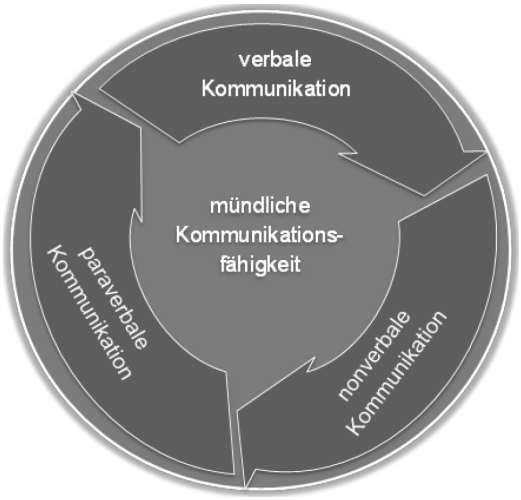


Abbildung 1: Konstrukt der mündlichen Kommunikationsfähigkeit (Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Bader & Müller 2002, S. 177; Efing 2014, S. 129 ff.; Schulz von Thun 2001, S. 19 ff.)

In der Abbildung wird dargestellt, dass sich die mündliche Kommunikationsfähigkeit aus der verbalen, nonverbalen und paraverbalen Kommunikation zusammensetzt. Die Kategorien wirken dabei nicht losgelöst voneinander, sondern beeinflussen sich. Zur detaillierten Charakterisierung des Konstrukts der mündlichen Kommunikationsfähigkeit für das eigene Forschungsvorhaben werden aus den theoretischen Darstellungen weitere Schlussfolgerungen gezogen.

Zunächst definieren Watzlawick et al. (2011, S. 57) fünf Axiome als Merkmale der Kommunikation. In ihrem dritten Axiom führen sie an, dass jeder Interaktion eine Struktur zugrunde liegt (vgl. ebd., S. 65). Demzufolge spielt auch in jeder mündlichen Kommunikation die Struktur der Interaktionen eine Rolle und ist ein

separat zu beachtender Aspekt. Baacke (1975, S. 112) ergänzt die Axiome um bspw. das Institutionsaxiom, welches die Aufrechterhaltung von Kommunikationsbeziehungen durch das Vorhandensein von offiziellen oder privaten Institutionen betont. So wird das auftragsbezogene Fachgespräch der Auszubildenden vor allem durch die Institutionen Betrieb, Berufsschule und zuständige Stelle organisiert. Auch das Regel-und-Rollen-Axiom fließt hier mit ein, weil dieses besagt, dass die unterschiedlichen Rollenbeziehungen das Kommunikationsverhalten beeinflussen (vgl. ebd., S. 144). Demzufolge kommunizieren Auszubildende untereinander anders als Auszubildende mit Ausbilder:innen oder Auszubildende mit den Mitgliedern der Prüfungskommission. Im Rahmen der Forschungsstudie kommunizieren die Auszubildenden in den auftragsbezogenen Fachgesprächen mit den Mitgliedern der Prüfungskommission. Nach dem fünften Axiom von Watzlawick et al. (2011, S. 79) handelt es sich hier um eine komplementäre Beziehung. Der/die Auszubildende nimmt eine sekundäre Stellung ein und wird durch die Mitglieder des Prüfungsausschusses, welche eine primäre Stellung einnehmen, durch das Fachgespräch geleitet. Der Prüfungsausschuss kann das Gespräch durch das Stellen von Fragen leiten. Diese beiden Rollen beruhen auf den gesellschaftlichen und institutionellen Bedingungen (vgl. ebd., S. 80). Ihr Rollenverständnis schreibt zum Teil bereits vor, was sie voneinander zu erwarten haben (vgl. Baacke 1985, S. 30). Das bedeutet für das Konstrukt der mündlichen Kommunikationsfähigkeit, dass sie grundlegend von der Struktur der Interaktion abhängt, welche wiederum auf das Institutionsaxiom sowie das Regel-und-Rollen-Axiom aufbaut.

Weiterhin definiert Efing (2014, S. 97), dass sich Kommunikationsfähigkeit immer zwischen den Polen Routine und Flexibilität bewegt. Einerseits laufen bestimmte Handlungen völlig routiniert ab, sodass die Person nicht mehr darüber nachdenken muss, andererseits wird sie in bestimmten Situationen vor neue Herausforderungen gestellt, auf welche sie flexibel reagieren können muss. Demzufolge sind in dem Lernarrangement verschiedene sprachlich-kommunikative Verhaltensweisen zu vermitteln, sodass der/die Auszubildende dazu befähigt wird, in den verschiedenen mündlichen Kommunikationssituationen variabel damit umzugehen.

Eine nächste zentrale Schlussfolgerung lässt sich aus dem Konzept nach Habermas (1992, S. 8) ableiten. Hier ist das Handeln ein zentraler Faktor für die Entwicklung von Kompetenzen (vgl. Grunert 2012, S. 47). Erst durch eine Interaktion mit der Umwelt und durch die Anwendung von Problemlösungsstrategien eignet sich das Subjekt neue Fähigkeiten an, entwickelt sie weiter und überträgt sie auf neue Situationen (vgl. ebd., S. 43). Das bedeutet für das Konstrukt der mündlichen Kommunikationsfähigkeit, dass sie sich erst durch das Handeln weiterentwickelt. Auch in dem dem empirischen Vorhaben der Forschungsarbeit zugrunde liegenden Lernarrangement soll die mündliche Kommunikationsfähigkeit über das Handeln weiterentwickelt werden.

Schließlich liefert Chomsky (1995, S. 15) einen anknüpfenden grundlegenden Gedanken im Zusammenhang mit der Veräußerung von Fähigkeiten. Er führt an, dass die verinnerlichten Fähigkeiten des Menschen noch nicht das tatsächliche Ver-

halten nach außen beinhalten (vgl. ebd). Die tatsächliche Anwendung der Sprache in konkreten Situationen zeigt sich in der Performanz (vgl. Grunert 2012, S. 41). Demzufolge wird die mündliche Kommunikationsfähigkeit durch das Handeln veräußert. In der Beurteilung mündlicher Kommunikationsfähigkeit muss in diesem Zusammenhang beachtet werden, dass das nach außen gezeigte Verhalten nicht zwingend deckungsgleich mit den verinnerlichten Fähigkeiten des handelnden Subjekts ist.

3 Forschungsmethodisches Vorgehen

Vor dem Hintergrund der Zielsetzung, einen Handlungsansatz zur Förderung der mündlichen Kommunikationsfähigkeit zu entwickeln und anschließend dessen Wirksamkeit zu prüfen, wird zunächst ein Lernarrangement konzipiert, das mit mehreren Gruppen von Auszubildenden in Form eines Kommunikationstrainings durchgeführt wird. Diese Auszubildenden bilden in der anschließenden empirischen Studie eine Interventionsgruppe (N = 72). Die Wirksamkeit des Lernarrangements wird mithilfe einer Datenerhebung in Form von Beobachtungen überprüft. Sie besteht aus drei Messungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten, die im Rahmen der Arbeit als Eingangsmessung (t_0), Abschlussmessung (t_1) und Wirksamkeitsmessung (t_2) bezeichnet werden.

Die *Eingangsmessung* erfolgt bei der Interventionsgruppe unmittelbar vor der Durchführung des Lernarrangements. Die Auszubildenden sollen über selbst gewählte betriebliche Aufträge Kurzfachgespräche halten. Diese werden per Video aufgezeichnet. Anschließend wird das Kommunikationstraining durchgeführt. Dessen Ablauf wird nachfolgend veranschaulicht.

Tabelle 1: Ablaufplan des Lernarrangements für die Auszubildenden

Zeit	Lernabschnitt
7:30	Einstieg
7:40	Kurzfachgespräche – Version I
8:40	Clustern der Feedbacks
8:50	Frühstückspause
9:20	Gruppenarbeitsphase
10:30	Präsentations- und Übungsphase I
11:40	Mittagspause
12:20	Präsentations- und Übungsphase II
12:55	Kurzfachgespräche – Version II
13:55	Videoanalyse der Kurzfachgespräche
14:25	Reflexion
14:45	Abschluss

In der abschließenden Phase des Lernarrangements erfolgt ebenso die *Abschlussmessung*. Hierzu halten die Auszubildenden erneut Kurzfachgespräche in demselben Rahmen wie die ersten Kurzfachgespräche. Diese werden erneut per Video aufgezeichnet und bilden die Datengrundlage für die Abschlussmessung. Als dritte Messung erfolgt die *Wirksamkeitsmessung* in einem Abstand von zwei bis drei Monaten in einer realen betrieblichen Ausbildungssituation. Mit dieser Messung soll überprüft werden, ob die Auszubildenden ihre erworbenen Fähigkeiten übertragen und in der realen betrieblichen Praxis anwenden können.

Zum Vergleich soll eine Kontrollgruppe (N = 35) ebenfalls über selbst gewählte betriebliche Aufträge Kurzfachgespräche halten, welche ebenso erfasst und empirisch bewertet werden. Dieses Vorgehen dient der Feststellung, ob die in der Interventionsgruppe auftretenden Effekte tatsächlich mit dem durchgeführten Lernarrangement zusammenhängen oder nicht.

Die Daten werden mittels standardisierten offenen Fremdbeobachtungen erhoben, wobei durch die dreifache Datenerhebung in beiden Stichprobengruppen insgesamt 321 Beobachtungsbögen vorliegen. Zudem wird eine zweite beobachtende Person eingesetzt. Die erhobenen Daten werden aufbereitet und im Rahmen einer deskriptiven und inferenzstatistischen Analyse ausgewertet. In der deskriptiven Analyse werden die absoluten (n_j) und relativen Häufigkeiten (p_j) sowie arithmetischen Mittelwerte ($\bar{x}$) bestimmt. In der inferenzstatistischen Analyse werden zunächst T-Tests für gepaarte Stichproben durchgeführt. Hier soll überprüft werden, ob statistisch signifikante Differenzen zwischen zwei Erhebungszeitpunkten jeweils einer Stichprobengruppe bestehen. Anschließend werden Varianzanalysen mit Messwiederholung berechnet, um darüber hinaus die Mittelwerte aller drei Erhebungszeitpunkte sowie die beider Stichprobengruppen miteinander vergleichen zu können. Weiterhin werden Korrelationen der Indikatoren mit ausgewählten demografischen Angaben berechnet. Abschließend wird überprüft, inwieweit eine Verbesserung in den Lernzielkontrollen in der Interventionsgruppe erreicht wurde.

Im Folgenden werden die Forschungsergebnisse diskutiert und ein Rückbezug zum theoretischen Konstrukt dargestellt.

4 Zentrale Ergebnisse

Zunächst wurden im Rahmen der deskriptiven Analyse die erzielten Häufigkeiten dargestellt. Dabei wurde insgesamt herausgestellt, dass in der Interventionsgruppe die Anzahl der höheren Ausprägungen zunimmt, die der niedrigen Ausprägungen jedoch abnimmt. Dies ist bereits ein erster Nachweis dafür, dass nach der Durchführung des Lernarrangements eine Verbesserung erreicht wird. Weiterhin wurde in der Auswertung der arithmetischen Mittel festgestellt, dass sich der Gesamtdurchschnitt in der Interventionsgruppe von t_0 zu t_2 von $\bar{x} = 2{,}51$ auf $\bar{x} = 2{,}94$ verbessert. Somit findet sich auch in der Betrachtung der Mittelwerte ein weiteres Anzeichen für die Verbesserung der Interventionsgruppe.

In der inferenzstatistischen Analyse wurden zunächst T-Tests für gepaarte Stichproben durchgeführt, um zu überprüfen, ob zwischen zwei Erhebungszeitpunkten einer Gruppe statistisch signifikante Mittelwertdifferenzen bestehen. Dabei konnte ermittelt werden, dass 85 % der Mittelwertunterschiede in der Interventionsgruppe zwischen t_0 und t_1 und zwischen t_0 und t_2 statistisch signifikant sind.

Um eine ausreichende Begründung zur Verbesserung der Interventionsgruppe zu liefern, wurden schließlich einfaktorielle Varianzanalysen mit Messwiederholung durchgeführt. Die Berechnung der Effektstärken nach Cohen ergab, dass sie für t_0 eher gering und für t_1 und t_2 hoch sind. Dies ist ein weiterer Hinweis auf die Wirkung des Lernarrangements. In den folgenden Tests zur Ermittlung der Unterschiede zwischen den Inner- und Zwischensubjektfaktoren wurde ermittelt, dass sowohl der Effekt der Messwiederholung als auch der Effekt in der Wechselwirkung mit der Stichprobengruppe statistisch signifikant sind. Weiterhin wurde festgestellt, dass die Varianz zwischen t_0 und t_1 statistisch signifikant ist, zwischen t_1 und t_2 jedoch nicht mehr. All diese Teilergebnisse deuten darauf hin, dass das Lernarrangement Wirkungen erzielt hat und die Auszubildenden sich nach der Durchführung des Lernarrangements verbessert haben. Im weiteren Verlauf wurde eine Varianzanalyse nur für die Interventionsgruppe durchgeführt. In den paarweisen Vergleichen wurde festgestellt, dass die Unterschiede zwischen t_0 und t_1 sowie zwischen t_0 und t_2 signifikant sind. Die Unterschiede zwischen t_1 und t_2 stellten sich als eher nicht signifikant heraus. Das bedeutet, dass in der Interventionsgruppe unmittelbar nach dem Lernarrangement Veränderungen bewirkt wurden, diese nicht weiter ansteigen, aber auch nicht wieder absinken. Demnach konnten nachhaltige Verbesserungen erzielt werden.

In der weiteren Betrachtung der Ergebnisse wurde festgestellt, dass die einzelnen Kategorien unterschiedlich stark angesprochen wurden. Es kann gezeigt werden, dass die verbale Kommunikationsfähigkeit sich mit einer einmaligen Intervention an wenigsten stark verbessert. Dies entspricht auch der Auffassung von Chomsky (1973, S. 29), dass verbale Kommunikationsaspekte nicht einfach durch äußere Einwirkungen beeinflussbar sind. Die stärksten Verbesserungen, die nach Abschluss der Intervention sogar nachhaltig ansteigen, wurden in der Kategorie der nonverbalen Kommunikation ermittelt. Dies zeigt, dass das Lernarrangement stärkeren Einfluss auf die Kategorie der nonverbalen als der verbalen Kommunikation hat. Hinsichtlich der paraverbalen Kommunikationsfähigkeit ist festgestellt worden, dass nachhaltige Verbesserungen erzielt worden sind, welche jedoch ebenfalls nicht weiter ansteigen. Diese Ergebnisse lassen sich wie folgt veranschaulichen.

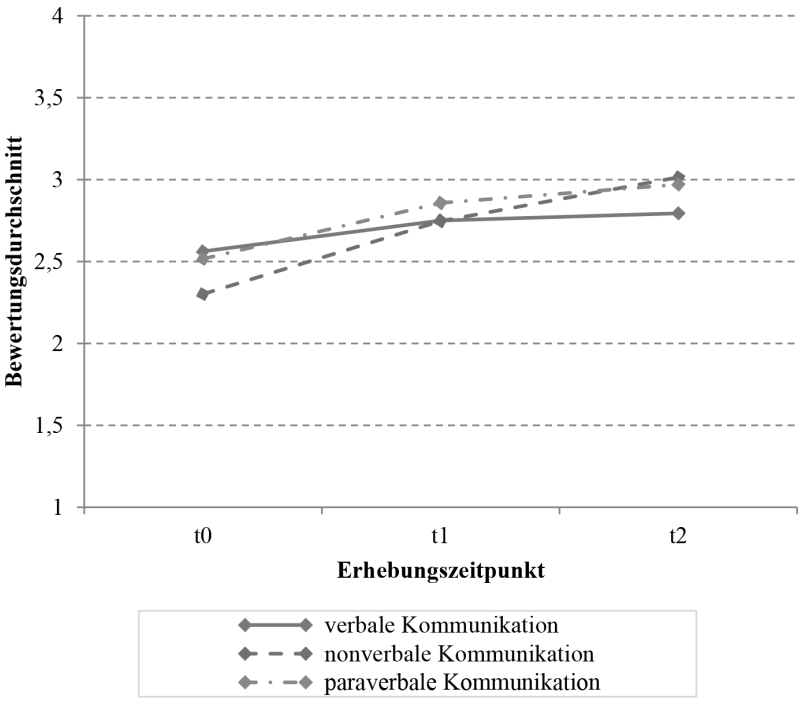


Abbildung 2: Durchschnittliche Ausprägungen in der jeweiligen Kategorie in der Interventionsgruppe

Während sich folglich für die Interventionsgruppe in allen Kategorien der mündlichen Kommunikationsfähigkeit signifikante, wenn auch unterschiedlich ausgeprägte Verbesserungen zeigen, wurden für die Kontrollgruppe keine statistisch signifikanten Änderungen ermittelt. Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass sich die Entwicklung der Kommunikationsfähigkeit nicht über die Ausbildung und die Bearbeitung und Präsentation beruflicher Aufgaben quasi „von selbst" einstellt, sondern dass die in der Interventionsgruppe vorliegenden Effekte ohne eine vergleichbare Förderung in einem Lernarrangement nicht auftreten.

Hinsichtlich des forschungsmethodischen Vorgehens kann festgestellt werden, dass sowohl das entwickelte Lernarrangement einschließlich der erstellten Lernmittel als auch das entwickelte Beobachtungsverfahren und der hier zugrunde liegende Beobachtungsbogen für eine Aufnahme in die Berufsbildungspraxis empfohlen werden können. Diese Instrumente sind forscherunabhängig einsetzbar, auf andere Stichproben oder Settings übertragbar und insbesondere der Beobachtungsbogen kann durch seine gebundenen Formulierungen schnell ausgefüllt und ausgewertet werden.

5 Wissenschaftliche Bedeutung und weiterführende Fragestellungen

Insgesamt kann eine Förderung der mündlichen Kommunikationsfähigkeit mithilfe des entwickelten Lernarrangements in Form eines Kommunikationstrainings empirisch bestätigt werden. Aufgrund der insgesamt positiven und statistisch signifikanten Ergebnisse kann das entwickelte Lernarrangement weiterempfohlen werden. Es ist denkbar, dass es auch zukünftig als Ergänzung im Ausbildungsalltag durchgeführt und zur Vorbereitung der Auszubildenden auf ihre auftragsbezogenen Fachgespräche genutzt wird. Dies ist vor allem aus dem Grund sinnvoll, dass in der Leistungserbringung der mündlichen Prüfung die sprachliche Kommunikation, das Auftreten, das Ausdrucksvermögen, aber auch die Bewertung von Sachverhalten, Situationen und Zusammenhängen eine Rolle spielen (vgl. Frank 2011, S. 435). Weiterhin kann das Lernarrangement auch für Auszubildende anderer Berufsgruppen eingesetzt werden, da es nicht berufsspezifisch formuliert ist. Ebenso kann das Lernarrangement auch an anderen Standorten des gewählten Unternehmens eingesetzt werden. Es wurde zwar in Salzgitter entwickelt und mit Auszubildenden dieses Standortes durchgeführt, aber aufgrund der Unternehmensstruktur und der standardisierten Berufsausbildung kann das Lernarrangement auch auf die anderen fünf inländischen Stammwerke übertragen werden. So können einerseits Synergien im Unternehmen genutzt und kann andererseits das Ziel der Standardisierung weiter vorangetrieben werden. Es ist denkbar, das Lernarrangement auch lernortübergreifend an Berufsschulen einzusetzen. Hierfür sollten Vertreter:innen des Betriebs und der Berufsschulen gemeinsam über den Einsatz des Lernarrangements abstimmen und miteinander kooperieren (vgl. Schaub & Zenke 2007, S. 397).

In den technischen Berufen besteht das fachliche Handeln gegenwärtig zu großen Anteilen in sprachlichem Handeln (vgl. Efing 2013, S. 110). Mithilfe des entwickelten Lernarrangements kann aufgezeigt werden, wie die Ausbildung kommunikativer Handlungskompetenz gefördert werden kann. Eine besondere Relevanz für die berufliche Ausbildungspraxis erhält das Lernarrangement als Vorbereitungsmöglichkeit für Auszubildende auf das prüfungsrelevante auftragsbezogene Fachgespräch.

Die Leistung der Forschungsstudie besteht einerseits in der Bereitstellung einer didaktisch abgesicherten Konzeption für ein Lernarrangement, das in der betrieblichen Ausbildungspraxis einsetzbar ist und grundsätzlich auf andere Stichproben, Berufe, Unternehmen oder Anwendungsfälle übertragen werden kann. Andererseits hat sich der entwickelte forschungsmethodische Zugang über Videoaufzeichnung, Beobachtung und – auf das entwickelte Instrument des Beobachtungsbogens gestützte – Auswertung als gut handhabbar erwiesen und kann für vergleichbare Untersuchungsszenarien weiterempfohlen werden.

Für verschiedene Aspekte liegen allerdings noch nicht hinreichend konkrete Antworten vor. Dies gilt bspw. für die Beobachtung, dass mit dem Lernarrangement vor allem die nonverbale Kommunikationsfähigkeit gesichert gefördert werden konnte. Offen bleibt die Ausgestaltung des Lernarrangements für eine vertiefende

Förderung der verbalen Kommunikationsfähigkeit, da berufliche Kommunikation vor allem fachlich geprägt ist (vgl. Brünner 2007, S. 41). Zudem könnten in einer nachfolgenden Studie Möglichkeiten und Methoden untersucht werden, wie eine nachhaltige Steigerung der mündlichen Kommunikationsfähigkeit – über die hier untersuchte einmalige Intervention hinaus – in der Berufsausbildung erreicht wird und wie entsprechende Maßnahmen in den Ausbildungsverlauf implementiert werden können.

Grundsätzlich hat die hier vorgelegte Studie bereits jetzt dazu geführt, dass ein Trainingsmodul auf Grundlage des hier entwickelten Lernarrangements in das Ausbildungsprogramm eines großen Automobilherstellers aufgenommen worden ist. Es wäre sicher interessant, mögliche Auswirkungen auf die Prüfungsleistungen im Langzeitvergleich zu erheben und zu bewerten, denn hierin besteht das eigentliche Unternehmensinteresse: die Ausbildungsleistungen in der technischen Berufsausbildung nachhaltig zu steigern.

Literatur

Baacke, D. (1975). Kommunikation und Kompetenz. Grundlagen einer Didaktik der Kommunikation und ihrer Medien (2. Aufl.). München: Juventa.

Baacke, D. (1985). Einführung in die außerschulische Pädagogik (2., bearb. und erg. Aufl.). Weinheim, München: Juventa.

Bader, R. & Müller, M. (2002). Leitziel der Berufsbildung: Handlungskompetenz. Anregungen zur Ausdifferenzierung des Begriffs. Die berufsbildende Schule, 54 (6), S. 176–182.

Becker-Mrotzek, M. (2012). Mündliche Kommunikationskompetenz. In: M. Becker-Mrotzek (Hrsg.), Mündliche Kommunikation und Gesprächsdidaktik (2., korr. Aufl.). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 66–83.

Brünner, G. (2000). Wirtschaftskommunikation. Linguistische Analyse ihrer mündlichen Formen. Tübingen: Max Niemeyer.

Brünner, G. (2007). Mündliche Kommunikation im Beruf. Zur Vermittlung professioneller Gesprächskompetenz. Der Deutschunterricht, 59 (1), S. 39–48.

Bühler, K. (1965). Sprachtheorie. Die Darstellungsfunktion der Sprache (2., unveränd. Aufl.). Stuttgart: Gustav Fischer.

Chomsky, N. (1973). Aspekte der Syntax-Theorie. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Chomsky, N. (1995). Thesen zur Theorie der generativen Grammatik (2. Aufl.). Weinheim: Beltz Athenäum.

Efing, C. (2013). „Wir brauchen keine Diskussionsmechaniker!“ Zum sprachlichen Handeln der Industriemechaniker/-innen in der Ausbildung. lernen und lehren, 28 (110), S. 56–62.

Efing, C. (2014). Kommunikative Kompetenz. In: J. Grabowski (Hrsg.), Sinn und Unsinn von Kompetenzen. Fähigkeitskonzepte im Bereich von Sprache, Medien und Kultur. Opladen, Berlin, Toronto: Barbara Budrich, S. 93–113.

Fleuchaus, I. (2004). Kommunikative Kompetenzen von Auszubildenden in der beruflichen Ausbildung. Ausprägung, Förderung, Relevanz im Urteil von Ausbildern, Lehrern und Auszubildenden. Hamburg: Dr. Kovač.

Grunert, C. (2012). Bildung und Kompetenz. Theoretische und empirische Perspektiven auf außerschulische Handlungsfelder. Wiesbaden: Springer VS.

Habermas, J. (1992). Moralbewußtsein und kommunikatives Handeln (5. Aufl.). Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Hensge, K.; Lorig, B. & Schreiber, D. (2009). Kompetenzstandards in der Berufsausbildung. Abschlussbericht Verfügbar unter: http://www2.bibb.de/bibbtools/tools/dapro/data/documents/pdf/eb_43201.pdf (Zugriff: 10.05.2016).

Hymes, D. (1979). Soziolinguistik. Zur Ethnographie der Kommunikation. Frankfurt am Main: Suhrkamp.

König, M. (2019): Gesprächskompetenzen Auszubildender fördern. Konzeption und Wirkung eines Lernarrangements in einer gewerblich-technischen Berufsausbildung. Bielefeld: WBV

Ott, B. (2007). Grundlagen beruflichen Lernens und Lehrens. Ganzheitliches Lernen in der beruflichen Bildung (3., überarb. und erw. Aufl.). Berlin: Cornelsen.

Rauner, F. (2007). Praktisches Wissen und berufliche Handlungskompetenz. Europäische Zeitschrift für Berufsbildung, 40 (1), S. 57–72.

Reetz, L. & Hewlett, C. (2008). Das Prüferhandbuch. Eine Handreichung zur Prüfungspraxis in der beruflichen Bildung. Berlin: Ver.di – Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft e. V.

Sloane, P. E. F. & Dilger, B. (2005). The Competence Clash – Dilemmata bei der Übertragung des ‚Konzepts der nationalen Bildungsstandards' auf die berufliche Bildung. Verfügbar unter: http://bwpat.de/ausgabe8/sloane_dilger_bwpat8.pdf (Zugriff: 06.04.2016).

Schulz von Thun, F. (2001). Miteinander reden 2. Stile, Werte und Persönlichkeitsentwicklung. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Watzlawick, P.; Beavin, J. H. & Jackson, D. D. (2011). Menschliche Kommunikation. Formen, Störungen, Paradoxien (12., unveränd. Aufl.). Bern: Hans Huber.

Weinert, F. E. (2014). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: F. E. Weinert (Hrsg.), Leistungsmessung in Schulen (3., aktual. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz, S. 17–31.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Konstrukt der mündlichen Kommunikationsfähigkeit 403

Abb. 2 Durchschnittliche Ausprägungen in der jeweiligen Kategorie in der Interventionsgruppe 408

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Ablaufplan des Lernarrangements für die Auszubildenden 405

Autorin

König, Maria, M.Sc., Dr. phil., Volkswagen AG, Industriestraße Nord, 38231 Salzgitter, maria.koenig@volkswagen.de

Sichtweisen von Lehrer:innen zum Unterricht mit Geflüchteten an gewerblich-technischen Berufsschulen in Tirol

Ingrid Hotarek

Abstract

Durch die demografische Entwicklung sowie die Tendenz der Jugendlichen, einen höheren Schulabschluss dem dualen System vorzuziehen, stehen der österreichischen Wirtschaft weniger Auszubildende zur Verfügung. Unter Ausschöpfung aller Potenziale werden zunehmend Geflüchtete in eine Lehre integriert, um den Fachkräftebedarf zu sichern. Vorgestellt werden Ergebnisse einer empirischen Studie aus dem gewerblich-technischen Berufsschulbereich in Tirol, die zeigen, vor welchen Anforderungen sich die Lehrer:innen sehen und welche individuellen Bearbeitungsstrategien sie anwenden.

Due to the demographic development and the tendency of the young people to prefer a higher school diploma to the dual system, there are fewer apprentices available to the Austrian economy. Therefore, refugees are increasingly being integrated into vocational education in order to secure the demand for skilled workers. The article presents the results of an empirical study from the technical Vocational School in Tyrol, the demands placed on the teachers in this context and individual processing strategies use.

1 Einleitung

Durch den Rückgang der Absolvent:innen einer dualen Ausbildung stehen der Wirtschaft in Österreich immer weniger ausgebildete Fachkräfte zur Verfügung. Einer der Gründe für die kontinuierlich sinkende Anzahl von Auszubildenden liegt in der Entwicklung der Bevölkerungszahlen. Bei den 15- bis 19-Jährigen ist seit dem Jahr 1990 ein Rückgang von rund zehn Prozent zu verzeichnen (BIFIE 2016). Eine weitere Ursache liegt in der höheren Studienbereitschaft der Jugendlichen. Es ist ein merklicher Trend zu einem Bildungsabschluss zu verzeichnen, der zur Universitätsreife führt (ebd.). Die Tendenz, einen höheren Schulabschluss der dualen Berufsausbildung vorzuziehen, offenbart sich in einer Langzeitbetrachtung ab dem Jahr 1980, in dem in Österreich 194.089 Personen im dualen System ausgebildet wurden. 2017 waren nur mehr 106.613 in einer Lehrausbildung (WKO 2018).

Aufgrund der rückläufigen Anzahl von Lehrinteressent:innen und der damit verbundenen Schwierigkeiten, Lehrstellen zu besetzen, ist es wenig verwunderlich, dass die Betriebe ihre Ausbildungsangebote nicht nur an die traditionellen Lehranwärter:innen adressieren, sondern vermehrt auch an Menschen mit besonderem Förderbedarf, Quereinsteiger:innen sowie Personen mit Fluchterfahrung. Die Integration Letztgenannter in das Beschäftigungssystem bietet durchaus Potenzial für die Gewinnung zusätzlicher Auszubildender im dualen System und in weiterer Folge für die Fachkräftesicherung. So zeigt sich in Österreich tendenziell eine Steigerung der Anzahl von Auszubildenden, die aus den afrikanischen Bürgerkriegsländern oder aus den Kriegsgebieten des Nahen Ostens kommen. Beispielsweise gab es im Bundesland Tirol 2010 7 Auszubildende mit afghanischer Staatsbürgerschaft, 2017 waren es 74. Syrische Staatsbürger:innen wurden im Jahr 2010 noch keine ausgebildet, 2017 waren 29 in einem Lehrverhältnis. Der Anteil nichtösterreichischer Auszubildender steigerte sich in Tirol von 7,8 Prozent im Jahr 2010 auf 11,5 Prozent im Jahr 2017 (WKO-Tirol 2018).

Alle Auszubildenden, unabhängig von ihrer Herkunft, sprachlichen Voraussetzungen sowie Vorbildung, verpflichten sich bei Lehrvertragsunterzeichnung zum Besuch einer Teilzeit-Berufsschule im Ausmaß von 1/5 der Lehrzeit. Somit zeichnet sich die Berufsschule per se durch ihre Heterogenität aus, da die Auswahl der Berufsschüler:innen in Österreich ausschließlich durch die Lehrbetriebe bzw. durch überbetriebliche Maßnahmen, insbesondere durch den Arbeitsmarktservice, erfolgt. So kann eine Klasse aus Abiturient:innen, Sonderschulabgänger:innen, Schüler:innen aller Altersklassen, In- und Ausländer:innen etc. bestehen. Ohne Zweifel hat die Berufsschule als integrierend wirkender Lernort zu agieren und unter anderem die Aufgabe, alle Schüler:innen mit ihren heterogenen Voraussetzungen und Lebenslagen bestmöglich zu fördern.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob die Lehrer:innen an gewerblich-technischen Berufsschulen in Tirol subjektiv Änderungen bei ihren Heterogenitätszuschreibungen an die Schüler:innen im Zusammenhang mit der Beschulung von Geflüchteten und den damit verbundenen Anforderungen wahrnehmen. Des Weiteren soll in der vorliegenenden Studie geklärt werden, über welche individuellen Bearbeitungsstrategien sie für diese Anforderungen verfügen.

2 Theorierahmen der Studie

Heterogenität im (berufs)schulischen Kontext

Wie oben erwähnt, ist die Zusammensetzung der Lernenden in den Berufsschulen überaus heterogen. Heterogenität bezeichnet dabei Unterschiede, die durch den Vergleich von mindestens zwei Aspekten anhand eines Maßstabes sichtbar gemacht werden. Das Ergebnis dieses In-Beziehung-Setzens ist entweder ein Heterogenitätsmerkmal oder es herrscht Homogenität vor, wenn keine Unterschiede festgestellt werden (Sturm 2013). Dies hängt von dem/der Betrachter:in ab und findet immer in

sozialen, kulturellen und historischen Rahmungen statt. Wenn daher eine Lehrperson eine Klasse als heterogen bezeichnet, hat dies durchaus einen Bezug zu ihrer Biografie. Heterogenität und deren Zuschreibungen sind demnach nicht statisch und ändern sich im Laufe der Zeit. Die entsprechenden Maßstäbe werden immer wieder neu ausverhandelt. Wer bspw. im 19. Jahrhundert nur seinen Namen schreiben konnte, galt als alphabetisiert, während dies im 21. Jahrhundert als Analphabetismus bezeichnet wird (ebd.). Auch aktuell zeichnen sich im öffentlichen Diskurs Veränderungen im Heterogenitätskontext ab. Die internationalen sozialen Entwicklungen wie Demografie und Migration fördern ein gesteigertes Bewusstsein über die gesellschaftliche Heterogenität. Dabei fokussiert man im Bildungsbereich oftmals auf das in der Öffentlichkeit verbreitete ‚Gefühl', dass sich die Verschiedenartigkeit der Schüler:innen verstärke. Es verstetigt sich in jüngster Zeit anstatt des Leitdiskurses, die homogene Klasse als zentrale Orientierungsfolie zu sehen, eine positiv konnotierte Heterogenitätsorientierung (Budde et al. 2015). Unter dem Axiom „Es ist normal, verschieden zu sein" (Prengel 2011) sind in den letzten Jahren eine Vielzahl von Publikationen zum Thema Heterogenität als Chance erschienen (u. a. Faulstich-Wieland 2000; Bohl et al. 2017). Verschiedenheit wird, in Anlehnung an die betriebliche Diversitätsdiskussion, als gewinnbringende Möglichkeit gesehen. Die Expert:innen der beruflichen Bildung sind sich bislang einig, dass die Heterogeniät, insbesondere an Berufsschulen, als Normalität zu betrachten sei (Jenewein 2013).

Zum Topos Differenzkonstruktion und Unterricht wurden in der Schul- und Unterrichtsforschung vielfältige Befunde generiert (Budde 2015). In Anlehnung daran fokussiert die vorliegende Arbeit die unterrichtsrelevanten Differenzkonstruktionen auf der Mikroebene (soziale und pädagogische). Es soll dabei nicht ein singuläres Heterogenitätsmerkmal aus diesen Dimensionen in den Blick genommen werden, sondern all jene Merkmale, die aus Sicht der Berufsschullehrer:innen im Hinblick auf ihren Unterricht, insbesondere mit Geflüchteten, wahrgenommen werden. Diese haben Anteil daran, was die Lehrer:innen in diesem Zusammenhang subjektiv als ‚Anforderungen' deklarieren.

Anforderungen an Berufsschullehrer:innen

Bromme (2014) bezeichnet die äußeren Bedingungen für das Erreichen bestimmter beruflicher Ziele als ‚Anforderungen'. Diese werden durch die Notwendigkeiten des Handelns bedingt, die sich aus den zu bearbeitenden Sachverhalten ergeben. Als relevanter Sachverhalt für dieses Forschungsprojekt dient die Unterrichtsarbeit mit Geflüchteten.

Bearbeitungsstrategien

Bei der Bearbeitung von Anforderungen geht es darum, „auf der Grundlage des vorhandenen Wissens eine im Prinzip bekannte Situation wahrzunehmen und zu beeinflussen" (Bromme 2014, S. 119). Unterrichtsereignisse müssen so strukturiert werden, dass die Bearbeitung der Ziele flexibel variiert werden kann. Als Strategie verfolgt werden soll das „Erkennen der Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen

den Begriffen und Bildern von bereits erlebten Situationen und der aktuellen Situation“ (ebd., S. 120). Weiterhin müssen diese Erkenntnisse in die Elemente des Unterrichtsverlaufes eingefügt werden (ebd.).

3 Forschungsansatz und Untersuchungsmethode

Es wurde für die Studie ein interpretativer Zugang gewählt, um die von den Berufsschullehrer:innen subjektiv wahrgenommenen Heterogenitätszuschreibungen sowie Anforderungen im Zusammenhang mit dem Unterricht mit Geflüchteten und deren individuelle Bearbeitungsstrategien explorativ rekonstruieren zu können. Im qualitativen Forschungsparadigma werden wenige Fälle ausführlich in ihrer Komplexität analysiert (Flick 2016).

Forschungsfeld

Das Erkenntnisinteresse verortet sich im Feld der Tiroler gewerblich-technischen Berufsschulen, da diese Schulart in Tirol das am stärksten besetzte Ausbildungssegment ist und daher über mehr Akteur:innen verfügt als die Bereiche Dienstleistung und Tourismus. Die Beforschung eines bestimmten Berufsbildungssegmentes bietet zudem den Vorteil, konkrete Ergebnisse für eben diesen Bereich gewinnen zu können, ohne etwaige spezifische Aspekte anderer Fachgebiete einfließen zu lassen. Allerdings wäre eine Ausweitung der Datenerhebung auf andere Schularten ein Ansatzpunkt für weitergehende Forschungen. Interviewt wurden in der Vorstudie 5, in der Hauptstudie 20 Lehrer:innen an Berufsschulen mit gewerblich-technischem Schwerpunkt.

Forschungsmodell und Forschungsdesign

Das wissenschaftliche Arbeiten erfolgt nach einer bestimmten, nachvollziehbaren Systematik. Im entwickelten Forschungsmodell werden vorerst die Ausrichtung der Studie und die Wahl der Erhebungsmethoden für die Vor- und Hauptstudie festgelegt. Nach der Erhebung der Vorstudie erfolgt die Wahl und Durchführung der Auswertungsmethode. Die gewonnenen Daten werden in ein sensibilisierendes Konzept übergeführt, das als Ausgangsbasis für die Hauptstudie dient. Anschließend folgen wiederum die Wahl und die Durchführung der Auswertungsmethode. Das Modell mündet in der Ergebnisdarstellung der Forschung, den daraus ableitbaren Konsequenzen sowie der Anbindung der Erkenntnisse an bereits bestehende Theorien.

Um einen ersten Überblick über die derzeitige Situation im Zusammenhang mit der Beschulung von Geflüchteten an den Tiroler Berufsschulen zu gewinnen, kam als Vorstudie ein Fokusgruppeninterview (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014) zur Anwendung. Dabei wurden 5 Lehrer:innen befragt, welche Erfahrungen sie im Zusammenhang von Unterricht mit Geflüchteten gemacht hätten. Das Interview wurde mit der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) zusammenfassend induktiv

ausgewertet. Die Aussagen flossen in das sensibilisierende Konzept ein, das zur Ermittlung der Themenkomplexe für den Interviewleitfaden der Hauptstudie diente.

Die Datenerhebung der Hauptstudie erfolgte mittels problemzentrierter Interviews nach Witzel (1985), deren Auswertung mit der induktiven Analysetechnik nach Mayring (2015). Hierbei wurden die subjektiv erlebten Heterogenitätszuschreibungen an die Schüler:innen sowie die Anforderungen an und Bearbeitungsstrategien von Berufsschullehrer:innen im Unterricht mit Geflüchteten rekonstruiert. Im Folgenden wird das Forschungsdesign dargestellt.

Tabelle 1: Forschungsdesign

	Vorstudie	**Hauptstudie**
Datenerhebung	**Fokusgruppeninterview** (Przyborski & Wohlrab-Sahr 2014)	**Problemzentrierte Interviews** (Witzel 1985)
Datenauswertung	**Qualitative Inhaltsanalyse** (Mayring 2015) zusammenfassende Analysetechnik	**Qualitative Inhaltsanalyse** (Mayring 2015) induktive Analysetechnik
Ziel	**Rekonstruktion der Erfahrungen** von Berufsschullehrer:innen im Zusammenhang von **Unterricht mit Geflüchteten**	**Rekonstruktion von subjektiv erlebten Heterogenitätszuschreibungen an die Schüler:innen, Anforderungen** an und **Bearbeitungsstrategien** von Berufsschullehrer:innen **im Unterricht mit Geflüchteten**
Ergebnis	Induktiver Teil zur Ermittlung der **Themenkomplexe** für den **Interviewleitfaden** der Hauptstudie	**Gegenüberstellung** der rekonstruierten Sichtweisen der Lehrkräfte auf die von ihnen erlebten **Anforderungen** zu jenen der vom Gesetz- und Dienstgeber **vorgegebenen Erwartungen/Standards sowie den Inhalten der Ausbildungscurricula** der Pädagogischen Hochschule – Ableitung **von Konsequenzen für die Lehrer:innenbildung.** **Erkenntnisse** über die von Berufsschullehrer:innen geschilderten **Heterogenitätszuschreibungen sowie Bearbeitungsstrategien** und ggf. **Erweiterungen von bestehenden Theoriemodellen.**

4 Ergebnisse der Vorstudie

Wie oben beschrieben, wurde das Fokusgruppeninterview mit dem zusammenfassenden Analyseverfahren nach Mayring (2015) ausgewertet. Es konnten 6 Hauptkategorien rekonstruiert werden. Diese stellen eine Verdichtung der in der folgenden rechten Spalte abgebildeten Unterkategorien dar.

Tabelle 2: Vorstudie – Kategorien

Hauptkategorien	Unterkategorien
Aus-, Fort- und Weiterbildung von Lehrer:innen im Zusammenhang mit der Beschulung von Geflüchteten hinsichtlich	Unwissen über andere Kulturen
	mangelnder Ausbildung der Lehrer:innen
Kulturell bedingte Auffälligkeiten hinsichtlich	kultureller Unterschiede
	mangelnder Harmonie zwischen Geflüchteten mit verschiedenen Nationalitäten
	unterschiedlicher Vorbildung | Intellekt
Durchführung von Fachunterricht bei Geflüchteten in Bezug auf die	Aufsichtspflicht
	Vermittlung von Sicherheitsbestimmungen und fachlichen Inhalten
	Benotung
	Deutschkenntnisse
	methodisch-didaktische Gestaltung
Auswirkungen durch die Beschulung von Geflüchteten auf die	Mitschüler:innen
	Gruppendynamiken
	eigenen Befindlichkeiten und die des Kollegiums
	Außenkontakte
	Erreichung curricularer Vorgaben
Einschätzung der Lehrer:innen über die Geflüchteten hinsichtlich deren	Perspektiven
	Motivation
	Kompetenzerreichung
	Reaktionen in Unterrichtssituationen
	Selbsteinschätzung
	Vorstellung über die Matura
Ziele der Schulleitung hinsichtlich	Schüler:innenzahlen halten wollen
	eigener Vorstellungen von Unterricht mit Geflüchteten

Die Kategorien dienten als Grundlage zur Erstellung des Interviewleitfadens der Hauptstudie. Lediglich die Kategorie „Ziele der Schulleitung" wurde nicht darin aufgenommen, da sich die Äußerungen auf das Schulleiter:innenhandeln und nicht auf das Lehrer:innenhandeln beziehen.

Der Fragebogen für die problemzentrierten Interviews wurde offen gestaltet. So können die Erfahrungsbestände der Gesprächspartner:innen unter Berücksichti-

gung von deren Relevanzgesichtspunkten rekonstruiert werden (Döring & Bortz 2016).

Es kristallisierten sich drei Themenkomplexe heraus, sie betreffen

- das individuelle Erleben von Heterogenität sowie wahrgenommene Anforderungen,
- die Durchführung von Fachunterricht, insbesondere mit Geflüchteten, und
- die Professionalisierung der Lehrer:innen im Zusammenhang mit dem Unterricht mit Geflüchteten in der Aus-, Fort- und Weiterbildung.

Im Folgenden werden exemplarisch die Ergebnisse der Hauptstudie anhand *eines* Interviews erläutert.

5 Teilergebnisse der Hauptstudie

Als Ziele der Studie wurden unter anderem die Exploration der Heterogenitätszuschreibungen an die Schüler:innen mit den spezifischen Anforderungen, denen sich die Berufsschullehrer:innen im Zusammenhang mit dem Unterricht mit Geflüchteten gegenübersehen, festgelegt. Des Weiteren sollen die individuellen Bearbeitungsstrategien der Berufsschullehrer:innen aufgezeigt werden.

5.1 Subjektiv erlebte Änderungen bei den Heterogenitätszuschreibungen

Die Lehrenden wurden befragt, wie sich die Heterogeniät bez. ihrer Schüler:innen in der Berufsschule darstellt. Dabei bestätigten sich die auch in der Literatur zu findenden Merkmale wie bspw. persönliche Ressourcen (Leistungsfähigkeit, Motivation etc.) sowie Herkunft und Vorwissen (u. a. Jablonka & Westhoff 2013; Beutner et al. 2009). In der Rekonstruktion der hier beispielhaft genannten wahrgenommenen Veränderungen in Bezug auf Heterogenitätszuschreibungen wurde festgestellt, dass sich subjektiv betrachtet hinsichtlich der Leistungsfähigkeit aller Schüler:innen nicht viel geändert habe – es gebe nach wie vor Lernende, die Schwierigkeiten bei der Stoffbewältigung hätten, und solche, denen das Lernen leichtfalle. Allerdings wurde angemerkt, dass sich die Schere zwischen diesen beiden Polen immer weiter auseinander bewege. Konkret auf den Unterricht mit Geflüchteten bezogen wurde von den befragten Lehrer:innen stets hervorgehoben, dass die Geflüchteten – sofern sie der Unterrichtssprache folgen können – im Vergleich zu anderen Schüler:innen motivierter und konsequenter in ihrem Willen, die Lernziele zu erreichen, erscheinen. Hier muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass sich in den Klassenverbünden jeweils nur ein bis zwei Geflüchtete befanden. Das Heterogenitätsmerkmal Herkunft hat sich zwar statistisch gesehen verändert, die Lehrer:innen nahmen jedoch keine Änderungen wahr – in diesem Zusammenhang beobachtete Veränderungen wurden ausschließlich auf die mangelnden Deutschkenntnisse zurückgeführt. Daraus ergaben sich für die Lehrer:innen auch *zusätzliche* Anforderungen.

5.2 Anforderungen

Es konnten in dem nachfolgend beschriebenen Einzelinterview mittels oben angesprochener Analysetechnik nach Mayring (2015) 52 Anforderungen ermittelt werden. Diese wurden zu 4 Hauptanforderungen verdichtet:

- Optimale Unterrichtsplanung und -gestaltung sowie Leistungsbeurteilung
- Inner- und außerschulische Zusammenarbeit
- An sich selbst und von anderen gestellte Ansprüche erfüllen
- Fachliche, allgemeine und multikulturelle Bildung

In der Tabelle werden die kategorisierten Anforderungen gezeigt. Die aufgrund des Unterrichts mit Geflüchteten als *zusätzliche* herausgearbeiteten wurden farblich hinterlegt.

Tabelle 3: Hauptstudie – Anforderungen

Hauptanforderungen	subjektiv wahrgenommene Anforderungen
Optimale Unterrichtsplanung und -gestaltung sowie Leistungsbeurteilung	für Gespräche mit Schüler:innen offen sein
	Schüler:innen partizipieren lassen
	ein angemessenes Verhalten zeigen
	klare und angemessene Anforderungen stellen
	Rollen klären
	den gesamten Lehrstoff vermitteln
	Zeit managen
	Unruhe vermeiden – für Ruhe sorgen
	Grenzen setzen
	die soziale Interaktion in der Klasse fördern
	Kreativität zeigen
	Schüler:innen motivieren
	mit nicht motivierten Schüler:innen arbeiten
	auf sensible Schüler:innen eingehen
	mit Schüler:innen arbeiten, die es nicht einfach gehabt haben
	mit Sprachbarrieren umgehen
	alle Schüler:innen im Blick haben
	mit Schüler:innen mit Schreibschwächen umgehen
	Vorbereitungen für Geflüchtete adaptieren
	Entscheidungen der Schüler:innen akzeptieren
	Integration der/des Geflüchteten in die Klasse fördern
	für die Akzeptanz unterschiedlicher Kulturen in der Klasse sorgen
	die österreichische Kultur, Werte und Gepflogenheiten aufzeigen sowie ‚dazu erziehen'
	kompetenzorientierte Leistungsbeurteilung umsetzen
	pädagogisch diagnostizieren

(Fortsetzung Tabelle 3)

Hauptanforderungen	subjektiv wahrgenommene Anforderungen
Inner- und außerschulische Zusammenarbeit	Zusammenarbeit mit Kolleg:innen
	Kontakt mit Schnittstellen pflegen
	Verantwortungen der Betreuer:innen aushandeln
An sich selbst und von anderen gestellte Ansprüche erfüllen	mit eigenen Unsicherheiten umgehen können
	Durchsetzungsvermögen zeigen
	Theorie in die Praxis umsetzen können
	neue Situationen bewältigen
	für Fortbildungen offen sein
	schulische Vorgaben einhalten
	Humor haben
	Reflexivität zeigen
	sich um die Schüler:innen kümmern (Caring)
	Lehren als Kerngeschäft beherrschen
	mit den positiven und negativen Seiten des Jobs umgehen
	schwierige Situationen meistern
	Flexibilität zeigen
	Erwartungen der Schulleitung gerecht werden
	neben dem Lehren zusätzliche Aufgaben bewältigen
	neue Modelle der Beschulung aufgrund von Geflüchteten mittragen
	Interesse an der Beschulung von Geflüchteten zeigen
	Geflüchtete beschulen
	positive Einstellung zur Beschulung von Geflüchteten haben
Fachliche, allgemeine und multikulturelle Bildung	fachbezogene Anforderungen erfüllen
	Abgrenzung zu allgemeinbildenden Fächern
	Kenntnisse über Geflüchtete und deren Herkunftsländer
	Kenntnisse über nationale Gesetze und Begriffe im Zusammenhang mit Flucht
	Umgang mit Erlebnissen der Geflüchteten und Traumata

In einem weiteren Analyseschritt wurden mit einer sehr breit angelegten Perspektive alle etwaigen Bearbeitungsstrategien rekonstruiert. Dazu wurden die Textpassagen im Zusammenhang mit Strategien zu Kategorien verdichtet. Es konnten aus diesem Interview 79 Bearbeitungsstrategien rekonsturiert werden.

5.3 Bearbeitungsstrategien

Die 79 Kategorien wurden im Forschungsprozess den jeweiligen Anforderungen zugeordnet, wobei einige Strategien durchaus bei mehreren Anforderungen Anwendung finden. Im Folgenden soll anhand zweier Beispiele – ‚mit Sprachbarrieren umgehen' sowie ‚schwierige Situationen meistern' – gezeigt werden, über welche Bearbeitungsstrategien der Befragte hierfür verfügt.

Tabelle 4: Bearbeitungsstrategien zu ‚mit Sprachbarrieren umgehen' und ‚schwierige Situationen meistern'

Optimale Unterrichtsplanung und -gestaltung sowie Leistungsbeurteilung	**Strategien, um die Anforderung: ‚mit Sprachbarrieren umgehen' zu bearbeiten:**
zuerst die Deutschkenntnisse diagnostizieren	
mit Geflüchteten langsam sprechen	
in Mundart erklären	
auf Englisch ausweichen	
Geflüchtete müssen Vokabelheft führen	
kürzere, einfachere Texte verwenden	
zusammengesetzte Wörter mit Bildern erklären	
fachliche Abläufe mit Bildern erklären	
Arbeitsblätter mit bildhafter Sprache erklären	
nicht schriftlich testen – Fragen mündlich beantworten lassen	
den Stoff von Mitschüler:innen erklären lassen – Teamteaching mit Schüler:innen forcieren	
Arbeitsblätter mit den Geflüchteten einzeln besprechen	
beim Lesen helfen	
Rechtschreibfehler nicht gewichten	
Geflüchtete als Übersetzungshelfer:innen einsetzen	
Geflüchtete im Unterricht trennen, damit sie besser Deutsch lernen	
sich Zeit nehmen, das Thema noch einmal besprechen	
nach der Stunde Stoff erklären	
externe Nachhilfe organisieren	
Inhalte auf die Basis herunterbrechen – das Einfachste herauspicken und vermitteln	
mit der richtigen Kernaussage zufrieden sein	
Inhalte auf verschiedene Arten erklären	
Schwierigkeitsgrad abschwächen	
Mitschriften und Unterrichtsvorbereitungen anpassen	
externe Deutschkurse vermitteln	
fremde Schriftbilder übersetzen lassen	
zu Beginn im Praxisbereich nur mit dem/der Lehrer:in arbeiten lassen	
Praxisarbeiten genau und öfter vorzeigen	

(Fortsetzung Tabelle 4)

An sich selbst und von anderen gestellte Ansprüche erfüllen	**Strategien, um die Anforderung: ‚schwierige Situationen meistern' zu bearbeiten:**
Besprechungen im Lehrer:innenteam oder mit Vertrauten	
mit Direktion sprechen	
mit externen Spezialist:innen sprechen	
Gespräche mit der/dem Lehrberechtigten führen	
Schüler:innen mit einbeziehen	
klärende Gespräche mit den Schüler:innen führen	
Störungen vorrangig behandeln	
Gelassenheit zeigen	
Rollen klären	
sich durchsetzen	
Anforderungen klar formulieren	
Regeln einfordern	
sich selbst reflektieren	
sich abgrenzen	
Grenzen des Machbaren ziehen	

Die Darstellung der 36 weiteren Bearbeitungsstrategien mit ihren Zuordnungen zu den jeweiligen Anforderungen würde hier den Rahmen sprengen. Im nächsten Kapitel werden die aufgrund des Unterrichts mit Geflüchteten als *zusätzlich* empfundenen Anforderungen dargestellt und eine Anbindung an bestehende Theorien vorgenommen.

6 Herausarbeitung von ‚zusätzlichen' Anforderungen sowie Anbindung der Ergebnisse an bestehende Theorien

Viele der subjektiv wahrgenommenen Anforderungen in Bezug auf eine **optimale Unterrichtsplanung und -gestaltung sowie Leistungsbeurteilung** lassen sich in den Zehnerkatalog[1] der Kriterien von ‚gutem Unterricht' (Meyer, 2018) einordnen. Als *zusätzliche* Anforderung kann die Förderung der Integration von Geflüchteten in die Klasse gesehen werden, ebenso das Aufzeigen der österreichischen Kultur, Werte

1 Zehnerkatalog: Sinnstiftendes Kommunizieren, inhaltliche Klarheit, klare Strukturierung, echte Lernzeit, Methodentiefe, intelligentes Üben, individuelles und gemeinsames Fördern, lernförderliches Klima, vorbereitete Umgebung, transparente Leistungserwartungen (Meyer 2018, S. 4).

und Gepflogenheiten sowie die Erziehung dazu. Meyer (ebd.) konstatiert selbst, dass Erziehungsaufgaben in seinem Merkmalskatalog unterrepräsentiert seien, da es dazu nur wenige abgesicherte Forschungsergebnisse gebe. Die weiteren *zusätzlichen* Anforderungen: der adäquate Umgang mit Sprachbarrieren sowie gezielt für Geflüchtete adaptierte Unterrichtsvorbereitungen , wurden als herausfordernd wahrgenommen und lassen sich nicht ohne Weiteres mit Meyers Kriterium ‚individuelles und gemeinsames Fördern' bearbeiten.

Als weitere Hauptanforderung kristallisierte sich die **inner- und außerschulische Zusammenarbeit** heraus. Kooperation und Kollegialität werden unter anderem auch als Teil des Professionalisierungskonzeptes EPIK[2] (Paseka et al. 2011) genannt, das in Österreich als einer der Orientierungspfade für die Pädagog:innenbildung gilt. Kollegiale Zusammenarbeit wird als wichtiges Verbindungsglied zwischen den Einzelaktivitäten der Lehrer:innen und der Entwicklung der Schule anerkannt, wobei bei Paseka et al. (ebd.) keine außerschulischen Kontakte berücksichtigt werden. Gerade an Berufsschulen sind Kontakte nach außen jedoch üblich (Lehrberechtigte, Wirtschaftskammer etc.). Als *zusätzliche* Anforderungen werden in der vorliegenden Studie die Pflege der Kontakte *mit* sowie das Aushandeln der Verantwortungen *von* den Betreuer:innen der Geflüchteten erlebt.

An sich selbst und von anderen gestellte Ansprüche erfüllen stellt die dritte Hauptanforderung dar. Einerseits kann hier auf die §§ 2 und 46 des österreichischen Schulorganisationsgesetzes und die §§ 17, 47, 51 und 54 des Schulunterrichtsgesetzes[3] rekurriert werden, in denen die Erwartungen des Dienstgebers an die Lehrer:innen normiert sind. Die Lehrer:innen stellen zudem an sich selbst vielfältige Ansprüche, die bspw. mit dem Big-Five[4]-Modell zur Messung der Persönlichkeit (Schlese 2012) gespiegelt werden können. Zudem spielen die persönlichen Sichtweisen von Lehrer:innen eine Rolle, denn sie beeinflussen das Handeln einer Lehrkraft (Seifried & Sembill 2009). Als *zusätzlich* herausgearbeitet wurde, dass von anderen die selbstverständliche Beschulung sowie eine positive Einstellung dazu vorausgesetzt würden. Man solle neue Modelle der Beschulung von Geflüchteten als Selbstverständlichkeit mittragen und Interesse dafür zeigen.

Die vierte Hauptanforderung aus Sicht des Interviewten ist die **fachliche, allgemeine und multikulturelle Bildung**. Bromme (2014) bezeichnet die Entwicklung des Fachinhaltes als „Kern der Anforderungen des Unterrichtens" (ebd., S. 92). In Österreich erfolgt die fachwissenschaftliche Qualifikation der Berufsschullehrer:innen grundsätzlich bereits vor Ausbildungsbeginn an der Pädagogischen Hochschule, wobei auch im Studium darauf Bezug genommen wird. Die fachliche Weiterentwicklung muss jedoch größtenteils selbstständig geschehen, da sich die bereichsspezifischen Tätigkeitsanforderungen laufend ändern (Mathies 2010). Die allgemeine und multikulturelle Bildung findet zwar in den Ausbildungscurricula ihren Niederschlag, wird aber aufgrund der vielfältigen Inhalte nur marginal behandelt. Als *zusätzliche*

2 EPIK: Entwicklung von Professionalität im internationalen Kontext.
3 Schulorganisations- und Schulunterrichtsgesetz. Verfügbar unter: https://www.ris.bka.gv.at/ (Zugriff: 11.12.2018).
4 Big Five: Neurotizismus, Begeisterungsfähigkeit, Offenheit für Erfahrungen, Verträglichkeit, Gewissenhaftigkeit (Schlese 2012, S. 9).

Anforderungen aufgrund der Beschulung von Geflüchteten werden Kenntnisse über die Geflüchteten und deren Herkunftsländer sowie über nationale Gesetze und Begriffe im Zusammenhang mit Flucht und der Umgang mit Erlebnissen der Geflüchteten sowie Traumata gesehen.

7 Fazit

Durch die demografische Entwicklung sowie die Tendenz der Jugendlichen, die vollzeitschulische Ausbildung der Lehre vorzuziehen, kommt es zu einem Rückgang an Auszubildenden im dualen System. Der Zuzug von Asylsuchenden birgt für die Arbeitgeber:innen die Hoffnung, weitere Auszubildende und somit zukünftige Facharbeiter:innen zu gewinnen. Da alle im dualen System Lernenden berufsschulpflichtig sind, ist aufgrund der Zuweisung durch die Lehrberechtigten die Zusammensetzung der Schüler:innen sehr heterogen. Aus Sicht der befragten Berufsschullehrer:innen aus dem gewerblich-technischen Bereich wird diese Heterogenität als Normalität anerkannt, wobei in der Rekonstruktion der Veränderungen in Bezug auf Heterogenitätszuschreibungen durchaus Verschiebungen im Bereich der Leistungsfähigkeit der Schüler:innen wahrgenommen werden. Die Eingliederung von Geflüchteten in den regulären Berufsschulunterricht wird als nicht besonders hervorzuhebendes Merkmal beschrieben. Allerdings werden die teilweise mangelhaften Deutschkenntnisse der Geflüchteten als herausforderndes Heterogenitätsmerkmal erlebt, demhingegen schreiben sie den Geflüchteten durchweg eine hohe Motivation und Leistungsbereitschaft zu.

Aus dem Blickwinkel der befragten Lehrer:innen ergeben sich durch den Unterricht mit Geflüchteten zusätzliche Anforderungen, für die sie jeweils individuelle Bearbeitungsstrategien nutzen. Dazu gehören im Bereich der optimalen Unterrichtsplanung und -gestaltung der adäquate Umgang mit Sprachbarrieren, die flexible Adaptierung der Unterrichtsvorbereitungen sowie das Aufzeigen der österreichischen Kultur, Werte und Gepflogenheiten. Zudem werden die Aushandlung der Verantwortungen mit den Betreuer:innen und die Kontaktpflege zu ihnen als eine zusätzliche Anforderung gesehen. Weiterhin wird aus Sicht der Befragten als zusätzliche Anforderung der von anderen an sie herangetragene Anspruch empfunden, dass sie innerschulisches Commitment bei der Beschulung von Geflüchteten zeigen. Auch im Bereich der persönlichen Bildung werden zusätzliche Anforderungen konstatiert, nämlich Kenntnisse über Herkunftsländer, nationale Gesetze und Begriffe im Zusammenhang mit Flucht und der methodisch-didaktische Umgang mit den Folgen von Traumata.

Die rekonstruierten Sichtweisen der Akteur:innen auf die von ihnen erlebten Anforderungen werden mit den standardisierten Erwartungen des Gesetz- und Dienstgebers sowie dem Professionalisierungskonzept der Pädagogischen Hochschule gespiegelt, um etwaige Konsequenzen für die Lehrer:innenbildung ableiten zu können. Insbesondere im Zusammenhang mit den neu identifizierten zusätzlichen Anforderungen wären dies bspw. die Adaptierung der Ausbildungscurricula

bzw. Schaffung entsprechender Angebote in der Fort- und Weiterbildung zur Förderung des professionellen Handelns in Bezug auf den Unterricht mit Geflüchteten. Des Weiteren werden in der vorliegenden Studie Erkenntnisse über die von Berufsschullehrer:innen geschilderten Bearbeitungsstrategien im Unterricht gewonnen, wobei ggf. bestehende Theoriemodelle erweitert werden können. Eine die aktuellen Entwicklungen miteinbeziehende Lehrer:innenbildung leistet einen Beitrag für die Professionalisierung des Bildungspersonals.

Literatur

Beutner, M., Frehe, P., Kremer, H.-H. & Zoyke, A. (2009). Individuelle Förderung – Einblicke in Strukturen und erste empirische Ergebnisse des Modellprojektes. Kölner Zeitschrift für Wirtschaft und Pädagogik, 24 (47), S. 15–38.

BIFIE (2016). Nationaler Bildungsbericht Österreich 2015 (Band 1). Verfügbar unter: https://www.bifie.at/node/3384 (Zugriff: 10.06.2016).

Bohl, T., Budde, J. & Rieger-Ladich, M. (2017). Umgang mit Heterogenität in Schule und Unterricht. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

Bromme, R. (2014). Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Wissens (Standardwerke aus Psychologie und Pädagogik. Reprints. Band 7. Hrsg. v. Detlef H. Rost. Originalausgabe 1992, Bern: Huber). Münster: Waxmann.

Budde, J. (2015). Heterogenitätsorientierung. Zum problematischen Verhältnis von Heterogenität, Differenz und sozialer Ungleichheit im Unterricht. In: J. Budde, N. Blasse, A. Bossen & G. Rißler, Heterogenitätsforschung. Empirische und theoretische Perspektiven. Weinheim, Basel: Beltz Juventa, S. 21–38.

Budde, J., Blasse, N., Bossen, A. & Rißler, G. (2015). Heterogenität – Eine Einleitung. In: J. Budde, N. Blasse, A. Bossen & G. Rißler, Heterogenitätsforschung. Empirische und theoretische Perspektiven. Weinheim, Basel: Beltz Juventa, S. 7–17.

Döring, N. & Bortz, J. (2016). Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften (5. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer.

Faulstich-Wieland, H. (2000). Umgang mit Heterogenität – Stärke durch Vielfalt. Recht der Jugend und des Bildungswesens, S. 73–74.

Flick, U. (2016). Sozialforschung. Methoden und Anwendungen. Ein Überblick für die BA-Studiengänge (3. Auflage). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Jablonka, P. & Westhoff, G. (2013). BIGG-Modellversuchsförderschwerpunkt „Neue Wege in die duale Ausbildung – Heterogenität als Chance für die Fachkräftesicherung". Ziele, Entwicklungen, aktuelle Befunde und Handlungsfelder. bwp@ Spezial 6, S. 1–17. Verfügbar unter: http://www.bwpat.de/ht2013/ws15/jablonka_westhoff_ws15-ht2013.pdf (Zugriff: 10.11.2018).

Jenewein, K. (2013). Heterogeniät als Chance für die Fachkräftesicherung in kleinen und mittleren Unternehmen – Ausgangslage, Zielsetzung und exemplarische Handlungsansätze. bwp@ Spezial 6, S. 1–21. Verfügbar unter: http://www.bwpat.de/ht2013/ws22/jenewein_ws22-ht2013.pdf (Zugriff: 01.11.2018).

Mathies, R. (2010). Die Professionalisierung kaufmännischer BerufsschullehrerInnen in Österreich. Ein kritisch-konzeptioneller Beitrag zur Hochschuldidaktik. Norderstedt: Books on Demand.
Mayring, P. (2015). Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken (12., aktual. u. überarb. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz.
Meyer, H. (08.11.2018). Wohin geht die Reise? Anmerkungen zur Unterrichtsentwicklung in stürmischen Zeiten. Pädagogische Hochschule Linz, Oberösterreich: PH OOE.
Paseka, A., Schratz, M. & Schrittesser, I. (2011). Professionstheoretische Grundlagen und thematische Annäherung. Eine Einführung. In: A. Paseka, M. Schratz & I. Schrittesser, Pädagogische Professionalität: quer denken – umdenken – neu denken. Impulse für next practice im Lehrerberuf. Wien: Facultas, S. 8–45.
Prengel, A. (2011). Selektion versus Inklusion – Gleichheit und Differenz im schulischen Kontext. In: H. Faulstich-Wieland, Umgang mit Heterogenität und Differenz. Professionswissen für Lehrerinnen und Lehrer (Band 3). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 23–49.
Przyborski, A. & Wohlrab-Sahr, M. (2014). Qualitative Sozialforschung. Ein Arbeitsbuch. München: Oldenbourg.
Schlese, M. (2012). Beruf und Persönlichkeit. Zur Beziehung von beruflichen Lagen, Situationen und Persönlichkeitseigenschaften am Beispiel der Big Five im Sozioökonomischen Panel. München: GRIN.
Seifried, J. & Sembill, D. (2009). Konzeptionen, Funktionen und intentionale Veränderungen von Sichtweisen. In: O. Zlatkin-Troitschanskaja, K. Beck, D. Sembill, R. Nickolaus & R. Mulder, Lehrerprofessionalität – Bedingungen, Genese, Wirkungen und Messung. Weinheim: Beltz, S. 345–354.
Sturm, T. (2013). Lehrbuch Heterogenität in der Schule. München: Ernst Reinhardt.
Witzel, A. (1985). Das problemzentrierte Interview. In: G. Jüttemann, Qualitative Forschung in der Psychologie. Weinheim: Beltz, S. 227–255.
WKO (2018). WKO Statistik Österreich. Lehrlinge in Österreich 2017. Stichtag 31.12.2017. Wien: Wirtschaftskammer Österreich.
WKO-Tirol (2018). Tiroler Lehrlingsstatistik 2017. Innsbruck: Wirtschaftskammer Tirol. Lehrlingsstelle.

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Forschungsdesign 417

Tab. 2 Vorstudie – Kategorien 418

Tab. 3 Hauptstudie – Anforderungen 420

Tab. 4 Bearbeitungsstrategien zu ‚mit Sprachbarrieren umgehen' und ‚schwierige Situationen meistern' 422

Autorin

Hotarek, Ingrid, MA BEd, Studienleiterin Fachbereich Duale Berufsausbildung sowie Technik und Gewerbe am Institut für Berufspädagogik an der Pädagogischen Hochschule Tirol, Eduard-Bodem-Gasse 2, 6020 Innsbruck,
ingrid.hotarek@ph-tirol.ac.at

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

Ahrens-Rosemann, Katharina, M. Ed., Berufsschullehrerin, Berufliche Schule des Kreises Stormarn in Ahrensburg, Hermann-Löns-Str. 38, 22926 Ahrensburg, katharina@ahrens-rosemann.de

Bartsch, Katharina, M. Sc., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Institut für Laser- und Anlagensystemtechnik (iLAS), Technische Universität Hamburg, Denickestraße 17, 21073 Hamburg, katharina.bartsch@tuhh.de

Becker, Matthias, Prof. Dr., Professur für die Didaktik der Metalltechnik, Leiter des Instituts für Berufswissenschaften der Metalltechnik (IBM) der Leibniz Universität Hannover, Appelstraße 9, 30167 Hannover, becker@ibm.uni-hannover.de

Berens, Tobias, Dipl. Ing., stellvertretender Vorstandsvorsitzender, Berufsforschungs- und Beratungsinstitut für interdisziplinäre Technikgestaltung e. V., Max-Greve-Straße 30, 44791 Bochum, tobias.berens@bit-bochum.de

Brämer, Stefan, Dr. phil., wissenschaftlicher Mitarbeiter, Technische Bildung und ihre Didaktik, Institut I: Bildung, Beruf und Medien, Fakultät für Humanwissenschaften, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg, stefan.braemer@ovgu.de

Braun, Daniel, Dipl.-Gwl., Studienreferendar, Berufskolleg Jülich, Bongardstr. 15, 52428 Jülich, daniel.braun@berufskolleg-juelich.de

Daniel, Christian, Dr.-Ing., Universität Bremen, Institut Technik und Bildung, Am Fallturm 1, 28359 Bremen, christian.daniel@uni-bremen.de

Eichinger, Robert, Referent Arbeitsmarktpolitik, IHK Dresden, Langer Weg 4, 01239 Dresden, eichinger.robert@dresden.ihk.de

Eisenträger, Marlene, M.Sc., Research Scientist, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF), Geschäftsfeld Virtual Engineering, Sandtorstraße 22, 39106 Magdeburg, marlene.eisenträger@iff.fraunhofer.de

Emmelmann, Claus, Prof. Dr.-Ing., Institutsleiter, Institut für Laser- und Anlagensystemtechnik (iLAS), Technische Universität Hamburg, Denickestraße 17, 21073 Hamburg, c.emmelmann@tuhh.de

Faßhauer, Uwe, Prof. Dr., Professor für Berufspädagogik, Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, Institut für Bildung, Beruf und Technik, Oberbettringer Straße 200, 73525 Schwäbisch Gmünd, uwe.fasshauer@ph-gmuend.de

Fenzl, Claudia, Dr. phil., Universität Bremen, Institut Technik und Bildung, Am Fallturm 1, 28359 Bremen, fenzl@uni-bremen.de

Fischer, Martin, Prof. Dr., Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Berufspädagogik und Allgemeine Pädagogik (IBAP), Hertzstr. 16, 76187 Karlsruhe, m.fischer@kit.edu

Frenz, Martin, Prof. Dr. phil., Dipl.-Ing, Abteilungsleiter Bildung für technische Berufe, Fakultät für Maschinenwesen, Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University, Bergdriesch 27, 52062 Aachen, m.frenz@iaw.rwth-aachen.de

Gerhardt, Mareike, M. Sc./M. A., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Betriebspädagogik, Institut I: Bildung, Beruf und Medien, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg, mareike.gerhardt@ovgu.de

Gerschner, Katharina, Dipl.-Päd., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Fakultät für Maschinenwesen, Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University, Bergdriesch 27, 52062 Aachen, k.gerschner@iaw.rwth-aachen.de

Gidion, Gerd, Prof. Dr., Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Zentrum für Mediales Lernen (ZML), Karl-Friedrich-Str. 17, 76133 Karlsruhe, Institut für Berufspädagogik und Allgemeine Pädagogik (IBAP), Neuer Zirkel 3, 76131 Karlsruhe, gerd.gidion@kit.edu

Goppold, Marvin, M. Sc., Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Fakultät für Maschinenwesen, Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University, Bergdriesch 27, 52062 Aachen, m.goppold@iaw.rwth-aachen.de

Haase, Tina, Dr.-Ing., Leiterin Technologiefeld „Lernen und Erfahrungstransfer", Geschäftsfeld „Mess- und Prüftechnik", Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF), Sandtorstr. 22, 39106 Magdeburg, tina.haase@iff.fraunhofer.de

Hägele, Thomas, Dr. phil., Studienkoordinator und Dozent für die Berufliche Fachrichtung Elektrotechnik-Informationstechnik, Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik an der Technischen Universität Hamburg, Am Irrgarten 3–9, 21073 Hamburg, haegele@tuhh.de

Herzog, Dirk, Dr.-Ing., Oberingenieur, Institut für Laser- und Anlagensystemtechnik (iLAS), Technische Universität Hamburg, Denickestraße 17, 21073 Hamburg, dirk.herzog@tuhh.de

Hirsch-Kreinsen, Hartmut, Prof. Dr., Professor für Wirtschafts- und Industriesoziologie an der TU Dortmund sowie Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung Düsseldorf (Themenbereich Digitalisierung von Arbeit – Industrie 4.0), hartmut.hirsch-kreinsen@tu-dortmund.de

Hotarek, Ingrid, MA BEd, Studienleiterin Fachbereich Duale Berufsausbildung sowie Technik und Gewerbe am Institut für Berufspädagogik an der Pädagogischen Hochschule Tirol, Eduard-Bodem-Gasse 2, 6020 Innsbruck, ingrid.hotarek@ph-tirol.ac.at

Howe, Falk, Prof. Dr., Arbeitsorientierte Bildungsprozesse, Universität Bremen, Institut Technik und Bildung, Am Fallturm 1, 28359 Bremen, howe@uni-bremen.de

Jenewein, Klaus, Prof. Dr., Ingenieurpädagogik und gewerblich-technische Fachdidaktiken, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut I: Bildung, Beruf und Medien, Fakultät für Humanwissenschaften, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg, jenewein@ovgu.de

Karges, Torben, Dr. phil., Dipl.-Berufspäd., Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dozent für die berufliche Fachrichtung Fahrzeugtechnik, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat) an der Europa-Universität Flensburg, Auf dem Campus 1, 24943 Flensburg, torben.karges@uni-flensburg.de

Keller, Alinde, M. A., Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Technologiefeld „Lernen und Erfahrungstransfer", Geschäftsfeld Mess- und Prüftechnik, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb- und -automatisierung (IFF), Sandtorstr. 22, 39106 Magdeburg, alinde.keller@iff.fraunhofer.de

König, Maria, Dr. phil., M. Sc., Volkswagen AG, Industriestraße Nord, 38231 Salzgitter, maria.koenig@volkswagen.de.

Kreutzer, Heike, Leitung Bildungsgangentwicklung gewerblich/technische Berufe, Hamburger Institut für Berufliche Bildung, Hamburger Straße 131, 22083 Hamburg, heike.kreutzer@hibb.hamburg.de

Krümmel, Stefan, Dr. rer. pol., Dipl.-Geogr., Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut für Angewandte Bautechnik, Technische Universität Hamburg, Am Schwarzenberg-Campus 4, 21073 Hamburg, stefan.kruemmel@tuhh.de

Mahrin, Bernd, Dipl.-Ing., Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Fachdidaktik Bautechnik und Landschaftsgestaltung, Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre (IBBA), Technische Universität Berlin, Marchstraße 23, 10587 Berlin, bernd.mahrin@tu-berlin.de

Martin, **Stefan**, Dipl.-Berufspädagoge, Studienreferendar (Holztechnik und Informatik), Berufliches Schulzentrum „Otto Lilienthal" Freital-Dippoldiswalde, Otto-Dix-Str. 2, 01705 Freital, stefan.martin@bsz-freital-dippoldiswalde.de

Mehler, Lisa, M. A., wissenschaftliche Mitarbeiterin der Fachgruppe „Human Factors, Ergonomie", Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fachbereich „Produkte und Arbeitssysteme", Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund, mehler.lisa@baua.bund.de

Mersch, Franz Ferdinand, Prof. Dr., Institutsleiter, Institut für Angewandte Bautechnik, Technische Universität Hamburg, Am Schwarzenberg-Campus 4, 21073 Hamburg, ffmersch@tuhh.de

Meyser, Johannes, Prof. Dr., Dipl.-Ing., Professur Fachdidaktik Bautechnik und Landschaftsgestaltung, Technische Universität Berlin, Marchstr. 23, 10587 Berlin, johannes.meyser@tu-berlin.de

Möser, Sebastian, Dipl.-Ing. (FH) M. Sc., Chief Research Engineer, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF), Geschäftsfeld Virtual Engineering, Sandtorstraße 22, 39106 Magdeburg, sebastian.moser@iff.fraunhofer.de

Müller, Lars, B.Sc., Technische Bildung und ihre Didaktik, Institut I: Bildung, Beruf und Medien, Fakultät für Humanwissenschaften, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg, lars.mueller@ovgu.de

Multhauf, Martin, Dipl. Ing. (BA), GWL, wiss. Mitarbeiter, Institut für Angewandte Bautechnik, Technische Universität Hamburg, Am Schwarzenberg-Campus 4, 21073 Hamburg, m.multhauf@tuhh.de

Nakhosteen, C. Benjamin, Dr.-Ing., Head of Learning & Transformation Concepts (Leiter Weiterbildung, Organisationsentwicklung, Wissensmanagement), Human Resources Development, thyssenkrupp Steel Europe AG, Kaiser-Wilhelm-Straße 100, 47166 Duisburg, benjamin.nakhosteen@thyssenkrupp.com

Nettling, **Martin**, M. Ed., Wiss. Mitarbeiter, Technische Universität Dresden, Institut für Berufliche Fachrichtungen, Weberplatz 5, 01217 Dresden, martin.nettling@tu-dresden.de

Niethammer, **Manuela**, Prof. Dr. phil. habil., Hochschullehrerin, Technische Universität Dresden, Institut für Berufliche Fachrichtungen, Weberplatz 5, 01217 Dresden, manuela.niethammer@tu-dresden.de

Popp, Philipp, M. Ed., wiss. Mitarbeiter, Institut für Angewandte Bautechnik, Technische Universität Hamburg, Am Schwarzenberg-Campus 4, 21073 Hamburg, philipp.popp@tuhh.de

Pursche, Anne, M. Sc. Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Fakultät für Maschinenwesen, Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University, Bergdriesch 27, 52062 Aachen, a.pursche@iaw.rwth-aachen.de

Ranke, Hannes, M. Ed., Oberingenieur, Institut für Angewandte Bautechnik, Technische Universität Hamburg, Am Schwarzenberg-Campus 4, 21073 Hamburg, hannes.ranke@tuhh.de

Reifschneider, Olga, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Berufspädagogik und Allgemeine Pädagogik (IBAP), Neuer Zirkel 3, 76131 Karlsruhe, olga.reifschneider@kit.edu

Reimann, Daniela, Dr., Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Berufspädagogik und Allgemeine Pädagogik (IBAP), Hertzstr. 16, 76187 Karlsruhe, daniela.reimann@kit.edu

Scheiermann, Gero, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Duisburg-Essen, Institut für Berufs- und Weiterbildung, Fachgebiet Berufspädagogik/Berufsbildungsforschung, Universitätsstr. 2, 45141 Essen, gero.scheiermann@uni-due.de

Schenk, Michael, Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult., Leiter des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF), Sandtorstraße 22, 39106 Magdeburg, michael.schenk@iff.fraunhofer.de

Schmitz, Clarissa, M. A., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Fakultät für Maschinenwesen, Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University, Bergdriesch 27, 52062 Aachen, c.schmitz@iaw.rwth-aachen.de

Schmucker, Ulrich, Prof. Dr. sc. techn., Geschäftsfeldleiter Virtual Engineering, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF), Geschäftsfeld Virtual Engineering, Sandtorstraße 22, 39106 Magdeburg, ulrich.schmucker@iff.fraunhofer.de

Schönbeck, Matthias A., Prof. Dr. phil., Hochschullehrer, Fachbereich bauen-kunstwerkstoffe, Hochschule Koblenz, Konrad-Zuse-Straße 1, 56075 Koblenz, schoenbeck@hs-koblenz.de

Schüßler, Philipp, M. Ed., wissenschaftlicher Mitarbeiter, Professur für Wirtschaftsinformatik, Fachbereich Wirtschaft, Hochschule Magdeburg-Stendal, Breitscheidstr. 2, 39114 Magdeburg, philipp.schuessler@hs-magdeburg.de

Skrytutskiy, Sergii, M. Sc., Research Engineer, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF), Geschäftsfeld Virtual Engineering, Sandtorstraße 22, 39106 Magdeburg, sergii.skrytutskiy@iff.fraunhofer.de

Spöttl, Georg, Prof. Dr. Dr. h. c., em., Leiter des Zentrums für Technik, Arbeit und Berufsbildung (TAB) an der Uni Campus GmbH der Universität Bremen und des Steinbeis Transferzentrums InnoVET, Kluesrieser Weg 74, 24939 Flensburg, spoettl@uni-bremen.de

Struck, Philipp, Dr. phil., wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut für Berufspädagogik an der Universität Rostock, August-Bebel-Str. 28, 18055 Rostock, philipp.struck@uni-rostock.de.

Vieback, Linda, M. Sc., wissenschaftliche Mitarbeiterin, Technische Bildung und ihre Didaktik, Institut I: Bildung, Beruf und Medien, Fakultät für Humanwissenschaften, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg, linda.vieback@ovgu.de

von Galen, Raphael, M. A., Universität Bremen, Institut Technik und Bildung, Am Fallturm 1, 28359 Bremen, vongalen@uni-bremen.de

Warner, Nora, Dipl.-Psych., Mitarbeiterin der Christlichen Bildungsakademie für Gesundheitsberufe Aachen GmbH, Luisenhospital Aachen, Boxgraben 99, 52064 Aachen, nora.warner@luisenhospital.de

Windelband, Lars, Prof. Dr., Professor für Technik und ihre Didaktik, Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, Institut für Bildung, Beruf und Technik, Oberbettringer Straße 200, 73525 Schwäbisch Gmünd, lars.windelband@ph-gmuend.de

Wischniewski, Sascha, Dr., Leiter der Gruppe 2.3 „Human Factors, Ergonomie“, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fachbereich Produkte und Arbeitssysteme, Gruppe „Human Factors, Ergonomie“, Friedrich-Henkel-Weg 1–25, 44149 Dortmund, Wischniewski.Sascha@baua.bund.de

gtw
gewerblich-technische
wissenschaften
und ihre didaktiken

Der vorliegende Band dokumentiert ausgewählte Beiträge der 20. Herbstkonferenz der Arbeitsgemeinschaft Gewerblich-Technische Wissenschaften und ihre Didaktiken (gtw) in der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V., die am 4. und 5. Oktober 2018 in Magdeburg unter dem Leitthema „Digitalisierung – Fachkräftesicherung – Lehrerbildung – Antworten der Gewerblich-Technischen Wissenschaften und ihrer Didaktiken“ stattfand.

Die gtw ist ein Zusammenschluss von Mitgliedern aus Hochschulen und hochschulpolitisch Aktiven, die im Bereich der Lehre, Forschung und Entwicklung gewerblich-technischer Wissenschaften und ihrer Didaktiken tätig sind.

Zielsetzung der gtw ist die Erforschung und Absicherung des Wissens über gewerblich-technische Arbeitsprozesse im Hinblick auf eine zukunftsorientierte Entwicklung beruflicher Aus- und Weiterbildungskonzepte und darauf bezogener Theoriebildung. Dazu analysiert, gestaltet und evaluiert die gtw Arbeits- und Bildungsprozesse in gewerblich-technischen Berufsfeldern und befasst sich mit Qualität und Ausrichtung der Ausbildung des Berufsbildungspersonals. Dabei stehen die wissenschaftliche Ausbildung und Professionalisierung des Berufsbildungspersonals in den gewerblich-technischen Fachrichtungen im Mittelpunkt.

Aufgaben der gtw sind die Förderung eines wissenschaftlichen Diskurses und die Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse aus der Berufsbildungsforschung, die Förderung von Forschung und Lehre in den gewerblich-technischen Wissenschaften und ihren Didaktiken sowie die Zusammenarbeit bei der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Nähere Informationen über die Arbeit der gtw und die Möglichkeit des Beitritts zur Arbeitsgemeinschaft erhält der Leser/die Leserin auf der Website www.gtw-ag.de oder über die gtw-Koordinierungsstelle:

Frau Claudia Gründer
gtw-Koordinierungsstelle
c/o Europa Universität Flensburg
Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat)
Auf dem Campus 1, 24943 Flensburg
Tel.: +49 (0)461 805 2149
ag-gtw@biat.uni-flensburg.de

Berufsbildung, Arbeit und Innovation

↗ wbv.de/bai

Die Reihe Berufsbildung, Arbeit und Innovation bietet ein Forum für die grundlagen- und anwendungsorientierte Berufsbildungsforschung. Sie leistet einen Beitrag für den wissenschaftlichen Diskurs über Innovationspotenziale der beruflichen Bildung.

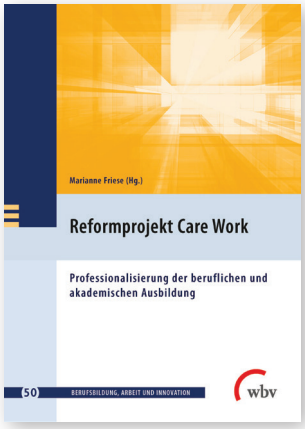
Angesprochen wird ein Fachpublikum aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie aus schulischen und betrieblichen Politik- und Praxisfeldern.

Die Reihe ist in zwei Schwerpunkte gegliedert:

- Berufsbildung, Arbeit und Innovation (Hauptreihe)
- Dissertationen/Habilitationen (Unterreihe)

Alle Titel der Reihe sind als Druckausgabe und E-Book erhältlich.

Die Reihe Berufsbildung, Arbeit und Innovation wird herausgegeben von Prof.in Marianne Friese (Gießen), Prof. Klaus Jenewein (Magdeburg), Prof.in Susan Seeber (Göttingen) und Prof. Georg Spöttl (Bremen).



wbv Media GmbH & Co. KG · Bielefeld
Geschäftsbereich wbv Publikation
Telefon 0521 91101-0 · E-Mail service@wbv.de · Website wbv.de

In diesem Band werden Wirkungen des digitalen Wandels in Verbindung mit den Herausforderungen an das berufliche Bildungspersonal und die Fachkräftesicherung in den Unternehmen beleuchtet. Neben konkreten Lösungsansätzen für die Gestaltung und Unterstützung von Lernprozessen etwa durch Planspiele oder technologiebasierte Lernsysteme geht es in den Beiträgen aus der Berufsbildungsforschung um die Bewältigung des technologischen und demografischen Wandels in der Bildungs- und Arbeitswelt.

Die Reihe **Berufsbildung, Arbeit und Innovation** bietet ein Forum für die grundlagen- und anwendungsorientierte Berufsbildungsforschung. Sie leistet einen Beitrag für den wissenschaftlichen Diskurs über Innovationspotenziale der beruflichen Bildung.

Die Reihe wird herausgegeben von Prof.in Marianne Friese (Justus-Liebig-Universität Gießen), Prof. Klaus Jenewein (Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg), Prof.in Susann Seeber (Georg-August-Universität Göttingen) und Prof. Georg Spöttl (Universität Bremen).

Die Herausgebenden des vorliegenden Bandes sind:

Prof. Dr. Matthias Becker – Professor für die Didaktik der Metalltechnik und Fahrzeugtechnik an der Leibniz Universität Hannover.

Prof. Dr. Martin Frenz – Abteilungsleiter Fachdidaktik im Maschinenbau am Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen.

Prof. Dr. Klaus Jenewein – Professor für Ingenieurpädagogik und gewerblich-technische Fachdidaktiken an der Universität Magdeburg.

Prof. Dr. Michael Schenk – Leiter des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF Magdeburg.

ISBN 978-3-7639-6059-0

wbv Publikation

wbv.de/bai