Thomas Vollmer, Steffen Jaschke, Martin Hartmann,
Bernd Mahrin, Uli Neustock (Hg.)

Gewerblich-technische Berufsbildung und Digitalisierung

Praxiszugänge – Unterricht und Beruflichkeit

51 BERUFSBILDUNG, ARBEIT UND INNOVATION

wbv

Gewerblich-technische Berufsbildung und Digitalisierung

Praxiszugänge – Unterricht und Beruflichkeit

Thomas Vollmer, Steffen Jaschke, Martin Hartmann, Bernd Mahrin, Uli Neustock (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)
- Studientexte (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**

Thomas Vollmer, Steffen Jaschke, Martin Hartmann, Bernd Mahrin,
Uli Neustock (Hg.)

Gewerblich-technische Berufsbildung und Digitalisierung

Praxiszugänge – Unterricht und Beruflichkeit

wbv

Steinbeis-Transferzentrum
InnoVET

Unterstützt durch das Steinbeis Transferzentrum InnoVET.

Berufsbildung, Arbeit und Innovation –
Hauptreihe, Band 51

2019 wbv Publikation
ein Geschäftsbereich der
wbv Media GmbH & Co. KG
Bielefeld 2019

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

Umschlagmotiv: 1expert, 123rf

Bestellnummer: 6004697
ISBN (Print): 978-3-7639-6024-8
ISBN (E-Book): 978-3-7639-6025-5
DOI: 10.3278/6004697w

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

Vorwort 7

Digitalisierung in den Inhalten von Ausbildung und Unterricht – Lernen und Lehren in einer vernetzten Welt 9

Tanja Mansfeld
Digitalisierung der Arbeit – Was kommt da auf uns zu und wie gehen wir damit um? 11

Henning Zeidler
„Additive Fertigungsverfahren" im Unterricht berufsbildender Schulen 21

Lars Windelband
Berufsschulen in Baden-Württemberg auf den Weg zur Berufsbildung 4.0 – eine Zwischenbilanz 31

Christian Schneider, Steffen Jaschke
Entmystifizierung des Internets der Dinge 45

Torben Karges
Bedeutung und Perspektiven von Wissensmanagement und Kommunikationsprozessen für die Facharbeit und das berufliche Lernen – Eine Untersuchung am Beispiel des Kfz-Service 55

Markus Schäfer
Technikvideos in der Ausbildung – Formate und didaktische Implikationen für eine inklusive Lehre 71

Dirk Wohlrabe, Frank Arnold, Radek Havlík, František Koblasa, Stefan Nitzsche, Jan Povolny
Praxisorientierte Kompetenzentwicklung in der Produktionstechnik durch Kooperation 85

Carolin Lohse
Digitalisierung und Berufsausbildung im Gesundheitshandwerk der Augenoptik 107

Stefan Manemann, Bernd Mahrin
Mit Selfmade Digitalisierung die Ausbildung attraktiver machen 123

Erika Gericke
Herausforderungen und Strategien für einen berufsorientierten Berufsschulunterricht für Kfz-Mechatroniker 139

Martin D. Hartmann, Dirk Wohlrabe
Lernkultur und Lernumgebung an beruflichen Schulen vor dem Hintergrund der Digitalisierung 153

Christian Stoll
Web-Apps im berufsfachlichen Unterricht 173

Strukturelle Verankerung der Nachhaltigkeitsidee in der Berufsbildungspraxis 187

Sören Schütt-Sayed, Thomas Vollmer
Das Problem der Strukturellen Verankerung der Nachhaltigkeitsidee in der Berufsbildungspraxis – Einführung 189

Klaus-Dieter Mertineit
Entwicklung nachhaltiger Lernorte 193

Thomas Vollmer
Didaktik der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung 213

Sören Schütt-Sayed
Welche Kompetenzen sind im Kontext „Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung (BBnE)“ bei Lehrkräften zu fördern? 233

Wilko Reichwein
Entwicklung und Einsatz von Erklärvideos im Unterricht zum Thema Energiewende 253

Durchlässigkeit und Wertschätzung für berufliche Kompetenzen 267

Klaus Jenewein
Berufliche Bildung und Studierfähigkeit – Durchlässigkeit zwischen beruflicher Bildung und Hochschulbildung als Chance für das berufliche Bildungssystem 269

Georg Spöttl
Die Bedeutung der Technikerschulen im Rahmen der beruflichen Bildung 285

Julia Arnold, Florian Winkler
Gelingensbedingungen für einen erfolgreichen Übergang von beruflich qualifizierten Studierenden in die Studieneingangsphase ingenieurpädagogischer Studiengänge 295

Vorwort

In der Arbeits- und Berufswelt ist der ständige Wandel eine Konstante. Dies betrifft gerade die technischen Berufe und gewinnt aktuell durch die fortschreitende Digitalisierung eine beschleunigte Dynamik, die in nicht allzu ferner Zukunft durchgreifende Veränderungen in allen Bereichen unseres Lebens erwarten lässt. Damit sind Befürchtungen verbunden, dass Arbeitsplatzverlust droht oder die Anforderungsveränderungen die Beschäftigten überfordern. Der Ausdruck Industrie 4.0 – der Verweis auf die vierte Industrielle Revolution – trägt sicherlich zur Verunsicherung bei. Der Erfinder des Internets der Dinge am MIT, Kevin Ashton, hat in einem Interview geäußert, dies sei „keine Revolution. Die Veränderungen vollziehen sich graduell und über Jahre. Immer mehr und immer bessere Sensoren sammeln immer präzisere Daten, die mit Hilfe von Algorithmen immer besser verstanden werden. Erst im Rückblick wird einem bewusst, welches Ausmaß die Transformation tatsächlich hat."[1] Auch wenn erst im Rückblick die Folgen der technologischen Entwicklungen vollständig absehbar sein werden, so geht es jedoch heute darum, Antworten darauf zu finden, wie dieser Prozess gestaltet werden soll. Die Digitalisierung wird auch für den grundlegenden Wandel der Energieversorgung und -nutzung in den nächsten Jahren von Bedeutung sein. Die vom „Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen" (WBGU) als „Große Transformation"[2] bezeichnete Abkehr von der Nutzung fossiler Energieträger für die Produktion von Gütern, für die Wärmeversorgung, für die Mobilität und für die Stromerzeugung hin zu einer Nachhaltigkeit ausgerichteten Wirtschaft und Gesellschaft kann als wirklich revolutionär angesehen werden.

Diese durchgreifenden gesellschaftlichen Veränderungen erfordern die gestaltende Mitwirkung technischer Facharbeit und wird auf deren Aufgabenprofile einwirken. Nur wenn die Beschäftigten über entsprechende technologische und arbeitsbezogene Kompetenzen verfügen und sich der Gestaltbarkeit der Zukunft bewusst sind, werden sie in der Lage sein, sich hieran zu beteiligen. Berufliche Aus- und Weiterbildung hat in diesem Zusammenhang eine zentrale Bedeutung und muss folglich Antworten neue Fragen finden. Angesichts der sich abzeichnenden Umwälzungen ist sie mehr denn je auf Praxiszugänge angewiesen, um Unterricht und Beruflichkeit zukunftsorientiert in Einklang zu bringen. Es sind Berufsbildungsangebote für neue Qualifikationsanforderungen zu entwickeln, mit denen einerseits dem Fachkräftemangel begegnet und andererseits die Beschäftigung gesichert werden kann. Die Ausbildung muss die Jugendlichen auf eine künftige Arbeitswelt vorbereiten, in der sich die Lerninhalte zunehmend von konkreten Prozessen lösen und in Programmen vergegenständlichen. Das heißt, es müssen auch denjenigen beruf-

1 Frankfurter Allgemeine v. 08.10.2017
2 so genannt vom „Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen" (WBGU) (s. http://www.wbgu.de/hauptgutachten/hg-2011-transformation/)

liche Perspektiven eröffnet werden, die sich damit schwertun. Und es wird die Notwendigkeit zunehmen, sich kontinuierlich weiterzubilden, um den Arbeitsanforderungen ein Arbeitsleben lang gerecht werden zu können. Vor diesem Hintergrund ist zu klären, wie sich berufliche Theorie in der beruflichen Praxis identifizieren lässt und wie berufliche Theorie in der beruflichen Praxis wirksam wird. Es stellt sich die Frage, wie durch virtuelle Lernsysteme, mittels situierter Lernaufgaben und fächerintegrierte Lernsituationen Aus- und Weiterbildung gestaltet werden können, um dem Bildungsauftrag in einer sich dynamisch wandelnden Gesellschaft gerecht werden zu können.

Die Beiträge in diesem Buch sind die Dokumentation der Vorträge der Fachtagung 2018 der Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektrotechnik, Informationstechnik, Metalltechnik und Fahrzeugtechnik.[3] Sie decken ein breites Spektrum der Thematik ab und sind in drei Abschnitte gegliedert. Der Schwerpunkt „Digitalisierung in den Inhalten von Ausbildung und Unterricht – Lernen und Lehren in einer vernetzten Welt" bezieht sich auf die sich abzeichnende Entwicklungen industrieller und handwerklicher Facharbeit, die eine Vielzahl von Fragestellungen aufwerfen. Die Beiträge in diesem Schwerpunkt zeigen Tendenzen auf und stellen Ansätze vor, die darauf zielen, mittels beruflichen Lernens und Lehrens adäquat auf die Digitalisierung und Vernetzung zu reagieren. Das Spektrum reicht von neuen Fertigungsverfahren über die Unterrichtsgestaltung bis hin zur Förderung der Medienkompetenz von Lehrenden.

Ein weiterer Schwerpunkt ist der strukturellen Verankerung der Nachhaltigkeitsidee in der Berufsbildungspraxis gewidmet. Von einem einführenden Problemaufriss ausgehend werden die Möglichkeiten der Gestaltung nachhaltiger Lernorte aufgezeigt, die didaktische Umsetzung der Leitidee der Nachhaltigkeit im Beruflichen Unterricht sowie die hierauf ausgerichtete Fortbildung der Lehrenden thematisiert und schließlich der Einsatz von barrierefreien Erklärvideos zum Thema Energiewende als mediales Element vorgestellt.

Die Eröffnung von Karrierewegen von der Beruflicher Aus- und Weiterbildung hin zu einem Studium ist Gegenstand des dritten Abschnitts. Dieser Gesichtspunkt Beruflicher Bildung gewinnt angesichts der zunehmenden Akademisierung und des damit verbundenen Problems der Fachkräftegewinnung sowie der dynamischen Veränderung der Arbeitswelt durch die Digitalisierung zunehmend an Bedeutung. Eine verbesserte Durchlässigkeit zwischen beruflicher Bildung und Hochschulstudium bietet zum einen die Chance, die Attraktivität des beruflichen Bildungssystems im Wettbewerb um hoch qualifizierte Jugendliche zu erhöhen. Zum anderen ist damit auch ein Weg aufgezeigt zur Gewinnung von Studierenden der gewerblichen-technischen Fachrichtungen, die dringend benötigt werden, um dem gravierenden Problem des Lehrkräftemangels an Beruflichen Schulen zu begegnen.

Die Herausgeber

3 www.bag-elektrometall.de

Digitalisierung in den Inhalten von Ausbildung und Unterricht – Lernen und Lehren in einer vernetzten Welt

Digitalisierung der Arbeit – Was kommt da auf uns zu und wie gehen wir damit um?

Tanja Mansfeld

Abstract

Die fortschreitende Digitalisierung, aber auch die Globalisierung, der demografische Wandel und der anhaltende kulturelle und gesellschaftliche Wandel (BMAS 2016) verändern die Arbeitswelt der Facharbeiterberufe in der Metall- und Elektrotechnik. Produktionstechnische Arbeitsabläufe erfahren tiefgreifende Umgestaltungen. Die industrielle Fertigung verändert sich inhaltlich und qualitativ im Hinblick auf Anforderungen, Arbeitszuschnitte und Arbeitsbedingungen. Zugleich erfährt das Verhältnis von Menschen und Maschinen einen Wandel. Roboter und Rechner übernehmen Tätigkeiten von Beschäftigten. Dieser Beitrag beschäftigt sich zunächst mit der Frage, welche Tätigkeiten in Zukunft von Rechnern und Robotern übernommen werden könnten und welche Fähigkeiten der Menschen voraussichtlich eher nicht ersetzbar sind. Anschließend zeigt er auf, welche Anforderungen daraus einerseits für die Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer, andererseits aber auch für die Bildungspolitik in Zukunft erwachsen.

The progressive digitalisation, but also globalisation, demographic change and the continuing cultural and societal change (BMAS 2016) are transforming the working world of skilled workers in metal and electrical engineering. Production-related workflows are undergoing profound changes. Industrial production is changing in terms of content and quality with regard to requirements, work design and working conditions. At the same time, the relationship between people and machines is changing. Robots and computers take over activities from employees. This article starts with the question of which activities could be taken over by computers and robots in the future and which human abilities are more likely to be irreplaceable. It then shows what demands will arise from this in the future, not only for employees, but also for educational policy.

Industrie 4.0, Digitale Fabrik, Smart Factory und Cyber-Physische Systeme

Schon seit einigen Jahrzehnten schreitet die Digitalisierung insbesondere in den großen Unternehmen voran. Begriffe wie Industrie 4.0, Digitale Fabrik, Smart Factory und Cyber-Physische Systeme (CPS) haben Hochkonjunktur.

Der Begriff *Industrie 4.0,* erstmals auf der Hannover Messe 2011 lanciert (Draht 2014), soll für die vierte industrielle Revolution stehen (BMWi 2016). Der Terminus wird jedoch nicht einheitlich interpretiert und darüber hinaus meist technikzentriert verstanden und verwendet. Der Mensch und die Entwicklungen neuer Kollaborationsformen werden nicht berücksichtigt (Syska et al. 2016). Im internationalen Raum wird die Bezeichnung Industrie 4.0 meist nicht verwendet (Bornemann 2016).

Die *digitale Fabrik* ist "die Gesamtheit der Mitarbeiter, Softwarewerkzeuge (Applikationen) und Prozesse, die zur Erstellung der virtuellen und reellen Produktion notwendig sind" (Zäh et al. 2003, S. 76). Sämtliche Prozesse und Planungen werden von der Idee bis zum Produktlebensende digital durchgeführt, im Idealfall basierend auf einer gemeinsamen Datenbasis und vor der Umsetzung simuliert.

Für den Begriff der *Cyber-Physischen Systeme* (auch Cyber-Physikalische Systeme oder Cyber-Physical Systems) gibt es ebenfalls keine allgemein anerkannte Definition. Die Forschungsagenda CPS beschreibt Cyber-Physische Systeme als eine Verbindung von eingebetteten Software-intensiven Systemen mit Informationsnetzen wie dem Internet (acatech 2011). Die *Smart Factory* wiederum besteht aus einer Reihe von Cyber-Physischen Systemen.

Wandel der Arbeit durch die Digitalisierung

Unabhängig von den Begrifflichkeiten herrscht inzwischen jedoch Einigkeit darüber, dass die zunehmende Digitalisierung, aber auch die Globalisierung, der demografische Wandel sowie der damit einhergehende kulturelle und gesellschaftliche Wandel tiefgreifende Änderungen in der Lebens- und Arbeitswelt der Facharbeiter der Metall- und Elektrotechnik verursachen wird: Produktionstechnische Arbeitsabläufe erfahren erhebliche Umgestaltungen, Anforderungen, Arbeitszuschnitte und Arbeitsbedingungen ändern sich, das Verhältnis zwischen Mensch und Maschine wandelt sich, Roboter und Rechner übernehmen immer mehr Tätigkeiten von Beschäftigten.

Insbesondere die Automatisierung und der zunehmende Anteil an Aufgaben und Tätigkeiten, die von Computern oder computergesteuerten Systemen übernommen werden, kann und wird zu erheblichen Veränderungen auf dem künftigen Arbeitsmarkt führen.

Dengler und Matthes (2015) haben untersucht, welche charakteristischen Aufgaben (Tätigkeiten) eines Berufs in der Theorie bereits zum jetzigen Zeitpunkt von Computern oder computergesteuerten Maschinen verrichtet werden könnten, d. h. wie groß das Substituierbarkeitspotenzial der Berufe ist. Sie haben dafür die berufskundlichen Informationen der Expertendatenbank BERUFENET der Bundesagentur für Arbeit (BA) verwendet und für jede dieser Tätigkeiten ermittelt, ob sie automatisierbar ist oder nicht. Um die Höhe des Substituierbarkeitspotenzial zu bestimmen, orientierten sie sich an dem Anteil an Routine-Tätigkeiten (Dengler und Matthes 2015).

Die ARD hat aus diesen und weiteren Daten das Online-Tool "Job-Futuromat" (Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung 2017) entwickelt, mit dem die Substituierbarkeitspotenziale, d. h. die potentielle Automatisierbarkeit, in einzelnen Berufen aufgezeigt werden kann. Gibt man in dieses Online-Tool den Beruf des/der Industriemechaniker/in – Produktionstechnik ein (s. Abbildung 1), so ermittelt das Tool für diesen Beruf, dass sich der Arbeitsalltag im Wesentlichen aus sieben unterschiedlichen Tätigkeiten zusammensetzt und dass alle diese Tätigkeiten bereits heute von Robotern durchgeführt werden könnten.

Abbildung 1: Online-Tool "Job-Futuromat" – Substituierbarkeitspotenzial des Berufs des/der Industriemechaniker/in – Produktionstechnik (Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung 2017)

Für den/die Industrieelektroniker/in – Produktionstechnik gibt der "Job-Futuromat" an, dass sich der Arbeitsalltag im Wesentlichen ebenfalls aus sieben unterschiedlichen Tätigkeiten zusammensetzt und dass sechs Tätigkeiten (86 %) davon bereits heute von Robotern durchgeführt werden könnten.

Und auch für den Beruf des/der Kraftfahrzeugmechatroniker/in – Personenkraftwagentechnik ermittelt das Programm ein Substituierbarkeitspotenzial von 80 %.

Auch für die meisten anderen Berufe in der Metall- und Elektrotechnik ergibt sich ein sehr hohes Substituierbarkeitspotenzial (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Substituierbarkeitspotenziale nach Berufssegmenten (Daten aus Dengler 2015)

Bezeichnung Berufsfeld	Substituierbarkeitspotenzial (in %)
Metallerzeugung, -bearbeitung	82,5
Elektroberufe	75,6
Industrie-, Werkzeugmechaniker/innen	74,3
Technische Zeichner/innen, verwandte Berufe	69,2
Fahr-, Flugzeugbau, Wartungsberufe	67,4
Metall-, Anlagenbau, Blechkonstruktion, Installation, Montierer/innen	67,2
Techniker/innen	55,1
Feinwerktechnische, verwandte Berufe	54,3
Soziale Berufe	5,3
Lehrer/innen	3,1
Berufe in der Körperpflege	2,3

Es ist zu betonen, dass dies das Substituierbarkeitspotenzial ist, das bereits mit den heutigen Technologien erreicht werden *kann*. Noch ist dieses Potenzial nicht ausgeschöpft. Dies liegt sicherlich an unterschiedlichen Faktoren, wie beispielsweise daran, dass die Automatisierung noch nicht in allen Betrieben so weit fortgeschritten ist, wie es technisch bereits machbar wäre. Aber es liegt sicherlich auch an einigen infrastrukturellen Hindernissen, wie zum Beispiel dem unzureichenden Ausbau leistungsfähiger Datennetze. In naher Zukunft ist jedoch abzusehen, dass dieses Potenzial ausgeschöpft und sicherlich auch noch durch neue technologische Möglichkeiten erweitert werden wird. Es ist davon auszugehen, dass Tätigkeiten mit sich häufig wiederholenden oder sehr strukturierten Aktionen in einer vorhersehbaren Umgebung voraussichtlich vollständig automatisiert werden. Und auch bei weiteren Berufen (eingeschlossen solche aus dem nichtindustriellen Bereich, wie Anwaltsgehilfen, Kreditsachbearbeiter, Darlehensberater, Buchhalter und Steuerberater), werden die meisten Aufgabenbereiche automatisiert werden. Das bedeutet, dass in Zukunft viel weniger Arbeitskräfte benötigt werden (Tegmark 2017).

Aber werden durch die Digitalisierung nicht auch neue Beschäftigungen geschaffen? Dies wurde schon bei der ersten Automatisierungswelle ("Industrie 3.0) prognostiziert. Schaut man sich die Beschäftigungen der rund 42 Mio. Deutschen an, die 2016 einen Job hatten, so kann man sehen, dass die neuen Beschäftigungen, die von der Computertechnologie geschaffen wurden, erst an siebter Stelle zu finden sind (s. Abbildung 2).

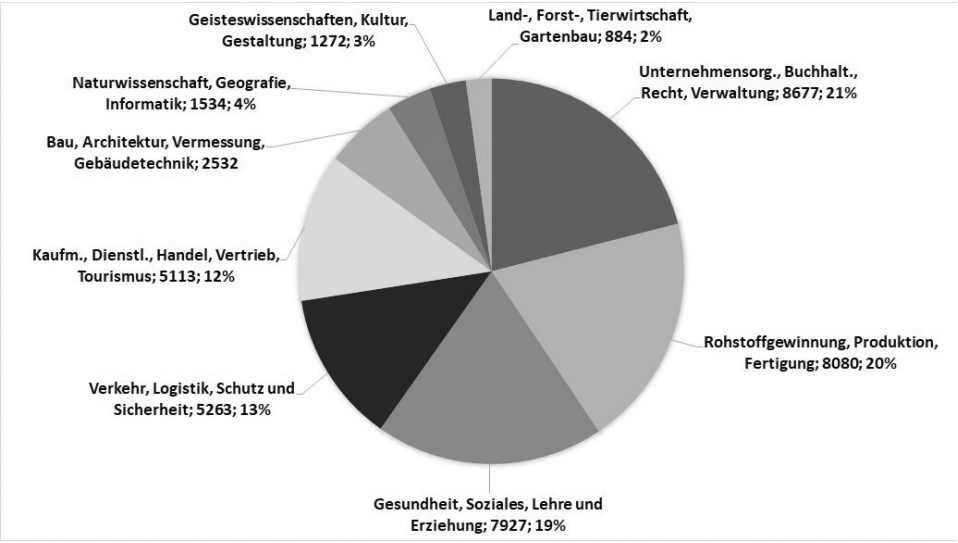


Abbildung 2: Beschäftigungen der rund 42 Mio. Deutschen, die 2016 einen Job hatten[1] (angeregt durch Tegmark 2017, S. 187)

Und selbst neu geschaffene Berufe, wie der als "neuer Hightech-Beruf mit guten Zukunftschancen" betitelte "Produktionstechnologe/-technologin", der gleichzeitig mit der angeschlossenen Fortbildung "Geprüfte/-r Prozessmanager/-in" als Einheit zukunftsorientiert kreiert wurde, blieb hinter den Erwartungen zurück (BIBB 2018). 2016 gab es bundesweit insgesamt nur 153 Absolventen, ein Drittel davon in Baden-Württemberg (BIBB 2017).

Darüber hinaus fällt auf, dass bei den neueren Geschäftsmodellen, die beispielsweise darauf basieren, statt wie traditionell über Firmen oder Banken Transaktionen über eine Plattform abzuwickeln, kein Mehrwert erzeugt wird, ebenso wie bei der Verwertung von Personendaten zur systematischen Bewerbung von Verbrauchern. Es wird viel Geld damit verdient, Datenbestände zu verknüpfen und aufgrund automatisierter Algorithmen Entscheidungen zu treffen. Diese Geschäftsmodelle erzielen zwar sehr große Umsätze, diese stehen aber in keinem Verhältnis zu der Zahl der entstehenden Arbeitsplätze. Die Tendenz geht deutlich in Richtung effektivere Produktion (Precht 2018).

Es ist also davon auszugehen, dass eher keine neuen Jobs durch die Digitalisierung entstehen werden. Im Gegenteil gibt es sogar Prognosen, wie die von Frey und Osborne (2017), die davon ausgehen, dass in den hochentwickelten Industrieländern ein sehr großer Teil der Arbeitsplätze verloren gehen wird (Precht 2018). Frey und Osborne (2017) prognostizieren, dass bereits in den nächsten ein oder zwei Dekaden 47 % der Jobs in den USA automatisiert sein könnten. Das könnte in den meisten anderen hochentwickelten Industrieländern ähnlich aussehen.

1 Die 9 Jobkategorien entstammen der Klassifikation der Berufe der Bundesagentur für Arbeit.

Selbst Berufe, die Kreativität voraussetzen, wie die Verarbeitung, Erstellung und Verteilung von Medieninhalten, die Recherche und Zusammenfassung von Inhalten könnten abgeschafft werden oder zumindest einen radikalen Wandel erfahren durch Technologien wie die Digitale Kuratierung (siehe bspw. Rehm und Neudecker 2016), semantische Technologien[2] und Künstliche Intelligenz (KI). Auch wenn sicherlich keine allumfassenden Einlassungen zu den Konsequenzen gemacht werden können, weil die Produktionsmodelle in den unterschiedlichen Ländern verschieden sind (Bosch 2016), zeichnet sich dennoch ein Trend ab, nach dem sehr viele Berufe in Zukunft wegfallen werden, und zwar sowohl einfache, als auch anspruchsvolle Tätigkeiten (Precht 2018).

Zum Wandel der Arbeit gibt es in der Literatur verschiedene Thesen. Einige Szenarien gehen davon aus, dass in Zukunft mehr Akademiker und hochqualifizierte Arbeitskräfte benötigt werden, da die Aufgabenstellungen immer komplexer werden und daher Bedarf an Fachkräften, die selbstverantwortlich Lösungen finden können, besteht *(Höherqualifizierungsthese)*. Andere vermuten eine Polarisierung dahingehend, dass es für Facharbeiter/innen, Techniker/innen und Meister/innen verbesserte Beschäftigungschancen geben wird, da sich die Zahl anspruchsvoller Tätigkeiten erhöhen wird, während die Arbeitsplätze für An- und Ungelernte wegfallen (*Polarisierungsthese)*. Ein weiteres Szenario geht davon aus, dass die digitalen Technologien eher als Werkzeuge zur Unterstützung dienen werden und damit die Anforderungen für alle Fachkräfte größer werden, vernetzte Arbeitsbereiche forciert werden und insbesondere prozessübergreifendes Erfahrungswissen eine größere Bedeutung haben wird (Spöttl 2018; Wischmann und Hartmann 2018; Hirsch-Kreinsen et al. 2018; Hirsch-Kreinsen und Itterman 2017).

Es stellt sich jedoch die Frage, ob es wirklich für Facharbeiter/innen, Techniker/innen und Meister/innen verbesserte Beschäftigungschancen geben wird. Betrachtet man beispielsweise die Entwicklung bei der Programmierung von Robotern, so werden gegenwärtig Industrieroboter oft noch "per Hand" programmiert, was teuer und aufwendig ist. Die Entwicklung geht jedoch bereits jetzt in eine andere Richtung: KI gesteuerte Roboter erlernen Verrichtungen von Arbeitskräften ohne Programmierpraxis (Tegmark 2017).

Wo geht es also hin? Falls der Fortschritt der Digitalisierung konstant bleibt, könnte der Trend kurzfristig dahin gehen, dass automatisierte Arbeitsplätze durch bessere ersetzt werden. Langfristig jedoch steuern wir in eine Richtung, in welcher die meisten Menschen letzten Endes keine Arbeit mehr bekommen werden.

Es muss also für die nahe und die ferne(re) Zukunft geplant werden. In einigen Bereichen unterscheiden sich die Handlungsempfehlungen für diese Szenarien.

2 Sie "versetzen Computer in die Lage, Informationen nicht nur zu speichern und wiederzufinden, sondern sie ihrer Bedeutung entsprechend auszuwerten, zu verbinden, zu Neuem zu verknüpfen und so flexibel und zielgerichtet nützliche Leistungen zu erbringen" (Dengel 2012, v).

Für die nahe Zukunft

In das Lernfeldkonzept sind viele Punkte bereits übernommen worden, dennoch kann es nicht oft genug wiederholt werden: In der Berufsausbildung sollte der Schwerpunkt auf "breite" Kompetenzen gelegt werden. Immer feinere Granulierungen in der Spezialisierung und die Berücksichtigung von Einzelinteressen einiger Unternehmen machen keinen Sinn. Auch die Entwicklung eines neuen Berufs "Industrie 4.0" ist nicht förderlich (Spöttl und Windelband 2017). Notwendig ist es stattdessen, dass die Schülerinnen und Schüler lernen, mit vielfältigen Datenformaten umzugehen. Nur so haben sie eine Chance, flexibel auf künftige digitale Anforderungen zu reagieren. Weiterhin müssen sie lernen, Prozesse nachzuvollziehen und kontrollieren zu können. Dadurch werden sie in die Lage versetzt, vernetzte Arbeitsbereiche zu verstehen. Kooperation und Kommunikation werden Kompetenzen sein, die sowohl in naher als auch ferner Zukunft wichtig sein werden, um komplexe Probleme gemeinsam lösen zu können. Eine Voraussetzung dafür ist auch die Interdisziplinarität (Spöttl und Windelband 2017). Sie erleichtert aber nicht nur die Kommunikation und das gemeinsame Problemlösen, sondern auch eventuell notwendige Jobwechsel.

Becker et al. (2017) haben in einer Studie für die bayerischen Metall- und Elektro-Arbeitgeber (Bayme vbm (2016)) neun generische Handlungsfelder für die M + E Berufe aus der gewerblich-technischen Berufsausbildung und zwei IT-Berufen identifiziert. Diese können dafür verwendet werden, um zu prüfen, welche Handlungsfelder der Berufe durch die Digitalisierung betroffen sein können und deshalb ergänzt bzw. abgeändert werden sollten.

Alle diese Inhalte müssen, sofern sie nicht schon jetzt Bestandteil der jeweiligen Curricula sind, so bald wie möglich Bestandteil der Ausbildung werden.

Dafür muss in den Schulen Infrastruktur bereitgestellt werden. Es sind Rechner mit hoher Rechenleistung und hoher Speicherkapazität erforderlich, um die entsprechenden Programme zu verwenden, damit die Schülerinnen und Schüler den Umgang mit den unterschiedlichen Datenformaten erlernen können. Hierfür müssen wiederum die Lehrkräfte ausgebildet sein, um Software für den Erwerb dieser Kompetenzen zu nutzen. Weiterhin sind Kapazitäten für die Software-Beschaffung und –Einführung, die technische Betreuung, die Wartung und die Erneuerung der Ausstattung bereitzustellen sowie Mittel für Lizenzkosten. Darüber hinaus müssen Lehr-Lern-Arrangements konzipiert werden, was zeit- und damit kostenintensiv ist: Es müssen Lern- und Übungsaufgaben erstellt werden, Kontextinformationen erarbeitet, Begleitmaterial, wie Programmdokumentationen erstellt werden. Die entwickelten Lehr-Lern-Arrangements müssen evaluiert und überarbeitet werden. In vielen Lehramtsstudiengängen ist die medienpädagogische Grundbildung nach wie vor nicht vorgesehen. Für die sinnvolle Einbindung von digitalen Anwendungen ist dies jedoch zwingend erforderlich. Gleiches gilt für eine medienpädagogische Weiterbildung als phasenübergreifendes Angebot der Lehrerbildung und die Festschreibung des Aufbaus von Medienkompetenz in den Curricula der Unterrichtsfächer.

Für die ferne(re) Zukunft

Langfristig muss geklärt werden, ob das derzeitige Konzept, das vorsieht, dass wir, nach dem wir ein oder zwei Jahrzehnte lang (in Schule, Betrieb und/oder Universität etc.) ausgebildet werden, um danach vier Jahrzehnte einer spezialisierten Tätigkeit nachzugehen, noch beständig ist (Tegmark 2017).

Allgemeiner Konsens ist inzwischen, dass jemand, der heute eine Berufsausbildung macht, darauf vorbereitet sein muss, sich zeitlebens weiter zu bilden. Dafür ist es notwendig, eine intrinsische Motivation aufzubauen und zu erhalten, aber auch kreativ zu sein (Precht 2018).

Eine Gesellschaft, in der nicht mehr für jeden Menschen Arbeitsplätze zur Verfügung stehen, wird sich zwangsläufig von unserer heutigen Gesellschaft unterscheiden. Das bedeutet, dass wir bereits heute die Weichen stellen müssen, um diese künftige Gesellschaft zu gestalten. Wir müssen uns entscheiden, ob wir in einer Gesellschaft leben möchten, in der die Produktivität wächst und die Erträge der Unternehmen weiter ansteigen, aber ein großer Teil der Bevölkerung arbeitslos wird und verarmt oder ob wir uns zu einem neuen Gesellschaftsvertrag mit einer neuen Wertordnung entschließen. Vielleicht ohne eine Leistungsgesellschaft, wie wir sie kennen. Mit einer Zukunft, in der wir selbstbestimmt leben können (Precht 2018).

Literatur

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (2011): Cyber-Physical Systems. Innovationsmotor für Mobilität, Gesundheit, Energie und Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer (acatech Position, 11).

Bayme vbm (2016): Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M + E Industrie. München. Online verfügbar unter www.baymevbm.de/industrie4.0, zuletzt geprüft am 17.05.2018.

Becker, Matthias; Spöttl, Georg; Windelband, Lars (2017): Berufsprofile für Industrie 4.0 weiterentwickeln. Erkenntnisse aus Deckungsanalysen am Beispiel des Ausbildungsprofils Mechatroniker/-in. In: *BWP* (2), S. 14–18.

BIBB (2016): Rangliste 2016 der Ausbildungsberufe nach Anzahl der Neuabschlüsse. Online verfügbar unter https://www.bibb.de/de/54162.php, abgerufen am 17.02.2018.

BIBB (2017): Datenblatt Produktionstechnologe/-in. Quelle: "Datenbank Auszubildende" des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) auf Basis der Daten der Berufsbildungsstatistik der statistischen Ämter des Bundes und der Länder (Erhebung zum 31. Dezember). Hg. v. Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB). Online verfügbar unter https://www2.bibb.de/bibbtools/tools/dazubi/data/Z/B/30/27302010.pdf, abgerufen am 28.02.2018.

BIBB (2018): Industrie 4.0 – Auftrieb für den Produktionstechnologen? Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB). Online verfügbar unter https://www.bibb.de/de/36962.php, abgerufen am 28.02.2018.

BMAS (2016): Weißbuch Arbeiten 4.0. Arbeit weiter denken. Online verfügbar unter http://www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/a883-weissbuch.html, abgerufen am 04.12.2017.

BMWi (2016): Was ist Industrie 4.0? http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html, abgerufen am 22.12.16

Bornemann, S. (2016): Revolution auf Kommando? – Industrie 4.0, eine Kritik. In: Zukunft der Arbeit 7. März 2016. http://www.lead-conduct.de/2016/03/07/industrie-4-0-eine-kritik/, abgerufen am 30. Sept 2016.

Frey, Carl Benedikt; Osborne, Michael A. (2017): The future of employment. How susceptible are jobs to computerisation? In: *Technological Forecasting and Social Change* 114, S. 254–280.

Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Itterman, Peter (2017): Drei Thesen zu Arbeit und Qualifikation in Industrie 4.0. In: Georg Spöttl und Lars Windelband (Hg.): Industrie 4.0. Risiken und Chancen für die Berufsbildung. Bielefeld: wbv (Berufsbildung, Arbeit und Innovation, 44), S. 131–151.

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2015): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. IAB Forschungsbericht. Hg. v. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Nürnberg (IAB-Forschungsbericht, 11).

Drath, R. (2014): Industrie 4.0 – eine Einführung. In: Open Automation, (2014) 3, S. 17–21.

Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Itterman, Peter (2017): Drei Thesen zu Arbeit und Qualifikation in Industrie 4.0. In: Georg Spöttl und Lars Windelband (Hg.): Industrie 4.0. Risiken und Chancen für die Berufsbildung. Bielefeld: wbv (Berufsbildung, Arbeit und Innovation, 44), S. 131–151.

Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Hompel, Michael ten; Ittermann, Peter; Dregger, Johannes; Niehaus, Jonathan; Kirks, Thomas; Mättig, Benedikt (2018): „Social Manufacturing and Logistics" – Arbeit in der digitalisierten Produktion. In: Steffen Wischmann und Ernst Hartmann (Hg.): Zukunft der Arbeit – eine praxisnahe Betrachtung. [1. Auflage]. Berlin: Springer Vieweg, S. 175–194.

Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (2017): Job-Futuromat: Könnte ein Roboter meinen Job machen? Jetzt online testen! Online verfügbar unter http://job-futuromat.iab.de/, zuletzt aktualisiert am 26.10.2017, abgerufen am 04.12.2017.

Precht, Richard David (2018): Jäger, Hirten, Kritiker. Eine Utopie für die digitale Gesellschaft. München: Goldmann Verlag.

Rehm, Georg; Neudecker, Clemens (2016): Digitale Kuratierungstechnologien für Bibliotheken. Online verfügbar unter http://0277.ch/ojs/index.php/cdrs_0277/article/view/158, abgerufen am 17.04.2018.

Spöttl, Georg (2018): Digitalisierung und Auswirkungen auf die berufliche Bildung. GEW Didacta-Forum. Hannover, 21.02.2018.

Spöttl, Georg; Windelband, Lars (2017): Industrie 4.0 – Neugestaltung industrieller Prozesse und Konsequenzen für die Berufsausbildung. In: Georg Spöttl und Lars Windelband (Hg.): Industrie 4.0. Risiken und Chancen für die Berufsbildung. Bielefeld: wbv (Berufsbildung, Arbeit und Innovation, 44), S. 225–240.

Syska, A.; Volkmer, R. und Felser, W. (2016): Industrie 4.0 – Fünf Irrtürmer und ein Bigger Picture! In: The Lean Knowledge Base, 23. Mai 2016. http://www.lean-knowledge-base.de/industrie-4-0-fuenf-irrtuermer/, abgerufen am 30. Sept 2016.

Tegmark, Max (2017): Leben 3.0. Mensch sein im Zeitalter Künstlicher Intelligenz.

Wischmann, Steffen; Hartmann, Ernst Andreas (2018): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0 – Szenarien aus Forschungs- und Entwicklungsprojekten. In: Steffen Wischmann und Ernst Hartmann (Hg.): Zukunft der Arbeit – eine praxisnahe Betrachtung. Berlin: Springer Vieweg, S. 1–7.

Zäh, Michael F.; Patron, Christian; Fusch, Thomas (2003): Die Digitale Fabrik. Definition und Handlungsfelder. In: *ZWF* (03), S. 75–77.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Online-Tool "Job-Futuromat" – Substituierbarkeitspotenzial des Berufs des/der Industriemechaniker/in – Produktionstechnik 13

Abb. 2 Beschäftigungen der rund 42 Mio. Deutschen, die 2016 einen Job hatten 15

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Substituierbarkeitspotenziale nach Berufssegmenten 14

Autorin

Prof. Dr. Tanja Mansfeld
Professur Berufspädagogik
Fachbereichsleitung Sozialwissenschaften
bbw Bildungswerk der Wirtschaft in Berlin und Brandenburg bbw Hochschule
Leibnizstraße 11–13
10625 Berlin

Tel: 030 319909557
Fax: 030 3199095555
E-Mail: Tanja.Mansfeld@bbw-hochschule.de
Internet: www.bbw-hochschule.de

„Additive Fertigungsverfahren“ im Unterricht berufsbildender Schulen

Henning Zeidler

Abstract

Die Additive Fertigung, umgangssprachlich auch als „3D-Druck“ bezeichnet, hat sich in den letzten Jahren rasant entwickelt. Die als Schlüsseltechnologie geltenden Verfahren haben den Weg aus der Forschung in die industrielle Anwendung gefunden; die Verbreitung nimmt stetig zu. Obwohl dadurch bereits seit einiger Zeit ein großer Bedarf an qualifiziertem Fachpersonal besteht, fehlt es an einheitlichen und vergleichbaren Ausbildungs- und Qualifizierungsangeboten und -abschlüssen. Firmen müssen die Fachkräfte an den Maschinen zumeist intern umschulen und/oder anlernen, da die Additive Fertigung in den Ausbildungsberufen bislang kaum Eingang findet. Eine ähnliche Situation findet sich an den Universitäten und Fachhochschulen, wo Know-how der Additiven Fertigung nur langsam Einzug in die Curricula findet.

Additive Manufacturing (AM), also coined “3D Printing” by the wider public, has seen tremendous development in recent years. AM technologies, which are considered key enabling technologies, have found their way from research to industrial application; its propagation is constantly increasing. Although, because of this, there is high demand for qualified workforce for some time now, uniform and comparable education and qualification offers and degrees are still lacking. Companies have to train their workers internally, as Additive Manufacturing only sparsely enters vocational training programs. A similar situation can be found at universities and universities for applied sciences, where expertise in AM only slowly enters curriculae.

1 Einleitung

Die Technische Universität Bergakademie Freiberg – gegründet 1765 – deckt mit Ihrem Profil GEOMATENUM: Geowissenschaften, Materialwissenschaften, Energie, Umwelt die akademischen Bereiche der Mathematik/Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften und Wirtschaftswissenschaften ab, wobei die Forschung und Lehre den gesamten Ressourcenzyklus von Exploration bis Recycling umfasst. Die Professur Additive Fertigung am Institut für Maschinenelemente, Konstruktion und Fertigung widmet sich intensiv den Additiven Technologien und stellt neben der

universitären Forschung und Lehre auch die Übertragbarkeit in die Wirtschaft und Gesellschaft in den Vordergrund.

Die Verfahren der Additiven Fertigung (englisch: additive manufacturing [AM]) arbeiten definitionsgemäß (VDI 3405) „nicht materialabtragend aus einem massiven Körper wie beim Fräsen, sondern materialzufügend, also additiv. Das heißt, die Bauteile entstehen schichtweise durch Hinzufügen von Ausgangsmaterial oder durch Phasenübergang eines Materials vom flüssigen oder pulverförmigen in den festen Zustand. Die Fertigung erfolgt ohne Verwendung von Formen und Werkzeugen.“ Durch diese Strategie sind äußerst komplexe Bauteilgeometrien (Hinterschnitte, interne Kavitäten, Netzstrukturen etc.) direkt aus CAD-Daten fertigbar.

2 Technologievielfalt der Additiven Verfahren

Die verfügbaren Technologien decken eine enorme Bandbreite an nutzbaren Materialien, Verfestigungsprinzipien und möglichen Bauteilabmessungen ab – vom Nanometer großen Polymerbauteil, hergestellt mit 2-Photonen-Polymerisation, bis zum Gebäude, hergestellt mit 3D-Pasten-Extrusion aus Beton.

Die industriell größte Nachfrage erfahren zur Zeit Verfahren, welche metallische Bauteile für die Luft-/Raumfahrt, den Werkzeugbau, den Automobilbau und die Medizintechnik erzeugen können (Selective Laser Melting/SLM, Electron Beam Melting/EBM, Directed Energy Deposition/DED, Wire Arc Additive Manufacturing/WAAM, Binder Jetting/3DP etc.). Im Heimanwendermarkt hat sich ein großes Segment der preiswerten Kunststoff-Filament-Extrusionssysteme (Fused Filament Fabrication/FFF), umgangssprachlich als „3D-Drucker“ bezeichnet, gebildet.

Allen ist gemein, dass die Zielstellung der Fertigung eines „funktionalen Bauteils“ verfolgt wird. Dafür ist es zunächst essentiell, die Eigenschaften dieses Bauteils zu kennen, d. h. dessen Qualität sicherzustellen, es nach dem Fertigungsprozess zu messen. Dies ist der derzeitige Stand. Der nächste Schritt als aktuelles Forschungsthema ist die gezielte, ggf. auch lokal veränderliche Einstellung dieser Eigenschaften mit den dann reproduzierbar, sicher und fehlerfrei arbeitenden Verfahren. Basierend darauf kann eine unter ökonomischen, ökologischen und sozialen Gesichtspunkten optimale Fertigung entwickelt werden. Die Voraussetzung für alle Punkte bildet das übergreifende Verständnis von Material, Prozess und Prozesskette der Additiven Fertigung.

3 Prozesskette der Additiven Fertigung

Im Gegensatz zur weit verbreiteten Wahrnehmung ist die Prozesskette der Additiven Fertigung, trotz ihrer direkten Nutzung von 3D-CAD-Daten, nicht extrem kurz. Der überwiegende Teil der Verfahren benötigt im Nachgang konventionelle, z. B. spanende Prozesse, da verfahrensbedingt Stützstrukturen zu entfernen und hohe

Oberflächenrauheiten zu glätten sind. Um das volle Potential eines funktionalen Bauteils zu heben, sind die Bereiche vom Design/CAD/CAM über die Materialaufbereitung und den AM-Prozess bis zum Geometrie- und Oberflächenfinish als Gesamtes zu betrachten.

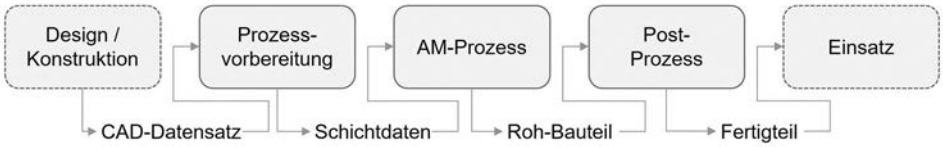


Abbildung 1: Prozesskette der Additiven Fertigung

Im Bereich des Designs liegen u. a. Betrachtungen zur Topologieoptimierung, d. h. dem lastpfadgerechten Gestalten von Bauteilen, ihrer Multi-Material Auslegung sowie dem hybriden Design für kombinierte konventionelle und Additive Fertigung.

Die Entwicklung von Materialpulvern und deren Herstellung – auch auf neuen Wegen bzw. deren Recycling – ist damit unmittelbar im Zusammenhang zu sehen, und nicht zuletzt müssen die AM-Prozesse und deren Folgetechnologien angepasst und weiterentwickelt werden, um die Umsetzung in entsprechende neue Bauteile zu ermöglichen.

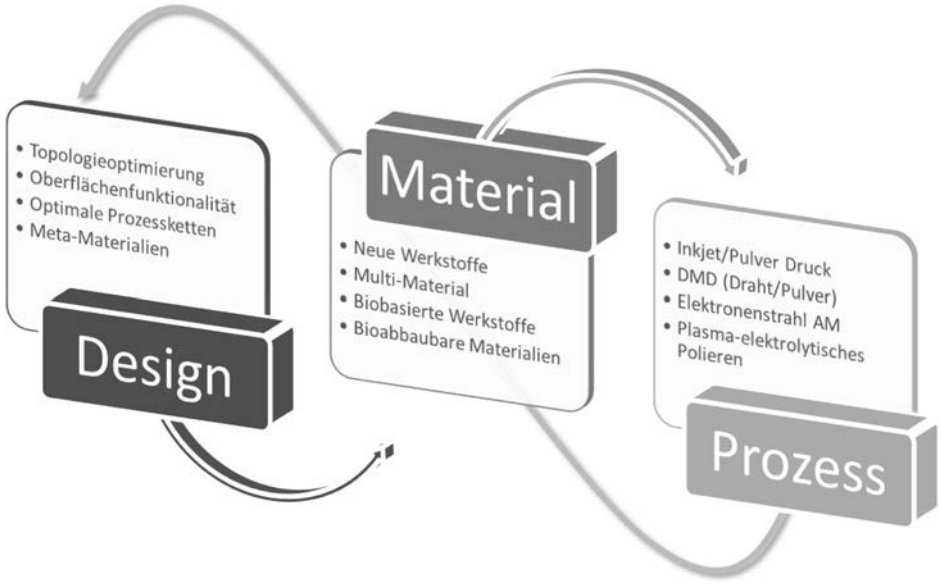


Abbildung 2: Zusammenspiel von Design, Material und Prozess sowie ausgewählte FuE-Bereiche am IMKF

Zwei Ansätze, die an der Professur betrachtet werden, seien hier nur kurz genannt. Die Additive Fertigung mit nachwachsenden Rohstoffen widmet sich dem Upcycling von biobasierten und bioabbaubaren Reststoffen, z. B. Gras-, Holz-, Kernmehl oder Muschelkalk; Filterstäube und Spanabfälle aus anderen Fertigungsverfahren können hierbei in neue, komplexe dreidimensionale Bauteile mit einem hervorragenden ökologischen Fußabdruck gebracht werden. Die Anpassung der 3D-Druck-Maschine, die Materialaufbereitung und auch die Auslegung von Anwendungen ist jedoch nicht trivial und muss zwingend holistisch erfolgen. Die Oberflächenglättung mit plasmaelektrolytischem Polieren ermöglicht es, die Rauheit komplexer Strukturen ohne geformte Werkzeuge und unter Nutzung wasserbasierter Elektrolyte zu verringern. Die Elektrolytentwicklung und Optimierung der fluidischen Strömung müssen daher im direkten Zusammenhang zum Bauteil (Design, Material, Prozess) betrachtet werden.

Abbildung 3: Mit 3DP gefertigtes Bauteil aus Aprikosenkernmehl (links; TUBAF) und plasmaelektrolytisch poliertes additiv gefertigtes Bauteil (rechts; BTE)

4 Additive Fertigung zum aktuellen Zeitpunkt

Die Additive Fertigung hat in den letzten Jahren einen enormen Aufschwung erlebt, verbunden mit einem starken Hype (vgl. Gartner 2017, S. 5ff). Mit dem wachsenden Interesse der Großunternehmen am Potential der vor allem metallbasierten Verfahren kam und kommt es zur Gründung größerer „Innovation Hubs“, „Competence Centers“ und „AM Campus“, d. h. firmeninterner Innovationszentren speziell für die Additive Fertigung. Auch der Trend, dass Großkonzerne kleinere, innovative Start Ups des AM integrieren, setzt sich fort. Die Übernahme von Arcam (Marktführer im EBM) und Concept Laser (einer der Marktführer im SLM) durch General Electric (GE) zeigt, wie hoch das Potential bewertet wird. Das Bild, das dabei von den Grenzen und Möglichkeiten des „3D-Druckens“ verbreitet wird, ist jedoch oft verzerrt. Hier sei ein Exkurs zur Begriffsdefinition eingefügt: die umgangssprachliche Bezeichnung aller Additiven Fertigungsverfahren als „3D-Drucken“ ist definitionsgemäß nicht korrekt. Das 3D-Drucken ist eine spezielle Variante der Additiven Technologien, die einen Tintenstrahl-Druckkopf nutzt, um damit eine Binder-Flüssigkeit in

ein Pulverbett zu drucken, im englischen wird sie auch „binder jetting“ genannt. Das umgangssprachlich oft so bezeichnete Kunststoff-Filament-Extrusionsverfahren wird korrekt als „Fused Filament Fabrication (FFF)“ bezeichnet. Das industriell häufig eingesetzte Laserstrahlschmelzen von Metallen ist als „Selective Laser Melting (SLM)“ definiert.

5 Verfahrensablauf

Allen AM-Verfahren gemein ist die Erzeugung der Schichtgeometrie direkt aus den 3D-CAD-Daten, d. h. es sind keine produktspezifischen Werkzeuge nötig. Zudem können aktuell auch alle am Markt befindlichen Maschinen mit dem gleichen Datensatz (STL) angesteuert werden. Die technologische Prozesskette kann daher in 1) CAD-Modell, 2) Modellaufbereitung, 3) Prozessvorbereitung, 4) Bauprozess, 5) Nachbearbeitung und 6) Anwendung untergliedert werden.

Das 3D-CAD-Modell bildet den Ausgang des Fertigungsprozesses, es kann entweder aus der Konstruktion, dem Reverse Engineering (3D-scannen) oder der Medizin (CT-, MRT-Daten) stammen. Es erfolgt eine Triangulation der Datensätze und Umwandlung in das STL-Format, welches nur Informationen zur Oberfläche des Bauteils enthält. Im Zuge der folgenden Modellaufbereitung wird dieser Datensatz in Schichten „zerlegt“, um die Steuerinformationen für die Maschine zu generieren. Bei diesem Prozess wird auch die Orientierung des Bauteils im Bauraum festgelegt. Dies hat signifikanten Einfluss auf die Oberflächenqualität (begründet mit dem „Treppenstufeneffekt“) und die richtungsabhängigen Festigkeiten (begründet mit der Anisotropie der Prozesse). Durch Festlegen der Schichtdicke kann in gewissem Maße Einfluss auf die Bauzeit und den Stufeneffekt (dickere Schicht = kürzere Bauzeit = größere Stufen) genommen werden.

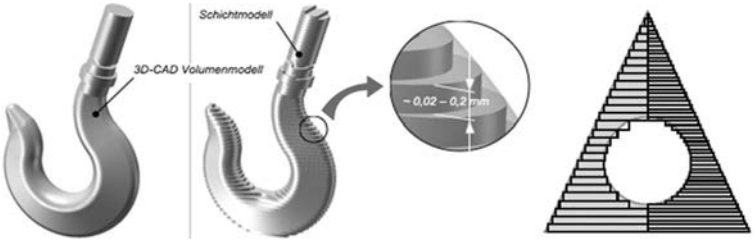


Abbildung 4: Treppenstufeneffekt am Bauteil (links, UniDuE) und Einfluss der Schichtstärke auf die Abbildegenauigkeit (rechts; VDI3405)

Durch Festlegen der Füll-Strategie des Bauteilinneren kann weiterhin zwischen Gewicht und Steifigkeit optimiert werden. Nach dem eigentlichen AM-Prozess, der schichtweise das Teil erzeugt hat, muss – technologieabhängig – überflüssiges Material und Stützstrukturen entfernt werden sowie bei Bedarf die Oberfläche endbearbeitet/geglättet werden.

6 Anwendungen

Aus heutiger Sicht sind typische Einsatzgebiete (noch) kleine Stückzahlen und/oder kundenspezifisch angepasste Produkte, eine Fertigung nach Bedarf oder vor Ort, die Fertigung von Ersatzteilen für ältere Serienprodukte oder auch Prototypen, um die Iterationszyklen in der Produktentwicklung zu verkürzen. Mehr und mehr kommen jedoch neue Designs zum Einsatz, die die Möglichkeiten der Additiven Fertigung ausnutzen, z. B. bionisch inspirierte Designs, Leichtbau etc. Unter Beachtung der erst im Jahr 1982 gestarteten Entwicklung ist hier mit einer schnellen und umfangreichen Weiterentwicklung zu rechnen. Insbesondere der Bereich des „Rapid Manufacturing“, also des direkten Herstellens von Einsatzbauteilen mit AM, wächst rasant und hat im letzten Jahr einen Zuwachs von 5 % auf einen Anteil von 34 % (Wohlers 2018, S. 15 f.) erlebt. Viele Anwendungen sind denkbar und werden sukzessive untersucht bzw. getestet, von Mode über Automotive, Nahrungsmittel und Kunst, Restauration und Schmuckdesign, Medizin bis hin zur Bauindustrie. Allen gemein ist der sinnvolle Konstruktionsansatz des „form follows function“. Dabei wird vor allem die Fähigkeit der AM-Verfahren einbezogen, komplizierte und ineinander verschachtelte Freiformgeometrien ohne technologischen Mehraufwand zu fertigen. Insbesondere fluidische Systeme (Mischer, Verteiler, Ventilblöcke etc.) können nun mit nahezu beliebig komplexen Geometrien erzeugt werden und ermöglichen dadurch eine deutliche Verringerung des notwendigen Bauraums. Weiterhin ist es mit AM oft möglich, Funktionsintegration zu betreiben, wodurch auch die Anzahl der zu verbindenden oder zu montierenden Bauteile einer Baugruppe deutlich reduziert werden kann. Dies ermöglicht kompaktere und einfacher zu fertigende, aber beispielsweise auch weniger fehleranfällige Komponenten.

7 Technologische Herausforderungen

Neben den vielen Möglichkeiten, die die Additive Fertigung bietet, gibt es auch noch Herausforderungen. In vielen Bereichen ist die Ausprägung der Oberfläche von hoher Bedeutung, denn aus struktureller Sicht (z. B. vor dem Hintergrund der Dauerfestigkeit unter schwingender Belastung), aber auch aus funktionaler Sicht (Zellwachstum, Verschmutzungsneigung, Lackierbarkeit etc.) ist mit AM-Verfahren prinzipbedingt oft nur eine raue Oberfläche erzeugbar. Dies muss aus mehreren Blickwinkeln betrachtet werden: Zum einen muss kritisch hinterfragt werden, welche Oberflächengüte an verschiedenen Bauteilflächen tatsächlich benötigt wird, d. h. wie sie sich auf die Funktion tatsächlich auswirkt. Dies wird zurzeit von Softwarelösungen, die z. B. auf mechanische Lastpfade optimieren, nicht beachtet, ist aber für die Dauerfestigkeit nicht unwichtig. Zum Zweiten sind die möglicherweise verschachtelten, komplexen Strukturen nicht mit etablierten Nachbearbeitungsverfahren erreichbar (Werkzeugzugänglichkeit) bzw. diese verändern ungünstig/undefiniert die Form und sind daher ungeeignet (z. B. Strömungsschleifen). Zusätzlich zur Oberfläche ist

auch die Prozessstabilität im Hinblick auf vollständige Porenfreiheit noch nicht gegeben. Zwar kann mittlerweile mehr als 99,8 % Dichte in metallischen Bauteilen erreicht werden, jedoch könnten dennoch unbemerkte Poren zu Versagen des Bauteils unter hohen Belastungen führen. Kritische Bauteile für die Luft- und Raumfahrt werden daher aufwändig geprüft (z. B. mit Röntgen- oder Computertomographieprüfung) und standardmäßig mittels heißisostatischem Pressen nachverdichtet. Die dadurch entstehenden hohen Kosten könnten vermieden werden, wenn die Prozesse zukünftig sicher in-process überwacht werden. Allgemein müssen die Additiven Verfahren in die Prozesskette integriert und mit subtraktiven Prozessen intelligent verknüpft werden. Erste Ansätze existieren und es gibt eine große Schnittmenge zu Ansätzen der Industrie 4.0.

8 Herausforderungen für die berufliche Aus- und Weiterbildung

Es kann konstatiert werden, dass die neuen Möglichkeiten der Additiven Fertigung auch die Anforderungen an die Konstruktion verändern. Hier müssen Zielstellung und Randbedingungen vereinbart werden. Konkret erfordert dies Kenntnis des Additiven Fertigungsprozesses sowie der gesamten Prozesskette und auch des Materials, d. h. es ist eine enge Interaktion zwischen Designer, Fertiger und Anwender erforderlich. Da sich sowohl Software als auch Hardware stetig mit hoher Geschwindigkeit weiterentwickeln ist ein kontinuierlicher Lernprozess Voraussetzung für eine optimale Anwendung. Dies stellt auch die Aus- und Weiterbildung vor Herausforderungen. Zurzeit existiert noch kein Ausbildungsberuf speziell für die Additiven Verfahren bzw. sind diese nicht Inhalt der aktuellen Ausbildungspläne der Fertigungsberufe. Auch in den universitären Studienplänen halten die Inhalte nur schrittweise Einzug. Zwar gibt es erste Ansätze, so den „Anwendungstechniker Additive Verfahren“ (ATAV), und den „Fachingenieur Additive Fertigung“ (VDI-FA), jedoch ist noch viel zu tun. Lehrwerkstätten verfügen oft nur über preiswerte AM-Geräte, meist Kunststoff-Filament-Systeme. Ein Ansatz könnten überbetriebliche Bildungszentren sein, an denen gemeinsam von Unternehmen, Berufsschulen und weiteren Bildungseinrichtungen Maschinen für alle Verfahren vorgehalten werden, um einen umfassenden Überblick zu ermöglichen. An der TU Bergakademie Freiberg entsteht ein AM-Labor, das diesen Ansatz verfolgt und den Studierenden den direkten Zugang zur Anlagentechnik ermöglicht. Nur so kann das erforderliche Wissen und die praktische Erfahrung, die so notwendig für das Verständnis der Grenzen und Möglichkeiten der Additiven Fertigung ist, gesammelt werden.

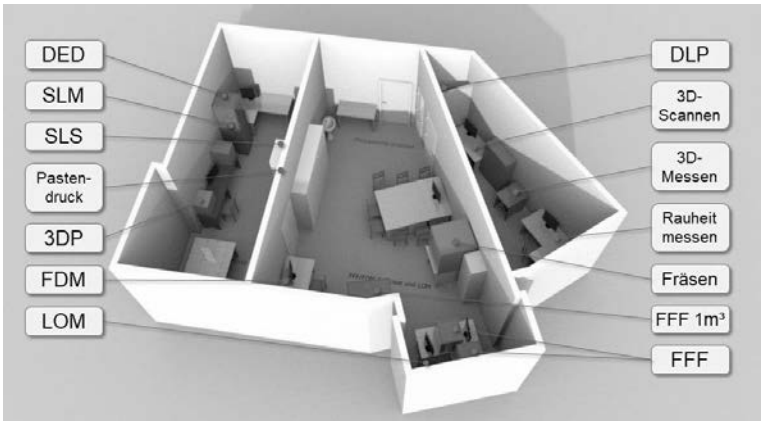


Abbildung 5: AM-Labor an der TU Bergakademie Freiberg

Ob das Potential der neuen Technologien in Deutschland und Europa ausgeschöpft wird, hängt auch in entscheidendem Maße davon ab, wie qualifizierte Fachkräfte aus- und weitergebildet werden können. Hierzu können und müssen alle Akteure einen Beitrag leisten und sich gemeinsam auf eine Strategie verständigen.

Literatur

ATAV – Hochschule Schmalkalden „Anwendungstechniker (FH) für Additive Verfahren/ Rapid-Technologien“ (2 Semester). Schmalkalden, Aachen, Duisburg, Halver. Online: https://www.hs-schmalkalden.de/studium/studienangebot-hs-schmalkalden/berufsbegleitende-zertifikatsstudien/anwendungstechniker-fh-fuer-additive-verfahrenrapid-technologien.html (12.11.2018)

Gartner, Shanler, M., Basiliere, P. (2017): Hype Cycle for 3D Printing, 2017. ID: G00314553. Online: https://www.gartner.com/doc/3759564/hype-cycle-d-printing- (07.12.2018)

VDI 3405 (2014–12): Additive Fertigungsverfahren. Grundlagen, Begriffe, Verfahrensbeschreibungen. Berlin: Beuth

VDI-FA – VDI-Lehrgang „Fachingenieur Additive Fertigung VDI“ (2-jährig). Leinfelden-Echterdingen, Düsseldorf, Duisburg, Paderborn, Augsburg. Online: https://www.vdi-wissensforum.de/lehrgaenge/fachingenieur-additive-fertigung-vdi/ (12.11.2018)

Wohlers, T. (2018): Wohlers Report 2018 – Annual Worldwide Progress Report. Fort Collins: Wohlers associates. ISBN 978-0-9913332-4-0

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Prozesskette der Additiven Fertigung 23

Abb. 2 Zusammenspiel von Design, Material und Prozess sowie ausgewählte FuE-Bereiche am IMKF 23

Abb. 3 Mit 3DP gefertigtes Bauteil aus Aprikosenkernmehl (links; TUBAF) und plasmaelektrolytisch poliertes additiv gefertigtes Bauteil (rechts; BTE) 24

Abb. 4 Treppenstufeneffekt am Bauteil (links, UniDuE) und Einfluss der Schichtstärke auf die Abbildegenauigkeit (rechts; VDI3405) 25

Abb. 5 AM-Labor an der TU Bergakademie Freiberg 28

Autor

Henning Zeidler, TU Bergakademie Freiberg, Professur Additive Fertigung,
henning.zeidler@imkf.tu-freiberg.de

Berufsschulen in Baden-Württemberg auf den Weg zur Berufsbildung 4.0 – eine Zwischenbilanz

Lars Windelband

Abstract

Der Beitrag stellt eine erste Zwischenbilanz auf dem Weg zur Berufsbildung 4.0 in Baden-Württemberg dar. Werden die aktuellen Herausforderungen der Digitalisierung, etwa eine stärkere Prozessorientierung (vgl. Zinke et al. 2017) oder ein kompetenter Umgang mit der Vernetzung der Geschäfts- und Arbeitsprozesse, die in Studien der Berufsbildungsforschung identifiziert wurden, eingelöst? Wie werden die geförderten Lernfabriken ganz konkret im Unterricht eingebunden? Ein weiterer Betrachtungspunkt ist die Weiterbildung der Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen für die Herausforderungen der Digitalisierung.

The article presents a first interim evaluation on the way to vocational training 4.0 in Baden-Württemberg. Will the current challenges of digitization, such as a stronger process orientation, or a competent approach to the networking of business and work processes, which were identified in studies of VET research, redeemed? How are the subsidized learning factories (Lernfabriken) involved in the classroom? Another point of view is the continuing education of teachers at VET schools to meet the challenges of digitization.

Einleitung Berufsbildung 4.0

Die Begriffe Industrie 4.0, Wirtschaft 4.0 und Handwerk 4.0 kennzeichnen eine tiefgreifende Digitalisierung und Vernetzung der Arbeits- und Geschäftsprozesse in den Unternehmen aller Sektoren und damit deren Veränderungen in einer digitalisierten Arbeitswelt. Der digitale Veränderungsprozess, der Einsatz von neuen Technologien sowie der wachsende Einfluss künstlicher Intelligenz führen zu strukturellen Verschiebungen in den gesamten Prozessen in den Unternehmen. Viele Prozesse, u. a. die Art und Weise der Kooperation und Vernetzung zwischen Unternehmen, Hierarchien und Mitarbeitern und damit die Art des Zusammenarbeitens zwischen allen Beschäftigten, befinden sich in einem tiefgreifenden Wandel. Arbeiten und Lernen werden sich teilweise von Grund auf ändern. Eine aktuelle und zukunftsorientierte Berufsbildung muss darauf reagieren und diesen Transformationsprozess

durch eine veränderte Berufsbildung mitgestalten. Dies schließt aktualisierte Berufsbilder mit einer neuen Ausrichtung genauso ein, wie eine veränderte Form des Lernens in einer digitalisierten Arbeitswelt. Wenn diese Zielstellungen erfüllt sind, dann kann von einer veränderten Berufsbildung 4.0 gesprochen werden.

Die Landesregierung Baden-Württembergs will bis 2021 mehr als eine Milliarde Euro in die Gestaltung des digitalen Wandels stecken (Digital BW 2017). Dabei gibt es vielfältige Initiativen zur digitalen Bildung u. a. an Schulen mit dem Aufbaukurs Informatik, mit der Förderung von Tablet-Klassen, dem Digitalen Weiterbildungscampus mit einer landesweiten digitalen Infrastruktur für Lehr- und Lernszenarien in der Weiterbildung sowie der Förderung von sogenannten Lernfabriken 4.0.

Ausgehend aus den Ergebnissen der bayme vbm-Studie (bayme vbm 2016) und der Teilnovellierung der Metall- und Elektroberufe werden die aktuellen Entwicklungen in Baden-Württemberg auf dem Weg zu einer Berufsbildung 4.0 beschrieben und bewertet. Insgesamt soll eine Zwischenbilanz gezogen werden, um die Herausforderungen einer digitalen Arbeitswelt langfristig zu meistern.

Kernergebnisse der bayme vbm – Studie und aktueller Stand der Berufsdiskussion

Eine der aktuellen Fragen ist, wie auf die verbundenen Herausforderungen der Digitalisierung in der Berufsbildung reagiert werden soll, um auch zukünftig die Aufgaben auf Facharbeitsebene mit hoher Qualität wahrnehmen zu können?

Um diese Forschungsfrage beantworten zu können, wurden in einer Studie für den bayerischen Arbeitgeberverband bayme vbm die aktuellen Entwicklungen zu Industrie 4.0/Digitalisierung mittels berufswissenschaftlicher Untersuchungen (Sektoranalyse, Fallstudien, Experten-Workshops) analysiert. Folgende Aussagen aus den Erhebungen zeigen ein verändertes Bild bei der Umsetzung der Arbeitsaufgaben, in den Problemlösungsprozessen und damit in den Anforderungen an die Beschäftigten.

Die softwaretechnische Vernetzung mit den zugehörigen CPS-Elementen (Cyber-Physischen Systemen) erfährt eine kontinuierliche Verbreitung. Anlagen und Maschinen müssen deshalb mit zunehmender Diffusion von Industrie 4.0 immer von

- der Vernetzung,
- den Cyber-Physischen Systemen,
- der Software und
- der Prozesseinbettung

her gedacht und betrachtet werden. Dadurch verändert sich die Interaktion zwischen Mensch und Maschine erheblich. Äußerer Ausdruck davon ist die intensiver werdende Nutzung der Bildverarbeitung, die Informationsweitergabe mittels visueller Aufbereitung auf verschiedenen Nutzergeräten, die Nutzung von Videos, von audio-

visueller Sprache usw. Dadurch verschieben sich die Aufgaben der Mitarbeiter/-innen (bayme vbm Studie 2016, S. 78):

„Die Mitarbeiter/-innen müssen die komplexen Steuerungen verstehen, weil sich die bekannten und die einfachen Wenn-Dann-Beziehungen, die linearen Beziehungen hin zu multifunktionalen verändern. Die Steuerungslogik ist also so zu gestalten, dass Anlagen bei Problemen gewartet und repariert werden können, um sie in Funktion zu halten."

„Die Mitarbeiter/-innen müssen die komplexen Steuerungsfunktionen verstehen und bei Bedarf eingreifen können. Dafür ist kein Programmieren notwendig, aber Mitarbeiter müssen feststellen können, woran es hakt, woher die Probleme kommen und was zu tun ist."

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 spielt eine immer wichtigere Rolle und es ist „(...) bei der Optimierung der Wertschöpfungskette von der Software her zu denken und zu planen" (ebd., S. 63). Dabei kommt es immer häufiger zu neuen oder veränderten Arbeitsaufgaben wie den folgenden:

- Prozessparameter ermitteln,
- Beurteilen und einschränken, welche Prozessparameter angepasst werden müssen und können,
- Prozesse über Messinstrumente dokumentieren,
- Vielfältige Prozessdaten analysieren und optimieren (Informatiker optimieren in der Regel keine Prozesse, das wird immer den Technikern überlassen [ebd., S. 78 f.]),
- Daten dokumentieren.

Um diese Aufgaben zu bewältigen, müssen unterschiedliche Systeme beherrscht werden, die unter den Schlagworten: Datenanalytik, kollaborative Robotik (objektorientiertes Programmieren) und echtzeitfähiges Computing (mit Hilfe von Cloud-Systemen) diskutiert werden. Wie genau sich dabei die jeweiligen Arbeitsaufgaben für die Mitarbeiter innerhalb der jeweiligen Arbeitsprozesse verändern, ist noch nicht immer eindeutig abzusehen. Dies ist auch entscheidend von der Ausgestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle abhängig. Werden die Industrie 4.0-Technologien zukünftig so gestaltet sein, dass der Mensch (Facharbeiter/-innen) eine Mitgestaltungsmöglichkeit erhält (vgl. Windelband/Dworschak 2018, S. 68 f.)? Bleibt ein wesentlicher Teil der Entscheidungen den Mitarbeitern überlassen, womit Prozessoptimierungen, Eingriffe bei Störungen und Problemlösungen vom Menschen umgesetzt werden? Sollte dieser Raum für autonome menschliche Entscheidungen und Handlungsalternativen kleiner werden, dann werden die Entscheidungen zunehmend von automatisierten CPS getroffen werden.

Die Ergebnisse der bayme vbm Studie (2016) zeigen, dass die Facharbeiter/-innen in diesen immer komplexeren Systemen sehr gut arbeiten können und aufgrund

ihrer Qualifikation sehr flexibel einsetzbar sind. Die Autoren der Studie halten neue Berufsbilder nicht für erforderlich. Sie fordern jedoch einen Perspektivwechsel mit einer Prozess- und Digitalisierungsperspektive, wobei die Vernetzung, die Digitalisierung der Prozesse und die Gestaltung intelligenter Arbeitsplätze im Mittelpunkt stehen müssen. Dieser Perspektivwechsel erzwingt bei der Überarbeitung der Metall- und Elektroberufe ein Vorgehen, das nicht einfach auf Ergänzungen um einzelne Inhalte setzt, sondern die Struktur der Berufsbilder neu ausrichtet. Strukturbildend wiederum sollten die Arbeitsprozesse sein. Auf dieser Grundlage bewerten die Autoren der Studie die aktuelle Teilnovellierung der Überarbeitung der Metall- und Elektroberufe „als verhaltenes, inkrementelles Vorgehen" bei dem die notwendigen Innovationen ausgeblieben sind (Spöttl/Becker/Windelband 2018, S. 3). Die aktuelle Teilnovellierung der Ausbildungsordnungen zeigt nur geringe Anpassungen und kann als kleiner Zwischenschritt zu einer Berufsbildung 4.0 gesehen werden (vgl. Zinke 2018; Becker/Windelband 2018). Die Teilnovellierung beinhaltet nicht den notwendigen Perspektivwechsel hin zu einem stärkeren Prozess- und Vernetzungsdenken, der in der Vision der Digitalisierung im Mittelpunkt stehen muss. Gleichzeitig führen die Überlegungen zu den Zusatzqualifikationen in der Teilnovellierung zu der 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). Eine zukunftsorientierte und innovative berufliche Bildung mit rundum veränderten Berufsbildern wäre jedoch eine der Grundvoraussetzungen um sich den Herausforderungen der Digitalisierung und damit der Zukunft stellen zu können.

Initiativen zur Digitalisierung in der beruflichen Bildung in Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg gibt es aktuell zwei Initiativen zur Förderung der Digitalisierung an beruflichen Schulen: Tablet-Klassen und Lernfabriken. In einem mehrjährigen Schulversuch erprobt das Kultusministerium die Nutzung von Tablets in der dualen Ausbildung und in Vollzeitausbildungsgängen. An insgesamt 71 beruflichen Schulen im Land werden für unterschiedliche Ausbildungsberufe die Einsatzmöglichkeiten und der pädagogische Mehrwert von Tablet-Computern im Unterricht erprobt und evaluiert (vgl. Schmid 2018, S. 31). Bisher gibt es noch wenige berufsspezifische Lernprogramme für Tablets. Um einen differenzierten und zielgesteuerten Einsatz in den Berufsschulen zu erzielen, werden die Projekte wissenschaftlich begleitet und evaluiert.

Mit insgesamt 6,8 Millionen Euro fördert das Wirtschaftsministerium die Einrichtung von 16 „Lernfabriken 4.0"an beruflichen Schulen. Zielgruppen der „Lern-

fabriken 4.0“ sind einerseits Auszubildende in dualen Ausbildungsgängen der Fachbereiche Metall- und Elektrotechnik sowie Fachschülerinnen und -schüler der Technikerschulen (Windelband/Faßhauer 2017). Andererseits sind die Lernfabriken über ausdrücklich eingeforderte Kooperationen mit betrieblichen und anderen außerschulischen Partnern zur Entwicklung von regionalen klein- und mittelständischen Unternehmen (KMU) ausgelegt. Lernfabriken dienen in der Regel dazu, das für die Bewältigung von praxisrelevanten Arbeitsaufgaben benötigte Wissen und Können zu vermitteln. Aufgrund ihrer Nähe zu den betrieblichen Arbeitsaufgaben haben Lehr-Lern-Arrangements in Lernfabriken das Potenzial, die Lücke zwischen grundlegendem Theorie- und praxisgebundenem Erfahrungswissen zu schließen oder zumindest zu verkleinern (vgl. bayme vbm 2016, S. 109). Ziel ist es, die Lernenden zum kompetenten Arbeitshandeln in komplexen Zusammenhängen zu befähigen sowie arbeitsprozessbezogene Aufgaben mit einem Denken und Agieren in einer vernetzten Produktion zu simulieren. Dadurch ergeben sich einige Vorteile wie der ausgeprägte Praxisbezug mit einer Orientierung an realen Arbeitsaufgaben, die flexible Durchführbarkeit von Lernmodulen mit einem entwicklungslogischen Charakter sowie variable Lernzeiten mit einer berufsübergreifenden Aufgabenstellung in einer industrienahen Lernumgebung. Die „Lernfabrik 4.0“ soll genau hier anknüpfen und die Möglichkeit einer realitätsnahen bzw. didaktisch-reduzierten Abbildung von aktuellen und zukunftsorientierten Fertigungsprozessen in einer Lernumgebung geben. Jedoch soll auch die komplexe Arbeitswelt abgebildet werden können. Die Lernfabrik wird dabei als ein Labor gesehen, das im Aufbau und in der Ausstattung industriellen Automatisierungslösungen gleicht und eine praxisnahe Vorbereitung auf die komplexen, vernetzten Produktionsprozesse liefern soll. In den Lernfabriken werden konkrete Werkstücke hergestellt, die vom ersten Entwurf bis zur Fertigung im gesamten Wertschöpfungsprozess bearbeitet werden. Das Kultusministerium flankiert diese Maßnahmen insbesondere durch Aktivitäten zur Weiterentwicklung der Curricula und der Fortbildung der Berufsschullehrer/-innen sowie der Erprobung neuer Lehr-Lernarrangements.

Gleichzeitig fördert das Wirtschaftsministerium in Baden-Württemberg sechs Modellvorhaben zur „Digitalisierung in der beruflichen Ausbildung“ mit 1,1 Millionen Euro. Bei den Modellvorhaben wird zum Teil auf das Knowhow aus den Lernfabriken 4.0, die an den Berufsschulen bereits bestehen, aufgebaut sowie die Tablet-Projekte eingebunden, die durch das Kultusministerium gefördert werden (vgl. Digitalisierung beruflichen Ausbildung 2017). Ziele dieser Modellvorhaben sind die Verbesserung der Lernortkooperationen durch digitale Lernumgebungen und die Entwicklung, Umsetzung und Erprobung neuer Konzepte, um digitale Lerninhalte zu gestalten und den Auszubildenden zu vermitteln.

Handlungsempfehlungen und Weiterbildungen in Baden-Württemberg

Unterschiedliche Maßnahmen zur Weiterentwicklung der Curricula und der Fortbildung der Berufsschullehrer/-innen sowie zur Erprobung neuer Lehr-Lernarrangements werden aktuell in Baden-Württemberg umgesetzt. Darunter wurde eine Handreichung mit Umsetzungsempfehlungen für Lehrkräfte der beruflichen Schulen aus Baden-Württemberg erstellt. Diese beinhaltet sechs Szenarien. Die Szenarien beschreiben jeweils eine authentische Aufgabenstellung, mit der Verfahren und Technologien von Industrie 4.0 im Unterricht aufgegriffen und behandelt werden können. Die Szenarien behandeln folgende Bereiche (Löhr-Zeidler/Hörner/Heer 2016, S. 12):

- Produktentwicklung und Produktionsplanung,
- Flexible Fertigung,
- Manufacturing Execution System,
- Service und Instandhaltung,
- Energiemanagement,
- Vernetzung und Datensicherheit.

Es werden die angestrebten Kernkompetenzen beschrieben und in einem Schaubild die einzelnen Aspekte sowie die fachlichen Inhalte in Zusammenhang gebracht. Die Schnittstellen zu anderen Szenarien sowie die Verankerungen in den unterschiedlichen gewerblich-technischen Berufen werden ebenfalls aufgezeigt (ebd., S. 12).

Aufgrund der sehr großen fachlichen Bandbreite sind nicht alle Szenarien in der gleichen inhaltlichen Tiefe für alle Ausbildungsberufe relevant. Um eine möglichst einfache Orientierung und Zuordnung der Szenarien zu den entsprechenden Ausbildungsberufen zu erhalten, wurden die angestrebten Handlungsziele und Kompetenzen in den Szenarien differenziert und in drei unterschiedlich gestuften Anforderungsbereichen formuliert. Im Anforderungsbereich 1 und 2 geht es hauptsächlich darum, einfache und komplexe Sachverhalte zu reproduzieren, anzuwenden und darzustellen. Der Schwerpunkt des Anforderungsbereichs 3 liegt im problemorientierten Arbeiten und Anwenden, sowie dem Transfer komplexer Sachverhalte auf neue Problemstellungen (ebd., S. 12).

Die Autoren der Handreichung (ebd., S. 12) sehen im Kontext von Industrie 4.0 die Grundlagen von der Mechanik (z. B. Energiefluss in hydraulischen Systemen) bis hin zur Informationstechnik (Datenstrukturen an Schnittstellen, Protokollstandards) als Fundament, auf das die weitere Verzahnung aller Inhalte und Technologien aufbauen muss. Die Berufsschule soll mit Blick auf die vernetzten Gesamtprozesse hier eine Basis legen. Aufbauend auf diesem kann dann eine erste Verzahnung der Grundlagen zu überschaubaren vernetzten Gesamtprozessen erfolgen. Genau dieser Übergang wird eine der großen Herausforderungen bei der Umsetzung der Digitalisierung sein.

Die Handlungsempfehlungen beschreiben damit zwar unterschiedliche, aber leider nur technische Anforderungsbereiche und weniger ein problemorientiertes Arbeiten und Anwenden komplexer Sachverhalte auf die neue Problemstellung der Vernetzung. Diese Aspekte sind oftmals losgelöst von den beruflichen Arbeitsaufgaben und -prozessen und erscheinen dadurch sehr fachsystematisch aufgebaut. Der Ansatz der Lernfeldorientierung ist hier kaum zu erkennen. Fragen der Arbeitsorganisation sowie der Kooperation und Kommunikation, auch zwischen den unterschiedlichen Berufen und Domänen, sowie veränderte Lernstrategien zum situativen und problemorientierten Lernen mit einer weiterentwickelten Didaktik fehlen innerhalb der vernetzten Prozesse komplett.

Folgende Ausbildungsberufe wurden aufgrund der größten fachlichen Berührungspunkte mit Industrie 4.0 in der Handreichung berücksichtigt: Industriemechaniker/-in, Produktionstechnologe/-technologin, Mechatroniker/-in, Elektroniker/-in Automatisierungstechnik bzw. Betriebstechnik, Fachinformatiker/-in sowie die Fachschulen für Metalltechnik, Elektrotechnik, Informationstechnik, Automatisierungstechnik und Mechatronik (ebd., S. 12).

Im Rahmen der Erstellung der Handreichungen für die Berufsschulen wurden in den baden-württembergischen Lehrplänen die Schwerpunkte für Industrie 4.0 extra farblich ausgewiesen. Veränderungen wie die objektorientierte Programmierung der Steuerungen wurden an die Anforderungen von Industrie 4.0 angepasst und weiterentwickelt. Über das Fortbildungssystem zu Industrie 4.0 soll eine einheitliche Musterlösung „SmartFactory 4.0" für den Bereich Elektrotechnik und Metalltechnik für ganz Baden-Württemberg entwickelt werden, damit alle einheitliche Begriffe und Schwerpunktmodule zu Industrie 4.0 inklusive der Lösungsvarianten umsetzen (vgl. Schmid 2018; S. 33). Diese werden zum ersten Mal für das Schuljahr 2017–2018 umgesetzt.

Umsetzungsbeispiele für Lernfabriken an Berufsschulen

Zwei Umsetzungsbeispiele für „Lernfabriken 4.0“ an Berufsschulen in Baden-Württemberg sollen die Zielrichtungen und die unterschiedlichen Möglichkeiten der Umsetzung einer Lernfabrik verdeutlichen. Am Beruflichen Schulzentrum Bietigheim-Bissingen (BSZ), einer großen technischen und kaufmännischen Schule in Baden-Württemberg, wurde mit Hilfe der Fördermittel des Landes, des Landkreises und von Unternehmen eine Lernfabrik 4.0 eingerichtet. Die aus einem verketteten Maschinensystem und einem Grundlagenlabor bestehende Anlage verwendet ausschließlich reale Industriekomponenten und integriert auch kaufmännische Prozesse. Die zweite vorgestellte „Lernfabrik 4.0 – smart factory“ befindet sich an der Technischen Schule Aalen (TS Aalen) und basiert auf einem Festo-Konzept einer Smart Factory. Die Technische Schule Aalen ist eine innovative Berufliche Schule mit naturwissenschaftlich-technischem Profil und eine der größten Schulen im

Land. Auch die Lernfabrik in Aalen wurde durch das Wirtschaftsministerium, den Landkreis und Unternehmen der Region unterstützt.

Lernfabrik Bietigheim-Bissingen (BSZ)

Das Ziel der Lernfabrik ist, mit intelligenten und digital vernetzten Systemen eine weitestgehend selbstorganisierte Produktion umzusetzen, in der Menschen, Maschinen, Logistik und Produkte direkt miteinander kommunizieren und kooperieren. Das Verkettete Maschinensystem (VMS) des Beruflichen Schulzentrums Bietigheim-Bissingen bildet die Basis der Lernfabrik und montiert nach Auftrag ein Modellauto, bestehend aus vier Teilen: Bodenplatte, zwei Achsen und Karosserie. Das Grundlagenlabor (GL) ergänzt die Modellfabrik und umfasst 16 Arbeitsplätze, an denen die Schüler/-innen in Zweierteams an Schulungsmodulen arbeiten. Die acht Stationen sind in Anlehnung an das Verkettete Maschinensystem konzipiert und ebenfalls aus Industriekomponenten aufgebaut. Die Schüler/-innen programmieren die Schulungsmodule mit Hilfe speicherprogrammierbarer Steuerungen (SPS), sie analysieren die Funktionsweise der einzelnen Komponenten und bewerten sie hinsichtlich ihrer Eignung für Industrie 4.0-Fertigungsprozesse. Alle Schulungsmodule sind auf fahrbaren Einheiten montiert und können an jedem der stationären Arbeitsplätze an das IT- und Stromnetz sowie an die Pneumatikanlage angeschlossen werden (vgl. Dröge et al. 2018, S. 39 ff.).

Folgende pädagogische und technische Grundsätze sollen mit der Lernfabrik umgesetzt werden (ebd. S. 40):

- Enge Verknüpfung von VMS und GL in einem Raum, so dass ein Lernen vom Großen zum Kleinen und umgekehrt möglich ist. Die Lernenden haben so bei kleinschrittigen Aufgaben immer den gesamten Montageprozess im VMS vor Augen.
- Durchgängige Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) als integraler Bestandteil der Unterrichtssequenzen für Frage- und Problemstellungen der Informationstechnik und Vernetzung als Grundlage von Industrie 4.0.
- Organische Einbettung der Lernfabrik 4.0 in die vorhandenen Strukturen am BSZ durch Bauteilvorproduktion auf CNC-Maschinen der Metallwerkstatt und Integration des prüfungsrelevanten ERP[1]-Systems Microsoft Dynamics NAV in den Anlagenprozess.
- ERP-System Microsoft Dynamics NAV: Eine Produktion auf dem VMS ist ohne konkreten Auftrag im ERP-System nicht möglich. Lagerbestände werden automatisch aktualisiert und Produktionsdaten zurückgeschrieben und archiviert.
- Überwindung der fachlichen Grenzen zwischen Fertigungstechnik, Informationstechnik und Betriebswirtschaftslehre, weil alle Fachgebiete in der Lernfabrik 4.0 zusammentreffen.

1 ERP – Enterprise-Resource-Planing, unternehmerische Aufgabe, Ressourcen im Sinne der Unternehmensaufgabe rechtzeitig und bedarfsgerecht zu planen und zu steuern. NAV – Standardsoftware für ERP-Systeme.

Am BSZ sollen alle Bildungsgänge – vom Berufseinstiegsjahr über die Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik bis zum Berufskolleg – die Lernfabrik 4.0 kennen lernen. Neben einem Basisangebot sollen Unterrichtseinheiten zur Vermittlung vertiefter fachtheoretischer und fachpraktischer Kenntnisse entwickelt werden. Diese haben unterschiedliche Zeiträume von ein paar Wochen bis zu einem Schuljahr. Hier starten aktuell die Entwicklungen zur Umsetzung und Integration in den Unterricht. Dafür wurden u. a. organisatorische Umstellungen vorgenommen, von wöchentlich zwei Laborunterrichtsstunden auf einen zweiwöchigen Vier-Stundenblock, um den höheren Praxisanteil und die stärkere Handlungsorientierung umsetzen zu können.

Lernfabrik 4.0 – Cyber-Physical-Factory Technischen Schule Aalen (TS Aalen)

Die Cyber-Physical-Factory (CPF) der Technischen Schule Aalen bildet die sechs großen Technologiefelder von Industrie 4.0 in einer realen Anlage ab: Agile Produktentwicklung, Flexible Fertigung, Manufacturing Execution System, Wartung und Instandhaltung, Energiemanagement und Datensicherheit. In dem aus 17 Modulen bestehenden durchgängig vernetzten Maschinensystem können die relevanten Industrie-4.0-Inhalte geschult und ausgebildet werden. Den Kern der CPF bilden flexibel kombinierbare Basismodule, auf die unterschiedliche Applikationsmodule aufgesetzt werden können. Durch die Anbindung an ein MES-System (Manufacturing Execution System) setzt jedes Modul auf eine serviceorientierte Architektur (SOA) auf (vgl. Hörner 2018, S. 34).

Die Umsetzung der Inhalte zu „Industrie 4.0“ wird in einem dreistufigen pädagogischen Konzept realisiert (ebd.):

1. In der Stufe „Grundlagenausbildung“ werden die Grundlagen der Steuerungs-, Regelungs- und Automatisierungstechnik an vorhandener Ausstattung wie Bandmodelle, pneumatische Laborplatten, Füllstandstrecke, MPS-Stationen (Modulare Produktions-Systeme) erlernt. Sämtliche Unterrichtsbeispiele werden auf den Focus „SmartFactory“ angepasst.
2. In der Stufe „Cyber-Physical-Lab (CP-Lab)“ werden die erlernten Grundlagen nun um klassische „Industrie 4.0“ Inhalte erweitert. Hierzu gehören u. a. die OUC-Vernetzung[2] über Ethernet, Identifikationstechnologien wie RFID oder QR[3], SOA-Techniken und deren Kommunikationsarchitektur sowie die Anbindung an ein einfaches MES- und Datenbanksystem. Mittels CP-Lab werden auch die Szenarien der Handreichungen „Flexible Fertigung“, „MES/ERP“, „Service und Instandhaltung“, „Energiemanagement“ und „Vernetzung und IT-Security“ umgesetzt.
3. Die Stufe „Cyber-Physical-Factory (CP-Factory)“ verknüpft alle bisher erlernten Inhalte ganzheitlich in der Industrie-4.0-Lernfabrik. Die Handhabung mittels eines modernen MES-Systems rundet den Gesamtprozess ab.

2 OUC – Open User Communication
3 RFID – Radio Frequency Identification und QR – Quick-Response-Code, 2D-Code

Gerade der Einsatz der Grundlagenlabormodelle CP-Lab im Laborunterricht bringt nach Aussage von Hörner (2018, S. 34) einen hohen Gewinn für die Schülerinnen und Schüler, „da diese sämtliche relevante I4.0-Inhalte an einem einfachen und überschaubaren Modell erlernen können, ohne sich jedes Mal komplett neu in eine andere Problemstellung einarbeiten zu müssen. Die I4.0-Inhalte kann man damit perfekt modular aufeinander aufbauend im Unterricht umsetzen. Quasi kommt ein ‚Legobaustein' auf den anderen, bis am Ende der Ausbildung das Modell als in sich funktionierendes Cyber-Physisches-System arbeitet."

Über alle drei Stufen aller Bildungsgänge hinweg werden die Inhalte „Industrie 4.0" modular und objektorientiert aufgebaut, um modulare und flexible Fertigungssysteme realisieren zu können. Dadurch kann die Lernfabrik jederzeit flexibel angepasst, erweitert und auch für zukünftige Produkte und Technologien offengehalten werden. Dies ist besonders wichtig, da die Entwicklungen zu Industrie 4.0 erst am Beginn sind und sich noch ständig weiterentwickeln werden.

Die Smart Factory 4.0 kommt in unterschiedlichen Bildungsgängen wie die Fachschule für Elektrotechnik, für Mechatronik und für Maschinenbautechnik sowie in den Berufen Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik, Elektroniker/-in für Betriebstechnik, Mechatroniker/-in, Industriemechaniker/-in, Produktionstechnologe/-in, Fachinformatiker/-in für Anwendungsentwicklung und Fachinformatiker/-in für Systemintegration zum Einsatz.

Die Integration in den Unterricht läuft aktuell an der Schule an. Im Mittelpunkt steht die Bildung von Teams zur Umsetzung in den einzelnen Abteilungen, dabei arbeiten die Teams sowohl fachspezifisch als auch fächerübergreifend, und es müssen durchgehende Unterrichtsmaterialien über alle Szenarien hinweg mit dem Focus „SmartFactory 4.0 TS-Aalen" erstellt sowie diese der entsprechenden Schulart und nach Beruf differenziert werden. Folgende Herausforderungen bestehen dabei (ebd., S. 34 f.):

- fächerübergreifende Verknüpfung der Inhalte,
- zeitliche Begrenzung des Unterrichts in der SmartFactory 4.0 aufgrund der schulischen Organisation,
- Instandhaltung der SmartFactory 4.0,
- Lehrerqualifikation für die vielen neuen Inhalte,
- didaktische Reduktion der komplexen Sachverhalte und
- Abstimmung mit den Betrieben und fachliche Qualifikation des Ausbildungspersonals.

Stand und Bewertung der Entwicklungen in Baden-Württemberg

Die aktuellen Initiativen in Baden-Württemberg zeigen, dass auf allen Ebenen unterschiedliche Maßnahmen zur Umsetzung der Digitalisierungsstrategie in der beruflichen Bildung entwickelt und umgesetzt werden, sowohl in der technischen

Ausstattung, in der Weiterentwicklung der Curricula und der Fortbildung der Berufsschullehrer/-innen als auch bei der Erprobung neuer Lehr-Lernarrangements an beruflichen Schulen. Viele der Initiativen stehen jedoch erst am Beginn, so dass eine abschließende wissenschaftliche Evaluierung nicht möglich ist. Der Autor versucht jedoch aus unterschiedlichen Interviews mit Akteuren der Berufsbildung und eigenen Erfahrungen als Projektleiter des Projektes „Didaktik 4.0 – Smart Factory" sowie als wissenschaftliches Beiratsmitglied einer Lernfabrik, die Entwicklungen einzuschätzen und zu bewerten.

Besonders die Lernfabriken sollen eine realitätsnahe bzw. didaktisch-reduzierte Abbildung von Fertigungsprozessen in einer Lernumgebung abbilden. Die Herausforderung besteht dabei, die komplexe Arbeitswelt realitätsnah abzubilden und trotzdem lernhaltige Aufgaben generieren zu können. Deshalb „müssen übertragbare Lernsituationen entwickelt werden, die in ganz Baden-Württemberg eingesetzt werden können. Die Anlagen sind so komplex in ihrem Aufbau, dass aktuell nur wenige Lehrkräfte damit arbeiten können." (Schmid 2018, S. 32). Bisher haben sich tatsächlich nur wenige Lehrkräfte mit Aufbau, Umsetzung und Implementierung der Lernfabriken generell und der Integration in den Unterricht beschäftigt. Hier gilt es, möglichst viele Ausbildungsberufe und Lehrkräfte an den Berufsschulen zu beteiligen. Eine weitere Herausforderung ist die gleichzeitige Integration der Ausbildungsbetriebe in die Fragestellung der Lernfabriken. Dieses gelingt noch sehr selten. Hier gibt es nur wenige Beispiele für gut funktionierende Lernortkooperationen zur Fragestellung von Industrie 4.0. Zu erwähnen ist beispielsweise die Kooperation der Technischen Schule Aalen mit dem Ausbildungspartner Zeiss zur Verknüpfung der Lernfabrik 4.0 mit der Smart Factory der Firma zur Platinenfertigung mittels einer gemeinsam genutzten Cloud zum Datenaustausch und zum vollautomatisierten Bestellvorgang an den Zulieferer. Diese Kooperationen zu verbessern ist auch eine Zielstellung der Modellvorhaben innerhalb der Initiative „Ausbildung 4.0", die gerade gestartet sind.

Die Anforderungen aus der Arbeitswelt zeigen deutlich, dass die Fachkräfte der Zukunft ein stärkeres Prozess- und Vernetzungsdenken benötigen. Dass die Wirklichkeit hier noch ein ganzes Stück weg ist, zeigt die Aussage von Schmid (2018, S. 31): „Der Systembegriff muss mehr in den Mittelpunkt der Ausbildung gestellt werden. Dies wird heute noch zu selten in der Berufsschule und Ausbildung gemacht. Bei Industrie 4.0 wird immer mit kleinen technischen Einheiten mit einem dazu identischen Abbild im Programm gearbeitet, die über Schnittstellen mit anderen Systemen in Wechselwirkung stehen und kommunizieren. Solches Denken muss Einzug in den Köpfen halten." Dabei müssen fachrichtungsübergreifende Verknüpfungen, konkrete didaktische Konzepte zur Förderung des ganzheitlichen Denkens in Prozesszusammenhängen sowie ein Denken in vernetzen Systemen mehr in den Mittelpunkt der Ausbildung gestellt werden. In der Praxis ist noch eine klare Trennung zwischen den einzelnen Berufen und Berufsgruppen in den Berufsschulen und Ausbildungsunternehmen zu erkennen. Berufsübergreifende Aufgabenstellungen, auch mit den kaufmännischen Berufen, stellen noch immer eine Seltenheit

dar. Oftmals erkennt man noch immer eine stark fachsystematische Orientierung in der beruflichen Bildung in Baden-Württemberg. Technologische Aspekte dominieren vor einem prozessorientierten Vorgehen mit problemorientierter Fragestellungen in der Umsetzung der Aufgabenstellungen in der Berufsschule und in den Ausbildungsunternehmen.

Dies wird auch in der Umsetzung der Grundlagenausbildung in der Metall- und Elektrotechnik an beiden Lernorten deutlich. Noch immer verbringen die Auszubildenden zu viel Zeit in der Grundlagenausbildung der Ausbildungsberufe im ersten Lehrjahr. Im ersten Ausbildungsjahr ist zwar der Prozess- und Systemansatz integriert, jedoch dominiert häufig der Ansatz des Lehrgangs zum manuellen und maschinellen Spanen, gefolgt von Fügen, Installieren elektrischer Baugruppen und Komponenten sowie Messen und Prüfen elektrischer Größen. Die geforderte berufliche Handlungsfähigkeit für prozessbezogene Arbeitsaufgabenprofile mit einer ersten Fokussierung auf die Vernetzung ist hier nicht zu erkennen.

Bei der Analyse der bisherigen Themenschwerpunkte zu Industrie 4.0 in der Weiterbildung von Lehrkräften an berufsbildenden Schulen dominieren sehr stark die Fragestellungen zur Automatisierungs- und Steuerungstechnik (der Aspekt der Fachsystematik wurde schon thematisiert). Überlegungen und Angebote für die metalltechnischen Berufe sind hier noch nicht so umfangreich. Ein gemeinsames Angebot mit einer arbeitsprozessorientierten Ausrichtung sollte die Zielstellung sein, um die Grenzen zwischen der Metall- und Elektrotechnik weiter zu minimieren. Angebote zu Fragestellungen der Veränderungen in der Mensch-Maschine-Schnittstelle innerhalb der Digitalisierung der Berufsbildung oder eine didaktische Weiterentwicklung mit unterschiedlichen (problemorientierten, selbständigen) Lernformen unter Nutzung digitaler Medien (Mobile Learning, virtuelle Klassenzimmer oder Blended Learning) fehlen noch vollkommen.

Ausblick

Die erfolgreiche Umsetzung des digitalen Wandels hängt stark davon ab, wie die Lehrkräfte und Ausbildungsverantwortlichen die Auszubildenden auf die zukünftigen Anforderungen der Berufe vorbereiten können. Nur mit gut ausgebildeten Fachkräften können die Herausforderungen der Digitalisierung gemeistert werden, gerade vor der Tatsache des zukünftigen Fachkräftemangels im gewerblich-technischen-Bereich. Die im Beitrag aufgezeigten Initiativen in Baden-Württemberg zeigen wichtige Weichenstellungen für das Land. Wichtig sind neben der technologischen Ausstattung die Weiterentwicklung der Curricula, die Fortbildung der Berufsschullehrer/-innen sowie die Erprobung neuer Lehr-Lernarrangements. Dazu müssen neue didaktische Konzepte entwickelt, erprobt und umgesetzt werden. Die dargestellten Beispiele aus der Weiterbildung und den Lernfabriken zeigen eine Tendenz zur einer verstärkten Fachsystematik in der Fachdidaktik. Das Modellvorhaben „Didaktik 4.0 – Smart Factory“ geht mit einer höheren Prozessorientierung einen

anderen Weg. In einem regionalen Verbund, koordiniert von der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd, mit drei beruflichen Schulen und je einem dualen Partner werden lernortübergreifend Unterrichts- und Ausbildungskonzepte sowie Materialien unter Nutzung digitaler Medien zu Fragestellungen der Digitalisierung entwickelt. Bei der Entwicklung werden dabei die technischen Grundlagenmodule (CP Labs) bis hin zu einer kompletten Lernfabrik sowie die realen beruflichen Arbeitsaufgaben der Produktion mit einbezogen. Neben der pilothaften Testung auf unterschiedlichen Kompetenzstufen übergreifend für die Berufe Industriemechaniker/-in, Mechatroniker/-in sowie Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik gehört hierzu auch die direkte konzeptionelle Einbindung der Unternehmen zur Verknüpfung der beruflichen Lernszenarien für beide Lernorte. Das Projekt gestaltet die Ausbildung phasenweise berufsübergreifend und vor allem arbeitsprozessorientiert. Dadurch soll die Lernortkooperation gestärkt werden, in dem gemeinsame berufliche Lernsituationen zwischen beiden Ausbildungsstandorten entwickelt und gemeinsam umgesetzt werden.

Literatur

bayme vbm (2016): Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M + E-Industrie. München. Online: https://www.baymevbm.de/Redaktion/Freizugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbm_Studie_Industrie-4-0.pdf (Stand: 07.12.2016).

Becker, M.; Windelband, L. (2018): Zusatzqualifikationen – Herausforderungen von Industrie 4.0 damit meisterbar? lernen & lehren, 33(129), S. 11–17.

Digital BW (2017): Digitalisierungsstrategie der Landesregierung Baden-Württemberg. Hrsg.: Ministerium für Inneres, Digitalisierung und Migration Baden-Württemberg. Online: https://im.baden-wuerttemberg.de/de/digitalisierung/digitalisierungsstrategie/ (Stand: 13.04.2018)

Digitalisierung berufliche Ausbildung (2017): Wirtschaftsministerium fördert sechs Projekte zur Digitalisierung in der beruflichen Ausbildung mit 1,1 Millionen Euro. https://wm.baden-wuerttemberg.de/de/service/presse-und-oeffentlichkeitsarbeit/pressemitteilung/pid/wirtschaftsministerium-foerdert-sechs-projekte-zur-digitalisierung-in-der-beruflichen-ausbildung-mit/ (Stand 13.04.2018)

Dröge, R. P.; Grund, J.; Jurgensen, M.; Keppler, M.; Vohwinke, J. (2018): Zum Stand der Umsetzung von „SmartFactory 4.0“ – Ein Beispiel. In: lernen & lehren, Heft 129, S. 39–43.

Löhr-Zeidler; B.; Hörner, R.; Heer, J. (2016): Handlungsempfehlungen Industrie 4.0 – Umsetzungshilfen für Lehrerinnen und Lehrer der beruflichen Schulen. In: berufsbildung, H.159, S. 11–14.

Hörner, R. (2018): Zum Stand der Umsetzung von „SmartFactory 4.0“ – Ein Beispiel. In: lernen & lehren, Heft 129, S. 33–35.

Schmid, K.-G. (2018): Beruflicher Unterricht zu Industrie 4.0 – über Tablet, Handreichung und digitale Kompetenz In: lernen & lehren, Heft 129, S. 30–33.
Spöttl, G., Becker, M.; Windelband, L. (2018): „Industrie 4.0" – Notwendige und aktuelle Veränderungen in den Berufsbildern. lernen & lehren, 33(129), S. 2–4.
Windelband, L.; Dworschak, B. (2018): Arbeit und Kompetenzen in der Industrie 4.0. Anwendungsszenarien Instandhaltung und Leichtbaurobotik. In: Hirsch-Kreinsen, H.; Ittermann, P.; Niehaus, J. (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Nomos Verlag, Berlin, S. 63–79.
Windelband, L.; Faßhauer, U. (2018): Notwendigkeit der weiteren Professionalisierung der Lehrkräfte/Lehrpersonen im gewerblich-technischen Bereich durch „Industrie 4.0". Volmer, T.; Jaschke, S.; Dreher, R. (Hrsg.): Aktuelle Aufgaben für die gewerblich-technische Berufsbildung. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag, S. 185–201.
Zinke, G. (2018): Ändern, anpassen, neuordnen? – Impulse für die Ordnungsarbeit der Metall-, Elektro- und IT-Berufe. lernen & lehren, 33(129), S. 17–20.
Zinke, G.; Renger, P.; Feirer, S.; Padur, T. (2017): Berufsausbildung und Digitalisierung – ein Beispiel aus der Automobilindustrie. Wissenschaftliche Diskussionspapiere, Heft 186. Bonn: BiBB.

Autor

Windelband, Lars, Prof. Dr., Technikdidaktik u. Didaktik der beruflichen Bildung, Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd,
lars.windelband@ph-gmuend.de

Entmystifizierung des Internets der Dinge

Fächerverbindender Unterricht der Höheren Berufsfachschule IT-Systeme

Christian Schneider, Steffen Jaschke

Abstract

Jugendlichen und jungen Erwachsenen im Alter von 16–19 Jahren kann in der Regel eine positive Haltung gegenüber der elektronischen Vernetzung von Geräten des Alltags zugeschrieben werden (Initiative D21 e. V. 2016). Die Lernenden der Höheren Berufsfachschule IT-Systeme, welche überwiegend zu dieser Gruppe gehören, verwenden ihre smarten Geräte intuitiv, allerdings auch unreflektiert hinsichtlich Informationsfluss und deren zugrundeliegenden Funktionsweisen (vgl. Feierabend, Karg und Rathgeb 2016). Um eine digitale Kompetenz auszubilden, bedarf es schulformunabhängig eines lebensweltnahen und anwendungsorientierten Informatikunterrichts. Dieser muss das Ziel verfolgen, die komplexen und als Blackbox betrachteten Systeme der digitalen Lebens- und Arbeitswelt zu entmystifizieren. Dies kann gelingen, wenn durch die Gestaltung eigener vernetzter Systeme deren Komponenten und Verbindungen transparent und beherrschbar werden.

In dem in diesem Praxisbeitrag vorgestellten Lernszenario werden die Fächer Biologie (Klasse des Beruflichen Gymnasiums mit dem Schwerpunkt Technik) und Informatik (Klasse der Höheren Berufsfachschule IT-Systeme mit dem Schwerpunkt Systemintegration) klassenübergreifend verbunden. Die Problemstellung umfasst die Konstruktion eines Terrariums, welches sich klimatisch an das natürliche Habitat von Bartagamen anpassen kann. Dieses Szenario soll Lernende anregen das Terrarium selbstständig durch eigene Ideen weiterzuentwickeln.

Young people at the age of 16 to 19 can be attributed to a positive attitude towards electronic networking. They already use it in their everyday life (Initiative D21 e. V. 2016). Students of the Höhere Berufsfachschule IT-Systeme, who belong to this group, use their devices intuitively, but also nonreflecting regarding the information rate and the operation principles those devices are based on (vgl. Feierabend, Karg und Rathgeb 2016). In order to help the students to build up a digital competence, they need IT lessons which are practical and focused on problems they are faced with every day. Those lessons must demystify the complex systems of the digital environment they encounter in their private and professional lives. Creating interconnected systems in those lessons can make their components and connections transparent and understandable for them.

The learning scenario which is to be presented in this essay connects the two subjects biology and computer science across two different classes. The students are assigned to construct a terrarium which is able to adjust itself to the natural climatical habitat of bearded dragons. Based on the presentation of this problem and their own ideas and approaches, the students have to plan, construct, and build the terrarium themselves.

Motivation

Die zunehmende Digitalisierung führt zwangsläufig zu einer Veränderung der Privat- und Berufsleben quer durch die Gesellschaft. Es ist bekannt, dass Kompetenzen in der Anwendung der neuen Technologien unverzichtbar für die Teilhabe an der digitalen Gesellschaft sind. Dennoch ist Informatik als allgemeinbildendes Schulfach in vielen Lehrplänen der Sekundar- und Berufsschulen unterrepräsentiert. Wir müssen unseren Schülerinnen und Schülern nicht nur ermöglichen, Teil dieser Gesellschaft zu sein, sondern sie auch ermutigen die sich wandelnde Berufs- und Lebenswelt verantwortungsvoll mit zu gestalten. Das Paradigma Internet der Dinge (Internet of Things/IoT) beschreibt ein Szenario, in dem alltägliche Objekte identifizierbar und mit Sensorik, Vernetzung und Verarbeitungsfähigkeiten ausgestattet sind (vgl. Whitmore, Agarwal und Da Xu, 2015).

Vihervaara und Alapaholuoma (2017) bestätigen die These, dass IoT einen großen Einfluss auf die Arbeit der Informatikerinnen und Informatiker haben wird, und betonen die Bedeutung für die berufliche Bildung. Auch wenn dies in Lehrplänen noch nicht widergespiegelt wird, müssen sich Facharbeiterinnen und Facharbeiter in den gewerblich-technischen Berufen zwangsläufig mit diesen Technologien auseinandersetzen, was die technischen Aspekte, die Hardware, mit einschließt und sich demnach von einem an der Softwareentwicklung orientierten Unterricht abheben muss.

Lehrpläne und Beschlüsse der Kultusministerkonferenz enthalten i. d. R. Forderungen nach Algorithmen und Datenstrukturen, was die Informatik als relativ junge Disziplin vom anfänglich unkontrolliert eingeführten Schulfach zu einem Programmierkurs degradierte (vgl. Modrow & Strecker 2016, S. 117 ff.). Der Programmierkurs sollte jedoch nicht den Anspruch an Informatikunterricht abbilden, eher sollte dies ein auf den fundamentalen Ideen der Informatik basierender, produktorientierter Unterricht sein, bei dem Lernende schnell zu vorzeigbaren Ergebnissen, nicht nur auf Softwareebene, gelangen. Die technische Informatik ermöglicht nicht nur die Verknüpfung von Systemhardware und Software, sondern auch eine schnelle Verfügbarkeit von vorzeigbaren Produkten. Lernende präsentieren diese selbst entwickelten Handlungsprodukte gerne, vor allem, wenn diese greifbar sind und nicht nur auf dem Bildschirm existieren (vgl. Modrow & Strecker 2016, S. 128).

In diesem Praxisbeitrag wird eine kostengünstige und einfach zugängliche Umgebung vorgestellt, welche den Schülerinnen und Schülern erlaubt Objekte des All-

tags mit ihren Smartphones und digitalen Applikationen zu verknüpfen. Dies dient im Wesentlichen der Motivation für selbstgesteuertes Lernen zu Konzepten der technischen Informatik.

Kriterien zur Gestaltung der Unterrichtshilfe/Lernumgebung zu IoT

Unterrichtshilfen dienen zur Veranschaulichung, als Motivationshilfe, zur Initiierung von Lernprozessen, als Erkenntnishilfe, zur Förderung von Verständnis und Erleichterung von Lernprozessen und als Reproduktionshilfe. Letztlich sind aber nur ihre Funktionen als Erkenntnis- und Motivationshilfen von Relevanz (vgl. Schubert und Schwill 2011, S. 196). Daraus ergibt sich das erste Kriterium für die zu entwerfende Unterrichtshilfe.

Kriterium 1: Die Unterrichtshilfe muss als Motivations- und Erkenntnishilfe einsetzbar sein.

Mensch und Informatiksystem stehen in einer Wechselbeziehung zueinander, weshalb die Unterrichtshilfe zur technischen Informatik, was die Hardware mit einschließt, nicht durch einen Simulator abgebildet werden kann. Ferner wollen Schülerinnen und Schüler Informatiksysteme aktiv nutzen, was sie auch bspw. durch den regen Gebrauch ihrer Smartphones und anderer portabler und vernetzter Informatiksysteme zeigen (vgl. Initiative D21 e. V. (2016)., S. 14).

Kriterium 2: Die Unterrichtshilfe darf kein Simulator sein, sondern Lernende müssen sie praktisch einsetzen können.

Um an bereits bekannte Informatiksysteme aus dem Unterricht anzuknüpfen, sollen diese mit der Unterrichtshilfe interagieren können. Sie können einen wohlbekannten Bezugspunkt darstellen und dem Lernenden Sicherheit geben.

Kriterium 3: Die Unterrichtshilfe muss mit den Lernenden bereits bekannten Informatiksystemen interagieren.

Die Basis der smarten und sich kontinuierlich weiterentwickelnden Welt bilden eingebettete, miteinander drahtlos vernetzte Systeme, meist Mikrocontroller. Diese interagieren, messen, steuern und regeln „analoge Gegenstände“. Die Logik hinter smarten, meist drahtlosen Geräten, bleibt in der Regel im Verborgenen. Sie lässt sich nicht einsehen, Schaltpläne sind meist nicht öffentlich zugänglich, ebenso wenig deren Programmierung. Der Informatikunterricht muss zu einer Entmystifizierung solcher Geräte beitragen.

Kriterium 4: Die Unterrichtshilfe muss einen Mikrocontroller verwenden.

Kriterium 5: Die Unterrichtshilfe muss einen gängigen Drahtlosnetzwerkstandard verwenden und sich dadurch ohne großen Aufwand in die bereits vorhandene vernetzte Lebenswelt integrieren lassen.

Die Unterrichtshilfe sollte verschiedene lebensweltnahe Lernszenarien unterstützen können, ohne dabei als Blackbox zu agieren. Ebenso sollte sie für zukünftige

Lernszenarien abänderbar oder erweiterbar sein. Daraus leitet sich ein weiteres Kriterium ab.

Kriterium 6: Die Unterrichtshilfe muss modular sein. Das zentrale Element im Gesamtsystem sollte jedoch erkennbar bleiben.

Letztlich dürfen auch ökonomische Aspekte nicht außer Acht gelassen werden. Jedem Lernenden, oder zumindest einer Kleingruppe von maximal drei Lernenden, sollte ein eigenes Modell zur Realisierung eines individuellen Lernprozesses zur Verfügung gestellt werden können.

Kriterium 7: Die Unterrichtshilfe sollte möglichst kosteneffizient sein.

Unterrichtshilfen für die technische Informatik (Lego-Roboter etc.) sind in der Regel kostenintensiv und nicht speziell für das Thema Internet der Dinge konzipiert. Daher wurde aufbauend auf der Vorerfahrung der Klasse mit dem Einplatinenrechner Raspberry Pi (RPI) die in Abbildung 1 gezeigte Konfiguration aufgebaut. Die Rechenleistung des RPI ist bei gleichzeitiger Kosteneffizienz ausreichend. Weiterhin ist der Verbreitungsgrad des RPI sehr hoch. Der WLAN-Chip *BCM43143* ermöglicht einen Access Point (AP) Modus, sodass zur drahtlosen Kommunikation mit anderen Geräten über WLAN während der Laborversuche keine weitere Hardware benötigt wird (vgl. Storm 2016).

Das technische Konzept

Die zu entwerfende Unterrichtshilfe soll lebensweltnahe Alltagssituationen, wie das Schalten von Beleuchtungen oder das Ablesen der Außentemperatur, informationstechnisch aufbereitet umsetzen können. Sie soll es ermöglichen aus normalen Tätigkeiten eine „smarte“ Tätigkeit zu machen, beispielsweise das Ausschalten der Beleuchtung in einem anderen Zimmer oder das Ablesen der Außentemperatur am Morgen vor dem geöffneten Kleiderschrank. Dies soll über das eigene Smartphone oder Tablet nach dem Bring-Your-Own-Device (BYOD) Ansatz erfolgen, sodass sich das Gesamtsystem organisch in die Lebenswelt eingliedern lässt. BYOD beschreibt die Nutzung von eigenen Informatiksystemen in fremden Netzwerken, z. B. in der Schule oder am Arbeitsplatz per WLAN (vgl. Bitkom 2013, S. 5). Alternativ besteht die Möglichkeit Aktoren in Form von LEDs oder Displays als Anzeigeeinheiten einzusetzen. Daraus ergibt sich grundsätzlich folgender schematischer Aufbau.

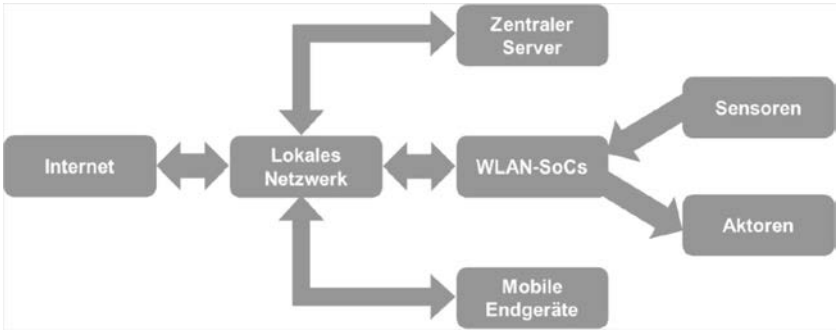


Abbildung 1: Schematischer Aufbau der Unterrichtshilfe (eigene Darstellung)

Hard- und Software Konfiguration

Als Knoten wurden NodeMCU[1]-SoCs[2] genutzt, welche sich über USB programmieren lassen. Unterstützt werden unter anderem Pulsweitenmodulation, Analog/Digital-Wandlung sowie einen DeepSleep-Modus, mit einer Stromaufnahme von unter 10µA, was einen Batteriebetrieb ermöglicht.

Die *NodeMCU*-SoCs unterstützen *One-Wire*- und *I2C*-Kommunikation, welche sich über das SoC miteinander kombinieren lassen. Vorwiegend werden I2C-Geräte verwendet, da diese in großer Stückzahl kostengünstig schnell verfügbar sind. In diesem Aufbau wird lediglich der kombinierte Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor *DHT22* über ein abgewandeltes One-Wire-Protokoll angesprochen.

Die Java-basierte Serversoftware Blynk dient dem Fernsteuern von Geräten sowie dem Auslesen, Speichern und Visualisieren von Sensordaten und bietet eine Bibliothek zur Programmierung der SoCs sowie eine App für Smartphones. So müssen Lernende die Client-Server-Kommunikation nicht selbst implementieren und können sich auf die eigentliche Problemstellung des jeweiligen Lernszenarios fokussieren. Blynk stellt die Möglichkeit zur Erstellung mehrerer Projekte bereit, jeweils mit eigener frei konfigurierbarer Oberfläche mit verschiedenen Widgets. Weiterhin kann die App auf die Sensoren des jeweiligen Mobilgeräts zugreifen, z. B. den GPS- oder Lagesensor.

1 http://www.nodemcu.com/index_en.html
2 System on a Chip

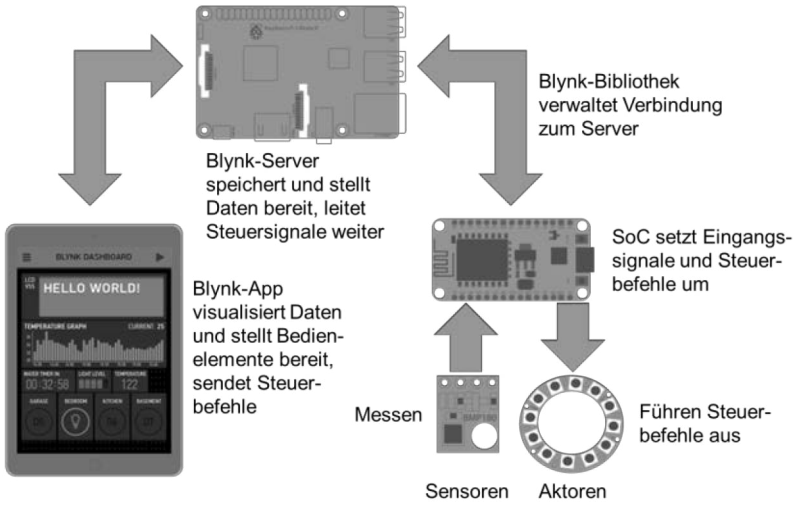


Abbildung 2: Überblick Konfiguration (eigene Darstellung)

Exemplarisches Lernszenario „Ein Zuhause für Berthold“

In diesem Lernszenario werden die Fächer Biologie und Informatik miteinander verbunden. Ziel des Projektes ist es, ein Terrarium für eine Bartagame zu konstruieren. Das natürliche Habitat von Bartagamen ist inhaltlicher Bestandteil des Fachs Biologie, während die Informatik unterstützt und das Terrarium unter Einsatz der Komponenten der Unterrichtshilfe automatisiert und überwacht. Dieses Szenario soll Lernende anregen das Terrarium selbstständig durch eigene Ideen weiterzuentwickeln. Diese Reihe wurde für eine Klasse des Beruflichen Gymnasiums mit dem Schwerpunkt Technik (BGYT), die im Biologieunterricht einen künstlichen Lebensraum für eine Bartagame entwerfen, in Kooperation mit einer Klasse der Höheren Berufsfachschule IT-Systeme mit dem Schwerpunkt Systemintegration (HBFI) konzeptioniert. Das Themenfeld RPI ist der Klasse bereits aus vorangegangenen Unterrichtseinheiten bekannt.

Entlang eines deduktiven Zugangs festigen Lernende bereits erworbenes Wissen über ein bekanntes Themenfeld, in diesem Fall den RPI und das Betriebssystem Debian Linux, und transferieren dieses anschließend auf ein neues Themenfeld. Dabei erkennen sie durch beigefügte Schaltpläne Parallelen zu bereits bekannten Aufbauten, da die Verwendung der GPIO des RPi und der Zugriff bereits im Unterricht behandelt wurden. Dieses Lernszenario ist im Lehrplan HBFI in Lernbereich (LB) 5 (IT-Systeme für hardwarenahe Programmierung planen, aufbauen und in Betrieb nehmen) verortet. (vgl. Land Rheinland-Pfalz 2009, S. 16).

Lernbereich 5: 2. Schuljahr	**IT-Systeme für hardwarenahe Programmierung planen, aufbauen und in Betrieb nehmen**	Zeitrichtwert: SI 160 Stunden
Kompetenzen	An einer technischen Problemstellung projektorientiert die Erweiterung eines Minimalsystems um Schnittstellen, Ein- und Ausgabegeräte bzw. Sensoren und Aktoren durchführen. Dieses Minimalsystem unter Einbeziehung von Schnittstellen, Peripherie und Kommunikationsprotokollen programmieren.	
Inhaltliche Orientierung	Befehlssatz Mikrocontroller/Mikroprozessor Ein-Ausgabeschnittstellen Schnittstellenprotokolle Schaltpläne, Platinenentwurf Dokumentation	

Abbildung 3: Auszug aus dem Lehrplan HBFI (Land Rheinland-Pfalz 2009: 16)

Nach erfolgreichem Einstieg ins Projekt können Lernende alleine oder in Kleingruppen mit der Umsetzung des Terrariums beginnen. Dazu wählen sie individuell Problemstellungen aus einem Katalog. Die notwendigen Problemstellungen werden in diesem Fall von einer anderen Lerngruppe im Biologieunterricht erarbeitet. Diese könnten beispielsweise lauten:

- Eine Bartagame benötigt mehrere Temperaturzonen innerhalb ihres künstlichen Lebensraums. Diese werden durch verschiedene Leuchtmittel realisiert. Dennoch sollten die Zonen stets überwacht werden.
- Bartagamen baden gerne in ihrem Trinkbehältnis. Gerade junge Tiere können hierbei ertrinken.
- Bartagamen brauchen einen geregelten Tagesablauf. Dieser wird über die Beleuchtung gesteuert. Dazu zählt auch ein künstlicher Sonnenaufgang und -untergang.

Die Problemstellungen sind beliebig differenzierbar und lassen auch während der Umsetzung Spielraum für eigene Ideen der Lernenden. Am Ende des Projekts werden die Teilergebnisse der Gruppen zu einem Gesamtergebnis zusammengeführt. Den Lernenden soll so die Relevanz ihres eigenen Handlungsprodukts als Teil eines größeren Ganzen bewusstgemacht werden.

Da sämtliche Daten auf einem zentralen Server gesammelt werden, ist eine ständige Kommunikation zwischen den Projektgruppen unabdingbar.

Erprobungen und Ausblick

Nach mehreren Experimenten der Lernenden, angefangen von einer Wetterstation über eine Alarmanlage bis hin zur Beleuchtungssteuerung, berichteten diese, dass das System ihnen die Zusammenhänge zwischen einzelnen Teilgebieten der Infor-

matik verdeutlicht hätte. Sie hätten bereits erworbene Kompetenzen, u. a. aus dem Digitaltechnik- und Softwareentwicklungsunterricht, anwenden und vertiefen können. Besonders die Interaktion mit der Hardware war für die Lernenden erkenntnisreich und motivierte Sie dazu Projekte in ihrer Freizeit voranzutreiben und zu erweitern. Neben dem Projekt „Ein neues Zuhause für Berthold (die Bartagame)" planen Lernende bereits weitere eigene kleine Projekte, die sie im Rahmen ihres Abschlussprojekts umsetzen möchten.

Für zukünftige Erweiterungen ist es notwendig, Lernszenarien zum Thema REST-API zu entwickeln, durch deren Nutzung sich andere, meist proprietäre, Geräte ansprechen lassen (Integration von Sprachsteuerungen und Heimkinoanlagen). Somit würde es Lernenden möglich, den Vernetzungsgrad ihres Alltags und ihrer Lebenswelt selbstbestimmt zu gestalten.

Literatur

Bitkom (2013): Bring Your Own Device, [online] https://www.bitkom.org/noindex/Publikationen/2013/Leitfaden/BYOD/130304-LF-BYOD.pdf [30.05.2018].

Feierabend, S., Karg, U., & Rathgeb, T. (2016). *JIM-Studie 2016: Jugend, Information, (Multi-)Media ; Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland* (November 2016). Stuttgart: Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest. http://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2016/JIM_Studie_2016.pdf

Initiative D21 e. V. (2016). *D21-Digital-Index 2016: Jährliches Lagebild zur Digitalen Gesellschaft* (1. Auflage). *D21-Digital-Index*. Berlin: Initiative D21. http://www.initiativ ed21.de/wp-content/uploads/2016/11/Studie-D21-Digital-Index-2016.pdf

Land Rheinland-Pfalz (2009): Lehrplan für die Höhere Berufsfachschule Fachrichtung IT-Systeme, [online] https://berufsbildendeschule.bildung-rp.de/filead-min/user_upload/bbs/berufsbildendeschule.bildung-rp.de/Lehrplaene/Doku-mente/Lehrplan_2009/IT-Systeme_Internet.pdf [28.08.2017].

Modrow, E. und Strecker, K. (2016). Didaktik der Informatik. De Gruyter Studium. Berlin: De Gruyter Oldenbourg

Schubert, Sigrid und Andreas Schwill (2011): Didaktik der Informatik, 2. Aufl., Heidelberg: Spektrum Verlag.

Storm, Ingo T. (2016): Raspberry Pi 3 mit WLAN, Bluetooth und 64 Bit, [online] https://www.heise.de/newsticker/meldung/Raspberry-Pi-3-mit-WLAN-Bluetooth-und-64-Bit-3119537.html [30.05.2018].

Vihervaara, J und Alapaholuoma, T (2017). Internet of Things: Opportunities for Vocational Education and Training – Presentation of the Pilot Project. Proceedings of the 9th International Conference on Computer Supported Education – Volume 1, 2017, pp. 476–480.

Whitmore, A., Agarwal, A., & Da Xu, L. (2015). The Internet of Things-A survey of topics and trends. *Information Systems Frontiers*, *17*(2), 261–274. https://doi.org/10.1007/s10796-014-9489-2

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Schematischer Aufbau der Unterrichtshilfe 49

Abb. 2 Überblick Konfiguration 50

Abb. 3 Auszug aus dem Lehrplan HBFI 51

Autoren

Christian Schneider, Lehrer an der Berufsbildenden Schule Betzdorf-Kirchen,
cschneider@bbs-betzdorf-kirchen.de

Dr. Steffen Jaschke, Universität Siegen, Leiter der Arbeitsgruppe Didaktik der Informatik,
steffen.jaschke@uni-siegen.de.

Bedeutung und Perspektiven von Wissensmanagement und Kommunikationsprozessen für die Facharbeit und das berufliche Lernen – Eine Untersuchung am Beispiel des Kfz-Service

Torben Karges

Abstract

Der vorliegende Beitrag zeigt die hohe Bedeutung von Wissensmanagement und Kommunikationsprozessen für die Arbeit und das Lernen von Fachkräften im Kfz-Service auf. Im ersten Teil wird die Problemlage skizziert und eine kurze Übersicht über die Grundlagen des Wissensmanagements sowie dessen Potentiale für das berufliche Lernen gegeben. Im zweiten Teil werden Ergebnisse aus quantitativen und qualitativen Untersuchungen in Kfz-Werkstätten vorgestellt, die im dritten Teil reflektiert und zu einem Modell zusammengeführt werden. Abschließend werden mögliche Perspektiven für die Facharbeit und das Lernen im Kfz-Service durch Wissensmanagement und (virtuelle) 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, methods of knowledge management are introduced and discussed in relation to vocational and company-based learning processes. Afterwards, the results of a web-based survey and 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 are presented.

1 Einführung und Problemstellung

In den letzten Jahren hat sich die Facharbeit im Berufsfeld Fahrzeugtechnik durch technologische Innovationen in den Fahrzeugen und bei den Arbeitsmethoden grundlegend verändert. Traditionelle handwerkliche Tätigkeiten sind zurückgegangen und die Komplexität einzelner Aufgaben ist stark angestiegen. Diese Veränderungen erfordern einen sehr hohen Aufwand, um den Kfz-Werkstätten die damit einhergehenden umfangreichen Informationen zur Verfügung zu stellen und es den Fachkräften zu ermöglichen, neu benötigtes Wissen und Kompetenzen aufzubauen.

Die Größenordnung der regelmäßig neu hinzukommenden Informationen wird exemplarisch deutlich anhand eines deutschen Fahrzeugherstellers, der nach eigenen Angaben jährlich etwa 4.000 Seiten Leitfäden und 1.000 Seiten Stromlaufpläne produziert (vgl. Löwe 2014, S. 4). Erschwerend kommt hinzu, dass die meisten Informationen nicht einheitlich kategorisiert und teilweise stark abstrahiert sind, so dass sie 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 sein. Methoden und Systeme des Wissensmanagements könnten helfen, Aufgaben und Probleme im Arbeitsprozess zu lösen und Lernprozesse bei den Fachkräften zu ermöglichen.

In Abbildung 1 wird aufgezeigt, wie erfolgreich verschiedene Strategien zur Lösung komplexer Probleme an Fahrzeugen sind, welche von den Expertensystemen der Diagnosegeräte in den Werkstätten nicht erfolgreich diagnostiziert werden konnten. Dabei zeigt sich zum einen, dass in solchen Fällen dem Onlinesupport spezialisierter Anbieter eine große Bedeutung zukommt. Besonders auffällig ist aber der häufig erfolgreiche Austausch zwischen den Fachkräften einer Werkstatt, also die Nutzung von Erfahrungswissen und Kollaborationen zur Generierung einer Problemlösung. Die letzte Säulengruppe zeigt aber, dass dieser Ansatz zwischen Fachkräften verschiedener Werkstätten deutlich seltener zu einer Lösung führt. Es stellt sich daher die Frage, wie ein Wissensmanagement und Kommunikations- bzw. Kollaborationsprozesse zu gestalten sind, damit sie die komplexe Technik, die Erfordernisse der Facharbeit und die Potentiale des Erfahrungswissens der Fachkräfte (auch über Werkstattgrenzen hinaus) berücksichtigen können.

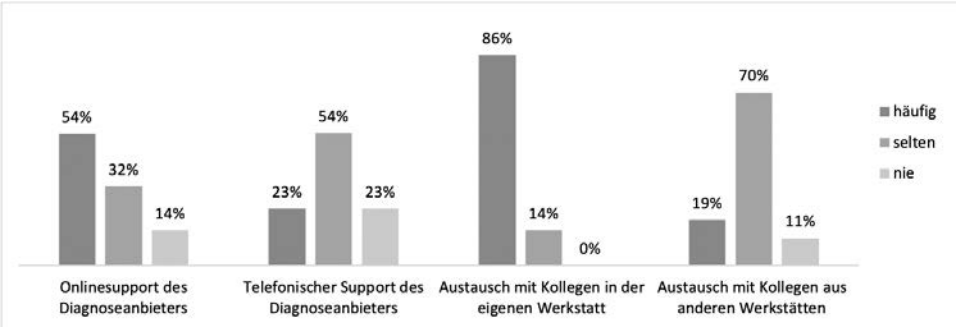


Abbildung 1: Lösung komplexer Probleme bei erfolgloser geführter Fehlersuche (vgl. Karges 2014, S. 229)

Grundlagen des Wissensmanagements

Um der Antwort auf diese Frage näher zu kommen, sollen zunächst einige Grundlagen und Begriffe im Zusammenhang mit einem Wissensmanagement näher betrachtet werden. Bei den folgenden Ausführungen wird zwischen den Begriffen „Informationen“ und „Wissen“ unterschieden. *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 Träger in Interaktion und kann sich auf Daten und Informationen stützen. Es wird von den Fachkräften in ihren Erfahrungshorizont eingeordnet und tritt in Wechselwirkung mit bereits vorhandenem Wissen (vgl. Probst et al. 2006, S. 21 f.). Die Bezeichnung "organisationales Wissen" oder "objektives Wissen" erscheint nach dieser Definition zunächst befremdlich, Wissen kann aber auch in Büchern 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. Ein echtes *Wissensmanagement* hätte hingegen zum Ziel, den Informations- und Wissensfluss zu optimieren, das Wissen weiterzuentwickeln und aufgabenbezogen oder nutzerspezifisch aufzubereiten bzw. neu zu generieren.

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 in wird in diesem erworben (vgl. Fischer 2000, S. 36). In der Literatur sind verschiedene Ansätze zu finden, um Erfahrungswissen weiterzugeben. Für ein berufliches Wissensmanagement weisen insbesondere narrative Ansätze (vgl. Lyotard 1994; Schreyögg & Geiger 2003a, S. 21 ff.; 2003b, S. 16 f.) ein großes Potential auf, mittels geeigneter Methoden das Erfahrungs- und Arbeitsprozesswissen zu berücksichtigen.

Modelle und Methoden des Wissensmanagements

In der Literatur lassen sich verschiedene Ansätze und Modelle des Wissensmanagements mit unterschiedlichen Zielsetzungen finden. Der Ansatz der Wissensspirale von Nonaka und Takeuchi befasst sich im Kern mit dem Umwandlungsprozess von implizitem zu explizitem Wissen (vgl. Nonaka & Takeuchi 1997, S. 74 ff.). Die Autoren bezeichnen den Prozess als interaktiven Spiralprozess. Besonders die Phasen Sozialisation (der Austausch von implizitem Wissen) und Internalisierung (die Umwandlung von explizitem in implizites Wissen) erscheinen im Kontext von (Kfz-)Facharbeit sinnvoll. Pragmatischer orientiert ist der Kreislauf des Wissensmanagements nach Probst, Raub und Romhardt, der sich in sechs Bausteinen mit der Handha-

bung expliziten Wissens beschäftigt (vgl. 2006). Dabei sind für die einzelnen Schritte jeweils noch passende Methoden zu wählen. Deutlich wird dabei insbesondere die Überschneidung von Wissensmanagement und Personalmanagement, etwa bei der Identifikation von Experten für bestimmte Bereiche. Die bereits erwähnte Nutzung von Narrationen zum Zweck des Wissensmanagements könnte mit diesem Modell über entsprechende Methoden verbunden werden, so werden Erzählungen in Form von *Lessons Learned* zum Beispiel in *Communities of Practice* genutzt, um Wissen zu transportieren.

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 austauschen und kollaborieren können, auch wenn sie nicht am gleichen Ort arbeiten. Ein Wissensmanagement führt durch die Beschäftigung mit den Herausforderungen oder Problemstellungen damit unweigerlich auch zu Lernvorgängen. Um ein Wissensmanagement auf der operativen Ebene umzusetzen, werden Methoden und Instrumente benötigt, von denen einige kurz vorgestellt werden sollen. Als Methoden zur Förderung des Wissensaustauschs sind *Lessons Learned*, *Best Practice Sharing* und *Story Telling* zu nennen. Damit können beispielsweise Problemlösungen, Vorgehensweisen und Erfahrungen mit Fehlern zwischen Fachkräften ausgetauscht werden:

- *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 auch *Communities of Practice* als Zusammenschlüsse von Personen mit gleichen Interessen oder Zielen eine große Rolle. Die Mitglieder einer solchen *Community*, 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 Erfahrungshintergrundes können sie ohne Verständnisprobleme oder sprachliche Hürden miteinander kommunizieren und voneinander lernen. Sie sprechen die gleiche Praxissprache und können über Berichte und Geschichten ihr Erfahrungswissen austauschen. Um dieses auch bei verteilten Mitgliedern einer Community zu ermöglichen (z. B. Fachkräften aus räumlich getrennten Kfz-Werkstätten) sind geeignete Softwaresysteme erforderlich, die eine Kommunikation und Kooperation zwischen den Gruppenmitgliedern ermöglichen. Die Fachkräfte nutzen dabei Grundlagen des *fallbasierten Schließens*, das

aus Finden, Nutzen, Bewerten und Behalten besteht, 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. Die Schritte können dabei auch von verschiedenen Personen ausgeführt werden, am Ende entsteht jedoch eine neue Lösung, die behalten wird (idealerweise nachvollziehbar dokumentiert).

Lernprozesse beim Wissensmanagement

Methoden des Wissensmanagements können in der beruflichen Bildung für geplante Bildungsprozesse eingesetzt werden, sie aktivieren darüber hinaus bei ihrem 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* Lernprozesse ermöglicht werden. *Podcasts* oder andere *Micro-Learning-Elemente* werden bisher vorwiegend zu außerschulischen Lernzwecken eingesetzt, ihre Anwendung ist aber auch 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 ohnehin mit zeitlichem Verzug erfolgt. Wissensmanagement würde in solchen Fällen individuelles und selbstgesteuertes Lernen nach Bedarf ermöglichen. Für die Fachkräfte wäre das Gelernte dabei hoch relevant, motivationsfördernd und würde ein tieferes Verständnis ermöglichen, als dieses bei einer vom Arbeitsprozess entkoppelten Schulung oder einem Web-Based-Training möglich wäre.

2 Ergebnisse aus empirischen Untersuchungen

Zur Gewinnung von Erkenntnissen zu Kommunikationsprozessen und zum Wissensmanagement im Kfz-Service wurden empirische Untersuchungen in freien und herstellergebundenen Kfz-Werkstätten durchgeführt. In einer ersten Erhebungsphase wurde im Rahmen einer Sektoranalyse eine Onlinebefragung durchgeführt, die in einer zweiten Phase durch Fallstudien in sechs freien und sechs herstellergebundenen Werkstätten (ausgewählt nach Kriterien aus der Sektoranalyse) vertieft wurde. Im Rahmen dieses Beitrags können nur ausgewählte Ergebnisse der Onlinebefragungen und zentrale Erkenntnisse der Fallstudien dargestellt werden (vgl. ausführlich dazu: Karges 2017).

Ergebnisse der Onlinebefragung

Eine Frage zur Beschaffung von Informationen und Wissen für die Lösung komplexer Probleme mittels der verfügbaren Unterstützungsangebote (vgl. Abbildungen 2

& 3) zeigt auf, dass bestehende Problemlösungen aus Datenbanken in herstellergebundenen Werkstätten (Säulengruppe „Serviceinformation Hersteller“) deutlich häufiger zu einer Lösung führen als in freien Werkstätten (Säulengruppe „Datenbank Diagnoseanbieter“). Auch die Zusammenarbeit mit Experten über eine Onlinekommunikation führt in den herstellergebundenen Werkstätten öfter zu einer erfolgreichen Problemlösung als in freien Werkstätten.

Die Antworten zeigen außerdem auf, dass der Austausch und die Beratung mit Kollegen in der eigenen Werkstatt sehr häufig bei der Problemlösung helfen; in freien Werkstätten ist dieses sogar die relevanteste Problemlösungsoption. Zugleich zeigt sich jedoch, dass ein Wissensaustausch werkstattextern nur selten erfolgreich ist. In herstellergebundenen Werkstätten ist die Bewertung dabei etwas besser, was vermutlich auf einen etablierten Austausch innerhalb fester Schulungsgruppen zurückgeführt werden kann.

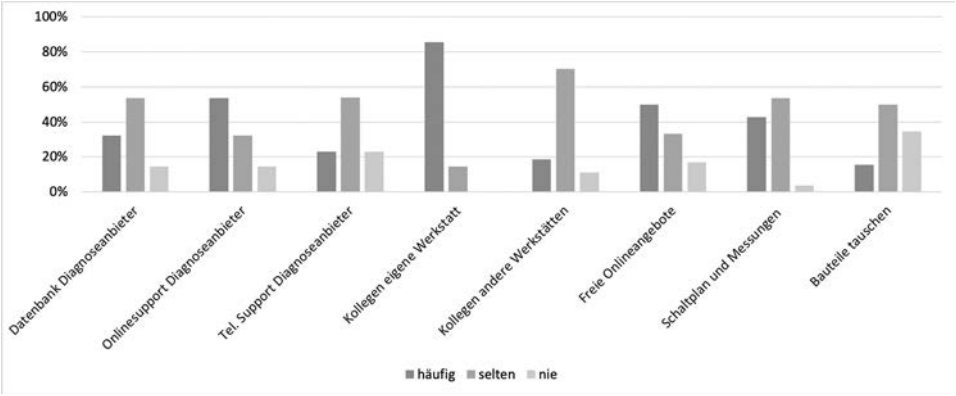


Abbildung 2: Lösung von komplexen Problemen in freien Kfz-Werkstätten (vgl. Karges 2017, S. 136)

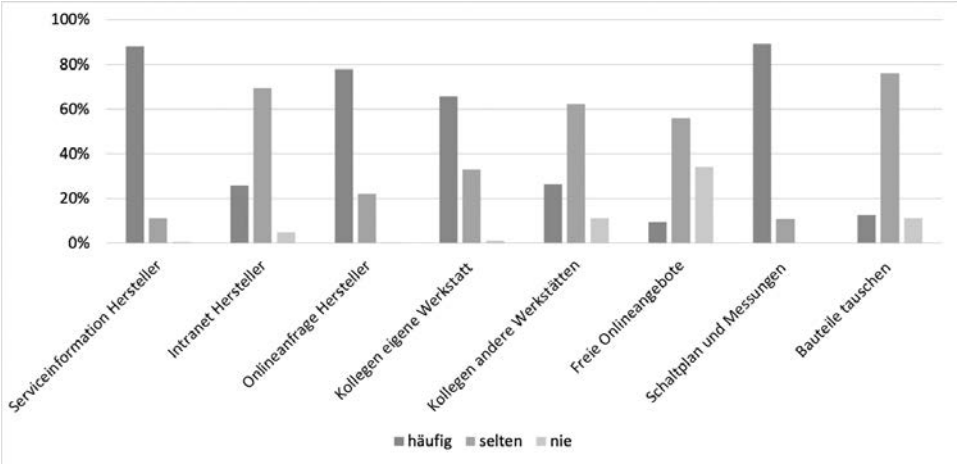


Abbildung 3: Lösung von komplexen Problemen in herstellergebundenen Kfz-Werkstätten (vgl. ebd., S. 136)

Die Onlinebefragung lieferte auch Erkenntnisse zum betrieblichen Lernen in Form der Vorbereitung der Fachkräfte auf neue Technologien und Arbeitsweisen (vgl. Abbildungen 4 & 5). 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. Zu dieser Aussage passt auch die hohe Bedeutung von arbeitsbezogenen Medien zum selbstgesteuerten Lernen, wie Herstellerinformationen oder Fachzeitschriften. Computer- und Web-Based-Trainings haben hingegen nur noch eine geringe Bedeutung und kommen stärker in herstellergebundenen Werkstätten zum Einsatz, wo sie auch der Vorbereitung von Lehrgängen dienen. Lehrgänge und Schulungen außerhalb des Arbeitsprozesses sind in beiden Werkstatttypen nach wie vor stark verbreitet. Die Fachkräfte aus herstellergebundenen Werkstätten besuchen diese öfter, was sich auf Vorgaben der Fahrzeughersteller zurückführen lässt.

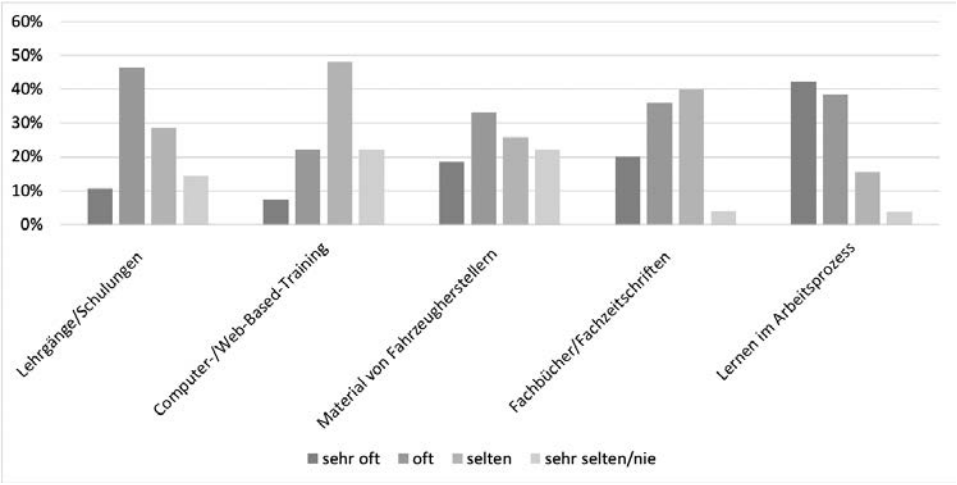


Abbildung 4: Vorbereitung auf neue Technologien und Arbeitsweisen in freien Kfz-Werkstätten (vgl. ebd., S. 130)

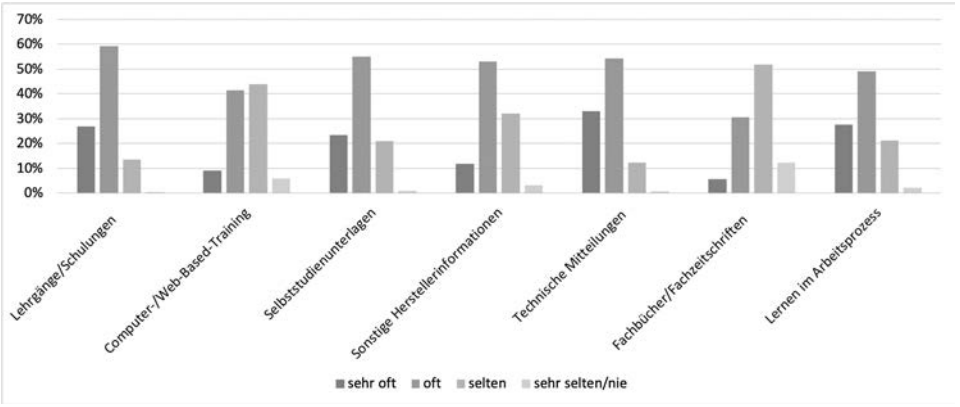


Abbildung 5: Vorbereitung auf neue Technologien und Arbeitsweisen in herstellergebundenen Kfz-Werkstätten (vgl. ebd., S. 131)

Während die vorherigen Antworten die zunehmend größere Bedeutung des Lernens im Arbeitsprozess aufgezeigt haben, kann den nachfolgenden Diagrammen das Lernpotential verschiedener Elemente im Arbeitsprozess aus Sicht der befragten Fachkräfte entnommen werden (vgl. Abbildungen 6 & 7).

Neben der Erkenntnis, dass sich im Arbeitsprozess viele Lernpotentiale entfalten, erscheint besonders auffällig, dass in freien Werkstätten den Diskussionen mit Kollegen das größte Lernpotential zugeschrieben wird (88 % sehr viel/eher viel), während dieses in herstellergebundenen Werkstätten bei Serviceinformationen des Fahrzeugherstellers der Fall ist (95 % sehr viel/eher viel). Interessant ist hierbei, dass es sich bei den Diskussionen mit Kollegen um nicht aufbereitetes Wissen handelt, dass direkt im Arbeitsprozess ausgetauscht und reflektiert wird, wohingegen die Serviceinformationen des Herstellers den Fachkräften aufbereitete und verifizierte Lösungen anbieten, die oftmals nur noch angewendet werden müssen.

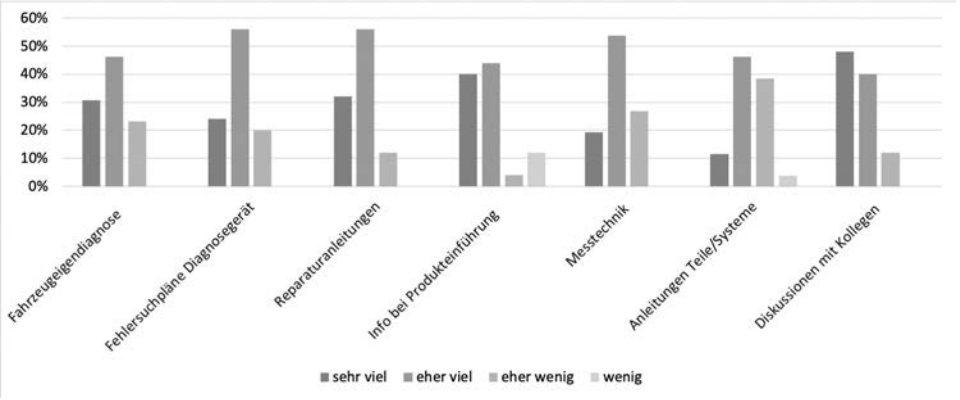


Abbildung 6: Lernpotentiale im Arbeitsprozess in freien Kfz-Werkstätten (vgl. ebd., S. 132)

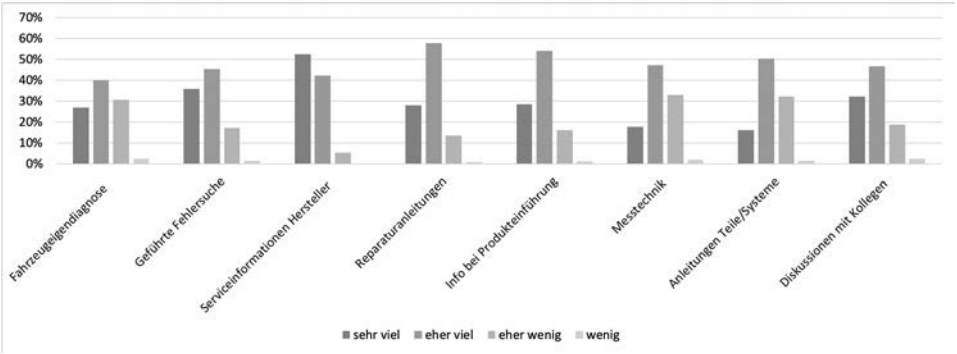


Abbildung 7: Lernpotentiale im Arbeitsprozess in herstellergebundenen Werkstätten (vgl. ebd., S. 132)

Ergebnisse Fallstudien

Die zentralen Erkenntnisse der zwölf durchgeführten Fallstudien bestätigen die Ergebnisse der zuvor durchgeführten Onlinebefragung und liefern vertiefte Erklärungen.

Demnach zeigt sich in *freien Werkstätten* bei der Informations- und Wissensbeschaffung eine große Abhängigkeit von den Herstellern von Diagnosegeräten oder speziellen Informationsanbietern. Problemlos gestaltet sich in der Regel die Informationsbeschaffung für Standardaufgaben. Bei selteneren Reparaturen oder komplexen Diagnoseaufgaben sind die verfügbaren Informationen nicht immer ausreichend. In diesen Fällen hilft oft der Kontakt zu Experten der Diagnoseanbieter per Internet oder Telefon. Sehr häufig wird ein interner Austausch mit Kollegen im Arbeitsprozess genutzt, dabei wird nach Erfahrungen mit ähnlichen Problemen gefragt oder die Fachkräfte entwickeln gemeinsam Lösungsideen. Wenn diese Schritte nicht zielführend sind, tauschen sich die Mitarbeiter in freien Werkstätten auch mit Kollegen 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 und Vorurteilen versehen, da das eigene Wissen oftmals als Herrschaftswissen verstanden wird und Nachteile befürchtet werden, sollte dieses Wissen die Werkstatt verlassen.

In *herstellergebundenen Werkstätten* besteht erwartungsgemäß eine sehr große Abhängigkeit von den jeweiligen Fahrzeugherstellern. Neben Standardinformationen zu Wartung und Reparatur bieten die Herstellersysteme auch technische 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 Experten für verschiedene Fahrzeugbaugruppen, die als Ansprechpartner dienen und bei komplexen Problemen mit anderen Kollegen 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 Wissenspotential in ihren Vertragswerkstätten. Je nach Hersteller gibt es daher verschiedene Versuche und Formate, das Wissen der Experten zu sammeln (zum Beispiel in Workshops), um es zu verifizieren und zu sichern.

Auch in den Fallstudien zeigt sich eine hohe Bedeutung des Wissensmanagements für mögliche Lernprozesse. Die Fachkräfte nutzen Informations- und Wissensmanagementsysteme bewusst oder unbewusst auch zum Lernen, wobei ein unbewusstes Lernen stark überwiegt. Im Mittelpunkt der Anwendung der Systeme oder von Kommunikationsprozessen steht immer die aktuelle Problemlösung, der Lerneffekt tritt dabei eher en passant ein. Fragen nach absolvierten Lernprozessen oder Fortbildungen beantworten die Fachkräfte daher auch in den meisten Fällen mit dem Besuch von Lehrgängen. Instrumente des Wissensmanagements werden zum bewussten Lernen nur in Ansätzen von den Fahrzeugherstellern aufgegriffen (z. B. der Austausch von Erfahrungen aus dem Feld im Rahmen von Schulungen).

3 Reflexion der Ergebnisse

Die empirisch identifizierten Systeme des Informations- und Wissensmanagements in Kfz-Werkstätten lassen sich fünf Kategorien zuweisen. Die Übersicht in Abbildung 8 zeigt, welche Systeme welche Inhalte transportieren können und sich damit mehr oder weniger für ein Wissensmanagement und das Lernen von Kfz-Fachkräften eignen. Bei den möglichen Wissensarten innerhalb der Kategorien lässt sich unterscheiden zwischen:

- Daten und Informationen für die unmittelbare Aufgabenbewältigung,
- Arbeitshinweisen, die zusätzlich beschreiben, wie die Daten und Informationen im Arbeitsprozess zu verwenden sind,
- Systematischen Erläuterungen, die auch Funktionsprinzipien von Komponenten oder Systemen und die gegenseitige Beeinflussung von Abläufen umfassen,
- Überblickswissen über Aufbau, Gestaltung und Begründung von technischen Systemen und Arbeitsprozessen (vgl. Becker 2003, S. 263 ff.).

Insbesondere die beiden letzten Kategorien eignen sich für Lernprozesse, da sie eine Reflexion voraussetzen. Sie sind aber auf die anderen Kategorien angewiesen, so dass ein Wissensmanagement idealerweise auf allen Niveaus agieren kann, um je nach Bedarf Informationen und Wissen in verschiedener Tiefe und Breite bereitzustellen.

Systeme & Methoden	Dokumenten-management-systeme	Expertensysteme	Kommunikations-systeme	Communities of Practice	Virtuelle Kollaborations-systeme
Subsysteme & Funktionen	• Bekannte Probleme • Aktuelle Aktionen • Selbststudium	• Geführte Fehlersuche • Geführte Funktionen • Case-Based Reasoning	• E-Mail-Systeme • Instant Messenger • Hotlines	• Schulungen • Story Telling • Kollaboration	• Internetforen • Social Software • CSCW
Übermittelte/ kommunizierte Inhalte	• Technische Daten • Einstell-/Sollwerte • Stromlaufpläne • Reparaturleitfäden • Einbauanleitungen • Argumentationshilfen	• Arbeitsanweisungen • Prüfpläne • Sollwerte	• Bekannte Problemabhilfen • Best Practices • Lessons Learned • „Hersteller-Insiderwissen"	• Informationen zum Fall • Best Practices • Lessons Learned • Hilfestellungen • Tipps • Erfahrungswissen	• Informationen zum Fall • Best Practices • Lessons Learned • Hilfestellungen • Tipps • Erfahrungswissen
Mögliche Wissensarten	• Daten und Informationen • Arbeitshinweise	• Daten und Informationen • Arbeitshinweise	• Daten und Informationen • Arbeitshinweise	• Daten und Informationen • Arbeitshinweise • Systematische Erläuterungen • Überblickswissen	• Daten und Informationen • Arbeitshinweise • Systematische Erläuterungen • Überblickswissen

Abbildung 8: Kommunikation und Wissensmanagement in Kfz-Werkstätten (Karges 2017, S. 178)

Dokumentenmanagementsysteme sind die am häufigsten eingesetzten Systeme in Kfz-Werkstätten und stellen hauptsächlich Daten und Informationen zur Verfügung. Zum Teil enthalten sie auch 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, das Expertensysteme nutzen, um basierend auf ähnlichen Fällen Fehlerlösungen zu generieren und Lösungswahrscheinlichkeiten zu berechnen. Häufig fehlen bei den derzeit eingesetzten Expertensystemen lernförderliche Erläuterungen. *Kommunikationssysteme* werden von Kfz-Fachkräften derzeit fast ausschließlich zum Austausch mit Fahrzeugherstellern oder Diagnoseanbietern eingesetzt. Dieser Austausch stellt derzeit die modernste Form der werkstattexternen Kollaboration dar, beschränkt sich aber auf einen unidirektionalen Wissensfluss von den Anbietern in die Werkstätten. Die Ansätze und Ideen von *Communities of Practice* sind für den Kfz-Service noch nahezu unerschlossen und kommen nur vereinzelt und unsystematisch zum Einsatz. In den wenigen Fällen, in denen sie vorhanden sind, tauschen sich die Mitglieder persönlich und verbal über Probleme aus. Dabei kann Wissen im Gespräch auch neu generiert werden. *Virtuelle Kollaborationssysteme* sind den meisten Kfz-Fachkräften nur in Form von einfachen Internetforen bekannt und werden meistens negativ bewertet. Sie könnten mittels der entsprechenden technischen Möglichkeiten jedoch prinzipiell das gleiche leisten, wie lokale *Communities of Practice* und sowohl Erfahrungswissen zugänglich machen, als auch kollaborative Problemlösungen ermöglichen.

Basierend auf den vorgestellten Kategorien kann ein Modell für das Wissensmanagement und die Kommunikation bzw. Kollaboration im Kfz-Service erstellt werden, welches in der Horizontalen ein Kontinuum des Wissensmanagements von der reinen Informationsdistribution bis hin zur Schwarmintelligenz abbildet (vgl. Abbildung 9).

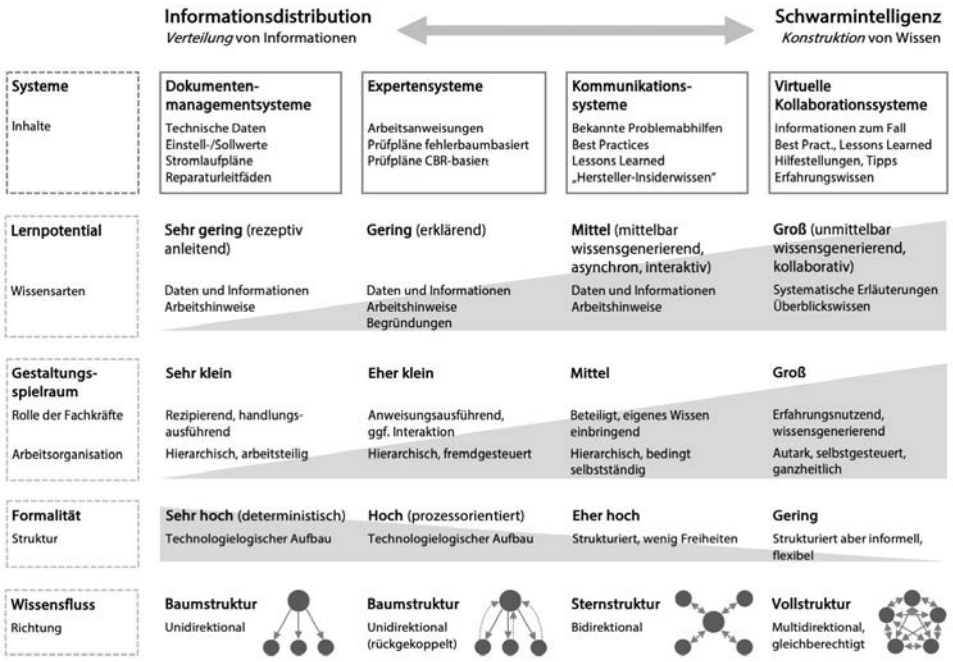


Abbildung 9: KoWi-Modell (Kollaboration und Wissensmanagement im Kfz-Service) (Karges 2017, S. 195)

In der Vertikalen strukturiert das KoWi-Modell die Systeme nach Lernpotential, 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 damit auf den Fertigkeitsaspekt. Zum rechten Pol werden Fachkräfte zunehmend zu Wissensnutzern und Wissensträgern zugleich. Auf der rechten Seite des Modells löst sich damit auch die strenge Trennung zwischen Top-down- und Bottom-up-Informationsaufbereitung auf, so dass sich eine Schwarmintelligenz 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. Auf Seiten der Informationsanbieter erfordern die Systeme der rechten Seite die Akzeptanz von zunächst unsicherem Wissen aus den Werkstätten. Im Laufe des Prozesses und der Zusammenarbeit kann es korrigiert, verifiziert und verallgemeinert werden.

Im KoWi-Modell finden sich mehrere Wissensdimensionen wieder (vgl. Abbildung 10). 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 auch vom linken zum rechten Pol. Auf der linken Seite umfasst es Wissen zu spezifischen Vorgehensweisen, zur rechten Seite entwickelt es sich zunehmend in Richtung eigenständiger Methoden unter Einbindung des eigenen Wissens.

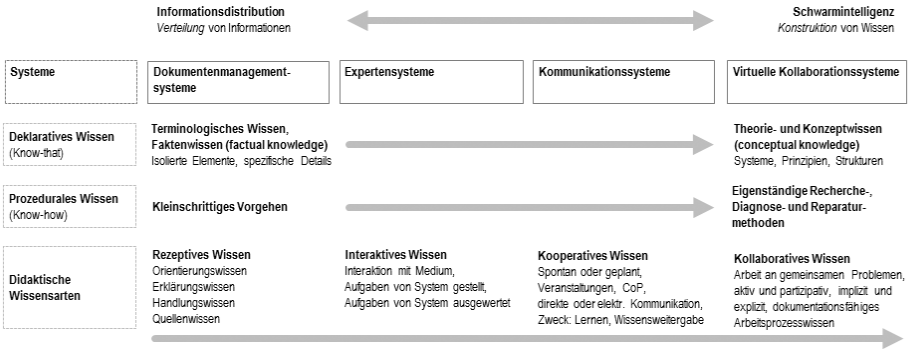


Abbildung 10: Wissensdimensionen im KoWi-Modell

Zum Aufzeigen des Potentials der Systeme für das Lernen und eine kollaborative Konstruktion von Wissen lässt sich das Modell um eine didaktische Betrachtung erweitern. 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 Modell können Expertensysteme dieser Kategorie zugeordnet werden, da sie Anweisungen geben und die Antworten der Kfz-Fachkräfte auswerten. *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 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 produzieren gemeinsam neues Wissen für die Kfz-Facharbeit. Dabei erfolgen permanent Lernprozesse.

4 Fazit und Ausblick

Aufbauend auf den vorgestellten Befunden erscheint eine Weiterentwicklung des Wissensmanagements in Kfz-Werkstätten möglich und sinnvoll. Derzeit entsteht viel anwendungsrelevantes Wissen bei der Vernetzung und Kombination von Informationen und Wissen in den Werkstätten, verbleibt dann aber bei den einzelnen Fachkräften. Besonders eine stärkere Berücksichtigung des Erfahrungswissens der Fachkräfte verspricht eine effektive Erweiterung der Wissensbasis von Kfz-Werkstätten. Das setzt aber eine verstärkte Kommunikation und Kollaboration voraus. Dazu müssen die derzeit noch verbreitet vorherrschenden traditionellen Kulturen in den Kfz-Werkstätten überwunden werden, was vorwiegend die Führung der Werkstätten betrifft, da deren Unterstützung zwingend erforderlich ist. Im Ergebnis scheint eine Zusammenarbeit auch von räumlich getrennten Mitgliedern einer *Community of Practice* möglich. Die Ergebnisse einer solchen Community könnten digital gesichert werden, beispielsweise in Form von *Lessons Learned* oder *Best Practices*. Zusätzlich könnten gegenwärtige technologische Entwicklungen der künstlichen Intelligenz, z. B. Text-Mining oder Kontextanalysen, eine engere Verzahnung des Community-Wissens mit dem expliziten Wissen in Datenbanken ermöglichen und die Systeme dabei besser in die Arbeitsprozesse von Kfz-Fachkräften integrieren. Auch eine verstärkte Integration von Wissensmanagement und Lernprozessen in den Werkstätten erscheint vielversprechend. Im Moment herrscht dort noch überwiegend die Auffassung vor, dass Lernen zu besonderen Zeiten und in Lehrgängen stattzufinden habe. Allerdings erfolgt die Wissensaneignung entgegen dieser Annahme bereits jetzt hauptsächlich informell und selbstgesteuert im Arbeitsprozess. 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 Informationsbedarf und zunehmender Komplexität gefördert, indem durch die Anwendung auf eine konkrete Problemstellung systemisches und methodisches Wissen aufgebaut würde.

Literatur

Becker, Matthias (2003): Diagnosearbeit im Kfz-Handwerk als Mensch-Maschine-Problem. Konsequenzen des Einsatzes rechnergestützter Diagnosesysteme für die Facharbeit. Bielefeld: Bertelsmann.

Böhle, Fritz (2005): Erfahrungswissen – die verborgenen Seiten professionellen Handelns. Eine Herausforderung für die berufliche Bildung. Fachtagung des Bundesinstituts für Berufsbildung. Bonn, 14.06.2005. Online verfügbar unter https://www.bibb.de/dokumente/pdf/fachtagung_erfahrungswissen_14-06-05_boehle.pdf, zuletzt geprüft am 29.02.2016.

Davenport, Thomas H.; Prusak, Laurence (1998): Wenn Ihr Unternehmen wüßte, was es alles weiß. Das Praxishandbuch zum Wissensmanagement. Landsberg/Lech: Verl. Moderne Industrie.

Fischer, Martin (1996): Überlegungen zu einem arbeitspädagogischen und -psychologischen Erfahrungsbegriff. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (3/1996).

Fischer, Martin (2000): Arbeitsprozesswissen von Facharbeitern – Umrisse einer forschungsleitenden Fragestellung. In: Jörg-Peter Pahl, Felix Rauner & Georg Spöttl (Hrsg.): Berufliches Arbeitsprozesswissen. Ein Forschungsgegenstand der Berufsfeldwissenschaften. Baden-Baden: Nomos, S. 31–47.

Karges, Torben (2014): Identifikation problemlöseförderlicher Bedingungen für die kollaborative Kfz-Diagnose. In: Georg Spöttl, Matthias Becker & Martin Fischer (Hrsg.): Arbeitsforschung und berufliches Lernen. Frankfurt am Main: Lang-Edition, S. 221–239.

Karges, Torben (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, Torben (2018): Wissensmanagement im Kontext beruflicher und betrieblicher Lernprozesse. In: lernen & lehren, Heft 130, S. 60–65.

Löwe, Hendrik (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. Online verfügbar unter http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:15-qucosa-150384, zuletzt geprüft am 05.11.2015.

Lyotard, Jean-François (1994): Das postmoderne Wissen. Ein Bericht. 3., unveränd. Neuaufl. Wien: Passagen-Verlag.

Nonaka, Ikujirō; Takeuchi, Hirotaka (1997): Die Organisation des Wissens. Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen. Frankfurt am Main: Campus-Verlag.

Probst, Gilbert J. B.; Raub, Steffen; Romhardt, Kai (2006): Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 5., überarb. Aufl. Wiesbaden: Gabler.

Schreyögg, Georg; Geiger, Daniel (2003a): Kann die Wissensspirale Grundlage des Wissensmanagements sein? Berlin: Institut für Management (Diskussionsbeiträge des Instituts für Management, Freie Universität Berlin, Bd. 20).

Schreyögg, Georg; Geiger, Daniel (2003b): Wenn alles Wissen ist, ist Wissen am Ende nichts?! Vorschläge zur Neuorientierung des Wissensmanagements. In: Die Betriebswirtschaft: DBW, 63 (1), S. 7–22.

Swertz, Christian (2005): Web-Didaktik. Eine didaktische Ontologie in der Praxis. In: MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung (10). Online verfügbar unter http://dx.doi.org/10.21240/mpaed/10/2005.09.12.X, zuletzt geprüft am 28.11.2016.

Wenger-Trayner, Etienne; Wenger-Trayner, Beverly (2015): Communities of practice. A brief introduction. Online 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, zuletzt geprüft am 31.08.2016.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Lösung komplexer Probleme bei erfolgloser geführter Fehlersuche 56
Abb. 2 Lösung von komplexen Problemen in freien Kfz-Werkstätten 60
Abb. 3 Lösung von komplexen Problemen in herstellergebundenen Kfz-Werkstätten 60
Abb. 4 Vorbereitung auf neue Technologien und Arbeitsweisen in freien Kfz-Werkstätten 61
Abb. 5 Vorbereitung auf neue Technologien und Arbeitsweisen in herstellergebundenen Kfz-Werkstätten 62
Abb. 6 Lernpotentiale im Arbeitsprozess in freien Kfz-Werkstätten 62
Abb. 7 Lernpotentiale im Arbeitsprozess in herstellergebundenen Werkstätten 63
Abb. 8 Kommunikation und Wissensmanagement in Kfz-Werkstätten 65
Abb. 9 KoWi-Modell (Kollaboration und Wissensmanagement im Kfz-Service) 66
Abb. 10 Wissensdimensionen im KoWi-Modell 67

Autor

Dr. phil. Torben Karges, Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dozent für die berufliche Fachrichtung Fahrzeugtechnik, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik (biat), Europa-Universität Flensburg,
torben.karges@uni-flensburg.de

Technikvideos in der Ausbildung – Formate und didaktische Implikationen für eine inklusive Lehre

Markus Schäfer

Abstract

Vor dem Hintergrund der Inklusion und der Informatisierung thematisiert der Beitrag neue Lernformen mit dem Medium Film, seinen Formaten und seinen Potentialen hinsichtlich einer Flexibilisierung des Lernens aufgrund der Entgrenzung außerschulischer und schulischer Lernorte. Nachfolgend geht es um Video-Produktionen, die in der beruflichen Erstausbildung als User Generated Content in einer Lerngruppe entstehen und damit eine besondere Nähe zur realen Lernumgebung der Auszubildenden haben. Das hier vorgestellte Konzept wurde in einem Design-Based Research Vorhaben weiterentwickelt, erprobt und evaluiert. Nach einer Darstellung der Eckpunkte des Konzepts werden die Rahmenbedingungen zu einer Erhebung vorgestellt, die erste Hinweise dazu liefern soll, wie es didaktisch in Lehr-Lern-Arrangements eingebunden werden kann.

Against the background of inclusion and computerization, the article addresses new forms of learning with the medium of film, its formats and its potentials for making learning more flexible due to the dissolution of non-school and school learning venues. The following is about video productions that arise in the initial vocational training as user-generated content in a learning group and thus have a special proximity to the real learning environment of the trainees. The concept presented here was further developed, tested and evaluated in a design-based research project. After a presentation of the cornerstones of the concept, the framework conditions for a survey are presented, which should provide the first clues as to how it can be integrated didactically in teaching-learning arrangements.

Ausgangslage

Die im Industriezeitalter entstandenen Bildungsformate und didaktischen Konzepte des Lehrens und Lernens, die als ‚Großveranstaltung' mit 20 und mehr Auszubildenden in einer Klasse organisiert werden, in der alle zur gleichen Zeit das gleiche lernen und in der alle auf die gleiche Art und Weise geprüft werden, geraten im Zeitalter der Inklusion und Informatisierung zunehmend in die Diskussion (vgl. Reige-

luth; Beatty; Myers 2017, Pos. 200 ff.). Überlegungen zu einer Weiterentwicklung bestehender Konzepte orientieren sich dabei an der Vorstellung, dass sich didaktische Konzepte für eine inklusive Lehre flexibler an die Bedürfnisse der Auszubildenden anpassen. In inklusiven didaktischen Settings steht nämlich das lernende Subjekt im Mittelpunkt. Die Systeme haben sich entsprechend den Auszubildenden anzupassen und nicht umgekehrt (Integration). In der Praxis der Berufskollegs und Bildungsstätten bedeutet dies konkret auch, dass Konzepte entwickelt werden müssen, mit denen das Informationsbedürfnis der Auszubildenden flexibel und individuell befriedigt werden kann. Informationsangebote (Fachbücher, Lehrervorträge, Werkstattinformationssysteme etc.) berücksichtigen in einem solchen Verständnis z. B. zeitstrukturelle Bedürfnisse, sind mit Blick auf die Anforderungsniveaus skalierbar und besitzen eine situativ differenzierte zeitliche Granularität.

Dem bewegten Bild, dem Film, könnte mit Blick auf eine solche Flexibilisierung des Lernens im Informationszeitalter als Informations- und Dokumentationsmedium eine besondere Rolle zukommen. Dieser Beitrag beschäftigt sich vor diesem Hintergrund mit dem Medium Film, seinen Formaten und der Rolle, die das Medium einnimmt bzw. einnehmen könnte, wenn es um eine Entgrenzung außerschulischer und schulischer Lernorte geht.

Zur Bedeutung des Mediums Film als Informationsmedium

Es ist kaum zu bestreiten, dass der Film mit seinen vielfältigen Formaten (2D, 3D als Virtual Reality-Applikation) als Informations- und Bildungsmedium aktuell eine Renaissance erlebt. In den späten 1960er Jahren als Bildungsmedium im Fernsehen gestartet, konnten sich die starren und behavioristisch angelegten Formate, z. B. Telekolleg, in der Folge zunächst nicht durchsetzen. Der Neustart des Films als Bildungsmedium gelingt mit der Digitalisierung; das belegen neben Studien und dem Blick auf die Zugriffszahlen einschlägiger Videoportale (vgl. JIM 2017; Bitkom 2015) nicht zuletzt auch Blicke in die Klassenräume der Berufskollegs. Bewegtbilder sind nicht nur für Zielgruppen interessant, die sich weniger gerne mit Textinformationen umgeben und bewegte und vertonte Bilder als Informationsquelle bevorzugen, sie sind vielmehr auch dazu in der Lage, Informationen anschaulich, passgenau und interaktiv zu transportieren. Damit stellt der Film auch für konstruktivistisch angelegte didaktische Konzepte eine interessante Alternative respektive Ergänzung dar. Die öffentlichen YouTube-Statistiken verraten, dass täglich eine Milliarde Stunden Wiedergabezeit registriert werden.[1] Dabei teilen die User laut Malik Ducard, Director of Family and Learning bei YouTube täglich über eine Millionen Lehrvideos.[2]

Der aktuelle Bedeutungszuwachs des Mediums Film als Unterhaltungs- und Informationsmedium ist wesentlich darauf zurückzuführen, dass digitale Technologien praktisch jeden Nutzer zum potentiellen Filmproduzenten machen. Die rund

1 vgl. https://www.youtube.com/intl/de/yt/about/press/
2 vgl. https://www.thinkwithgoogle.com/intl/de-de/marketingkanäle/youtube/im-trend-bildungsinhalte-auf-youtube/

eine Milliarde YouTube-Nutzer, die pro Minute rund 400 Stunden Videomaterial zu allen möglichen Themen produzieren und distribuieren, bedienen entsprechend praktisch jedes Genre.[3] Neben Grundlagenvideos zu Klassikern wie Mathematik und Physik bieten die Portale vor allem Videos zu aktuellen bzw. dynamischen Wissensinhalten. Auch eine hohe Spezialisierung, etwa auf bestimmte Hersteller, Produkte oder Verfahren, bietet aufgrund der Reichweite exzellente Bedingungen dafür, ‚hohe' Klickraten zu erzielen. Das gilt im Besonderen, wenn die Videos in englischer Sprache aufgezeichnet werden, weil die Grundgesamtheit der Nutzer sich damit naturgemäß vervielfacht.

Produktive Nutzer, auch als Edutuber bezeichnet, haben unterschiedlichste Motive. Teilweise weisen Videos mit mehr oder weniger versteckten Werbebotschaften darauf hin, dass kommerzielle Interessen im Fokus stehen. Influencer, also Personen, die aufgrund ihrer starken medialen Präsenz und ihres Ansehens in sozialen Medien ‚ideale' Werbebotschafter sind, erreichen Klickraten, die schnell in die Millionen gehen (Influencer-Marketing). Der YouTube Kanal *JP Performance* ist vermutlich jedem angehenden KFZ-Mechatroniker bekannt. Es gibt aber auch andere Motive. So wollen sich die Produzenten etwa virtuell inszenieren oder sie suchen nach Anerkennung in bestimmten Communities. Es gibt ebenso altruistische Beweggründe. Ein Teil der Community will einfach nur helfen und freut sich daran, wenn andere Mitglieder von Erfahrungen profitieren. Die vielfältigen Motivlagen führen in Verbindung mit den immer besseren technischen Möglichkeiten dazu, dass das Engagement der Edutuber beachtliche Dimensionen angenommen hat. Im Ergebnis ist absehbar praktisch jede inhaltliche Nische zeitstrukturell in vielfältigster zeitlicher Granularität und mit Blick auf das jeweilige Anforderungsniveau breit skaliert filmisch besetzt. „In the future, no two people will have the same TV experience" sagt der YouTube Produkt Manager Neal Nohan und bringt damit die mediale Vielfalt mit dem individuellen Informations- bzw. Erlebnisbedürfnis der Nutzer in Verbindung.[4]

Längst haben Video-Clips auch die formalen Strukturen von Schulen, Bildungsstätten und Ausbildungsbetrieben erreicht. Seinen besonderen Reiz für eine Individuierung und Flexibilisierung von Kompetenzentwicklungsprozessen entfaltet das Medium Film aber auf der Schwelle vom Unterhaltungs- zum Bildungsmedium. Hier hat der Film das Potential, die eingangs geforderte Individualisierung von Lernprozessen zu unterstützen. Dies gelingt u. a. dadurch, dass eine strukturelle Entgrenzung von außerschulischen und schulischen Lernräumen möglich wird.

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit dem Medium Film als Bildungsmedium für formale Strukturen der beruflichen Erstausbildung. Es geht dabei im speziellen auch um Video-Produktionen, die als User Generated Content in einer Lerngruppe entstehen und damit eine besondere Nähe zur realen Lernumgebung der Gruppenmitglieder haben. Der Beitrag ergänzt einen Aufsatz, der im Heft 126 veröffentlicht wurde. In *Lernen und Lehren* Heft 126 – 32. Jahrgang – 2/2017 wurde die produktive Komponente eines didaktischen Konzepts (Designorientierung) vorgestellt, dass den

3 vgl. https://www.thinkwithgoogle.com/intl/de-de/marketingkanäle/youtube/im-trend-bildungsinhalte-auf-youtube/
4 vgl. https://www.thinkwithgoogle.com/advertising-channels/video/future-web-tv-viewing/

skizzierten Trend zum bewegten Bild unterrichtspraktisch nutzt. Produktiv ist sie, weil die gestalterische Auseinandersetzung mit einem Lerninhalt in den Ausbildungsprozess integriert wird. Das designorientierte didaktische Konzept besitzt neben der produktiven Komponente auch eine rezeptive Komponente. Hier werden die entstandenen Artefakte (2-D MP-4 Filme) aus der produktiven Phase im Ausbildungsprozess nachgenutzt.[5] Das vorgestellte Konzept wird aktuell im Unterrichtsprojekt kfz4me.de in einem Design-Based Research Vorhaben weiterentwickelt, erprobt und evaluiert (vgl. Schäfer; Diezemann 2018). Nachdem zunächst die produktive Komponente beforscht wurde, steht jetzt die rezeptive Komponente als Forschungs- und Entwicklungsgegenstand im Fokus.

Im Folgenden werden zunächst die Eckpunkte zur produktiven Komponente des Konzepts skizziert. Anschließend werden die Rahmenbedingungen zu einer Erhebung vorgestellt, die erste Hinweise dazu liefern soll, wie die rezeptive Nachnutzungskomponente zum Konzept didaktisch eingebunden werden kann.

Zur produktiven Komponente designorientierter Projekte

Das designorientierte didaktische Konzept sieht in der produktiven Komponente vor, dass der Ausbildungsprozess in handlungsorientierten Lernsituationen eine Elaboration erfährt, indem ein medienbasierter Schreib-, Deklamations- und Gestaltungsprozess integriert wird (vgl. Abbildung 1).[6]

Im Ergebnis bedeutet das z. B., dass Problemlösungsprozesse aus einem handlungsorientierten Lernprozess final in einem mehr oder weniger hochwertigen MP4-Film dokumentiert und anschließend veröffentlicht werden (vgl. Schäfer 2017). Die Umsetzung des designorientierten Konzepts erfüllt praktisch immer die Kriterien, die an ein Unterrichtsprojekt gelegt werden (vgl. Frey 1996; Gudjons 2009). Insofern wird der Begriff designorientiertes didaktisches *Projekt* synonym mit dem Begriff designorientiertes didaktisches *Konzept* verwendet. Im Besonderen entsteht in einem designorientierten Projekt immer ein Produkt, ein digitaler Lernbaustein oder auch Film im MP4-Videoformat. Lerntheoretisch setzt das didaktische Konzept in der produktiven Komponente zentral darauf, dass die designorientierte Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt in den Phasen *Manuskript, Deklamation und Produktion* Prozessgewinne in der kognitiven Entwicklung respektive Sachkompetenzentwicklung möglich macht, motivationale Mehrwerte erzeugt und die Medienkompetenzentwicklung als Teil der Sachkompetenzentwicklung ganzheitlich integriert. Im Beitrag (Heft 126) wurde der produktive Prozess exemplarisch skizziert. Weitere Informationen zum Konzept findet man auf der Internetseite www.designorientierung.de[7].

5 vgl. http://www.designorientierung.de
6 vgl. https://www.foraus.de/html/foraus_8361.php
7 Die Designorientierung ist aktuell Gegenstand der BIBB-Roadshow *Digitale Medien im Ausbildungsalltag*. Anmeldung zu Workshops sind unter der folgenden Adresse möglich: https://www.qualifizierungdigital.de/de/bmbf-roadshow-2018-digitale-medien-im-ausbildungsalltag-1600.php

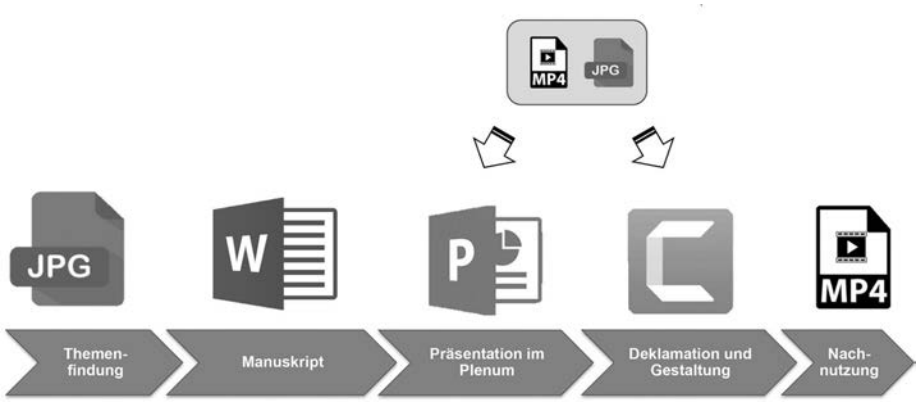


Abbildung 1: Phasen in designorientierten Projekten

Über die rezeptive Nachnutzungskomponente ermöglicht das didaktische Konzept erwartbar eine didaktische Entgrenzung der Lernorte private Umgebung, schulischer Unterrichtsraum, betriebliche bzw. überbetriebliche Unterweisung und Ausbildungsbetrieb. Dazu werden die finalen Filmbeiträge aus der produktiven Phase möglichst barrierefrei über einen YouTube-Kanal zur Verfügung gestellt. Der Begriff Barrierefreiheit bezieht sich in diesem Kontext nicht nur auf die Integration von Untertiteln, den Abbau von Anmeldehürden und die Vermeidung von Werbeunterbrechungen. Es geht vielmehr auch darum, sprachliche und inhaltliche Niveaus zu skalieren, unterschiedlichste zeitliche Granularitäten zu erzeugen, die reale Lernumgebung der Auszubildenden möglichst exakt zu integrieren, zu unterhalten und Nachnutzungsanreize zu schaffen.

Zu den Filmformaten für designorientierte Projekte

Die Frage, welche Filmformate sich für das designorientierte Unterrichtskonzept eignen, hat zwei Aspekte zu berücksichtigen: Zum einen geht es um die Frage der Nutzerakzeptanz. Welche Filmformate sind akzeptiert, wenn es darum geht sich zu informieren bzw. zu lernen? Diese Frage ist mit Blick auf die Initiierung von Lernerlebnissen in formalen Lernsettings des dualen Systems der beruflichen Erstausbildung zunächst a priori zentral. Mit Blick auf die produktive Komponente des Konzepts gilt es aber zusätzlich zu berücksichtigen, dass die zeitlichen (Unterrichtszeit) und sächlichen Ressourcen (Ausstattung für die Produktion der Filme) vertretbar sind. Es geht hier weiterhin um die Frage, ob der Gestaltungsaufwand für die Videos noch gerechtfertigt werden kann oder ob die Gestaltungskomponente den Ausbildungsprozess auf Kosten der Sachkompetenzentwicklung dominiert.

Die Entwicklung des designorientierten didaktischen Konzepts setzt in der aktuellen Form auf ein Format, dass am ehesten als vertonte Diashow bezeichnet werden kann. Der klassische Videodreh spielt lediglich eine untergeordnete Rolle. Im

Rahmen des Unterrichtsprojekts kfz4me.de wurde aber mit verschiedenen Film-Formaten experimentiert. Im Folgenden werden die Formate kurz vorgestellt. Das Ziel besteht darin, die Vor- und Nachteile der Formate zu skizzieren. Erkenntnisleitend ist entsprechend die Frage, welches Format sich für die Umsetzung von Designprojekten in formalen Ausbildungsstrukturen eignet.

Das vermeintlich naheliegendste Format ist das Video im klassischen Sinn. Videotaugliche Endgeräte haben praktisch alle Lebensbereiche fest im Blick. Die Demontage des Akkus für das private Handy wird genauso gefilmt, wie der Wechsel des Aktivkohlefilters für die Klimaanlage. Es sind genau diese ubiquitär verfügbaren Low-Budget-Produktionen zu fast beliebigen Themen und Problemstellungen, die dazu beitragen, dass wir unser Informationsbedürfnis immer effizienter befrieden können. Die als Rapid-Authoring-Produktionen bezeichneten Werke sind dabei von sehr unterschiedlicher Qualität, verbessern sich aber mit jeder neuen Endgerätegeneration. Der Horrorstreifen "Unsane" von Steven Soderbergh zeigt, was möglich ist. Der Film wurde mittels Mobiltelefon in 4K Qualität aufgenommen und lässt mit Blick auf die Qualität der Bilder ‚keine' Wünsche offen.

Bei allen Vorteilen, die das Format mit Blick auf den Unterhaltungswert und die Authentizität der Darstellung bietet, verursacht die Produktion im klassischen Filmformat im Rahmen von Schule und Unterricht Schwierigkeiten. Zwei Problembereiche sind dabei von besonderer Bedeutung:

1. *Eine komplexe Rechtsfigur:* Zum einen setzt sich der Produzent eines Films durch die Vergesellschaftung der Inhalte besonderen rechtlichen Risiken aus. Zum anderen ist der klassische Film mit Blick auf Urheberrechtsverletzungen und die Persönlichkeitsrechte der Akteure deutlich schlechter zu kontrollieren als anderer Formate, etwas das Format Diashow. Der Aufwand, der für den Schnitt notwendig ist, um die Rechtsfigur adäquat zu bedienen, ist erheblich. Der Umgang mit Persönlichkeitsrechten stellt im Rahmen von formalen Settings am Lernort Schule eine derart komplexe Herausforderung dar, dass dem Einsatz des Formats in designorierten Projekten enge Grenzen gesetzt sind.
2. *Scham und Zweifel an den eigenen Fähigkeiten:* Ein Erklärfilm ist anders als ein Plakat, eine Collage oder eine handgeschriebene Präsentationsfolie unwiderruflich mit dem Autor verbunden. Das Ich des produzierenden Subjektes wird quasi mit vergesellschaftet, wenn das Subjekt im Film erkennbar ist. Der Film kann – insbesondere im Rahmen der Distribution – kopiert, verändert, entstellt und weiterverbreitet werden. Er kann praktisch jederzeit aufgerufen werden, wenn er entsprechend platziert wurde. Selbst das Löschen erlöst einen Darsteller nicht. Niemand kann ausschließen, dass der personalisierte Film nicht doch an einer anderen Stelle wieder auftaucht.

Der Iconfilm stellt ein Format für Erklärfilme, dass in der jüngeren Vergangenheit an Bedeutung gewonnen hat. Im Iconfilm werden Sachverhalte mit Hilfe statischer oder animierter Icons erklärt. Zusammenhänge und Prozesse lassen sich auf diese Weise unterhaltsam, kontrolliert und flexibel darstellen. Zum besseren Verständnis

können typografische bzw. textuelle Elemente beitragen. Für designorientierte Projekte bzw. Technikvideos sind Icon-Filme allerdings weniger gut geeignet. Zum einen müssen die Icons beschafft werden, zum anderen transportieren die Icons nicht genügend Realität, weil sie eher abstrakt bleiben. Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten zum designorientierten Unterrichtskonzept wurde mit dem Diensteanbieter Powtoon experimentiert. Powtoon hat sich auf Iconfilme spezialisiert. Die Internetplattform kann über den Link (www.powtoon.com) erreicht werden. Es gibt für Bildungsprodukte eine kostenfeie Lizenz.

In den letzten Jahren hat sich das Format *Legetechnik* entwickelt. Charakteristisch für die Legetechnik sind Hände. Die Hände bewegen gezeichnete Figuren, Szenen oder Objekte synchron zur Deklamation. Auf der User-Seite bietet die Legetechnik vor allem dann Vorteile, wenn Prozesse oder Vorgänge erläutert werden. Oft wird hier eine Geschichte erzählt. Sachverhalte, etwa die Kundenannahme in der Werkstatt, werden hier in eine Story verpackt und personalisiert erzählt. Der Vorteil ist, dass der Betrachter die Zusammenhänge und Denominationen über die Geschichte assoziativ vernetzten kann. Damit steigt erwartbar die Behaltensleistung (vgl. Vester 1996). Für die Entwicklerseite gilt ähnlich wie bei der Icon-Technik, dass das Format für Technikvideos im Modus designorientierter Projekte weniger gut geeignet ist. Man benötigt die Lege-Objekte und eine spezielle Aufnahmetechnik. Mit Blick auf Technikvideos fehlt ähnlich wie bei Iconfilmen die Realitätsnähe zum Reparatur-, Instandhaltungs- oder Wartungsprozess. Im Rahmen der Entwicklungsarbeiten wurde mit der Plattform *My Simple Show* experimentiert. *My Simple Show* bietet eine Plattform zur Umsetzung der Legetechnik (vgl.www.mysimpleshow.com).

Ein Produktionsformat, dass dem Anforderungsprofil (Flexibilität, akzeptabler Ressourceneinsatz, Kontrollierbarkeit) gerecht wird und die Problemfelder (Personalisierung, Rechtsfigur) beherrschbar macht, gleicht einer Diashow. In einer Diashow werden Bilder, Grafiken oder Abbildungen gezeigt und mit einer Audiospur hinterlegt. Der User (Zuschauer) erhält so zunächst den Eindruck, als betrachte er ein Fotobuch, bei dem die einzelnen Bilder – teilweise animiert – erläutert werden. Die notwendigen Informationen zum Verständnis der Medien liefert also ein Sprecher. Bei Bedarf können grafische oder textuelle Elemente ergänzt werden. Diese Elemente dienen dazu, den Inhalt zu elaborieren, der transportiert werden soll. Auf der Userseite hat das Format Diashow vermeintlich den Nachteil, dass die finalen Produktionen nicht so unterhaltsam sind, wie konventionelle Filmprodukte. Auf der Entwicklerseite bietet das Format Diashow aber den Vorteil, dass die Produktion flexibel integrierbar und mit Blick auf die Mediennutzung auch kontrollierbar ist. Im Grund benötigt man zunächst lediglich den Audioschnitt. Ein einmal produzierter Audioschnitt lässt sich mittels Schnittprogramm anschließend fast beliebig mit visuellen Medien (Bildern, Grafiken, Stummfilme etc.) anreichern (vgl. Abbildung 1). Der Audioschnitt lässt sich über die Komponenten *Manuskript schreiben* und *Deklamation* zudem didaktisch in den Ausbildungsprozess (produktive Komponente der Designorientierung) integrieren. Auch die Ressourcenfrage scheint unproblematisch. Man

benötigt in einer Grundausstattung lediglich die Schnitt- bzw. Aufnahmesoftware und einen Rechner mit Mikrofon.

Die Ausführungen haben gezeigt, warum das Format *Diashow* mit Blick auf den Produktionsprozess in designorientierten Projekten besonders gut geeignet ist. Im Rahmen der designorientierten Projekte zum YouTube-Kanal kfz4me.de wird entsprechend mit dem Format *Diashow* gearbeitet. Es stellt sich die Frage, wie das Format mit Blick auf die Nachnutzung in formale Ausbildungsszenarien bei den Auszubildenden ankommt. Diese Frage lag einer ersten Evaluation zu Grunde, auf deren Auswertung dieser Beitrag basiert.

Zu den Rahmenbedingungen der Erhebung

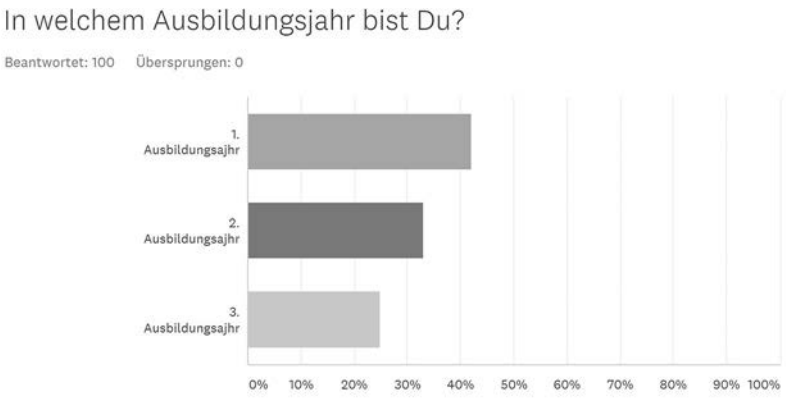
Eine Adressierung der Frage danach, ob ein bestimmtes Filmformat akzeptiert wird oder nicht, ist zunächst darauf angewiesen, dass ein Kanal zur Verfügung steht, in dem eine ‚kritische' Masse an passgenauen Videos eines bestimmten Formats für die formalen Lernprozesse im Rahmen einer dualen Partnerschaft vorhanden ist. Mit Stand März 2018 scheint diese Bedingungen im Unterrichtsprojekt kfz4me.de am Hönne Berufskolleg in Menden erfüllt zu sein. Die aktuell 102 Auszubildenden, die in das Projekt kfz4me.de eingebunden sind, können im Rahmen ihrer Ausbildung über den YouTube www.Kanal kfz4me.de frei auf 235 Technikvideos zu den Lernfeldern 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 13, 14 zurückgreifen. Die Videos sind im Kanal über Playlists entsprechend den curricularen Vorgaben in Lernfeldern sortiert. Innerhalb einer Playlist gibt es keine weitere Sortierung; hier kann lediglich die Filter- und Suchfunktion von YouTube genutzt werden. Die 205 Videos zeigen Ergebnisse gelungener Umsetzungen designorientierter Projekte am Berufskolleg in Menden. Die Videos orientieren sich an der vorhandenen Hardwareausstattung des Hönne Berufskollegs, beziehen sich auf die eingeführten Fach- und Arbeitsbücher des Fachbereichs KFZ-Technik und sind inhaltlich zusätzlich mit ausgewählten Lehrgängen der überbetrieblichen Unterweisung des Berufsbildungszentrums der Kreishandwerkerschaft Märkischer Kreis synchronisiert. Zum Zeitpunkt der Befragung hatten alle 102 Schülerinnen und Schüler mindestens ein designorientiertes Projekt mitgestaltet.

Die folgenden Aussagen wurden im Rahmen des erwähnten Design-Based Research-Vorhabens zum Unterrichtsprojekt kfz4me.de gewonnen (vgl. Schäfer; Diezemann 2017). Das Design-Based Research-Vorhaben (vgl. Reinmann 2005) ist eingebunden in das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Forschungsvorhaben *Inklusion in der beruflichen Bildung am konkreten Fall der Kfz-Mechatronik mittels Virtual Reality (InKraFT)* [8]. Das Forschungsdesign sieht perspektivisch vor, dass über einen Zeitraum von zwei Jahren vier Phasen mit quantitativen Online-Befragungen integriert werden. Dieser Beitrag stellt einen Teil der Ergebnisse vor, die aus der ersten Befragung resultieren. Der quantitative Teil der Erhebung bestand aus 10 Fragen. Die Online-Befragung war anonymisiert. Die Pro-

8 vgl. http://www.bbz-mk.de/pages/projekte/inkraft.php

banden konnten keine Frage überspringen. Auch die Fragen, in denen eine frei formulierte Antwort gefordert war, konnten nicht ausgelassen werden. An dieser ersten Befragung zum Thema „Film(nach)nutzung“ haben 100 Auszubildende KFZ-Mechatronikerinnen und KFZ-Mechatroniker des Hönne Berufskollegs in Menden teilgenommen. Die Verteilung auf die Ausbildungsjahre zeigt Abbildung 2.

Eine systematisch Nachnutzung der Videos wurde von den dualen Partnern Bildungsstätte, Schule und Betrieb im Vorfeld zu dieser ersten Erhebung nicht aktiv angeregt bzw. umgesetzt. Die Ergebnisse dieser ersten Evaluation im DBR-Vorhaben sollten zunächst Erkenntnisse dazu generieren, was das Konzept respektive der YouTube-Kanal kfz4me.de informell schafft. Kennen die Auszubildenden den Kanal kfz4me.de überhaupt? Nutzen sie die Videos bewusst oder eher zufällig? Lassen die Auszubildenden sich über neue Videos im Kanal informieren (Abonnenten)? Was motiviert sie dazu, die Videos anzusehen? Wie und wo werden die Videos angesehen? Welche Verbesserungsvorschläge gibt es für die Videos? Das sind die Fragen, die in dieser ersten Schleife des DBR-Vorhabens adressiert waren.



ANTWORTOPTIONEN	BEANTWORTUNGEN	
1. Ausbildungsjahr	42,00%	42
2. Ausbildungsjahr	33,00%	33
3. Ausbildungsjahr	25,00%	25
GESAMT		100

Abbildung 2: Zusammensetzung der Probanden nach Ausbildungsjahren

Die Befragungsergebnisse werden jeweils durch Erkenntnisse ergänzt, die aus systematischen Unterrichtsbeobachtungen und teilstrukturierten Interviews gewonnen wurden. Eine ausführliche Ergebnisdarstellung zum Vorhaben folgt.

Ergebnisse: Zur Akzeptanz von YouTube-Filmen in der Erstausbildung

Mit Blick auf das gewerbliche KFZ-Handwerk zeigen die Ergebnisse der Erhebung zunächst, dass YouTube und seine Technikvideos als Informationsmedien bei den Schülern gesetzt sind. Über 56 % der befragten Auszubildenden schauen täglich bzw. mehrmals pro Woche YouTube-Videos zur KFZ-Technik an. (vgl. Abbildung 3). Die Auszubildenden geben an, dass sie regelmäßig Videos suchen und nutzen, um Reparatur- und Instandsetzungsprozesse durchzuführen. Dies gelte besonders dann, wenn es um Prozesse geht, die in der Praxis nicht geübt oder erfahren werden konnten.

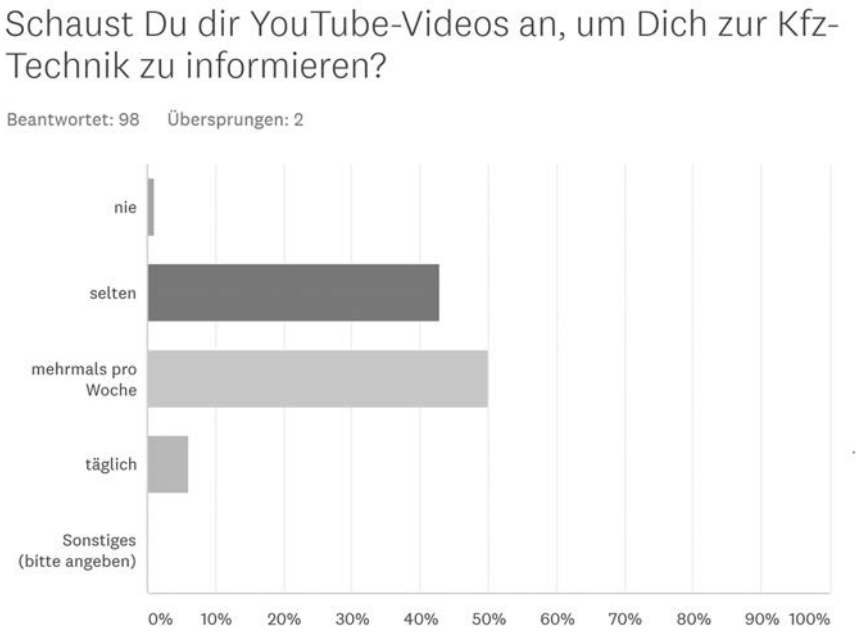


Abbildung 3: Nutzung von Videos zur KFZ-Technik

Der Bildungsphilosoph Rainer Funke entwickelte vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen im Bereich Nachnutzung von Videos bereits 2011 die These, dass die Bedeutung von Erfahrungswissen im Arbeitsalltag über das Medium Film eine Entwertung erfahren würde. Er begründet seine These damit, dass zukünftig alle Arbeitsprozesse so exakt virtuell dokumentiert sind, dass die korrespondierenden realen Handlungen praktisch beliebig reproduziert werden können (Funke 2011, POS 666 ff. [S. 44 ff.]). Die Erhebungsergebnisse zur Studie bestätigen diese These implizit. Die Interviews und Unterrichtsbeobachtungen zeigen, dass in der Praxis besonders dann auf YouTube zurückgegriffen wird, wenn die benötigten Informationen nicht über ein Werkstattinformationssystem abgerufen können. Die informelle Art

des Wissensmanagements über das Internet im Allgemeinen und YouTube im Speziellen ist daher gerade in freien Mehrmarkenwerkstätten habitualisiert.

Mit Blick auf das designorientierte Projekt kfz4me.de zeigt Tabelle 1, dass 48 % der befragten Auszubildenden den Projektkanal-Kanal kfz4me.de abonniert haben. Nur 11 % der Befragten geben an, dass sie das Abo wegen der anstehenden Prüfung abgeschlossen haben. Der Befund könnte darauf hinweisen, dass das Konzept vor allem inhaltlich akzeptiert ist. Man braucht offensichtlich keinen Prüfungsdruck und sieht ein Abonnieren des Kanals trotzdem als sinnvoll an. Bei YouTube angemeldet waren die Befragten indes zu 76 % auch schon, bevor sie ihre Ausbildung abgeschlossen und begonnen haben. 47 % der Probanden geben an, dass sie den Videos aus kfz4me.de mehr trauen, als anderen Videos in YouTube. Auf Nachfrage erklären die Schüler naheliegend, dass sie der Qualitätskontrolle im Entwicklungsprozess der Videos im Unterricht zutrauen, dass Fehler auffallen. 48 % der Auszubildenden geben zudem an, dass sie YouTube als wichtige Informationsquelle schätzen, wenn sie Sachverhalte in der Schule nicht verstanden haben. Das ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Filme akzeptiert sind.

Tabelle 1: Fragen zum Nutzverhalten

ANTWORTOPTIONEN	BEANTWORTUNGEN	
Ich vertraue den Inhalten im Kanal kfz4me.de mehr als anderen YouTube-Inhalten zur Kfz-Technik.	47,00%	47
YouTube ist eine wichtige Informationsquelle für mich, wenn ich Praxisprobleme an Autos beheben möchte.	46,00%	46
YouTube ist eine wichtige Informationsquelle für mich, wenn ich Lernstoff nacharbeiten möchte.	48,00%	48
Ich war schon bei YouTube angemeldet, bevor ich die Ausbildung begann.	76,00%	76
Ich habe mich bei YouTube angemeldet, weil ich erwarte, dass mir Kfz4me.de Vorteile bei der Vorbereitung auf die Prüfung bringt.	11,00%	11
Ich habe auch einen Beitrag zum Kanal kfz4me.de beigesteuert.	29,00%	29
Ich habe die Videos im Kanal kfz4me.de abonniert.	48,00%	48
Ich habe auch noch weitere Kanäle abonniert.	58,00%	58
Befragte gesamt: 100		

Einen starken Hinweis darauf, dass die Nachnutzungskomponente zum designorientierten didaktischen Konzept mit dem Format Diashow eine interessante Perspektive bietet, liefert die Frage danach, ob man den Kanal kfz4me.de weiterempfehlen würde. Auf diese Frage antworten 96 % der befragten Auszubildenden mit „Definitiv ja“ bzw. „vielleicht“. Das Ergebnis ist deutlich pro Kfz4me.de und zeigt, dass das gewählte Format „Diashow“ und das Konzept insgesamt akzeptiert sind.

Bei aller Akzeptanz: Konzepte können praktisch immer eine Optimierung erfahren. Es stellt sich die Frage, wie die Auszubildenden sich positionieren. Die Antworten auf die Frage danach, wie man das Angebot kfz4me.de und/oder die Videos an sich verbessern könne, wurden für die Auswertung geclustert. Es ergeben sich die folgenden fünf Kategorien:

1. Zustimmung: Die Videos sind gut
2. Präsentation und Distribution: Die Videos sollten besser in die Ausbildung eingebunden werden (Sortierung)

3. Quantität: mehr (mathematische und praktische) Videos zur Verfügung stellen
4. Redesign: alte Videos erneuern
5. Gestaltung: mehr Effekte und Animationen einbauen

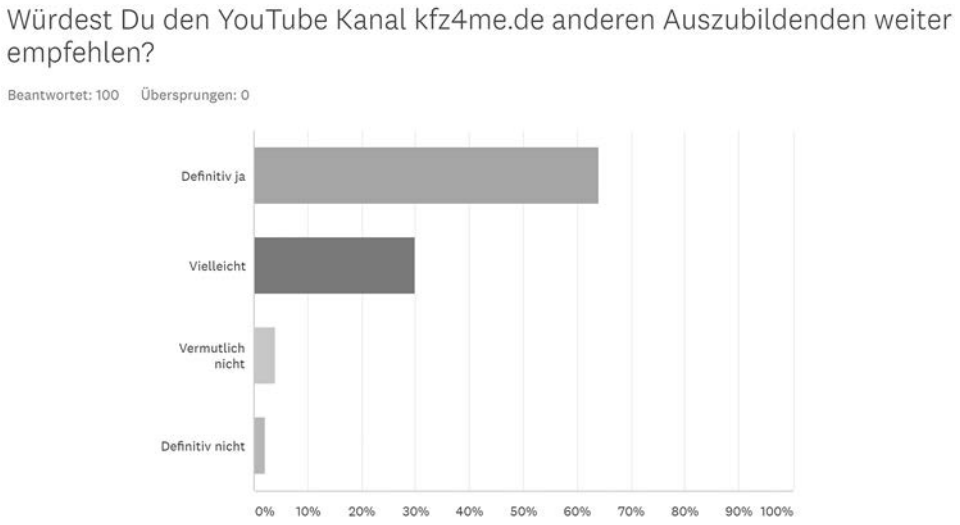


Abbildung 4: Akzeptanz von kfz4me.de

Die Frage nach Verbesserungsvorschlägen konnte, wie bereits erwähnt, nicht übersprungen werden. Das erklärt, warum es eine Kategorie „Zustimmung: Die Videos sind gut“ gibt, in der die Probanden explizit angeben, dass sie die Videos so, wie sie aktuell produziert sind, gut finden. Die benannten Hinweise der Auszubildenden werden in den nächsten Entwicklungsphasen zum Projekt Berücksichtigung finden. Insbesondere wird die Sortierung und Darbietung der Videos im Rahmen des Forschungsvorhabens InKraFT über ein Lern-Management-System. Der YouTube-Kanal kfz4me.de wird über das F&E Vorhaben InKraft besonders in den Möglichkeiten zur Distribution der Filme ergänzt.

Fazit und Ausblick

Die ersten systematischen Erhebungen zum Unterrichtsprojekt kfz4me.de zeigen, dass designorientierte Projekte insbesondere auch deswegen eine Bereicherung darstellen können, weil die Produkte der Ausbildungsprozesse – MP 4 Filme im Format Diashow- zur Nachnutzung zur Verfügung stehen. Das Konzept ist damit in gewisser Weise doppelt inklusiv. Zum einen werden die Prozesse in der Produktion maximal individualisiert, zum anderen stehen die finalen Produkte als offene Lernressourcen später weitgehend barrierefrei für selbstgesteuerte Lernprozesse zur Verfügung und werden auch genutzt. Die Befragung zeigt aber auch, dass die Nachnutzung kein

Selbstläufer ist. So haben die Auszubildenden z. B. die Erwartung, dass die Videos neben dem Informationsteil auch einen Unterhaltungsteil bieten. Auch eine optimierte didaktische Einbindung in das Ausbildungsgeschehen wird angeregt. Mit Blick auf die Userzahlen, die der Kanal kfz4me.de erreicht (1,9 Millionen Zugriffe, 3500, Abonnenten etc.), eröffnet das Konzept anscheinend zwar grundsätzlich die Perspektive, strukturelle Veränderungen zu unterstützen, das Konzept muss aber über die weiteren Schleifen im DBR-Vorhaben weiterentwickelt und mit Blick auf die tatsächlichen Mehrwerte kritisch hinterfragt werden. Die weiteren Entwicklungsarbeiten werden sich entsprechend an einer kritischen Evaluation realer Praxis ausrichten. Mit Blick auf die Entwicklungsperspektive steht dabei über das benannte F&E Vorhaben InKraFT im Rahmen der Erweiterungen zur Distribution auch eine Nachnutzung der MP4-Filme aus kfz4me.de in virtuellen und augmentierten Lernumgebungen an.

Literatur

Aßmann, Sandra. 2015. «Entgrenzung von Schule in der digitalen Welt. Perspektiven für die Medienbildung als Schulentwicklung». Computer + Unterricht, 25 (99), 10–13.

BITKOM. 2015. Digitale Schule – vernetztes Lernen. Ergebnisse repräsentativer Schüler- und Lehrerbefragungen zum Einsatz digitaler Medien im Schulunterricht. Berlin. Online: https://www.bitkom.org/noindex/Publikationen/2015/Studien/Digitale-SchulevernetztesLernen/BITKOM-Studie-Digitale-Schule-2015.pdf (Zugriff: 01-06-2018)

BITKOM. 2017. Kinder und Jugend in der digitalen Welt. Berlin. Online: https://www.bitkom.org/Presse/Anhaenge-an-PIs/2017/05-Mai/170512-Bitkom-PK-Kinder-und-Jugend-2017.pdf (Zugriff: 01-06-2018)

Frey, Karl. 1996. Die Projektmethode. Weinheim [u. a.]: Beltz.

Funke, Rainer. 2011. Der entgrenzte Mensch: Warum ein Leben ohne Grenzen nicht frei, sondern abhängig macht. Kindle Edition. Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus.

Gudjons, Herbert. 2009. Handlungsorientiert Lehren und Lernen. 7. Auflage. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (mpfs). 2017. JIM-Studie 2017. Jugend, Information, (Multi-)Media. Stuttgart. Online: https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2017/JIM_2017.pdf (Zugriff: 01-06-2018)

Przyborski, Aglaja, und Monika Wohlrab-Sahr. 2010. Qualitative Sozialforschung. Lehr- und Handbücher der Soziologie. 3., korr. Aufl. München: Oldenbourg.

Reinmann, Gabi (2005): Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. In: Unterrichtswissenschaft. 33. Jg. H.1. S. 52–69.

Charles M. Reigeluth, Brian J. Beatty und Rodney D. Myers. 2016. Instructional-Design Theories and Models, Volume IV. The Learner-Centered Paradigm of Education. Kindle- Edition.New York. Routledge.

Schäfer, Markus und Diezemann, Eckart. 2018. kfz4me.de – designbased learning settings for Vocational Education and Traning (VET). Didactical reflection upon a learning project with car mechatronics fitters. In: Ifenthaler, Dirk (Edt.): Digital Workplace learning. Bridging formal and informal learning with digital technologies. Springer International Publishing.

Schäfer, Markus. 2017. Das Unterrichtsprojekt kfz4me.de – designbasiertes Lehren und Lernen Didaktische Konzepte zur Medienkompetenzentwicklung. In: lernen & lehren, Heft 126 – 32. Jahrgang – 2/2017. S. 66–72.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Phasen in designorientierten Projekten 75

Abb. 2 Zusammensetzung der Probanden nach Ausbildungsjahren 79

Abb. 3 Nutzung von Videos zur KFZ-Technik 80

Abb. 4 Akzeptanz von kfz4me.de 82

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Fragen zum Nutzverhalten 81

Autor

Dr. Markus Schäfer absolvierte eine Berufsausbildung zum Kfz-Elektriker. Anschließend studierte er an der Universität Siegen Maschinenbau. Im Jahr 2012 wurde er am Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik mit der Promotionsschrift „Zur Effizienz handlungsorientierter Unterrichtssettings – eine empirische Studie“ promoviert. Dr. Schäfer leitet aktuell den Fachbereich Kfz-Technik am Berufskolleg in Menden. Er ist Betreiber des YouTube-Kanal kfz4me.de. Markus Schäfer beschäftigt sich insbesondere mit Fragen zum Medien- und Methodeneinsatz in der beruflichen Bildung, der Curriculumentwicklung und der Sachkompetenzbeurteilung.

Praxisorientierte Kompetenzentwicklung in der Produktionstechnik durch Kooperation

Dirk Wohlrabe, Frank Arnold, Radek Havlík, František Koblasa, Stefan Nitzsche, Jan Povolny

Abstract

Fachkräfte in sächsischen und tschechischen Unternehmen müssen die Herstellung qualitativ hochwertiger Produkte planen und durchführen. In dem Projekt „POKROK.digital“ wird eine Lernplattform entwickelt, welche die Herausbildung dafür relevanter Kompetenzen von angehenden Facharbeitern und Ingenieuren in Sachsen und Tschechien unterstützen soll. Der Beitrag informiert zunächst über bedeutsame Kompetenzbereiche, Defizite in Ausbildung und Studium an Berufs- und Hochschulen und charakteristische Arbeitsprozesse. Danach wird die Funktionsweise der Lernplattform erläutert und das grenzüberschreitende Zusammenwirken skizziert. Der Beitrag schließt mit Aspekten zur Evaluation der Plattform sowie Erfahrungen zur grenzüberschreitenden Kooperation.

Professionals in Saxon and Czech companies must plan and carry out the manufacturing of high-quality products. In the project "POKROK.digital", a learning platform is being developed to support the development of relevant competences of future skilled workers and engineers in Saxony and the Czech Republic. The article first provides information on relevant competences, deficits in training and studies at vocational schools and universities, and characteristic work processes. Afterwards, the functionality of the learning platform is explained, and the cross-border cooperation is outlined. The article concludes with aspects on the evaluation of the platform and experiences on the cross-border cooperation.

1 Ausgangslage und Problemstellung

Unternehmen in der Tschechischen Republik und in Deutschland müssen qualitativ hochwertige Produkte herstellen, um im internationalen Wettbewerb zu überzeugen. Diesem Anliegen widmet sich das deutsch-tschechische Kooperationsprojekt „Praxisorientierte Kompetenzentwicklung Produktionstechnik in den Regionen durch Kooperation.digital (POKROK.digital)“. Dieses vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) geförderte Projekt hat eine Laufzeit von Januar 2017 bis Dezember 2019. Die Technischen Universitäten Dresden und Freiberg in Sachsen, die Jan-Evangelista-Purkyně-Universität Ústí n. L., die Technische Universität Libe-

rec und die Fachmittelschule Liberec in Tschechien bringen als Kooperationspartner ihre Expertise ein und sind zugleich Pilotanwender.

In der herstellenden Industrie müssen Fachkräfte im gewerblich-technischen Bereich ebenso wie Ingenieurinnen und Ingenieure nicht nur mit den aktuellen Fertigungsprozessen gut vertraut sein, sondern steigenden Anforderungen genügen und zukunftsweisende Kompetenzen aufbauen, um die zunehmende Komplexität automatisierter Produktion zu bewältigen. Diese Fachkräfte müssen in einer sich stark verändernden Arbeitswelt alle zur Herstellung der Bauteile notwendigen Fertigungsschritte kennen und beherrschen. Dafür bedarf es beruflich-technischer Planungskompetenzen auf drei Feldern (vgl. Abb. 1), wobei die Fachkräfte

- den für den Weg vom Rohteil zum Fertigteil notwendigen technologischen Ablauf als Arbeitsgänge entlang verschiedener Fertigungsstationen überblicken,
- die Operationen an den einzelnen Maschinen mit ihren Einstellgrößen verstehen und gestalten sowie
- den Durchlauf an verschiedenen Fertigungsstationen einer Maschinenhalle planen und die Verfügbarkeit der Maschinen prüfen und sicherstellen.

Sowohl Ingenieurinnen und Ingenieure als auch Facharbeiterinnen und Facharbeiter müssen auf jeweils spezifische Weise

- sich mit Fertigungsprozessen zur Herstellung komplexer Einzelteile beschäftigen,
- Aspekte der Arbeitsorganisation berücksichtigen sowie
- wirtschaftliche Rahmenbedingungen in ihr Denken und Handeln einbeziehen.

Für die Ausbildung tschechischer und deutscher Fachkräfte sollen realitätsnahe, auftragsbezogene, ganzheitliche Lehr- und Lernkonzepte genutzt werden, welche die beruflich-technische Realität in den Betrieben aufgreifen. Im Projekt sind facharbeitstypische Aufträge und Aufgaben für berufsbildende Schulen und Hochschulen zu entwickeln und zu erproben, die neben fachlichen und methodischen Kompetenzen auch die Entwicklung sozialer und anderer übergreifender Kompetenzen ermöglichen und fördern.

Um den skizzierten Problemfeldern und den Entwicklungstrends der beteiligten Länder in Ausbildung und Studium gerecht zu werden, sollen zielgruppenspezifische Lern- und Studiersituationen für Schulen und Hochschulen geschaffen werden. Eine weitere Zielstellung besteht darin, dies in einem Pilotsystem einer digitalen Lernplattform abzubilden um durch dessen Potenzial und Flexibilität (zeit- und ortsunabhängige Lernaufträge sowie Festlegung von Lernzeit, -umfang und -tempo durch die Lernenden) die Lernmöglichkeiten erheblich zu erweitern. Die Grundlage des Pilotsystems bildet ein open-source-Ansatz, der die freie Verfügbarkeit und Erweiterungsmöglichkeit und damit einen langfristigen und nachhaltigen Einsatz sicherstellen soll.

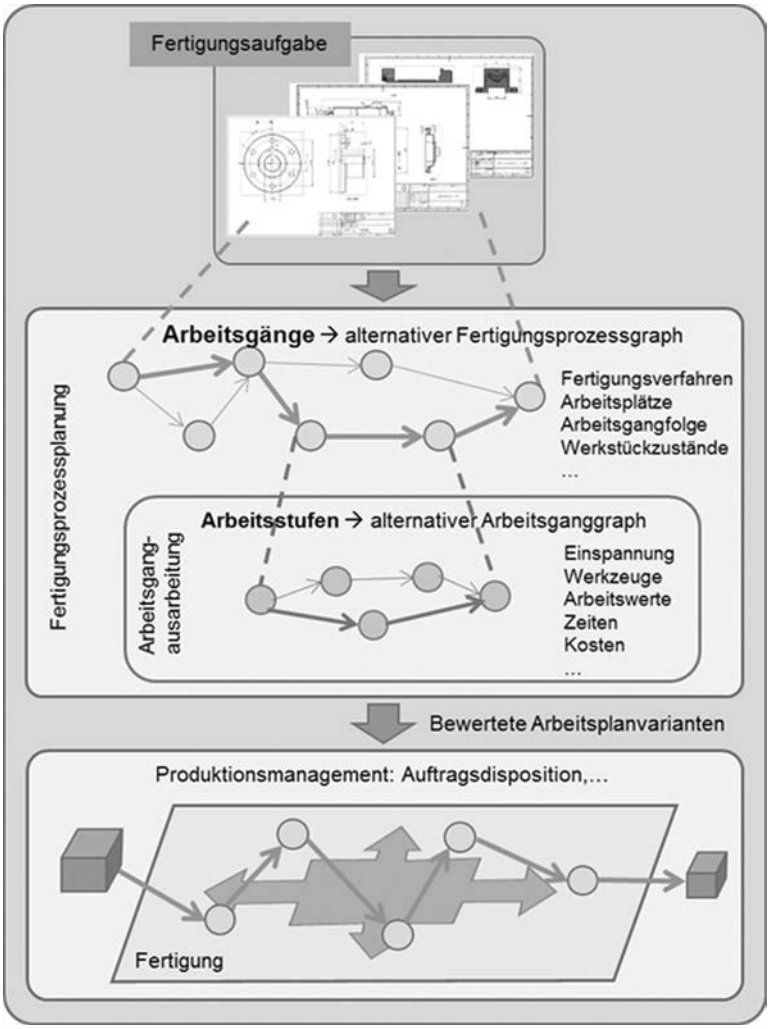


Abbildung 1: Felder der Fertigungsplanung und -steuerung

2 Besonderheit der Tschechischen Republik: Vollzeitschulische Berufsbildung

Für gewöhnlich treten Absolventen einer neunjährigen Pflichtschule im Alter von etwa 15 Jahren in das System der beruflichen Bildung ein. Im technischen Bereich treten insbesondere Berufsschulen und technische Schulen des Sekundarbereichs auf (vgl. CEDEFOP 2009, 2). Auf diese fokussiert das Projekt insbesondere:

- An Berufsschulen bzw. „Berufsmittelschulen“ (tsch.: „Střední odborná učiliště“) erwerben Lernende in zwei- und dreijährigen Bildungsgängen Wissen und Kön-

nen in überwiegend handwerklichen Tätigkeiten. Die Hälfte der Ausbildungszeit ist dem Praxisunterricht gewidmet. Dieser Bildungsgang wird mit einem „Lehrbrief" (Výuční List) abgeschlossen.
- An „Fachmittelschulen" bzw. „Berufsoberschulen" (tsch.: „Střední odborná škola") erwerben die Schülerinnen und Schüler in aller Regel eine Hochschulzugangsberechtigung (Maturita). Im Mittelpunkt stehen die Technikbereiche Maschinenbau, Elektrotechnik oder auch Informations- und Kommunikationstechnologie sowie die Vorbereitung auf höhere Studiengänge. Praxisanteile werden in schuleigenen Werkstätten und Labors oder in Unternehmen absolviert. Ein Berufsabschluss wird dabei nicht erworben. Absolventinnen und Absolventen, die sich gegen den Besuch einer weiterführenden Hochschule entscheiden, können auch Aufgaben in Unternehmen auf mittlerer Führungsebene in technischen, kaufmännischen oder ähnlichen Bereichen wahrnehmen (vgl. Kaňáková u. a. 2016, 17 f., Pohanková 2009, 25).

Der mit dem schulischen Berufsbildungssystem in der Tschechischen Republik (vgl. Kaňáková u. a. 2016, 15 f.) einhergehende mangelhafte Praxisbezug führte in der Vergangenheit zu teils erheblicher Kritik (vgl. DTIHK 2017).

3 Empirische Erhebungen

Zu Projektbeginn ging es zunächst um die Beantwortung folgender Fragen:
- Welche Kompetenzen bezüglich der Fertigungsplanung und -steuerung sollen von den Lernenden an sächsischen und tschechischen Universitäten und berufsbildenden Schulen erworben werden?
- Welche Schwierigkeiten sind in universitären Lehrveranstaltungen sowie im berufstheoretischen Unterricht zu Fertigungsplanung und -steuerung auszumachen?
- Welche Aspekte der Fertigungsplanung und -steuerung schließen Arbeitsprozesse der Zielgruppen ein?

Zur Beantwortung wurden Analysen durchgeführt: Untersuchungen von Ordnungsmitteln universitärer Lehrveranstaltungen im Maschinenbau und zerspanungstechnischer Berufe in Deutschland und Tschechien sollten die Entwicklung relevanter Kompetenzen aufzeigen. Defizitanalysen sollten die bestehenden Schwachstellen, Schwierigkeiten und Probleme an Universitäten und berufsbildenden Schulen beider Länder im Lernen von Inhalten der Fertigungsplanung und Steuerung darlegen. In Arbeitsprozessanalysen wurden Fertigungsaufträge hinsichtlich der Kompetenzanforderungen an Fachkräfte untersucht. Ausgewählte Aspekte zu Vorgehen und Ergebnissen im Rahmen von Ordnungsmittel-, Defizit- und Arbeitsprozessanalysen werden im Folgenden dargestellt.

3.1 Ordnungsmittelanalysen und deren Ergebnisse

3.1.1 Untersuchungskriterien

Die folgenden Kriterien wurden in der Untersuchung der Ordnungsmittel genutzt:

Fertigungsprozessplanung

- Rohteil- bzw. Halbzeugbestimmung
- Festlegung der Reihenfolge von Arbeitsgängen, der zugehörigen Fertigungsverfahren und der Maschinen/Arbeitsplätze
- Festlegung von Spannflächen und Spannprinzipien für die einzelnen Arbeitsgänge
- Mehrkriterialer Prozessvariantenvergleich

Arbeitsgangausarbeitung

- Festlegen des konkreten Spannmittels
- Festlegen notwendiger Werkzeuge
- Festlegung der Operationen innerhalb der einzelnen Arbeitsgänge, technologischen Parameter wie Schnitttiefe, Vorschub, Drehzahl und Schnittgeschwindigkeit

Fertigungssteuerung

- Disposition/Terminierung von Aufträgen
- Einschleusung, Durchführung und Überwachung von Fertigungsaufträgen
- Werkstättenplanung nach Auftragsportfolio über eine längere Zeit sowie Aspekte der Transportlogistik

3.1.2 Ordnungsmittelanalysen an berufsbildenden Schulen

Für die berufsbildenden Schulen auf deutscher Seite wurden die Lernfelder des Rahmenlehrplans im Beruf Zerspanungsmechaniker/Zerspanungsmechanikerin herangezogen. Grundlegende Kompetenzen der Fertigungsplanung und -steuerung in den beiden ersten Lernfeldern beziehen sich zunächst auf einfache Werkstücke, die an Bank- und Maschinenarbeitsplätzen zu fertigen sind. In Lernfeld fünf werden jene basalen Kompetenzen für die Arbeit an konventionellen Werkzeugmaschinen und ausgewählten spangebenden Fertigungsverfahren spezifiziert und vertieft. Aspekte von Werkstück- und Werkzeugspannmitteln kommen neu dazu. In Lernfeld acht ist die Bearbeitung an numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen vorzunehmen. Die Programmerstellung sowie das Einrichten numerisch gesteuerter Maschinen erfordern einen deutlichen Zuwachs an relevanten Kompetenzen. In Lernfeld neun stehen Feinbearbeitungsverfahren mit geometrisch unbestimmter Schneide im Fokus. Aufbauend auf Lernfeld fünf werden entsprechende Fertigungsverfahren und Werkzeuge vertiefend behandelt. Auf Grundlagen der Lernfelder zwei und fünf ist die Trockenbearbeitung der Verwendung von Kühlschmierstoffen (KSS) gegenüber zu stellen. Lernfeld zehn erfordert aus planerischer Sicht zum einen die Betrachtung

des vollständigen Fertigungsprozesses samt Güte- bzw. Tauglichkeitsbewertung inklusive Optimierungsmöglichkeiten. Zum zweiten wird ein Kriterien-geleitetes Denken mit Betrachtung von Alternativen benötigt. Neu hinzu kommt das Gebiet des Werkzeugverschleißes. In Lernfeld elf wird stärker auf die Fertigungsprozessausführung einschließlich Organisation und Überwachung des Fertigungsablaufs abgehoben. Der Auftrag soll rechnergestützt umgesetzt werden, auch mit kompletten Fertigungssystemen inklusive Handhabungseinrichtungen. Lernfeld acht liefert dazu aufbauend auf Lernfeld zwei und fünf wichtige technologische, maschinenkundliche und programmbezogene Grundlagen. Lernfeld zwölf setzt bezüglich der Fertigungsorganisation auf Lernfeld elf auf. Für die Planung alternativer Fertigungslösungen werden Kenntnisse aus Lernfeld zwei und zehn ausgebaut. Zur Einrichtung von Maschinen wurden in den Lernfeldern acht und elf Grundlagen gelegt und hinsichtlich der KSS kann auf Kenntnisse der Lernfelder fünf und neun aufgebaut werden. Lernfeld 13 steht stark im Fokus von Elementen der Steuerung eines Fertigungsprozesses im Kontext der Gesamtproduktion – insofern baut es auf den Lernfeldern elf und zwölf auf.

In berufsbildenden Schulen in Tschechien wird in Fächern unterrichtet und nicht in Lernfeldern. Vorgegeben ist für jedes dieser Fächer ein landesweites, zentrales Rahmenbildungsprogramm (tsch.: „Rámcové vzdělávací programy“) mit inhaltlichen Mindestvorgaben. Maßgeblich ist jedoch, dass die Schulen einen großen Spielraum in der flexiblen Umsetzung jener Rahmenbildungsprogramme in schuleigene Lehrpläne (tsch.: „Školní vzdělávací programy“) haben (vgl. dazu Kaňáková u. a. 2016, 36). Hinzu kommt als weiteres und wesentliches Merkmal, dass die Fertigungsplanung und -steuerung eher randständig auftritt. Von daher ist es kaum möglich, relevante Kompetenzen der Fertigungsplanung und -steuerung generell aus den Ordnungsmitteln herauszuarbeiten.

3.1.3 Ordnungsmittelanalysen an Universitäten

Die Ordnungsmittelanalysen an Universitäten erfolgten zunächst anhand der relevanten Modulbeschreibungen. Da sich letztere aufgrund knapper Darstellungen als nur wenig aussagekräftig herausstellten, wurden die Gliederungen von Lehrveranstaltungsinhalten der jeweiligen Dozenten hinzugezogen. Zusätzliche Anfragen bei jenen Dozenten ergänzten das Untersuchungsrepertoire.

An sächsischen Universitäten werden Lehrveranstaltungsinhalte zur Fertigungsplanung in unterschiedlichen Semestern verortet, etwa im fünften, dritten oder bereits im ersten Semester. Die Anlage der Lehrveranstaltungen differiert ferner zwischen den Universitäten: Während eine Universität eigene Lehrveranstaltungen, etwa „Fertigungsplanung 1“, in einem bestimmten Semester ansetzt und „Fertigungsplanung 2“ im darauffolgenden Semester, so integriert eine andere Universität Inhalte der Fertigungsplanung in eine Grundlagenveranstaltung „Fertigungstechnik“. Zumeist gehen Inhalte der Planung eines vollständigen Fertigungsprozesses (vom Rohteil bis hin zum fertigen Werkstück) den detaillierten Planungen einzelner Arbeitsgänge (also allen Bearbeitungen an einer Maschine) voraus. Einzelne Aspekte

aus Lehrveranstaltungen zur Fertigungsplanung und -steuerung im Grundstudium werden in nachfolgenden Modulen des Hauptstudiums wieder aufgegriffen und spezifisch vertieft, wie z. B. Fertigungsplanung in der NC-Technik oder in der automatisierten Fertigung.

An tschechischen Universitäten spielen Lehrinhalte der Fertigungsplanung in weit geringerem Maße eine Rolle, als an den sächsischen Universitäten. Im Mittelpunkt stehen im Bachelor-Studium neben Lehrveranstaltungen zur technischen Darstellung (CAD) insbesondere Veranstaltungen zu Fertigungstechnologien (z. B. „Technologie der spanenden Fertigung“) gefolgt von Lehrveranstaltungen zur NC- bzw. CNC-Fertigung (Koordinatensysteme, Werkzeuge, Programmieren). Während eine untersuchte Universität selbst im Master-Studium kaum auf Planungsaspekte eingeht, sondern vorangegangene Inhalte vertieft und spezifiziert, finden sich im Master-Studium der anderen Universität Lehrveranstaltungen, welche die Planung von Bearbeitungsprozessen und deren Optimierung durchaus thematisieren, aber stärker in der Weise eines Bekanntmachens mit der Thematik statt einer gezielten Entwicklung von anwendungsbereiten Kompetenzen.

3.2 Defizitanalysen und deren Ergebnisse

In diese Untersuchungen wurden jeweils vier Universitäten (Auskunft gaben fünf Dozenten in Einrichtungen beider Länder) und vier berufsbildende Schulen (Auskunft gaben vier Lehrende in Einrichtungen beider Länder) einbezogen. Alle Institutionen stammten aus den Grenzregionen zwischen Sachsen und Tschechien – dem Fördergebiet des Programms. Zum Einsatz kamen leifadengestützte Interviews mit Lehrenden an den Universitäten und berufsbildenden Schulen. Beabsichtigt wurde eine Herausarbeitung von Beschreibungen und Ursachen für eine mangelhafte Entwicklung relevanter Kompetenzen in den interessierenden Bereichen.

3.2.1 Leitfragen zur Defizitanalyse

Hier stark zusammengefasst und in den Untersuchungen detaillierter auf die jeweiligen Institutionen orientiert, wurden folgende Fragestellungen gebraucht:

- Welche Probleme sehen Sie beim Verständnis der Lernenden in den Gebieten der Fertigungsplanung und -steuerung von Zerspanungsprozessen?
- Welche typischen Fragen tauchen in den Lehrveranstaltungen immer wieder auf?
- Wie schätzen Sie die Ergebnisse bzw. Leistungen der Lernenden bezüglich der Fertigungsplanung und Fertigungssteuerung in Prüfungen generell ein?
- Gab es in der Vergangenheit bezüglich des Kompetenzerwerbs, bei den Lernenden wahrnehmbare Veränderungen, positiv wie negativ?
- Was kann man aus Ihrer Sicht in der Lehre von Inhalten der Fertigungsplanung und -steuerung von Zerspanungsprozessen verbessern?

3.2.2 Defizitanalysen an Berufsbildenden Schulen

Insbesondere bei der Fertigungsplanung, genauer bei der Erarbeitung von Arbeitsplänen in den untersuchten sächsischen berufsbildenden Schulen, traten Defizite deutlich hervor. Besonders markant ist die unzutreffende Reihenfolge der Fertigungsschritte. Offenbar sind die technologischen Zusammenhänge, welche die Fertigungsaufgabe kennzeichnen, bei den Auszubildenden während des Planungsprozesses nicht präsent.

Im Zusammenhang damit werden auch mangelnde Kompetenzen im Umgang mit Spannmitteln benannt. Das Bestimmen günstiger Spannflächen, die Auswahl geeigneter Spannmittel sowie die Festlegung notwendiger Umspannungen der Werkstücke im Arbeitsplan bereiten den Lernenden zum Teil enorme Probleme.

Zuweilen treten auch Verständnisprobleme auf, wenn einigen Lernenden bestimmte Werkzeuge, Spannmittel oder Bearbeitungsverfahren aus ihren Praxiserfahrungen unbekannt sind. Hinzu kommt, dass die Schülerinnen und Schüler sich zuweilen nicht die Zeit nehmen, alle Fertigungsschritte gründlich zu durchdenken – stattdessen wird stark ergebnisorientiert auf die Vollendung der Planung hingearbeitet.

Als Konsequenzen dieser Mängel treten nach Aussage der befragten Lehrenden bei den Lernenden oftmals Frustration und teils auch Resignation auf. Als eher mittelbare Ursache all dessen wird von den Ansprechpartnern eine mangelnde Beschäftigung mit technischen Sachverhalten insbesondere im Freizeitbereich der Heranwachsenden im Vorfeld einer entsprechenden Ausbildung angegeben.

3.2.3 Defizitanalysen an Universitäten

An den untersuchten sächsischen Universitäten werden übergreifende, problematische studienstrukturelle Randbedingungen angeführt. Dazu gehören z. B. Entscheidungen der vergangenen Jahre, gerade jene Lehrveranstaltungen zu reduzieren, in denen Studierende das Planen und Vorbereiten einer Fertigungsaufgabe gründlich und tiefgehend üben und innerhalb von Praktika real nachvollziehen könnten. Als weiteres Beispiel wird die studienstrukturell bedingte ungünstige Platzierung von Lehrveranstaltungen der Fertigungsplanung und -steuerung bereits am Anfang des Studienablaufs genannt, da zu Studienbeginn diverse Grundlagenfächer wie Fertigungstechnik oder Werkstofftechnik die Wissensbestände erst bereitstellen, die für die Bewältigung einer Fertigungsaufgabe notwendig sind. Überdies werden stärker fachbezogene Gründe herausgestellt, die mittelbar und unmittelbar zu einer mangelhaften Entwicklung relevanter Kompetenzen in den Bereichen Fertigungsplanung und -steuerung führen:

- Als mittelbare Ursache wird angeführt, dass Studierende oftmals nur unzureichend in der Lage sind, technische Zeichnungen zu lesen und zu verstehen. Die Entwicklung einer Vorstellung des zu fertigenden Werkstücks aus der Zeichnung heraus bereitet ebenso Probleme, wie das Verständnis der in Zeichenelementen, Buchstaben und Ziffern codierten Informationen. Daraus resultiert die Ableitung unzutreffender oder unvollständiger Handlungsschritte in

der Bewältigung der Fertigungsaufgaben, wie z. B. die zwar korrekte Auswahl eines Fertigungsverfahrens zur Schaffung bestimmter Geometrieelemente – danach aber das Ausbleiben nachfolgender Feinbearbeitungsverfahren zur Herstellung erforderlicher Oberflächengüten.
- Als unmittelbare Ursache wird angeführt, dass es Studierenden zuweilen schwerfällt, Fertigungsverfahren für Eigenschaftsänderungen von Werkstücken, wie Wärmebehandlungsverfahren, zu finden. Das liege an unzureichend studierten Wissensbeständen der Grundlagenfächer (etwa Fertigungs- und Werkstofftechnik) sowie deren Anwendung als Querschnittswissen. Hinzu kommen Probleme beim korrekten Anordnen von Verfahren und Prozessschritten im Fertigungsprozess sowie beim Aufbau von Prozessfolgen in Form von ein- oder mehrdeutigen Prozessgraphen generell. Weitere Schwierigkeiten bereitet das Auffinden geeigneter Lösungen zum Ein- und Umspannen von Werkstücken im Fertigungsprozess. Vermutet werden hierbei ebenfalls mangelnde Kompetenzen zum Lesen technischer Zeichnungen, um geeignete Spannbasen zu identifizieren sowie ein zu gering ausgeprägtes Studienangebot von Inhalten der Spanntechnik generell.

An den untersuchten tschechischen Universitäten wurden Defizite insbesondere in der Anwendung von Wissen und Können im Bereich Fertigungsplanung und -steuerung gesehen. Die im Vergleich zu den sächsischen Universitäten kaum oder wesentlich geringer etablierten Lehrveranstaltungen zielen vornehmlich auf ein theoretisches Wissen über die Bereiche ab. Insofern wird die ungenügende Ausbildung tatsächlicher Kompetenzen zur Lösung von Fertigungsaufgaben bemängelt. Die Errichtung von Prozessgraphen beispielsweise wird nicht praktiziert.

3.3 Arbeitsprozessanalysen und deren Ergebnisse

3.3.1 Vorgehen

In beiden Ländern wurden Arbeitsprozessstudien für Ingenieurinnen und Ingenieure in der Arbeitsvorbereitung (vier Studien) sowie für Facharbeiterinnen und Facharbeiter (sechs Studien) erstellt. Übergeordnetes Ziel war es, herauszufinden, in welcher Art und in welchem Ausmaß die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Abteilungen Arbeitsvorbereitung sowie Fertigung in Tätigkeiten der Planung und Steuerung von Fertigungsaufträgen eingebunden sind und welche Kompetenzen dafür erforderlich sind. Die meisten Unternehmen stammten aus den Bereichen Werkzeugbau und Teilefertigung kleiner und mittlerer Serien. Für die Arbeitsprozessstudien aus Tschechien wurden dezidiert tschechische Produktionsbetriebe mit Planungs- und Fertigungsabteilungen am selben Ort ausgesucht, denn zahlreiche Unternehmen in der Tschechischen Republik sind Dependancen mit Stammsitz in Deutschland oder anderen Ländern (was heißt, dass in Tschechien nur produziert wird – entworfen, geplant und konzipiert wird dagegen anderswo). Untersucht wurde u. a., welche charakteristischen Vorgehensweisen und welche Maschinen und

Werkzeuge zum Einsatz kommen, in wieweit kooperative Arbeiten zu gewärtigen sind und mit welchen Arbeitsgegenständen die Fachkräfte konfrontiert werden (vgl. Becker/Spöttl 2008). Die folgenden Darstellungen fassen wesentliche Charakteristika zusammen.

3.3.2 Arbeitsprozessanalysen bei Facharbeitern/Facharbeiterinnen

Die Beteiligung von Facharbeiterinnen und Facharbeitern an Fertigungsplanung und -steuerung fiel zwischen den Unternehmen in Sachsen unterschiedlich stark aus. Folgende Arbeitsanteile konnten bei ihnen festgestellt werden:

- Bei weniger komplexen Einzelteilen erstellten die Fachkräfte an der Maschine das NC-Programm für die betreffenden Werkstücke selbstständig. Sie bestimmen über Operationen bzw. Arbeitsstufen, legen Spann- und Werkzeuge sowie Spannsituationen und sonstige Fertigungsparameter fest. Danach erfolgten das Einrichten der Maschine, die Fertigung eines ersten Werkstücks sowie – je nach betrieblicher Organisation – die Fertigung des betreffenden Loses einschließlich Überwachung (vgl. Abb. 2).
- In zahlreichen Fällen bedienten die Facharbeitenden zugleich mehrere Maschinen. Sie mussten die Fertigung von zumeist zwei bis drei Werkstücken an verschiedenen Maschinen im Blick haben und während der Bearbeitung zwischen den Fertigungsstationen hin- und herwechseln.
- Die Fertigungssteuerung wurde zuweilen auch von den Facharbeitenden (mit-)gestaltet, beispielsweise, wenn aus Rationalitätsgründen verschiedene Fertigungsaufträge auf einer Maschine zusammengefasst wurden, oder wenn aufgrund terminlicher Priorisierungen Aufträge zeitlich nach vorn- oder nach hinten verlegt wurden. Das heißt, die Steuerung von Fertigungsaufgaben, festgelegt von der Abteilung Arbeitsvorbereitung – sowie konkretisiert von Produktionsmeistern/Produktionsmeisterinnen, Vorarbeitern/Vorarbeiterinnen oder Schichtleitern/Schichtleiterinnen – wurden von den Fachkräften auf der Ausführungsebene in Abstimmung mit Kollegen und Vorgesetzten ergänzt oder abgeändert.

Die Arbeitsprozessstudien bei den Fachkräften in tschechischen Betrieben brachten u. a. zutage, dass in ein und demselben Unternehmen sowohl noch stark mit konventionellen Maschinen gearbeitet wird als auch die Bearbeitung auf CNC-Maschinen oder CNC-Bearbeitungszentren anzutreffen ist. Diese Mischung war in den sächsischen Unternehmen in dem Maße nicht anzutreffen. Die Fachkräfte in den betreffenden tschechischen Unternehmen müssen demzufolge in der Lage sein, mit beiden Maschinenkonzepten umzugehen. Im Unterschied zu sächsischen Unternehmen wurde keine Mehrmaschinenbedienung angetroffen.

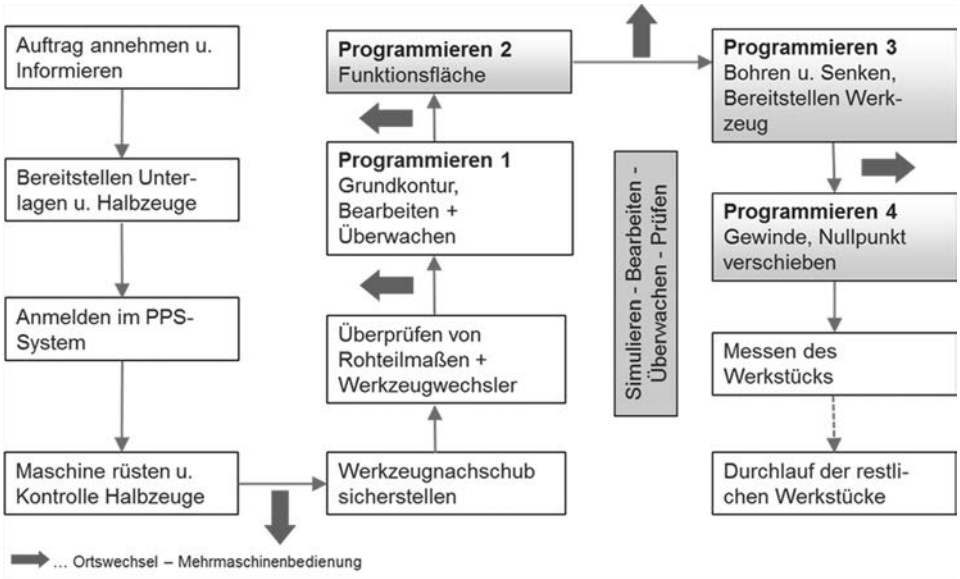


Abbildung 2: Arbeitsprozess mit Ortswechsel der Facharbeitenden aufgrund Mehrmaschinenbedienung

3.3.3 Arbeitsprozessanalysen in der Arbeitsvorbereitung

Vornehmlich waren in sächsischen Unternehmen Diplomingenieure für Maschinenbau oder Feinwerktechnik oder staatlich geprüfte Techniker für Maschinenbautechnik in der Arbeitsvorbereitung anzutreffen. Letztere haben zumeist den innerbetrieblichen Karriereweg genommen, welcher mit Facharbeitertätigkeit bzw. Berufsausbildung im jeweiligen Unternehmen begann.

In Unternehmen des Werkzeugbaus erhielten die Mitarbeiter der Arbeitsvorbereitung einen 3D-Datensatz des herzustellenden Werkzeugs (geringe Stückzahl von Komplettwerkzeugen – dafür bis zu 100 Einzelteile je Werkzeug) aus der Konstruktionsabteilung. Die Arbeit begann nach Auftragsbestätigung durch den Kunden. In Unternehmen der Teilefertigung (mehrere hundert Teile je Los) stammten die 3D-Daten der Werkstücke direkt von den Kunden – dort waren die Mitarbeiter bereits in die Angebotserstellung eingebunden.

Am Rechner wurde das Werkstück mit einem CAD-Programm bzw. einem CAD-Viewer dargestellt. Zuerst wurde eine Analyse vorgenommen hinsichtlich Werkstückgröße, Stückzahl, Toleranzvorgaben, schwieriger Geometrien (Hinterschnitte oder kleine Radien) sowie genereller technischer Machbarkeit. Zur Planung und Steuerung der Fertigung kamen Ressourcen-Planungs-Systeme (ERP-Systeme) zum Einsatz, worin Daten aus Kalkulationsprogrammen importiert wurden. Solche Anwenderprogramme enthielten in Bibliotheken vorbereitete Planungsmasken oder Makros mit hinterlegten Maschinenparametern und Berechnungsprozeduren für Fertigungszeiten und Kosten.

Bei der Festlegung des Rohteils wurde auf zwei Arten vorgegangen: Entweder wurde gründlich abgewogen, ob ein gewöhnliches Halbzeug aus dem Hause zum

Einsatz kommt, ob es der Vorfertigung bei Fremdanbietern bedarf oder schließlich, ob „Reststücke“ aus vormaligen Aufträgen (etwa Bohrkerne) verwendet werden können. Insbesondere in Betrieben der Teilefertigung war das der Fall. Die zweite Art der Rohteilbestimmung war eher „pragmatisch“: Das Werkstück wurde von einem Hüllquader umschlossen und eine allseitige Materialzugabe ergänzt – danach erfolgte die Rohteilorder direkt beim Materiallieferanten.

Wenn Fertigungsverfahren – wie in Einzelfällen – nicht vom Kunden vorgegeben wurden, so waren diese ebenfalls festzulegen. Anschließend wurden konkrete Maschinen aus der im Unternehmen verfügbaren Betriebsmittelgesamtheit ausgewählt. Parallel dazu erfolgte die Anlage von Aufträgen für Fremdleistungen (spezielle Arbeiten wie Elektropolieren, Tieflochbohren oder besondere Schweiß- und Schleifverfahren). Je nach Unternehmensorganisation ergab sich die Notwendigkeit teils enger Kooperation mit Kollegen aus der Abteilung Programmierung: Dies reichte von eher sporadischen gemeinsamen Beratungen bei komplexen Frästeilen bis hin zur arbeitsteiligen Fertigungsplanung.

Im nächsten Schritt galt es, den Durchlauf durch die Werkhalle zu planen. Auf Basis der errechneten Zeiten sowie der verfügbaren Kapazitäten und unter Beachtung von Erfahrungen wurde der Durchlauf durch Rückwärtsrechnung (ausgehend vom Lieferdatum) für die einzelnen Fertigungsabteilungen bestimmt. Dort übernahm dann der Produktionsmeister die Daten für die Feinsteuerung (welche Maschine und welche Arbeitsperson). Mit Komplettierung und Ausdruck der Auftragsunterlagen samt zugehörigen Zeichnungen endete die Arbeit in der Abteilung Fertigungsvorbereitung.

Für die aufgesuchten Produktionsbetriebe in Tschechien galt ähnliches. Auch hier wurde mit 3D-Datensätzen umgegangen und auch hier wurde Rechentechnik samt geeigneter Programme gebraucht, zumeist Programme für Produktdatenmanagement und Product Lifecycle Management. Als Unterschied zu den betrachteten sächsischen Unternehmen war die engere Kooperation zwischen Konstruktion und Arbeitsvorbereitung hinsichtlich technischer Machbarkeit des Produkts wahrzunehmen. Die Mitarbeiter in den Abteilungen Technologie erarbeiten den Fertigungsprozess sowie die einzelnen Arbeitsgänge unter Beachtung der maschinentechnischen Kapazitäten ähnlich wie in den betrachteten sächsischen Unternehmen.

Ersichtlich ist, dass Mitarbeiter in den Abteilungen Technologie/Arbeitsvorbereitung von Unternehmen in beiden Ländern Kompetenzen in der Fertigungsprozessgestaltung, Arbeitsgangausarbeitung sowie Fertigungssteuerung besitzen müssen. Das ist unmittelbare Voraussetzung dafür, entsprechende Planungen zur Fertigung von Werkstücken und Produkten erstellen zu können mit Hilfe von Personal Computern sowie diverser Software zur Kalkulation im Rahmen des Angebots- oder Auftragsmanagements sowie zur Einlastung von Bearbeitungsaufträgen. Hinzu kommt Kompetenzbedarf für die Abstimmung mit Mitarbeitern der Programmierabteilung, der Konstruktion und der Kunden.

4 Die digitale Lernplattform

Beruflichem Lernen mit digitalen Medien wird vielenorts ein zum Teil hohes Potenzial zugeschrieben (vgl. etwa Jenewein 2014, 48 und Schulte/Borchert 2014, 61 sowie Howe 2013, 1f.). Lernplattformen als webbasierte Lehr- und Lernsysteme bieten zahlreiche Funktionalitäten für die Organisation und Gestaltung von Unterricht und Ausbildung an den Lernorten beruflicher Bildung. Zudem können sie Aufgabenstellungen und eine Fülle verschiedenartiger Lernmaterialien und -medien für die Aufgabenbearbeitung bereitstellen. Überdies bestehen Möglichkeiten zum gegenseitigen Austausch der Lernenden für ein gemeinsames Agieren (vgl. Friedrich u. a. 2011, 117 und Jenewein 2014, 50).

4.1 Funktionsweise der Lernplattform

Die in deutscher, tschechischer und auch englischsprachiger Ausführung vorliegende Plattform soll Lern- und Arbeitsaufgaben mit unterschiedlichen Ausprägungen an Selbstständigkeit und Unterstützung in unterschiedlichen Stufen für die Anwendung bereitstellen. Auf einer ersten Stufe soll es neben dem Kennenlernen sowie der Bedienung der Lernplattform insbesondere zunächst um ein Nachvollziehen geeigneter Herangehensweisen und tauglicher Lösungswege für die Planung von Fertigungsprozessen konkreter Werkstücke gehen. Dort sollen die Lernenden noch stark durch die Lernplattform geführt werden und die von den Lernenden zu treffenden Entscheidungen sind von eher geringer Komplexität. Auf Stufe zwei nimmt die Selbstständigkeit dahingehend zu, dass die Auszubildenden Möglichkeiten aus einem begrenzten Lösungsraum begründet auswählen. Die Führung durch die Lernplattform soll hier wesentlich geringer sein. Zugleich soll die Feedbackfunktion eine Rückmeldung für die Lernenden zur Tauglichkeit der von ihnen getroffenen Auswahl hinsichtlich geeigneter Spannmittel, Werkzeuge oder Einstellparameter leisten. Hilfestellungen, etwa in Form von Texten, Videosequenzen oder Simulationen, unterstützen die Lernenden dann bei ihren Planungsarbeiten oder auch bei ggf. erforderlichen Korrekturen oder Anpassungen. Auf der dritten Stufe schließlich werden die Lernenden gänzlich selbstständig eine Lösung erarbeiten – ein vorgegebener Lösungsraum soll dann nicht mehr existieren. Eine von der Lernplattform geleistete Feedbackfunktion wird auf dieser Stufe aufgrund der großen Offenheit von Lösungsmöglichkeiten dann auch durch Rückmeldungen von einer Lehrkraft ersetzt werden. Unberührt davon bleiben jedoch Möglichkeiten der Unterstützung durch diverse Medienangebote. Dieser Funktionsumfang soll zum Projektende vorliegen.

Die folgenden Abbildungen zeigen den aktuellen Arbeitsstand der Benutzungsoberflächen für die drei Felder/Module der Fertigungsplanung und -steuerung (Fertigungsprozessplanung, Arbeitsgangausarbeitung und Fertigungssteuerung).

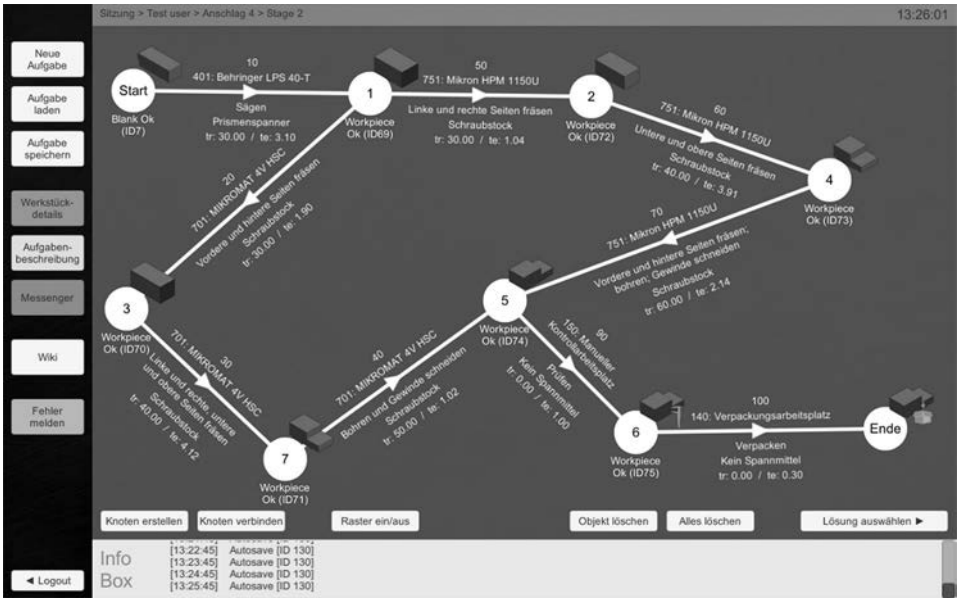


Abbildung 3: Benutzungsoberfläche Fertigungsprozessplanung

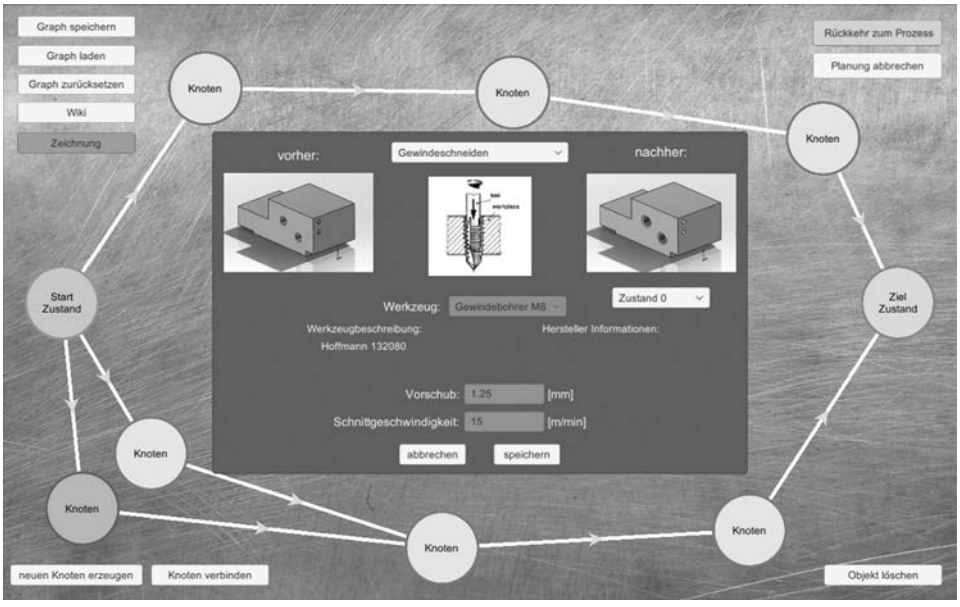


Abbildung 4: Benutzungsoberfläche Arbeitsgangausarbeitung

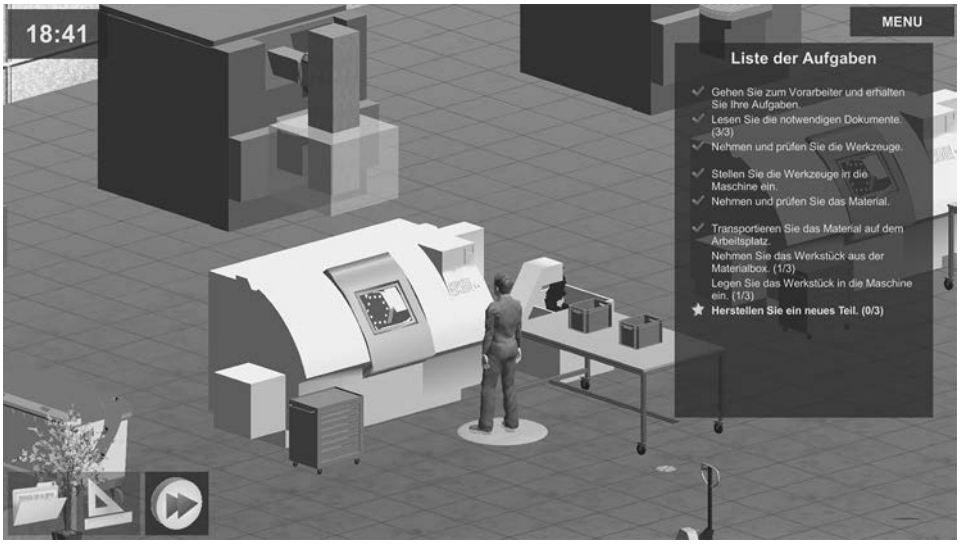


Abbildung 5: Benutzungsoberfläche Fertigungssteuerung

Innerhalb jeder Stufe werden Lern- und Arbeitsaufgaben mit ansteigendem Schwierigkeitsgrad hinterlegt sein. Dabei können sowohl die herzustellenden Werkstücke an Komplexität zunehmen (etwa durch anspruchsvollere Formelemente, vgl. Abb. 6) als auch die Fertigungsaufträge herausforderungsreicher werden (Einzelteil- versus Kleinserien- versus Massenfertigung) oder die Rahmenbedingungen der Fertigungsaufgaben an Schwierigkeit zunehmen (etwa durch die Vorgabe nicht verfügbarer Maschinen aufgrund von Belegung oder Ausfall). Es gibt somit zahlreiche Dimensionen, die einen Spielraum für die Variation von Anforderungen an die Lernenden bieten werden. In der Lernplattform nicht enthalten sind bislang Aspekte der Unternehmensorganisation, welche in den Arbeitsprozessstudien ebenfalls erfasst wurden. Die Integration jener Gesichtspunkte wird im weiteren Projektablauf erfolgen.

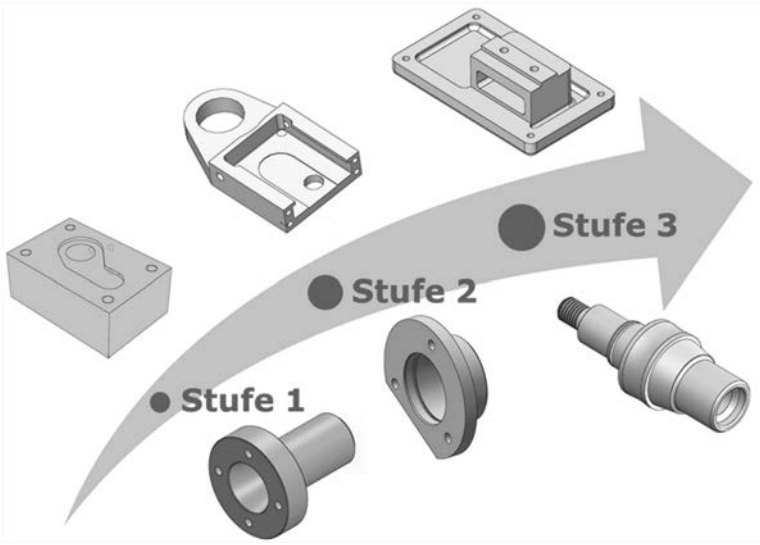


Abbildung 6: Komplexitätszunahme der Formelemente an den Werkstücken

Die größte Bedeutung aus Sicht des Lehrens und Lernens besitzen zweifellos die Angebote und Funktionen zur Unterstützung des Lernens. Neben Rückmeldefunktionen für getroffene Entscheidungen geht es hierbei vor allem um die einzubindenden Medien. Im Projekt POKROK.digital soll die Funktionalität der Einbindung von Medien auf mindestens zweierlei Art geleistet werden:

- Zum Ersten werden arbeitsplatznahe Arbeitsumgebungen, wie Fertigungsstätten bzw. Maschinenhallen gestaltet und programmiert, wie sie so ähnlich auch in der Realität vorkommen (vgl. Abb. 5). Arbeitspersonen können – ähnlich wie in Serious Games – zielgerichtet bewegt werden und Werkstücke, Maschinen und Werkzeuge können – da sie virtuell als 3D-Modelle vorliegen – ebenfalls vielfältig genutzt werden (virtuelle Bedienung der Maschine).
- Zum Zweiten gilt es, Medien einzubinden, die Erklärungen und Zusammenhänge anbieten, Ursache-Wirkungsbeziehungen anschaulich machen und die Erarbeitung von Erkenntnissen erleichtern. Angesprochen sind hier neben klassischen Texten insbesondere Simulationen von Prozessen und vor allem auch Filmsequenzen, produziert mit High-Speed- oder Thermokameras, welche die Anschaulichkeit bestimmter Sachverhalte erhöhen (vgl. Abb. 7).

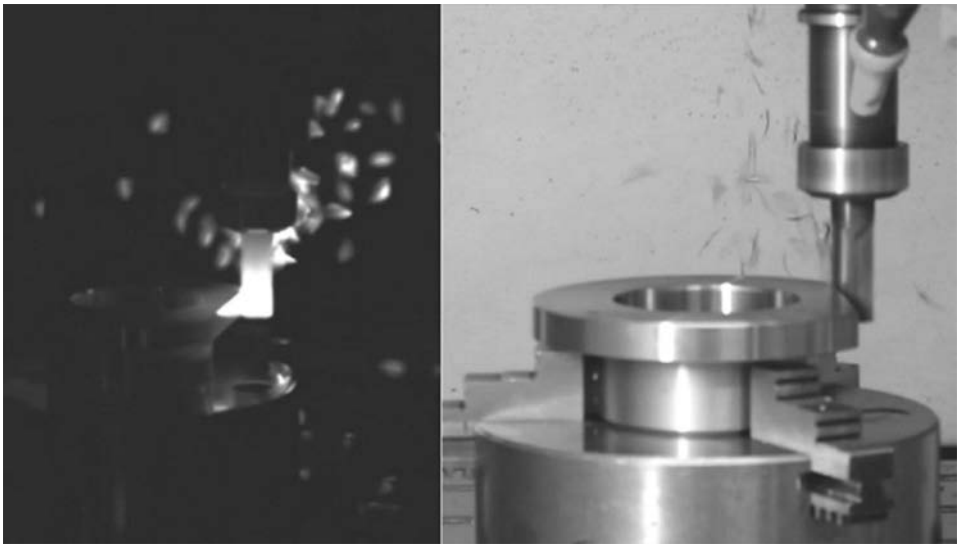


Abbildung 7: Darstellung von Temperaturentwicklung und Spanbildung mit Hilfe unterschiedlicher Kamerasysteme zur Veranschaulichung eines Zerspanungsprozesses

4.2 Integration der Expertise aus drei Fachgebieten

Zu Aufbau und Ausgestaltung der Lernplattform im Projekt POKROK.digital bedarf es Überlegungen aus drei eng miteinander verflochtenen Bereichen:

Im Fokus berufspädagogischer und -didaktischer Erwägungen steht an vorderster Stelle die Generierung geeigneter Lern- und Arbeitsaufgaben, welche die aus den Arbeitsprozessanalysen erhobenen Praxisaspekte gezielt aufgreifen. Ausgangspunkte sind die Ergebnisse aus den Ordnungsmittelanalysen bezüglich Kompetenzentwicklungszielen zur Fertigungsplanung und -steuerung im Ausbildungsablauf der relevanten Berufe, z. B. Zerspanungsmechaniker/Zerspanungsmechanikerin. Berufsdidaktische Erwägungen müssen dann erfolgen u. a. zur Eignung von Werkstücken, deren Fertigung geplant werden soll sowie hinsichtlich Ausmaßes und Art der Unterstützung auf den verschiedenen Stufen. Schließlich sind sinnvolle Formen des Feedbacks für die Lernenden durch die Lernplattform und zu geeigneten Medien (Texte, Simulationen, audio-visuelle Medien) zu entwickeln, welche die Lern- und Erkenntnisprozesse der Schülerinnen und Schüler unterstützen.

Aus technisch-technologischer Perspektive waren durch technologische Projektmitarbeiter in Abstimmung mit Projektpartnern der Didaktik zunächst geeignete Werkstücke auszuwählen und bereitzustellen. Anschließend wurden durch die ingenieurtechnischen Projektmitarbeiter aus Dresden und Freiberg die zugehörigen Planungen erstellt – sowohl für den gesamten Fertigungsprozess als auch für die einzelnen Prozessschritte. Aus diesen Planungen gingen die für die Fertigung erforderlichen Informationen zu Maschinen, Werkzeugen, Spannmitteln, Einstellwerten usw. hervor. Für die Steuerung der Fertigung galt und gilt es nachfolgend, geeignete Werkstätten bzw. Fertigungsstätten zu modellieren und zu programmieren. Für

diese Arbeiten waren die Projektpartner der TU Liberec zuständig. Die technisch-technologischen Inhalte werden programmiertechnisch durch drei Module (Fertigungsprozessplanung, Arbeitsgangausarbeitung, Fertigungssteuerung) realisiert.

Informationstechnische Überlegungen fokussieren zum einen auf die Gesamtheit aller technisch-technologischen Prozesse. Die drei Module bilden eine Einheit, welche durch eine einheitliche Datenstruktur sowie eine gemeinsame Benutzungsoberfläche gekennzeichnet ist. Auch die 3D-Modelle der Werkzeuge und Maschinen sowie die damit verbundenen Animationen sind Arbeitsergebnisse der Projektpartner in Dresden und Freiberg. Nicht zuletzt gehören dazu Aspekte der Einbindung und Aktivierung von Lernmedien: Dazu gehören Filmsequenzen der realen Bearbeitung der in den Arbeitsaufgaben enthaltenen Werkstücke. Diese wurden produziert von Projektmitarbeitern aus Dresden und Usti nad Labem (vgl. Abb. 7). Überdies wurden Simulationen auf Ebene der Maschinenhalle eingebunden, erstellt von Projektpartnern der TU Liberec (vgl. Abb. 5). Das Zusammenwirken der drei Fachgebiete zeigt Abbildung 8.

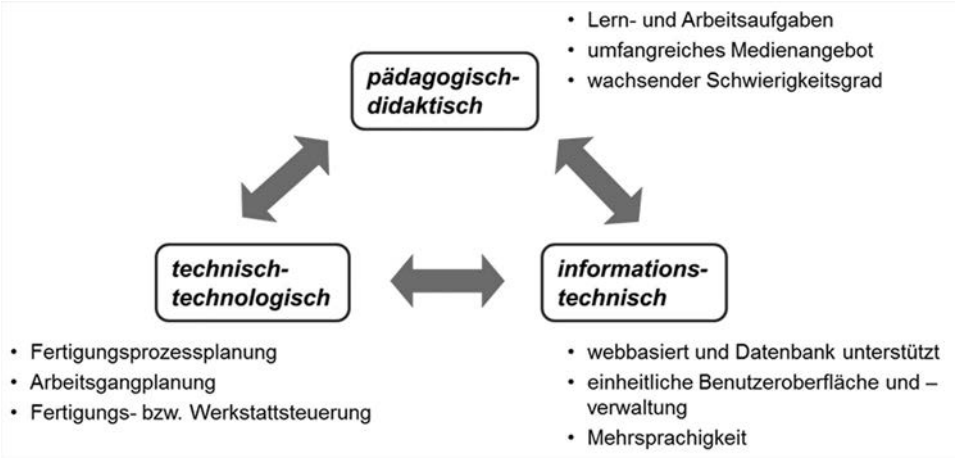


Abbildung 8: Zusammenhänge der drei Fachgebiete zum Aufbau der Lernplattform

5 Fazit und Ausblick

Die Entwicklung einer Lernplattform, welche die Planung der Fertigungsabläufe von Werkstücken zum Gegenstand hat, ist ein anspruchsvolles Projekt. Nach knapp 1,5 Jahren Projektlaufzeit sind mit den empirischen Analysen wichtige Ansatzpunkte für die zielgerichtete Entwicklung von Lernplattform und Aufgaben geschaffen worden. Die Erarbeitung einer ersten Testversion stand in den letzten Monaten im Fokus, welche in beruflichen und universitären Bildungseinrichtungen erprobt werden soll. Die Evaluation wird sich auf die Lehrenden und die Lernenden konzentrieren. Bei Letzteren liegt der Fokus auf der Bedienung sowie auf der Frage, in wel-

chem Maße die Lernplattform als hilfreich bzw. unterstützend empfunden wird. Bei Lehrenden wird erhoben, in welchem Umfang sie den Einsatz der Lernplattform als hilfreich und nutzbringend empfinden sowie welche Grenzen sie in dem Zusammenhang sehen. Die Ergebnisse dieser Test- bzw. Evaluationsphase bilden dann die Grundlage für Verbesserungen, Optimierungen und Erweiterungen.

Als spannend und zugleich herausfordernd stellten sich bislang folgende Aspekte der Kooperation dar: In diesem Projekt bringen sich Wissenschaftler und Lehrende aus der Fertigungsprozessgestaltung, der Informationstechnologie und Fertigungsinformatik, der Produktionssteuerung sowie der Beruflichen Didaktik mit ihrer spezifischen Expertise ein. Sie müssen offen sein für Realisierungswünsche der anderen Partner. In Diskussionen, Absprachen und Festlegungen zum Pilotsystem hat sich gezeigt, dass mit „Funktionen", „Funktionalitäten", „Leistungen" oder „Performances" unterschiedliche Ebenen der Lernplattform angesprochen sein können, ohne dass dies allen Beteiligten klar ist. Denn es macht erhebliche Unterschiede, ob etwa Funktionen der Lernplattform, wie sie sich den Lernenden zeigen, gemeint sind, oder ob von informationstechnischen bzw. fachinhaltlichen Funktionen die Rede ist oder schließlich ob programmiertechnische Funktionen angesprochen sind. Die sprachliche Ebene der Projektarbeit kann als dritte Herausforderung gelten: Alle Kommunikation zwischen Partnern beider Länder verläuft in englischer Sprache. Insbesondere bei der Verständigung über fachspezifische Begriffe und Zusammenhänge ist ein beachtlicher Kommunikationsmehraufwand zu leisten, denn neben der Übersetzung vom Deutschen ins Englische und hernach ins Tschechische – und umgekehrt – kommt es leicht zu Missverständnissen. Dies insbesondere deshalb, da die Begriffsverständnisse nicht selten durch lange, unterschiedliche Traditionen der jeweiligen Standorte geprägt sind.

Literatur

Becker, M. & Spöttl, G. (2008): Berufswissenschaftliche Forschung: Ein Arbeitsbuch für Studium und Praxis, Frankfurt am Main.

CEDEFOP – Europäisches Zentrum für die Förderung der Berufsbildung (2009): Blickpunkt Berufsbildung. Tschechische Republik, Thessaloniki.

DTIHK – Deutsch-Tschechische Industrie- und Handelskammer (2017): Positionspapier Fachausbildung. http://tschechien.ahk.de/fileadmin/ahk_tschechien/Presse/PM_2017/2017_Ausbildung_Positionspapier_DTIHK.pdf (05.05.2018)

Friedrich, H., Hron, A. & Töpper, Jörn (2011): Lernplattformen in der Schule, In: Albers, C., Magenheim, J. & Meister, D. (Hrsg.) Schule in der digitalen Welt. Medienpädagogische Ansätze und Schulforschungsperspektiven, Wiesbaden, S. 117–141.

Howe, F. (2013): Potenziale digitaler Medien für das Lernen und Lehren in der gewerblichtechnischen Berufsausbildung, In: bwp@ Spezial 6 – Hochschultage Berufliche Bildung 2013, Fachtagung 08, S. 1- 15. http://www.bwpat.de/ht2013/ft08/howe_ft08-ht2013.pdf (05.05.2018)

Jenewein, K. (2014): Digitale Lernsysteme. Potentiale für die berufliche Bildung durch Blended Learning, In: lehren & lernen, Heft 114, 29. Jg., S. 47–53.
Kaňáková, M., Czesaná, V. & Šímová, Z. (2016): Vocational education and training in Europe – Czech Republic. Cedefop ReferNet VET in Europe reports. http://libserver.cedefop.europa.eu/vetelib/2016/2016_CR_CZ.pdf (05.05.2018)
Pohanková, J. (2009): Der Nationale Qualifikationsrahmen in der Tschechischen Republik. Entwicklung und erste Umsetzungsschritte im Kontext einer Strategie lebenslangen Lernens, In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 38. Jg., Heft 6/2009, Bonn, S. 24–27.
Schulte, S. & Burchert, J. (2014): Lernen mit digitalen Medien im Spannungsverhältnis von Schule, Betrieb und Internet am Beispiel von Kfz-Auszubildenden, In: lehren & lernen, Heft 114, 29. Jg., S. 61–67.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Felder der Fertigungsplanung und -steuerung 87

Abb. 2 Arbeitsprozess mit Ortswechsel der Facharbeitenden aufgrund Mehrmaschinenbedienung 95

Abb. 3 Benutzungsoberfläche Fertigungsprozessplanung 98

Abb. 4 Benutzungsoberfläche Arbeitsgangausarbeitung 98

Abb. 5 Benutzungsoberfläche Fertigungssteuerung 99

Abb. 6 Komplexitätszunahme der Formelemente an den Werkstücken 100

Abb. 7 Darstellung von Temperaturentwicklung und Spanbildung mit Hilfe unterschiedlicher Kamerasysteme zur Veranschaulichung eines Zerspanungsprozesses 101

Abb. 8 Zusammenhänge der drei Fachgebiete zum Aufbau der Lernplattform 102

Autoren

Wohlrabe, Dirk, Dipl.-Berufspädagoge, wiss. Mitarbeiter, Professur für Metall- und Maschinentechnik/Berufliche Didaktik an der TU Dresden, Institut für Berufspädagogik und Berufliche Didaktiken, Weberplatz 5, 01217 Dresden,
dirk.wohlrabe@tu-dresden.de

Arnold, Frank, Dipl.-Ing., wiss. Mitarbeiter, Professur Formgebende Fertigungsverfahren an der TU Dresden, Institut für Fertigungstechnik, George-Bähr-Str. 3c, 01069 Dresden,
frank.arnold@tu-dresden.de

Havlík, Radek, Ing., Zástupce ředitele školy, Střední průmyslová škola strojní a elektrotechnická a Vyšší odborná škola (*Stellvertretender Schulleiter, Fachmittelschule und höhere Technische Schule für Maschinenbau und Elektrotechnik, Liberec*), Masarykova 3, 460 84 Liberec 1,
radek.havlik@pslib.cz

Koblasa, František, Ing., Ph.D, Ing. Paed. IGIP, Odborný asistent s vědeckou hodností, Katedra výrobních systémů a automatizace, Technická univerzita v Liberci, (*Assistant Professor am Department für Fertigungssysteme und Automatisierung, Fakultät Maschinenbau, Technische Universität Liberec*) , Studentská 2, 461 17 Liberec 1,
frantisek.koblasa@tul.cz

Nitzsche, Stefan, M.Sc., wiss. Mitarbeiter, Professur für Additive Fertigung, Institut für Maschinenelemente, Konstruktion und Fertigung, Agricolastr. 1, 09599 Freiberg,
stefan.nitzsche@imkf.tu-freiberg.de

Povolny, Jan, Ing., ICT specialista, Fakulta strojního inženýrství, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem (*Dipl.-Ing. für Informations- und Kommunikationstechnologie, Fakultät Maschinenbau, J. E. Purkyně Universität Ústí nad Labem*) Pasteurova 7, 400 01 Ústí nad Labem,
jan.povolny@ujep.cz

Digitalisierung und Berufsausbildung im Gesundheitshandwerk der Augenoptik

Carolin Lohse

Abstract

Das Handwerk der Augenoptik wird durch die fortschreitende Digitalisierung in seinen Geschäfts- und Arbeitsprozessen stark beeinflusst. Daraus ergeben sich deutliche Veränderungen in den typischen Handlungsfeldern der Facharbeit. Der Beitrag stellt unter anderem veränderte Anforderungen in der Fertigung vor. Auch weil sich die Branchen-Unternehmen zunehmend als Gesundheits-Dienstleister verstehen, entstehen neue Aufgabenfelder im mittleren Qualifikationsniveau. Der Beitrag stellt erste Überlegungen zur Anpassung der Ordnungsmittel für die duale Berufsausbildung zur Augenoptikerin/zum Augenoptiker vor. Abschließend werden vor dem Hintergrund einer digitalisierten Arbeits- und Lebenswelt allgemeine Fragen an die handwerkliche Berufsbildung der Zukunft formuliert.

The craft of ophthalmic optics is strongly influenced by the progressive digitization in its business and work processes. This results in significant changes in the typical fields of action in skilled work. Among other things, the article presents changed requirements in production. Also, because the branch companies increasingly understand themselves as health service providers, new tasks arise in the medium qualification level. The article presents first thoughts on the adaptation of the regulations for the dual vocational training to the optician. Finally, in the context of a digitized world of work and life, general questions will be formulated for future vocational training in the craft sector.

Einführung

„Das Ziel der Ausbildung besteht darin, jungen Menschen den Erwerb einer umfassenden beruflichen Handlungsfähigkeit zu ermöglichen, die sie befähigt, selbstständig, eigenverantwortlich und in Kooperation mit anderen effizient, effektiv und innovativ zu reagieren“ (BIBB 2013, S. 21). In einer Wissensgesellschaft mit voranschreitenden Digitalisierungsprozessen in allen Arbeits- und Lebensbereichen, einer Zukunft mit globalen Märkten und damit einhergehend einer interdisziplinären Kommunikation und Zusammenarbeit muss sich die berufliche Bildung unter der oben genannten Prämisse neu justieren. Denn, so Schneider im Interview mit Spöttl, es sollte ganz im Gegensatz zu den vorherrschenden Themen nicht nur auf

Digitalisierung vorbereitet werden. „Unsicherheit wird zur Normalität werden! Darauf sind die jungen Menschen vorzubereiten, das ist das neue Fundament. Dazu gehört auch Verlässlichkeit und Stabilität“ (Spöttl 2017, S. 163; vgl. auch Boes et al. 2014, S. 18).

Momentan ist das Handwerk der Augenoptik mit Fachkräftemangel, einer stetig voranschreitenden Digitalisierung über alle Phasen des Geschäftsprozesses hinweg und einem etwas unklaren Stand im Sektor der Gesundheit konfrontiert. Der Berufsstand der Augenoptiker/innen ist gefordert, den Beruf attraktiv und auf einer verlässlichen Basis zu gestalten. Es ist notwendig, die neuen Aufgaben-, Wissens- und Tätigkeitsfelder rechtzeitig zu erschließen und die Arbeits- und Ausbildungsorganisation dem Zeitgeist angemessen weiterzuentwickeln. Für die Augenoptik bedeutet dies, eine Position zwischen verschiedenen Sektoren, Einflussgrößen mit unterschiedlichen Rahmenbedingungen und Bildungsperspektiven auszuloten.

Die Augenoptik zwischen Handwerk, Gesundheit, Handel und Industrie

Die Augenoptik ist eines von fünf Gesundheitshandwerken, zu denen außerdem die Hörakustik, die Orthopädietechnik, die Orthopädieschuhtechnik und die Zahntechnik zählen. „Betrachtet man die fünf Berufe, so kann als ein erstes, noch sehr weites Begriffsverständnis festgehalten werden: Die Gesundheitshandwerke fertigen Brillen, Hörgeräte, orthopädische Schuhe, Prothesen, Orthesen oder Zahnersatz in der Regel nach ärztlicher Verordnung oder passen sie an, um eingeschränkte oder ausgefallene Körperfunktionen auszugleichen“ (Heinsberg/Rehbold 2011, S. 67). Aus ökonomischer Sicht werden der Kundin/dem Kunden möglichst gewinnbringend Produkte und Dienstleistungen verkauft. Der Bedarf im Bereich von Prävention und nachhaltiger Versorgung von Augenerkrankungen und Seheinschränkungen spielt aufgrund des Fachärztemangels und des demographischen Wandels zunehmend eine Rolle. Dies beeinflusst die Tätigkeitsfelder der Beschäftigten in der Augenoptik auch in der Abgrenzung zu Augenärztinnen und Augenärzten und verändert damit ihren Qualifikationsbedarf. Inwieweit zukünftig Überschneidungen in Tätigkeitsbereichen möglich werden und diese sowohl berufsrechtlich als auch in der Berufsbildung/-laufbahn verankert werden können, bleibt vorerst offen (vgl. Kluth 2008, S. 42). Das Gewerk im Handwerk „unterliegt“ traditionell der Gesell/innen-/Meister/innen-Laufbahn. Das bedeutet, die Berufsausbildung als Monoberuf ist in ihrer curricularen Gestaltung an dieser Laufbahn orientiert. Ob diese Strukturierung der Ausbildung genügend Spielraum bietet, um zukünftig geforderte Inhalte der Prävention und Gesundheit zu integrieren, muss geprüft und diskutiert werden. In augenoptischen Fachgeschäften sind neben Augenoptikermeister/innen, Gesell/innen, Auszubildenden und sonstigen Mitarbeiter/innen auch Optometrist/innen mit akademischem Abschluss tätig. Optometrist/innen beschäftigen sich nicht nur mit individuellen Sehanforderungen, sondern setzen sich auch mit dem Gesundheitszu-

stand der Augen, insbesondere in Form von Screenings, auseinander. Spezifische technische Hilfsmittel stehen für die optometrische Dienstleistung in den Fachgeschäften zur Verfügung. Die Branche der Augenoptik ist also nicht mehr ausschließlich im Handwerk zu verorten.

Die Branche verzeichnete im Jahr 2016 in Deutschland etwa 11.800 stationäre Fachgeschäfte mit 48.400 Beschäftigten einschließlich der Fachgeschäftsinhaber und hat inklusive des Online-Handels 12,62 Millionen Komplettbrillen verkauft. 9.754 Betriebsstätten sind den mittelständischen Unternehmen einschließlich Kleinstunternehmen zuzuordnen. Die zehn größten Filialunternehmen mit zum Teil industrieller Unternehmenscharakteristik (vgl. Glasl et al. 2008, S. 20f) markieren 45,1 Prozent des Gesamtumsatzes der Branche (vgl. Wetzel 2017, S. 4f). Mit 6.529 neu abgeschlossenen Ausbildungsverträgen 2017 zeigt sich im Vergleich zu vorangegangenen Jahren ein positiver Trend (ebd., S. 3).

Einerseits ist die Industrie für die Bereitstellung und Fertigung der Produkte und Dienstleistungen erforderlich. Andererseits wird sie laut Befragungen des Zentralverbandes der Augenoptiker und Optometristen im Direktvertrieb zukünftig als größte Konkurrenz gesehen (vgl. Wetzel 2017, S. 5). Vor diesem Hintergrund sind für den klassischen Monoberuf im Handwerk, bestehend aus manueller, mit Handwerkszeug ausgeführter, produzierender oder reparierender Arbeit deutliche Veränderungen festzustellen. Für die Augenoptik heißt das konkret: Fertigungsprozesse zur Zusammenführung der industriell gefertigten Teilprodukte Korrektionsglas und Brillenfassung werden durch Maschinen mit unterschiedlichem Automatisierungsgrad ausgeführt. Die Fertigung erfolgt entweder im Fachgeschäft oder ausgelagert in externen Werkstätten oder direkt in der Industrie. Die handwerkliche Facharbeit reduziert sich zunehmend auf die Reparatur und Instandsetzung von Produkten, die nicht eigenständig konstruiert und in unbekannten Maschinen gefertigt werden. Damit treten die handwerklichen Tätigkeiten in den Hintergrund. Denn die Maschinen fassen eine Vielzahl an Arbeitsschritten zusammen, arbeiten mit höchster Präzision und in kürzester Bearbeitungszeit. Es werden „immer mehr Brillen [...] von der Industrie komplett montiert geliefert“, so der Vorsitzende des Betriebswirtschaftlichen Ausschusses des Zentralverbandes der Augenoptiker und Optometristen Thomas Heimbach (Wetzel 2016, S. 2). Somit entfällt die Interaktion Mensch-Maschine und damit die sinnlichen Erfahrungen mit Material und Bearbeitungsprozess. Die Fertigungsverfahren der Teilprodukte und deren Zusammenführung bleiben abstrakt.

Ein Transformationsprozess aufgrund der Digitalisierung spiegelt sich auch im Umbruch der Geschäftsmodelle wider. Der Online-Handel beispielsweise ist auch in der Augenoptik präsent. Doch diese Vertriebsart stößt an Grenzen. Die Beschäftigten der Augenoptik verkörpern die handwerkliche Praxis in der Interaktion mit den Kundinnen und Kunden. Sie bilden die Schnittstelle zwischen Industrie und individuellem Produkt, welches eingeschränkte Sehfunktionen ausgleicht oder mindert. Demzufolge bleiben die Handwerker/innen elementarer Bestandteil der Leistungserbringung, so der Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH) im „Weißbuch

Arbeiten 4.0“ (BMAS 2017). Dies zeigen auch Partnerverträge der Online-Händler mit stationären, privat geführten Fachgeschäften.

Im Online-Handel erworbene Korrektionsbrillen werden vor Ort anatomisch angepasst und instandgehalten. Insbesondere Tätigkeiten, die auf umfassendem Erfahrungswissen und auf Interaktionen mit Menschen basieren, sind nicht einfach in Algorithmen zu überführen und zu automatisieren (auch Hirsch-Kreinsen/Ittermann 2017, S. 135 in Anlehnung an Zuboff 1988). An dieser Stelle wird deutlich, dass eine digitale Entsprechung handwerklicher Tätigkeiten und personenbezogener Dienstleistungen, wie sie in der Augenoptik ausgeführt werden, schwer zu realisieren ist. Dennoch ergeben sich aus dem Einfluss der Digitalisierung – sie überspannt alle Bereiche der Arbeit in diesem Gewerk – umfassende Veränderungen für das Berufsbild. Wie sich die Digitalisierung auf die Tätigkeiten der Augenoptiker/innen auswirken wird und welche Qualifikationsanforderungen sich daraus zukünftig ergeben werden, ist eine zentrale Fragestellung des Forschungsprojektes.

Die Forschung

Es sind zwei dominierende Entwicklungslinien für den Beruf der Augenoptiker/innen zu erkennen: die eintretenden Tätigkeitsbereiche der Optometrie und die Digitalisierung sämtlicher Geschäfts- und Arbeitsprozesse. Mit fundierten, empirischen Ergebnissen soll das Forschungsprojekt einen Beitrag zur Schärfung des Berufsbildes leisten. Die Erkenntnisse bieten eine solide Grundlage für die Diskussion und Erarbeitung prospektiver Ausbildungsstrukturen und Ordnungsmittel. Aus den Vorüberlegungen und der Analyse von Texten und Forschungsarbeiten in Verbindung mit Expertengesprächen stellen sich folgende Forschungsfragen:

- In welchem Umfang und in welcher Tiefe werden gegenwärtig handwerkliche Facharbeiten von Augenoptiker/innen ausgeführt?
- Welche zukunftsorientierten Aufgabenfelder sind für die Augenoptiker/innen zu erwarten?
- Wie verändern sich die Qualifikationsanforderungen?
- Welche Vor- und Nachteile ergeben sich für den Kompetenzbereich der Augenoptiker/innen im augenoptischen Fachgeschäft?
- Welche Konsequenz hat dieser Wandel auf die Organisation und Struktur der (dualen) Berufsausbildung sowie auf deren curriculare Ausgestaltung?
- Welche Chance bietet diese Entwicklung für die Durchlässigkeit, Mobilität und internationale Vergleichbarkeit in der beruflichen Bildung?

Das methodische Vorgehen orientiert sich an den berufswissenschaftlichen Forschungsinstrumenten nach Becker und Spöttl (2015). Ausgehend von einer Sektorstudie werden die Struktur der Branche und deren spezifische Entwicklungen aufgezeigt. Daraus erschließen sich die Kriterien für die Auswahl der zu untersuchenden Unternehmen. Zusätzlich werden Trends und vordergründige Einflussfaktoren er-

schlossen. In Fall- und Arbeitsprozessstudien werden grundlegende Arbeitsprozesse identifiziert und damit Forschungsergebnisse generiert, die für die berufliche Bildung in Betrieb und Schule nutzbar sind (vgl. Becker/Spöttl 2015, S. 5). Es wurden insgesamt zehn Betriebe in Berlin und Brandenburg untersucht. Ergänzend wurden Expert/innen-Workshops durchgeführt, um zukunftsweisende Tätigkeitsfelder sowie eine darauf basierende Prognose der Qualifikationsanforderungen zu erfassen. Eine Bestandsaufnahme der curricularen Vorlagen, der Ausbildungsordnung und des Rahmenlehrplans (Schäfermeyer et al. 2011; AugenoptAusbV 2011; KMK 2011) wird hinsichtlich der so herausgearbeiteten Zukunftsthemen vorgenommen. Die Schlussfolgerungen sollen in verschiedene Szenarien der Organisation und Strukturierung der Berufsausbildung münden und abschließend zur Diskussion gestellt werden.

In diesem Beitrag, der auf umfassenden Recherchen zum Sektor und ersten Ergebnissen der empirischen Datenerhebung basiert, sollen durch Digitalisierungsprozesse hervorgerufene Veränderungen veranschaulicht werden. Der Schwerpunkt Optometrie wird aufgrund der thematischen Ausrichtung des Tagungsbandes nicht vertiefend, sondern nur in Verbindung mit Digitalisierung betrachtet. Bezugnehmend auf die Ordnungsmittel wird exemplarisch die Bedeutung der Forschungsarbeit herausgestellt.

Digitalisierungsprozesse in drei Tätigkeitsfeldern der Augenoptik

In Anlehnung an Boes et al. (2014) vollzieht sich Digitalisierung in zwei Schritten. Im ersten Schritt geht es um die Ausstattung der Arbeitsplätze mit digitalen Arbeitsmitteln, der zweite Schritt ist durch eine umfassende inner- und außerbetriebliche Vernetzung gekennzeichnet (vgl. Stich et al. 2015, S. 109). Zusätzlich wird das Maß der Ausprägung durch das Gewerk selbst, die Firmenphilosophie und Marketingstrategie sowie durch die Betriebsgröße und den Spezialisierungsgrad (vgl. Hammermann/Klös 2016, S. 4) bestimmt.

Beide Schritte des Digitalisierungsprozesses nach Boes et al. liegen in den zehn untersuchten Fällen, in unterschiedlicher Ausprägung vor. Die Vernetzung aller im Geschäftsprozess der Augenoptik digital erfassten Daten ist innerbetrieblich bereits möglich. Dazu zählen im Beratungsgespräch zur Eröffnung eines Bestell- oder Fertigungsauftrages erfasste Kundendaten, die ermittelten Daten der Refraktion einschließlich Anamnese, Daten für die individuelle Zentrierung und Anpassung der Korrektionsmittel, die individuelle Glasauswahl, die Fassungsdaten mit Material, Form und Größe, Daten der Randbearbeitung sowie der Auftragsstatus. Die anatomische Anpassung und kleinere Instandhaltungsarbeiten bleiben manuell zu tätigende Aufgaben und sind, wie bereits angesprochen, kaum digital zu fassen. Für die drei Bereiche Kundenberatung und -kommunikation, Randbearbeitung der Korrektionsgläser und optometrische Dienstleistung werden im Folgenden Einblicke in den Stand der Digitalisierung gegeben.

Kundenberatung und -kommunikation

In der Kundenberatung und -kommunikation – dazu zählen die Auswahl der Fassung, die Stilberatung und die fachgerechte, individuell nach den Sehanforderungen und Korrektionswerten der Kunden ausgerichtete Glasauswahl – haben sich zum einen branchenspezifische Softwaresysteme und zum anderen die Nutzung digitaler Endgeräte, wie Smartphone und Tablet, etabliert. Nach der Branchenerhebung aus dem Jahr 2014 verfügten etwa 95 Prozent der Betriebe über eine umfangreiche IT-Ausstattung. Zu Kommunikations- und Informationszwecken verfügten zu diesem Zeitpunkt 87 Prozent der befragten Betriebe über eine eigene Homepage. Sie sind zu 39 Prozent in den sozialen Medien vertreten und 6 Prozent verfügen zusätzlich zum stationären Fachgeschäft über einen Online-Shop (Wetzel 2016, S. 14). Neun der zehn untersuchten Fachgeschäfte verfügen über eine Homepage und zwei über einen Online-Shop.

Eine Korrektionsbrille ist nicht nur ein Hilfsmittel zum Ausgleich eingeschränkten Sehvermögens, es handelt sich auch um ein Lifestyle-Produkt. Die Kundinnen und Kunden sind zum Produkt Sehhilfe oftmals schon sehr gut vorinformiert und fordern eine individuelle, fachgerechte Beratung. Im gesamten Beratungsprozess werden verstärkt Tablets mit branchenspezifischer Software eingesetzt, um die Entscheidungsprozesse mithilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien anschaulich zu unterstützen (vgl. auch Stich et al. 2015, S. 111). Die Erfassung der Zentrierdaten für eine Korrektionsbrille erfolgt mit einem Zusatztool für das Tablet und einem Referenzsystem für die Fassung. Über die Kamera können alle Daten erfasst und in kürzester Zeit präzise verarbeitet werden. Es entsteht eine neue Form der Interaktionen zwischen Augenoptiker/in und Kundin/Kunde. In zwei Fallstudien kam diese Technologie ausgeprägt zum Einsatz. In vier weiteren Fällen sind die Systeme vorhanden, konnten im Einsatz allerdings nicht beobachtet werden. Weiterführend bietet die Firma HOYA mit dem *Vision Simulator*[1] eine Virtual-Reality-Anwendung (VR) an, die den individuellen Seheindruck simuliert und damit eine exakte Glasauswahl ermöglicht. Hierbei kommen ein herkömmliches Smartphone mit entsprechender Software in der Kombination mit den Prüfgläsern und der VR-Brille zum Einsatz. So können geprüfte Korrektionswerte in virtuellen Umgebungen getestet werden, bevor die industriell zu fertigenden Gläser bestellt werden.

Randbearbeitung der Korrektionsgläser

Die Arbeitsaufgabe[2] „Fertigung einer Korrektionsbrille“ bildet neben der Beratung der Kundinnen und Kunden das Haupttätigkeitsfeld der Gesellinnen und Gesellen. Sie umfasst die Randbearbeitung der Korrektionsgläser, das Zusammenführen von Korrektionsglas und Fassung und die damit verbundenen prozessbezogenen Tätigkeiten. Diese sind bisher in mehreren Teilarbeitsschritten manuell oder teilautomatisiert in handwerklicher Facharbeit erfolgt. Sukzessive werden Werkzeuge und Hilfs-

1 www.hoya-vision-simulator.com/de/home
2 Berufliche Arbeitsaufgaben definieren sich nach Becker/Spöttl (2015, S. 91) als typische Aufgaben für den Beruf, „die eine vollständige Handlung (Planen, Durchführen, Kontrollieren, Bewerten) umfassen.“

mittel in einen automatisierten Prozess integriert. Modernste Fertigungsautomaten vereinen die Teilarbeitsschritte Schleifen, Fräsen, Bohren und Abkanten.

Zu den vorbereitenden Tätigkeiten zählen das Kontrollieren, Zentrieren und Fixieren der Gläser für den Schleifvorgang sowie das Erfassen der Fassungsdaten. Die dafür genutzten digitalen Geräte und Hilfsmittel können mit der Fertigungsmaschine vernetzt werden oder sind sogar integriert. Die Fertigung an anderen Orten ist nach Übertragung der Daten möglich. Bei einer solchen externen Fertigung erübrigen sich die vor- und nachbereitenden Arbeitsschritte der Randbearbeitung. Lediglich die Fassungsdaten müssen erfasst und mit dem Kundenauftrag, der u. a. die Zentrierdaten und die Beschaffenheit des ausgewählten Glases enthält, verknüpft werden. Diesbezüglich zeigt die Fallstudie 5 (s. Tab. 1) besonderen Charakter: Dieses Fachgeschäft macht den externen industriellen Fertigungsprozess einer Korrektionsbrille für die Kundinnen und Kunden sichtbar. Eine Industrieschleifmaschine der Firma NIDEK[3] wurde so in den Laden integriert, dass der gesamte Geschäftsprozess von der Auftragseröffnung über die Fertigung bis zur Abgabe der gefertigten Korrektionsbrille mitverfolgt werden kann. Dazu zählt auch die Verknüpfung sämtlicher Einzelkomponenten der Datenerfassung, ermöglicht über kompatible Systemtechnik und spezifische Software. Die damit einhergehenden Veränderungen im Arbeitsprozess und die damit verbundenen Anforderungen an die Facharbeit werden in *Tabelle 1* sichtbar. Die Arbeitsaufgabe der Fertigung einer Korrektionsbrille aus Fallstudie 5 mit industriellem Charakter wird der charakteristischen Fertigung mit mittlerem Automatisierungsgrad aus Fallstudie 1 und den Tätigkeiten bei externer Fertigung aus Fallstudie 6 gegenübergestellt. Ein niedriger Automatisierungsgrad entspricht Schleifautomaten ohne Vernetzung zu vorbereitenden Tätigkeiten und ohne zusätzlich integrierte Fertigungsschritte. Der mittlere Automatisierungsgrad entspricht Schleifautomaten mit Vernetzung zu vorbereitenden Tätigkeiten sowie integrierte Fräs- und Bohrfunktionen in unterschiedlicher Ausprägung. Industrielle Schleif- und Fräsmaschinen bzw. Bearbeitungszentren entsprechen einem hohen Automatisierungsgrad. Zusätzliche Vernetzung von Prozessdaten sowie das Integrieren weiterer Arbeitsschritte ist möglich (vgl. Lohse 2017, S. 294).

Die Darstellung der Arbeitsaufgabe ist nach Becker und Spöttl aus den Beobachtungsprotokollen und somit direkt aus dem täglichen Arbeitsprozess herausgearbeitet worden (vgl. ebd. 2015, S. 117). Der Ausschnitt zeigt den Wandel der Facharbeit hinsichtlich der Randbearbeitung der Korrektionsgläser. Es lässt sich sehr gut ablesen, welche Aufgaben mit zunehmendem Automatisierungsgrad und voranschreitender Digitalisierung entfallen oder Veränderungen unterliegen.

3 www.nidek-intl.com

Tabelle 1: Erste Ergebnisse der Aufgabenanalyse in überarbeiteter Form (vgl. Lohse 2017, S. 293)

Arbeitsschritt	**Gegenstand der Facharbeit**	**Arbeitsmittel und -methoden, Organisation**	**Anforderungen an die Facharbeit und Technik**		
			charakteristisch (Fall 1)	**industrieller Charakter (Fall 5)**	**externe Fertigung (Fall 6)**
Fassungsdaten für die Formrandung erfassen	Abtracen der Fassung	Tracer, Zusatzmodule, Datenübertragung	Umgang mit Software Bedienung Tracer Umgang mit Zusatzmodulen je nach Facettenart und Größe der Scheibe Entscheidung treffen, welches Zusatzmodul zum Einsatz kommt Sicherheitsvorschriften	Umgang mit Software	identisch zu Fall 1
Qualitätskontrolle der Korrektionsgläser	Durchführen der Qualitätskontrolle mittels Sicht- und Stärkenprüfung	Sichtkontrolle, Scheitelbrechwertmessgerät, Korrektionswerte	Fehlerarten der Korrektionsgläser Bedienung Scheitelbrechwertmessgerät Lesen und Verstehen der Korrektionswerte	identisch zu Fall 1	entfällt
Vorbereitung der Formrandung	Zentrieren und Fixieren der Gläser für den Schleifvorgang	Scheitelbrechwertmessgerät (digital), Zentrierdaten, Stift, Blocksystem mit Block und Klebepad, Fassungsdaten	Umgang mit Scheitelbrechwertmessgerät Beurteilung Formrandungsfähigkeit Rohglas in Bezug zur Fassung Zentrierdaten interpretieren und mit Fassungsdaten zusammenführen Zentrierung vornehmen Zentrierung fixieren Bedienung Blocksystem Umgang mit Software	identisch zu Fall 1	entfällt
Formrandung	Daten in CNC-Schleifautomaten einlesen bzw. eingeben, Maschine in Betrieb nehmen	CNC-Schleifautomat, Maschinensoftware, Handschleifstein	Umgang Software Bedienung CNC-Schleifautomat Beurteilen der Glasgröße händisch Kante der Glasvorder- und -rückseite brechen Sicherheitsvorschriften	Sicherheitsvorschriften	entfällt

(Fortsetzung Tabelle 1)

Arbeits-schritt	Gegenstand der Facharbeit	Arbeitsmittel und -methoden, Organisation	Anforderungen an die Facharbeit und Technik		
			charakteristisch (Fall 1)	industrieller Charakter (Fall 5)	externe Fertigung (Fall 6)
Montage	Montage (händisch) der Korrektionsgläser in die Fassung	Fassung, Schraubendreher, Zangen, Ventilette	Umgang mit handgeführten Werkzeugen Sichtkontrolle Umgang mit Ventilette Umgang mit verschiedenen Fassungsmaterialien (Metalle/Kunststoffe)	identisch zu Fall 1	identisch zu Fall 1
End-kontrolle	Überprüfen der Zentrierung und Ausrichtung der Brille auf Abgabefähigkeit	Scheitelbrechwertmessgerät, PD-Messstab	Umgang mit Scheitelbrechwertmessgerät Beurteilung der Abgabefähigkeit auf Basis der Zentrierdaten	identisch zu Fall 1	identisch zu Fall 1

Der Arbeitsschritt *Fassungsdaten für die Formrandung erfassen* ist in allen drei dargestellten Fällen relevant. In jedem der Fälle findet eine digitale Anwendung und somit der Umgang mit Software statt. In den Fällen 1 und 6 muss entschieden werden, mit welchen Zusatztools die Daten korrekt erfasst werden können. In Fall 5 sind die Daten sämtlicher Fassungen bereits im System hinterlegt und müssen lediglich ausgewählt werden. Der Arbeitsschritt der *Formrandung* (in der Tabelle grau hinterlegt) in Fall 1 stellt ausdifferenzierte Anforderungen trotz CNC-Anwendung und digitalem Bedienertool. Nach der Auswahl des geeigneten Schleifvorganges müssen die Größe des geschliffenen Glases im Abgleich mit der Fassung überprüft und gegebenenfalls weitere Schleifvorgänge vollzogen werden. Das abschließende Abkanten wird manuell am elektrisch angetriebenen Handschleifstein umgesetzt. Fall 5 zeigt in dieser Phase keinerlei zu vollziehende Tätigkeiten. Die Bearbeitung erfolgt voll automatisiert unter Abruf der Daten über einen Barcode, welchen die Auftragsbox mit den Korrektions(roh)gläsern mit sich führt. Für die externe Fertigung entfällt dieser Arbeitsschritt ganz. In Abschnitt 4 des Beitrages wird exemplarisch auf die curriculare Verortung des Arbeitsschrittes Formrandung eingegangen. Die Arbeitsschritte *Montage* und *Endkontrolle* verlaufen händisch und stellen in allen Fällen die gleichen Anforderungen an die Facharbeit.

Optometrische Dienstleistung

Für die optometrische Dienstleistung stehen digitale Geräte und Hilfsmittel zur Verfügung, die eine Präventionsarbeit und das Erfassen relevanter Daten für die Anamnese und spätere Korrektion der Fehlsichtigkeit optimal unterstützen. Die Refraktion erfolgt über 3D-Darstellungen[4], welche den natürlichen binokularen Sehvorgang be-

4 Beispielsweise mittels PASKAL 3D, http://paskal3d.com/wissen/allgemeines/

rücksichtigen und trotzdem eine monokulare Messung ermöglichen. Es werden bis zu 80 verschiedene Tests mit dieser Technik ermöglicht. Voraussetzung sind eine kompatible Hard- und Software-Ausstattung sowie ein internetfähiges WLAN. Da 82 Prozent der Versorgung mit Sehhilfen nicht mehr von Augenärztinnen und Augenärzten sondern durch die Augenoptikerinnen und Augenoptiker veranlasst werden (vgl. Wetzel 2017, S. 8), zählen die damit verbundenen Arbeitsprozesse zu den wichtigsten Aufgaben im augenoptischen Fachgeschäft. Bestätigung findet die These in der Analyse der Workshops und der Gespräche mit Auszubildenden des zweiten und dritten Ausbildungsjahres, aus denen hervorgeht, dass die Refraktion als zentrales Element des Berufsbildes wahrgenommen wird. In den Interviews auf Leitungsebene wurde die Refraktion nach der Beratung an zweiter Stelle als wichtigste Arbeitsaufgabe in der Augenoptik genannt. Die Tätigkeiten und Handlungen rund um die Refraktion gehören jedoch nicht zum Handlungsfeld der Gesellinnen und Gesellen. Der Verlauf und die Ergebnisse der optometrischen Untersuchung einschließlich der Refraktion sind für deren charakteristischste Arbeitsaufgabe – die umfassende und fachgerechte Beratung der Kunden – allerdings grundlegend wichtig.

Es stellt sich die Frage, wie die offensichtlich veränderten Anforderungen, insbesondere aufgrund von Digitalisierungsprozessen, konkret curricular verortet werden können.

Herausforderung der curricularen Einbindung

Mit Blick in die vorliegenden Ordnungsmittel von 2011 wird deutlich, dass ein Update bezüglich der Einbindung digitaler Hilfsmittel und Geräte möglich ist. Natürlich muss dann die Umsetzung in den Betrieben, Berufsschulen und überbetrieblichen Bildungsstätten durch eine adäquate Ausstattung gewährleistet sein. Für die drei angeführten Tätigkeitsfelder in Abschnitt 3 werden im Folgenden entsprechende Änderungsmöglichkeiten aufgezeigt.

Kundenberatung und -kommunikation

- Im Ausbildungsrahmenplan wird folgender zu vermittelnder Inhalt formuliert: *Kundenspezifische Sehanforderungen ermitteln und Kunden beraten: Kunden beraten und Dienstleistungen anbieten*. Ein Stichpunkt der zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten beinhaltet:
- „Informationsmedien, insbesondere für die Glas- und Fassungsberatung, einsetzen“
- Weitere Erläuterungen und Hinweise führen dazu an:
- „Rechnerunterstützte Beratung (...),
- Katalogmaterial auf z. B. CD-ROM und Internet nutzen“ (Schäfermeyer et al. 2011, S. 22).

Eine differenziertere Ausführung könnte lauten:

- Verschiedene digitale Medien inkl. branchenspezifischer Software und deren Vernetzung innerhalb der Prozesskette kennenlernen und in der Beratung anwenden. Dazu gehören innerbetrieblich genutzte Geräte und Systeme sowie die Vernetzung mit Zulieferern und externen Fertigungsstätten.

Randbearbeitung der Korrektionsgläser

Der grau hinterlegte Bereich in Tabelle 1 bezieht sich ganz konkret auf die Formrandung der Korrektionsgläser. In Fall 1 steht die Kompetenz der Bedienung des Schleifautomaten im Vordergrund und wird ergänzt durch die manuelle Nacharbeit der Gläser vor der Montage. In Fall 5 ist die Umsetzung der Sicherheitsvorschriften im Umgang mit der Maschine für den Arbeitsschritt erforderlich. Für Fall 6 entfällt der Arbeitsschritt gänzlich. In Auszügen aus dem Ausbildungsrahmenplan zum Inhalt *Brillengläser bearbeiten und einfassen* werden als zu vermittelnde Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten u. a. benannt:

- „Brillengläser manuell und maschinell formgebend bearbeiten und in Vollrandbrillenfassungen einsetzen“ (Schäfermeyer et al. 2011, S. 19),
- „Brillengläser rillen, bohren, feilen, fräsen, polieren und in randlose Brillen montieren“ (ebd., S. 24).

Eine ergänzende Ausführung dazu sollte lauten:

- Vor- und nachbereitende Tätigkeiten für extern formgerandete Brillengläser sowie komplett gefertigte Korrektionsbrillen verschiedener Art umsetzen.

Diesbezüglich wird im Lernfeld 2 *„Einstärken-Brillengläser kontrollieren und einarbeiten“* des ersten Ausbildungsjahres des Rahmenlehrplans der Berufsschule Folgendes formuliert: Die Schüler/innen...

- ... „bestimmen die dioptrischen Wirkungen sphärischer und torischer Gläser“ (Schäfermeyer et al. 2011, S. 49).
- ... „wählen für die Einarbeitung notwendige Arbeits- und Hilfsmittel aus“ (ebd., S. 49).

Ergänzend sollte formuliert werden:

- ... bestimmen unter Anwendung optischer und digitaler Messgeräte die dioptrischen Wirkungen sphärischer und torischer Gläser.
- ... erfassen Fassungsdaten mit Trace-Systemen (incl. spezifischer Software) zur in- und externen Weiterverarbeitung der Daten für die Formrandung der Korrektionsgläser.

Optometrische Dienstleistung

Vorschläge zur Kompetenzentwicklung in Hinblick auf die optometrische Dienstleistung können an dieser Stelle noch nicht vorgenommen werden. Ein Nachdenken über deren zeitliche Verortung und inhaltliche Gestaltung soll in der weiteren Arbeit im Forschungsprojekt erfolgen. Fest steht jedoch, dass sich dieses Handlungsfeld als innovatives und zukunftsträchtiges Aufgabenfeld für die Qualifikationsebene der Gesellinnen und Gesellen eignet.

Fazit

In dieser kurzen Darstellung zum Digitalisierungsprozess in der Augenoptik wird deutlich, dass sich die beruflichen Handlungen und Anforderungen an die Facharbeit wandeln. Der Prozess befindet sich in unterschiedlichen Stadien und ist von der Firmenphilosophie, der regionalen Einbettung sowie den ökonomischen Voraussetzungen des Unternehmens abhängig.

Die curricularen Herausforderungen bezüglich der beschriebenen Transformationsprozesse in der Augenoptik ergeben sich bisher aus den folgenden drei wesentlichen Punkten:

- Die Kundenkommunikation und -beratung wird unterstützt durch (1) mobile Endgeräte zur Erfassung persönlicher sowie kundenspezifischer anatomischer Daten, (2) branchenspezifische Software für die Auswahl der Korrektionsgläser und (3) die Simulation des Seheindruckes mit den ermittelten Korrektionswerten in virtueller Umgebung, VR-Brillen.
- Die Fertigung einer Korrektionsbrille wird weiter automatisiert und die Auslagerung des Arbeitsschrittes Formrandung wird praktiziert.
- Digitale Optometrie wird bei der Refraktion und der weiterführenden Anamnese fehlsichtiger Kund/innen angewendet. Daraus hervorgehende Daten sind grundlegend wichtig für ein fachgerechtes Beratungsgespräch (vgl. Lohse 2017, S. 296).

Möglichkeiten, die genannten Punkte curricular einzubinden, wurden angedeutet. Eine Überarbeitung der Ordnungsmittel könnte die digitalisierte berufliche Praxis in den Fokus der Ausbildung rücken und diese für die Auszubildenden authentischer zu gestalten. Da die Veränderungen in den augenoptischen Fachgeschäften je nach Geschäftsmodell, Arbeitsweise und Tiefe der Fertigungs- und Dienstleistungsprozesse unterschiedlich stark ausgeprägt sind, muss über die zukünftig am häufigsten relevanten Qualifikationsbedarfe nachgedacht werden. Die Gestaltung der Curricula wird davon abhängig sein.

Vermutlich wird in den nächsten Jahren ein mittlerer Automatisierungsgrad und eine zunehmende Auslagerung der Formrandung einschließlich Montage zu erwarten sein. Somit reduziert sich das Tätigkeitsfeld der handwerklichen Facharbeit.

Es bleibt stetig zu verfolgen, welche neuen Tätigkeiten dafür in den Fokus treten und was in Fort- und Weiterbildung gelernt werden muss, um anschlussfähig zu sein. Dabei sollen nicht nur berufsspezifische Fort- und Weiterbildungen innerhalb des Berufslaufbahnkonzeptes Beachtung finden, sondern auch berufsübergreifende Themenfelder, die eine höhere berufliche Flexibilität ermöglichen. Schnittstellen und übergreifende Themen der Gesundheitshandwerke sollten diesbezüglich stärkere Beachtung finden, und zwar unter inhaltlichen und organisatorischen Aspekten.

Aus den Überlegungen zur Augenoptik lassen sich allgemein Fragen an die Berufs(aus)bildung im Handwerk stellen. Die Transformationsprozesse aufgrund von Digitalisierung nehmen Einfluss auf alle Handwerke, wenn auch nicht in demselben Umfang. Wie sieht also die handwerkliche Berufsausbildung der Zukunft aus, wenn...

- sich die handwerklichen Tätigkeiten minimieren und lediglich „Bedienerfunktionen" verbleiben oder das Handlungsfeld komplett verschwindet?
- Störungen der automatisierten Maschinen gedeutet und Maßnahmen eingeleitet werden müssen?
- Reparaturen zukünftig weniger oder zu einer Nische der Branchen werden?
- Instandhaltung und Wartung stärker als handwerkliche Tätigkeiten sichergestellt werden müssen?
- Beratung an Bedeutung gewinnt und zunehmende Unterstützung durch digitale Geräte und Systeme erfährt?
- die Nutzung von Software sämtliche inner- und überbetriebliche Geschäfts- und Arbeitsprozesse überspannt?

Die curriculare Ausgestaltung der Berufsausbildung für das Handwerk, das durch kleine und mittelständische Unternehmen geprägt ist, stellt vor dem Hintergrund dieser Fragestellungen eine besondere Herausforderung dar. Es muss diskutiert werden, wen und wie wir im Handwerk in Zukunft ausbilden wollen. In den Gesundheitshandwerken zeichnen sich Entwicklungen zu höheren Qualifikationsniveaus ab, eine Aufwertung der Berufe liegt nahe. Nicht alle Jugendlichen und jungen Erwachsenen sind diesen Anforderungen gewachsen. Bleibt ihnen damit die Chance auf die Ausübung dieser Berufe verwehrt?

Ob der Beruf der Augenoptikerin/des Augenoptikers unter den gegebenen und künftigen Bedingungen mittel- oder langfristig als Handwerksberuf erhalten bleibt oder sich zu einem gesundheitsorientierten Dienstleistungsberuf entwickeln wird, lässt sich noch nicht klären. Die zur optometristischen Dienstleistung verstärkte Ausrichtung erschließt neue Handlungsfelder erfordert aber auch spezifische, weitergehende Qualifikationen und Kompetenzen.

Literatur

Becker, M.; Spöttl, G. (2015): Berufswissenschaftliche Forschung. Ein Arbeitsbuch für Studium und Praxis. 2., überarbeitete Auflage. Frankfurt/M.: Peter Lang.

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (2013): Ausbildungsordnungen und wie sie entstehen. 6. überarbeitete Auflage. Bonn. https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/show/2061 (24.05.18).

BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.) (2017): Weißbuch Arbeiten 4.0. Berlin. http://www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/a883-weissbuch.html (23.05.2018).

Boes, A., Kämpf, T., Langes, B. & Lühr, T. (2014): Informatisierung und neue Entwicklungstendenzen von Arbeit. In: Arbeits- und Industriesoziologische Studien (AIS) 7 (1), S. 5–23.

Glasl, M., Maiwald, B. & Wolf, M. (2008): Handwerk – Bedeutung, Definition, Abgrenzung. Hrsg. v. Ludwig-Fröhler-Institut (LFI). Deutsches Handwerksinstitut (DHI). https://lfi-muenchen.de/wp-content/uploads/2017/08/2009_gesamtes_Dokument_Handwerk-%E2%80%93-Bedeutung-Definition-Abgrenzung.pdf (24.05.18).

Hammermann, A. & Klös, H.-P. (2016): Digitalisierung und Arbeitsmarkt. Stellungnahme für die Enquetekommission „Zukunft von Handwerk und Mittelstand in NRW“ des Landtages NRW. Hrsg. v. IW Köln – Institut der deutschen Wirtschaft. Köln (IW-Report, 8/2016). https://www.iwkoeln.de/fileadmin/publikationen/2016/273618/Handwerksenquete_IW_Report_Kloes_Hammermann.pdf (24.05.18).

Heinsberg, T. & Rehbold, R. (2011): Transparenz der Aus- und Weiterbildungsstrukturen sowie der Karrierewege im Gesundheitshandwerk unter Anwendung des modifizierten Berufslaufbahnkonzepts des Handwerks. Hrsg. v. Forschungsinstitut für Berufsbildung im Handwerk an der Universität zu Köln, Forschungsinstitut im Deutschen Handwerksinstitut (DHI). Köln (Arbeitshefte zur berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung, Heft A 14). http://www.fbh.uni-koeln.de/sites/default/files/A14_Gesundheitshandwerke_Endversion.pdf (24.05.18).

Hirsch-Kreinsen, H. & Ittermann, P. (2017): Drei Thesen zu Arbeit und Qualifikation in Industrie 4.0. In: G. Spöttl & L. Windelband (Hrsg.): Industrie 4.0. Risiken und Chancen für die Berufsbildung. Bielefeld: Bertelsmann Verlag, S. 131–151.

Kluth, W. (2008): Rechtliche Rahmenbedingungen einer Neupositionierung des Augenoptikerberufs in Deutschland. Halle: Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg (N. F., Bd. 7).

KMK – Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2011): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Augenoptiker/Augenoptikerin. RLP, 25.03.2011. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Augenoptiker11-03-25-E_01.pdf (24.05.2018).

Lohse, Carolin (2017): Brennpunkt Augenoptik – Zur Digitalisierung eines Handwerksberufes. In: G. Spöttl & L. Windelband (Hrsg.): Industrie 4.0. Bielefeld: Bertelsmann, S. 281–299.

Schäfermeyer, D., Gerdes, F., Pawlowski, G., Rath, H., Liebl, M. & Bohlender, S. (2011): Augenoptiker, Augenoptikerin. Praxishilfen zur Ausbildungsordnung von 2011 für Ausbilder und Ausbilderinnen, Berufsschullehrer und Berufsschullehrerinnen, Mitglieder von Prüfungsausschüssen, Auszubildende. Hrsg. v. BIBB-Bundesinstitut für Berufsbildung. Bielefeld: Bertelsmann.

Spöttl, G. (2017): Fragen zu Berufsausbildung und Industrie 4.0: Interview mit Andreas Schneider. Unsicherheit ist die neue Sicherheit! In: lernen&lehren 32 (128), S. 161–163.

Stich, V., Gudergan, G. & Senderek, R. (2015): Arbeiten und Lernen in der digitalen Welt. 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. 109–130.

AugenoptAusbV (26.04.2011): Verordnung über die Berufsausbildung zum Augenoptiker und zur Augenoptikerin (Augenoptiker-Ausbildungsverordnung). In: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2011 Teil I Nr. 20. https://www.augenoptiker-service.de/wp-content/uploads/2016/11/augenoptiker-1.pdf (24.05.18).

Wetzel, J. (2016): ZVA-Branchenstrukturerhebung 2015. Stichtag: 31.12.2014. Hrsg. v. Zentralverband der Augenoptiker und Optometristen (ZVA). Düsseldorf. https://www.zva.de/branchenkennzahlen (24.05.18).

Wetzel, J. (2017): ZVA Branchenbericht 2016/17. Augenoptik in Zahlen. Hrsg. v. Zentralverband der Augenoptiker und Optometristen (ZVA). Düsseldorf. https://www.zva.de/branchenberichte (24.05.18).

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Erste Ergebnisse der Aufgabenanalyse in überarbeiteter Form 114

Autorin

Carolin Lohse, StA, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre, Fachgebiet Fachdidaktik Elektro-, Fahrzeug-, Informations-, Medien- und Metalltechnik, der Technischen Universität Berlin,
c.lohse@tu-berlin.de

Mit Selfmade Digitalisierung die Ausbildung attraktiver machen

Stefan Manemann, Bernd Mahrin

Abstract

Dieser Beitrag beschreibt ein inzwischen viel beachtetes Beispiel der Berufsbildenden Schulen 2 Wolfsburg zur Vermittlung zentraler Inhalte im Kontext von Digitalisierung und Industrie-4.0 bzw. Internet der Dinge. Das Konzept richtet sich an Auszubildende verschiedener elektrotechnischer, informationstechnischer und metalltechnischer Berufe und bezieht auch Studierende entsprechender Fachrichtungen ein. Die gemeinsam mit Auszubildenden und dual Studierenden der Volkswagen AG entwickelte Anlage ermöglicht kollaboratives und selbstgesteuertes Lernen in Kooperation der Lernorte. Das System enthält alle wesentlichen Industrie-4.0-Elemente. Das Konzept ist dennoch überschaubar und wird von Lernenden und Lehrenden gemeinsam ständig nach Bedarf weiterentwickelt. Im nächsten Schritt wurden bereits Auszubildende und Lehrkräfte aus dem kaufmännischen Bereich einbezogen.

This article describes a meanwhile well-known example to transfer basic knowledge about Industry-4.0 and digitalization which was developed by the BBS 2 Wolfsburg. The target group of this concept are apprentices of electronics, mechatronics and information technology as well as metal-oriented vocations. But the exemplary manufacturing system also offers challenges for students of universities. The development of this concept was performed by dual students of the Volkswagen AG and this was only possible under agile project management with self-organization and collaboration. The system contains all major Industry-4.0 elements but is still manageable and is steadily further developed by teachers and their students. The next step of collaboration with the business school in Wolfsburg has already started.

Die Herausforderung

Was bedeuten Digitalisierung, Industrie-4.0, Internet der Dinge, Augmented Reality, Smart Devices oder Big Data in der Praxis der Facharbeit? Wie können diese Technologien in ein handhabbares Qualifizierungskonzept integriert werden? Diese Fragen stellten sich Lehrkräfte der Berufsbildenden Schulen 2 Wolfsburg (BBS 2 Wolfsburg) bereits im Jahr 2016 und suchten nach einem geeigneten Objekt für die Ausbildung. Es musste technisch und funktional komplex genug sein, um die vielfältigen Zusammenhänge überzeugend darstellen zu können und gleichzeitig überschaubar genug,

um die Lernenden nicht zu überfordern. Außerdem sollte das Lernsystem attraktiv und motivierend wirken und die Auszubildenden sollten selbstständig damit umgehen können. Schließlich sollte es möglich sein, die Anlage im Verlauf ihrer Nutzungszeit hard- und softwareseitig zu modifizieren und zu erweitern. Auf dem Markt erhältliche Systeme erfüllten nicht all diese Ansprüche oder waren zu teuer. Es wurde auch als nachteilig empfunden, dass fertige, marktverfügbare Anlagen verschiedener Hersteller kaum Möglichkeiten zur Erfahrungsbildung in der Konzeption und Herstellung der Anlage und ihrer Komponenten einschließlich der Lösung von Schnittstellenproblemen, der Justierung und Parametrierung usw. bieten. Aus den genannten Gründen wurde entschieden, eine eigene Anlage zu entwickeln, im Detail zu planen, zu erstellen und betriebsfähig einzurichten – inklusive aller mechanischen, elektro- und informationstechnischen, pneumatischen Elemente in ihrem Zusammenwirken.

Aber wie kann es gelingen, dass Auszubildende in ihrer Ausbildung die Anforderungen, die eine Vernetzung aller Produktions-, Montage-, Liefer- und Serviceprozesse mit sich bringen, verstehen? Es musste ein Konzept sein, welches nicht abstrakt und unüberschaubar ist, sondern begreifbar und kompakt und dessen Ergebnis Spaß macht und anschaulich ist. Gemeinsam mit dual Studierenden (Ausbildung parallel zum Studium) und Auszubildenden der Volkswagen AG wurde schließlich eine Abfüllanlage für Schokolinsen entwickelt (Abb. 1), die ein durchgängiges Automatisierungskonzept einschließlich Prozessdatenerfassung und -verarbeitung abbildet und damit wesentliche Elemente des Industrie-4.0-Prinzips umfasst. Der Produktionsauftrag kann mit einem Smartphone gestartet werden, die aktuellen Anlagendaten sind auf dem Smartphone sichtbar und später können mit einem QR-Code-Reader die Produktionsdaten wieder abgerufen werden.

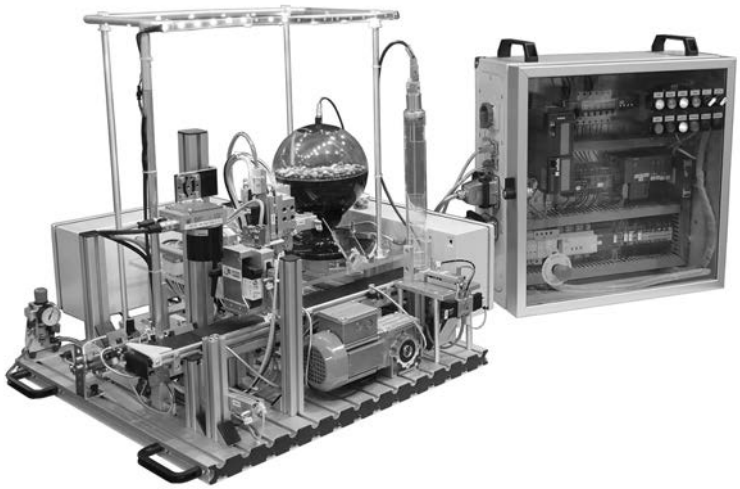


Abbildung 1: Die selbst entwickelte Industrie-4.0-Abfüllanlage

Die Idee

Wichtig war bei der Konzeptentwicklung ein ganzheitlicher Blick auf den Produktionsprozess. Möglichst viele Bereiche einer industriellen Fertigung wie Logistik, Instandhaltung, Qualitätsmanagement, Energiemanagement, Auftragserfassung sollten abgedeckt werden. Die Qualifizierung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wurde über ein digitales Lernangebot ebenfalls bedacht. Abbildung 2 deutet die so entstehende Komplexität an.

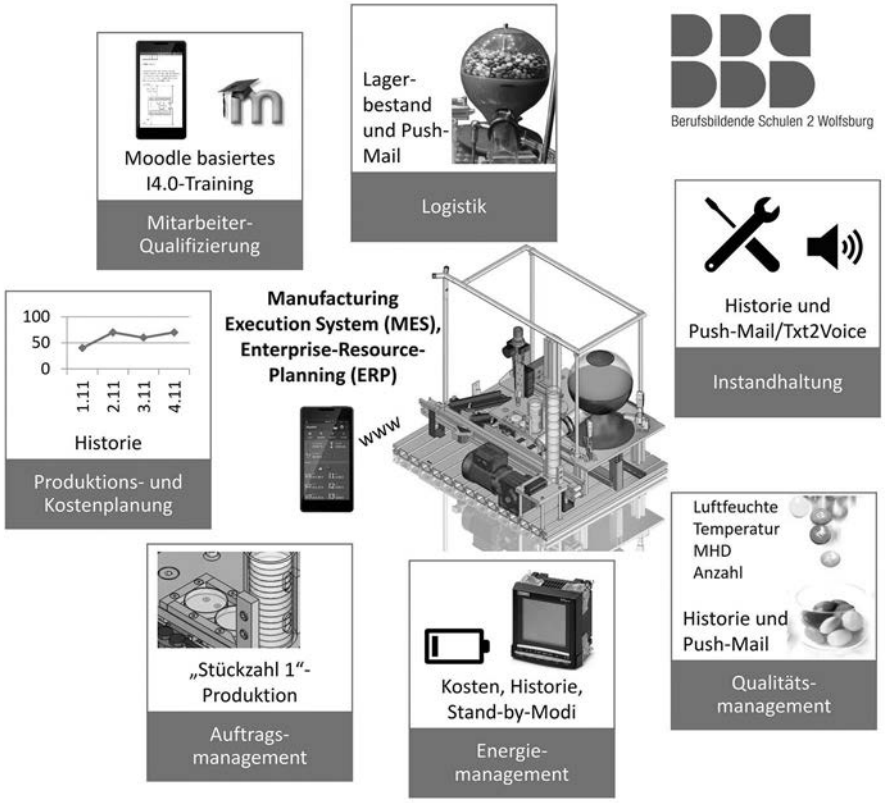


Abbildung 2: Lernrelevante Aspekte der Industrie-4.0-Abfüllanlage

Im Bereich Logistik geht es darum, dass in modernen Fertigungsanlagen die Logistikkette automatisiert angestoßen wird. Bei einem zu niedrigen Füllstand bekommt der Anlagen-Verantwortliche beispielsweise automatisch eine Meldung auf sein Smartphone oder die Smartwatch (Abb. 3). Damit kann auch ein Bestellvorgang in der Zulieferkette ausgelöst werden.

Abbildung 3: Füllstandserfassung, Überprüfung der Füllmenge und Benachrichtigung

Zur Unterstützung der Instandhaltung werden verschiedene Zustandsgrößen überwacht. Der Instandhalter wird automatisiert auf seinem mobilen Endgerät über kritische Zustände in der Anlage informiert. Dies kann auch über einen Vibrationsalarm auf der Smartwatch erfolgen, so dass nicht dauerhaft Monitore oder E-Mails überwacht werden müssen.

Für das Qualitätsmanagement wurden exemplarische Größen ausgewählt, die gut nachvollziehbar sind und zu dieser Produktion passen. Es wird gezählt, wie viele Schokolinsen in die Dose abgefüllt werden, das Mindesthaltbarkeitsdatum wird der individuell abgefüllten Dose zugeordnet, die Lufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit werden erfasst und ebenfalls in der Datenbank abgelegt. Diese Daten können später über den QR-Code abgerufen werden, der auf die Dose gedruckt wird.

Beim Energiemanagement wird erfasst, wie viel Energie aufgebracht werden musste, um die individuelle Dose abzufüllen (Abb. 4). So kann eine genaue Kostenkalkulation für eine einzelne Dose durchgeführt werden. Die benötigte Energie kann ebenfalls per QR-Code abgerufen werden. Der energieintensive Antrieb des Förderbands wird nur für die Dauer eines Produktionsvorgangs gestartet, so dass der Verbrauch dem einzelnen Produktionsvorgang zugeordnet werden kann.

Abbildung 4: Energiemessung

Das Auftragsmanagement erfolgt über eine selbst entwickelte Smartphone-App. In der Smart-Fill-App kann der eigene Name eingegeben werden, so dass dieser zusammen mit dem individuellen QR-Code auf die Dose gedruckt wird. So wird die individualisierte Stückzahl-1-Produktion anschaulich deutlich. Für eine effektive Produktions- und Kostenplanung wird erfasst, wann wie viele Dosen produziert wurden. Über eine weltweit abrufbare Statusseite können die Daten der aktuelle Tages-, Wochen- und Gesamtproduktion abgerufen werden.

Der vielleicht wichtigste Punkt ist die Qualifizierung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Auf der offenen Lernplattform www.xplore-dna.net wurden Kurse entwickelt, die die Inhalte in der Industrie-4.0-Anlage aufgreifen. Schülerinnen und Schüler, Lehrkräfte sowie Ausbilderinnen und Ausbilder können sowohl selbstgesteuert als auch im situierten Lernen jederzeit darauf zugreifen. Hier lohnt sich ein Blick in die verschiedenen Kurse, die zum Teil schon mehr als 30.000-mal durchlaufen wurden. Auch Grundlagen, wie die Erzeugung von Strom durch die Bewegung eines Leiters durch ein Magnetfeld oder die Reihenschaltung, werden dort aufgegriffen.

Der Produktionsprozess

Der Produktionsprozess der Abfüllanlage lässt sich in einzelne Prozessschritte unterteilen. Gestartet wird der Fertigungsauftrag mit einer selbst entwickelten Smartphone-App, über einen Browser oder per Sprachsteuerung. Zunächst wird eine offene Dose aus einem Magazin bereitgestellt, welche im zweiten Schritt befüllt wird. Sollte der Füllstand des Magazins oder des Schokolinsenspenders zu gering sein, wird dies von Ultraschallsensoren (analog/digital) erfasst und gemeldet. Ist die Dose befüllt, wird sie über ein Förderband transportiert und ein Deckel auf die Dose gesetzt. Anschließend transportiert das Förderband die Dose weiter. Während des Transportes druckt ein Tintenstrahldrucker einen eigens für die Dose generierten QR-Code auf den Deckel (Abb. 5).

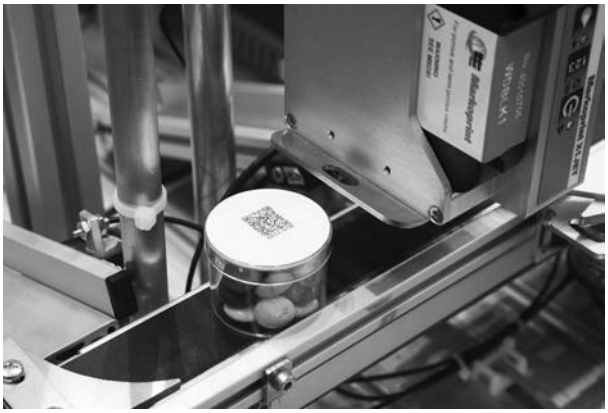


Abbildung 5: Dose mit QR-Code und individuellem Namen bedruckt

Die integrierten Technologien

Um die verschiedenen Technologien zu integrieren, war ein Team aus unterschiedlichen Bereichen erforderlich. Es wurden u. a. Kenntnisse über Server, App-Programmierung, Produktionscodegenerierung, CAD-Konstruktion, Steuerungen, Sensorik, Datenbanken, Maschinenzustandsüberwachung, und aus weiteren Bereichen benötigt. An der Realisierung waren mehrere Berufsgruppen beteiligt: Elektroniker für Automatisierungstechnik, Mechatroniker, Maschinentechniker/Maschinentechnikerinnen und Fachinformatiker/Fachinformatikerinnen.

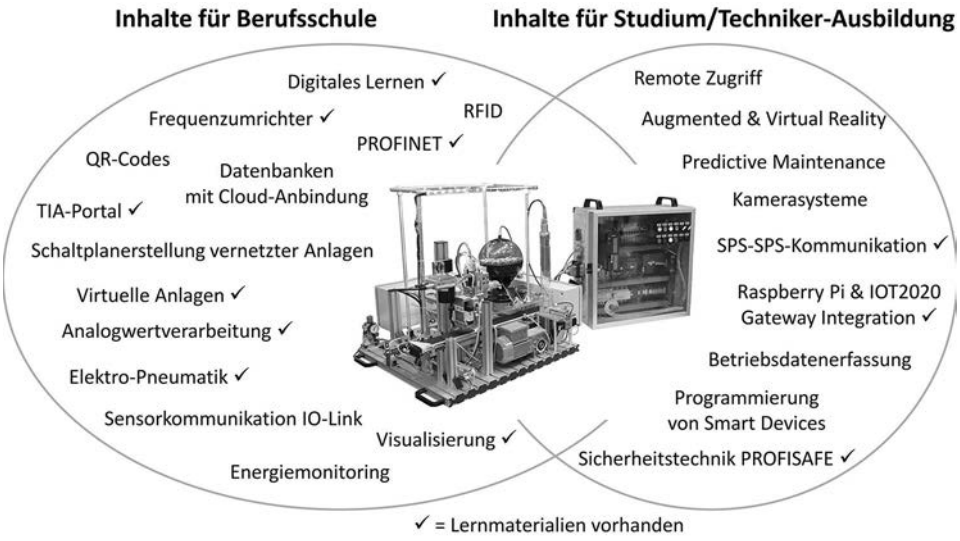


Abbildung 6: Integrierte Industrie-4.0-Technologien in der Abfüllanlage

Anfangs war zu klären, welche Technologien für welche Schulformen und Berufsgruppen relevant sind (Abb. 6). Viele Technologien sind so komplex, dass es nicht sinnvoll ist, diese in allen Berufsgruppen zu vermitteln. Es muss ein realistischer Blick auf das jeweilige Anforderungsprofil gelegt werden. In diesem Fall wurde die CAD-Konstruktion von Schülerinnen und Schülern aus dem Bereich der Mechatronik und der Metalltechnik vorgenommen (Abb. 7). Die Dynamisierung des CAD-Konstruktionsmodells, d. h. die virtuelle Ansteuerung des CAD-Modells über eine simulierte SPS wurde sowohl von Mechatronikern wie auch von Automatisierern programmiert. Die Einrichtung der Datenbank auf einem Server lag in der Verantwortung eines Fachinformatikers, der sich wiederum mit den Automatisierern abstimmte, die die Daten der Steuerung über ein IOT (Internet of Things)-Gateway in die Datenbank schreiben.

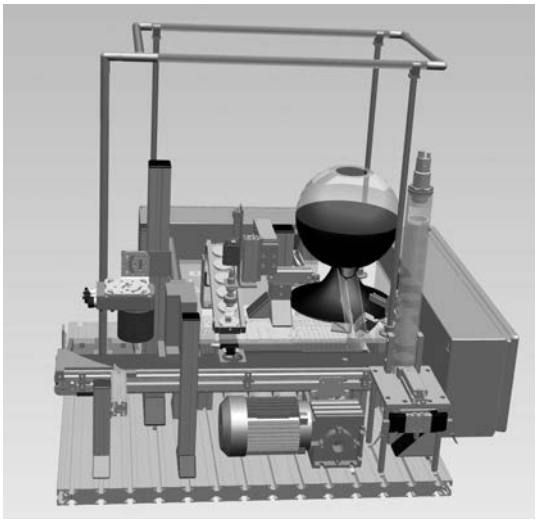


Abbildung 7: Von Mechatronikern entworfenes CAD-Modell

An der Realisierung waren dual Studierende, Studierende der Technikerschule sowie Auszubildende beteiligt. Da es sich bei dem Projekt um eine Neuentwicklung handelte, waren die Vorkenntnisse der dual Studierenden in den einzelnen Bereichen der Programmierung sehr hilfreich aber häufig auch nicht gegeben. Für den Einsatz in der Berufsschule ist eine Neuentwicklung der kompletten Funktionen der Anlage nicht realistisch, hier sollten nur Teilbereiche programmiert werden oder fertige Funktionen angewendet werden.

Das Qualifizierungskonzept

Nur eine Anlage in einen Unterrichtsraum zu stellen, die alle begeistert, die aber niemand programmieren kann, genügt nicht. Deshalb werden für die Technologien, die in der Anlage enthalten sind, ergänzend online Kurse entwickelt, die auf einer offenen Lernplattform (Open Educational Resources, OER) zur Verfügung gestellt (Abb. 8).

Umgesetzt werden diese Kurse in gemeinsamer Arbeit von Auszubildenden, Studierenden, Lehrkräften und Ausbildern/Ausbilderinnen. Dabei lernen nicht selten die Lehrkräfte und Ausbilder/Ausbilderinnen von den Auszubildenden und Studierenden. Die Kurse werden so ausgelegt, dass die integrierten interaktiven Inhalte auf unterschiedlichen Geräten wie PC, Tablet und Smartphone funktionieren.

Abbildung 8: Interaktive Animation auf der offenen Lernplattform www.xplore-dna.net

Die didaktischen Highlights

Die Anlage erfüllt zahlreiche didaktische Anforderungen an handlungsorientierten, Kompetenz fördernden Unterricht mit hohem Selbststeuerungsanteil der Lernenden (Abb. 9).

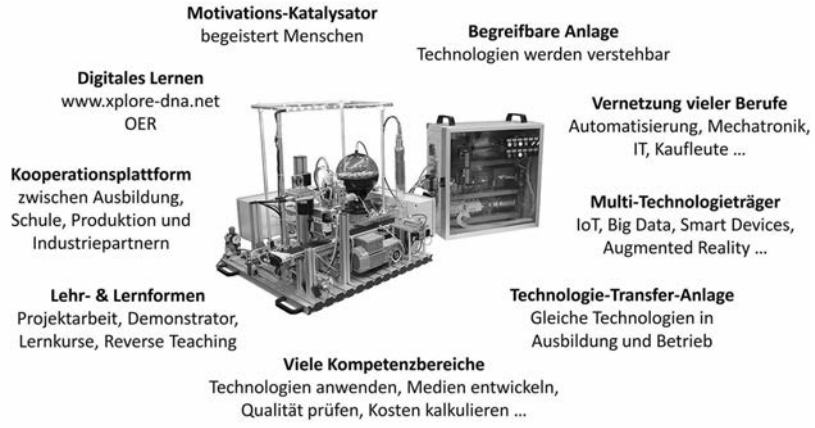


Abbildung 9: Didaktische Aspekte der Industrie-4.0-Abfüllanlage

Motivations-Katalysator

Die Realisierung der industrie-4.0-Anlage wäre nicht möglich gewesen ohne die hoch motivierten und engagierten Schülerinnen und Schüler. Den Auszubildenden wurde das Projekt vorgestellt und es meldeten sich immer freiwillige Teams, die Interesse an der Umsetzung hatten. Die Volkwagen AG hat die Auszubildenden für die Arbeit an dem Projekt freigestellt. Dazu gehört ein passendes Umfeld in der Schule, in dem das Projekt umgesetzt werden konnte. Dazu wurden Räume bereitgestellt, in denen selbstverantwortlich an dem Projekt gearbeitet werden konnte. So bildete sich innerhalb kurzer Zeit eine hochdynamische Arbeitsatmosphäre, in der jeder seine Aufgabengebiete fand und umsetzte. Dass die Beteiligten die Anlage bei verschiedenen Veranstaltungen selbst aufbauen und in Betrieb nehmen konnten (Abb. 10), schaffte zusätzliche Motivation.

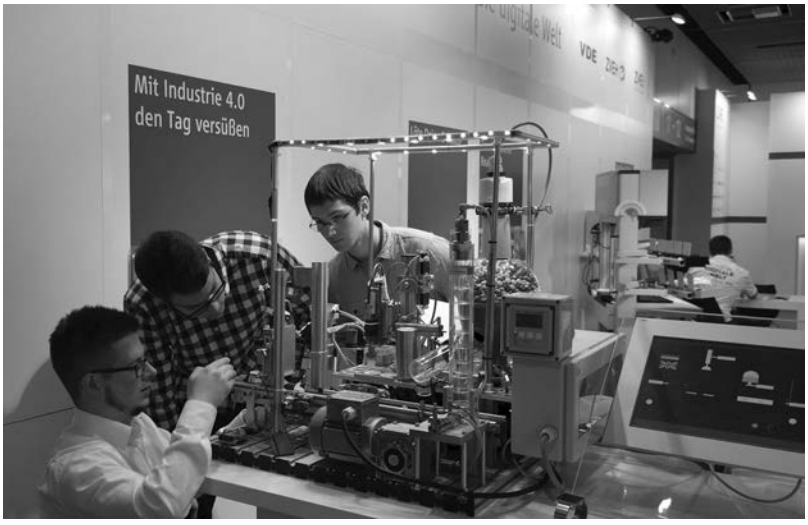


Abbildung 10: Inbetriebnahme der Industrie-4.0-Abfüllanlage auf der IFA 2016 in Berlin

Begreifbare Anlage

Die geforderten Funktionen für Umsetzung in der Abfüllanlage sind sehr gut nachvollziehbar, so dass die Auszubildenden ein Ziel hatten und unterschiedlichste Möglichkeiten ausprobieren konnten, es zu erreichen. Alle gewünschten Funktionen konnten in den Teams gelöst werden.

Vernetzung vieler Berufe

Die beteiligten technischen Berufe wurden oben bereits genannt. Durch das Smart Factory Projekt des Landes Niedersachsens (Niedersächsische Staatskanzlei 2016, 2 f.) kommen jetzt auch die Kaufleute hinzu. Dies schafft neue Möglichkeiten, das Projekt in Richtung Arbeit-4.0 und Wirtschaft-4.0 auszubauen. Ein erster Workshop, durchgeführt mit Schülerinnen und Schülern aus Wirtschaft und Technik zu dem Thema „Ident-Systeme“ (RFID/QR-Codes) hat bereits erfolgreich stattgefunden.

Multi-Technologieträger

In die Anlage wurden viele Technologien integriert, die nicht alle zum Betrieb der Anlage zwingend erforderlich sind. Jedoch ergeben sich dadurch Möglichkeiten zu experimentieren und zu zeigen, was möglich ist, wie z. B. die dynamische Augmented Reality. Abbildung 11 zeigt die online abrufbaren aktuellen Betriebsdaten. Darüber besteht auch die Möglichkeit, differenzierte Aufgabenstellungen herauszugeben, je nach den Möglichkeiten der Zielgruppe.

Abbildung 11: Livedaten der I4.0-Anlage

Technologie-Transfer-Anlage

Die gleichen Komponenten und Technologien finden sich auch in den Produktionsanlagen von Volkswagen und in anderen Industriebetrieben wieder. Öffnet man dort einen Schaltschrank oder geht in die Produktionsstraße, so findet man identische oder vergleichbare Systeme. Die Schülerinnen und Schüler erkennen somit die Relevanz der Lerninhalte in der Berufsschule.

Viele Kompetenzbereiche

Um das Projekt umzusetzen, waren die Schülerinnen und Schüler in diversen Kompetenzbereichen aktiv. Es wurden Videos und Texte für die Lernplattform entwickelt, die Anlage musste präsentiert werden, Fehlersuchen waren erforderlich, ein Flyer musste entworfen werden, Technologien wurden an andere Teammitglieder vermittelt. Neben der fachlich-technischen Auseinandersetzung mit den Anforderungen erfolgte so auch eine deutliche Kompetenzerweiterung im methodischen, medialen und sozio-kulturellen Bereich.

Lehr- und Lernformen

Die Planung und Erstellung einer solchen Anlage kann nur über Projektarbeiten erfolgen. Dazu müssen Teams gebildet werden, in denen die Aufgabenverteilung intern diskutiert und abgestimmt wird. Nach der Fertigstellung wurde die Anlage als Demonstrator bei sehr vielen Veranstaltungen genutzt, beispielsweise bei der Internationalen Funkausstellung (IFA) in Berlin, beim IT-Gipfel der Bundesregierung,

bei der Ideenexpo, auf der Hannovermesse, bei schulinternen Veranstaltungen, und bei Foren zum Thema Digitalisierung.

Aber auch erste Lernkurse wurden auf Basis der Anlage entwickelt, um die integrierten Technologien vermitteln zu können. Diese Kurse werden zukünftig in der Berufsschule und in der Technikerschule eingesetzt. Im Unterricht können die Technologien am Besten im Kontext mit der Anlage vermittelt werden. Dazu bietet sich der handlungsorientierte Unterricht an, in dem auf Basis von kleineren Projektaufträgen einzelne Technologien angewendet und Kompetenzen aufgebaut werden.

Ein Novum war in dem Projekt die Umkehrung der Lernenden und Lehrenden (Reverse Teaching). Der Kurs „Data in the Cloud" wurde von den Schülern entwickelt und anschließend von Auszubildenden, Ausbildern und Lehrkräften durchlaufen. Die Rolle der Lehrenden übernahmen in dem zweitägigen Kurs zwei dual Studierende.

Kooperationsplattform

Ursprünglich wurde das Projekt von dem Verein New Automation e. V. als Leuchtturmprojekt 2016 gefördert und nach Abschluss auch gemeinsam in der Öffentlichkeit vorgestellt (Abb. 12). Darüber entstanden Kontakte zu mehreren Firmen, die sich in dem Verein für die Ausbildung an schulischen Einrichtungen engagieren. Weitere Firmen unterstützten später das Projekt, da das Industrie-4.0-Konzept viele Ansätze enthält, die im Bereich der Ausbildung auch an anderen Schulen oder Ausbildungsstätten sehr gut nutzbar sind.

Umsetzbar war das Projekt jedoch nur über die Kooperation mit dem Dualpartner Volkswagen und deren Ausbildungsabteilung, die bei der Koordination der beteiligten Auszubildenden wesentlich mithalf. Bei der Besichtigung der Produktion im Rahmen des Projektes wurde deutlich, dass das Projekt sehr gut die Kompetenzbedürfnisse der Produktion wiederspiegelt.

Abbildung 12: Der New Automation e. V. auf dem Messestand des ZVEI auf der IFA 2017 in Berlin

Auf dem Portal für Ausbilderinnen und Ausbilder des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) werden in einem Film mit Animationselementen das didaktische und technische Konzept und die Nutzung des Systems in Unterricht und Ausbildung ausführlich vorgestellt sowie Funktionen und Abläufe aus der Perspektive von Lernenden und Lehrenden erklärt (Abb. 13, https://www.foraus.de/html/foraus_8601.php).

Abbildung 13: Präsentationsvideo der Industrie-4.0-Anlage auf foraus.de

Die Perspektive

Gestartet wurde mit der Qualifizierung von Lehrkräften, Ausbilderinnen und Ausbildern im Schuljahr 2017/18. Für die Erweiterung in Richtung Arbeit-4.0 und Wirtschaft-4.0 besteht bereits eine Partnerschaft mit der kaufmännischen Carl-Hahn-Schule in Wolfsburg.

So ist durch die Digitalisierung die **Personalplanung** zu betrachten, die über die kaufmännische Carl-Hahn-Schule erfasst und in der Vermittlung im Unterricht aufgegriffen wird.

Kollaborative Roboter dringen in Bereiche vor, in denen bislang noch kein Einsatz von Robotern ohne großen Aufwand zum Personenschutz möglich war. Der einfachere Einsatz von kollaborativen Robotern in der Produktion ist bei der Planung von Fertigungsprozessen und bei der Vermittlung der Robotik zu berücksichtigen. Ein kollaborativer Roboter soll zukünftig die fertigen Dosen an den Auftraggeber herausgeben und für den Nachschub an Deckeln in der Abfüllanlage sorgen.

Viele Unternehmen bieten ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern die Möglichkeit, ortsunabhängig zu arbeiten. In Bezug auf die Industrie-4.0-Anlage soll **mobiles Arbeiten** ebenfalls beleuchtet werden. Können zum Beispiel Programmiertätigkeiten oder die Erstellung von Schaltplänen abseits des Arbeitsplatzes erledigt werden? Wie können Aufgabenpakete beschrieben werden, die selbstständig abgearbeitet werden können? Wie verändert sich dadurch die Rolle von Vorgesetzten? Sind dies auch Optionen, die Auszubildende nutzen können? Welche Ausrüstung ist erforderlich, um sicher mit Remote Computing arbeiten zu können?

Bei der Umsetzung des Projekts wurde nach dem Prinzip des **agilen Projektmanagements** gearbeitet. Das Team organisierte sich selbst, es gab kurze Abstimmungsgespräche, im Fokus stand das zu erreichende Ziel, Aufgabenpakete konnten ohne Unterbrechung umgesetzt werden und es wurde sehr flexibel ohne zu enge Vorgaben gearbeitet. Mittlerweile wird das Projekt über die SCRUM-Methode fortgeführt, d. h. es finden täglich kurze Stand-Up-Meetings statt, einmal pro Woche gibt es ein Review-Meeting, die Aufgaben werden auf einem online-Task-Board dokumentiert und getrackt.

Da sich die Vorgehensweise bei der Umsetzung von Projekten und bei der Arbeit verändert, ist eine bessere **Selbstorganisation** notwendig. Dieses Thema muss auch in diesem Umfeld behandelt werden, um erfolgreich zum Ziel zu kommen. Die Lehrkraft übernimmt eine aktive Rolle im Coaching des Auszubildenden.

Aus der größeren Freiheit bei der Gestaltung der individuellen Arbeit ergeben sich neue Aspekte beim **Arbeiternehmerschutz**. Wie können Arbeitnehmer vor Überlastung geschützt werden, wenn definierte Aufgabenpakete nicht mehr im Büro, sondern an anderen Orten bearbeitet werden und nicht im Umfeld von Personalverantwortlichen?

Das Thema **Qualifizierung zur Digitalisierung** wurde bereits aufgegriffen, aber es werden auch im Bereich der Kaufleute Veränderungen entstehen, die eine neue bzw. erweiterte Qualifizierung erfordern.

Das **digitale Lernen und Lehren** – genauer das Lernen und Lehren mit digitalen Hilfsmitteln – wird viel diskutiert, ist aber bei weitem noch kein Standard in Berufsschule und Betrieb. In diesem Projekt wird eine offene Lernplattform eingesetzt, in der die Schülerinnen und Schüler dokumentieren, wie z. B. die RFID- oder QR-Code-Technologie in die Anlage implementiert werden kann. Es wurden bereits zahlreiche Animationen erstellt, die unter anderem auf Java Skript oder HTML5 basieren, um eine Plattformunabhängigkeit zu erreichen.

Schlussbetrachtung

Zum Abschluss soll ein differenzierter Blick auf das Projekt geworfen werden. Denn Industrie-4.0 ist kein Plug & Play-Konzept, sondern bedarf einer breiten Qualifizierung auf diversen Ebenen. Die Stärken und Schwächen der Industrie-4.0-Anlage wurden ermittelt durch eine SWOT-Analyse. Definiert ist die SWOT-Analyse als „deutsche Abkürzung für Analysis of strengths, weakness, opportunities and threats; die Stärken-Schwächen-Chancen-Risiken-Analyse stellt eine Positionierungsanalyse der eigenen Aktivitäten gegenüber dem Wettbewerb dar“ (Gabler o. J.). Abbildung 14 zeigt das Ergebnis dieser Analyse.

Die Stärken einer kleinen und kompakten Anlage liegen darin, dass sie transportabel ist und bei Bedarf mehrere Anlagen in einem Unterrichtsraum untergebracht werden können. In der BBS 2 Wolfsburg teilen sich vier Schülerinnen/Schüler eine Anlage. Es ist ein finanzierbares Konzept, die Anlage muss aber aktuell selbst aufgebaut werden. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass sich schon die ersten

Schülerinnen und Schüler mit der Anlage und den eingesetzten Technologien auskennen.

Strength (Stärken)	**Weakness (Schwächen)**
• günstiges Konzept • kompakte, überschaubare Anlage • funktioniert auch ohne I-4.0 • sehr interessantes Modell • Material in offener Lernplattform • enthält sehr viele Technologien	• relativ komplex (Industrie-4.0) • Datenbankanbindung erforderlich • kein garantierter Support • noch nicht vollständig dokumentiert
Opportunities (Chancen)	**Threats (Bedrohungen)**
• finanzierbar • gute Einstiegsmöglichkeit • Erweiterbarkeit • Möglichkeit der Zusammenarbeit • nutzbar für I-4.0, W-4.0 & B-4.0 • viele integrierte Berufsfelder • optimal für den Projektunterricht	• keine Zeit zur Einarbeitung • Überforderung (Lehrkräfte & Schüler/innen • I-4.0-Einstieg wird abgewartet • fehlende Qualifizierung

Abbildung 14: Stärken- und Schwächen-Analyse der Industrie-4.0-Anlage

Schwächen sind vor allem darin zu sehen, dass es ein offenes Projektkonzept ist. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit der Dokumentation, auf die Fehlerfreiheit des Steuerungsprogramms, und es gibt keinen ständig erreichbaren Support.

Doch bergen gerade diese Unzulänglichkeiten auch Chancen. Aus der Erfahrung von zwei Jahren Entwicklungszeit mit den Schülerinnen und Schülern zeigt sich, dass sich der Aufwand lohnt und alle Seiten bei der Umsetzung jede Menge an Wissen und Erfahrung dazu gewonnen haben. Dieses Wissen muss jetzt an Ausbilder und Ausbilderinnen, Lehrkräfte und an weitere Schülerinnen und Schüler weitergegeben werden.

Die Bedrohungen liegen darin, einfach abzuwarten und darauf zu hoffen, dass sich nichts ändert und alles so bleibt, wie es ist. Blickt man aber in die Produktionshallen großer und auch manch kleinerer Industrieunternehmen, so ist bereits heute alles vernetzt und mit Datenbanken verbunden. Die damit verbundenen Herausforderungen müssen in Schule und Ausbildung angenommen werden. Es muss gelingen, sich mit anderen Schulen und Ausbildungsabteilungen zu vernetzen, um Kräfte zu bündeln und nicht alles selbst neu entwickeln und erstellen zu müssen.

Die Anlage ist als offenes Konzept ausgelegt. Eine ausführliche Präsentation, Schaltpläne und vieles mehr sind zu finden unter www.xplore-dna.net > Digitalisierung > Grundlagen Industrie 4.0 (https://www.xplore-dna.net/course/view.php?id=30).

Schließlich lohnt sich noch ein Blick auf das Projekt aus der Sicht eines beteiligten Schülers auf der Ideenexpo 2017: https://youtu.be/rNS3FONnMaQ

Literatur

Gabler Wirtschaftslexikon (o. J.). SWOT-Analyse. Definition. https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/swot-analyse-52664 (23.11.2018)

Manemann, S. (2018). Bildung-4.0 trifft Industrie-4.0. Projektkonzept für den skalierbaren Einstieg in Industrie-4.0-Technologien. Präsentationsfolien. https://www.foraus.de/media/I-4.0-Konzept-BBS2WOB.PDF (24.11.2018)

Niedersächsische Staatskanzlei (2016). digital.niedersachsen – digitalen Wandel für unser Land gestalten. http://www.stk.niedersachsen.de/aktuelles/presseinformationen/digitalniedersachsen--den-digitalen-wandel-fuer-unser-land-gestalten-148631.html (23.11.2018)

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Die selbst entwickelte Industrie-4.0-Abfüllanlage 124

Abb. 2 Lernrelevante Aspekte der Industrie-4.0-Abfüllanlage 125

Abb. 3 Füllstandserfassung, Überprüfung der Füllmenge und Benachrichtigung 126

Abb. 4 Energiemessung 126

Abb. 5 Dose mit QR-Code und individuellem Namen bedruckt 127

Abb. 6 Integrierte Industrie-4.0-Technologien in der Abfüllanlage 128

Abb. 7 Von Mechatronikern entworfenes CAD-Modell 129

Abb. 8 Interaktive Animation auf der offenen Lernplattform www.xplore-dna.net 130

Abb. 9 Didaktische Aspekte der Industrie-4.0-Abfüllanlage 130

Abb. 10 Inbetriebnahme der Industrie-4.0-Abfüllanlage auf der IFA 2016 in Berlin 131

Abb. 11 Livedaten der I4.0-Anlage 132

Abb. 12 Der New Automation e. V. auf dem Messestand des ZVEI auf der IFA 2017 in Berlin 133

Abb. 13 Präsentationsvideo der Industrie-4.0-Anlage auf foraus.de 134

Abb. 14 Stärken- und Schwächen-Analyse der Industrie-4.0-Anlage 136

Autoren

Manemann, Stefan, Berufsbildende Schule 2 Wolfsburg, smanemann@bbs2.wolfsburg.de

Mahrin, Bernd, Dipl. -Ing., wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Fachdidaktik Bautechnik und Landschaftsgestaltung am Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre, Technische Universität Berlin, Gutachter für überbetriebliche Berufsbildungsstätten und Kompetenzzentren für das Bundesinstitut für Berufsbildung und das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, bernd.mahrin@tu-berlin.de

Herausforderungen und Strategien für einen berufsorientierten Berufsschulunterricht für Kfz-Mechatroniker

Erika Gericke

Abstract

Im Zentrum dieses Beitrages steht die Frage: Welche Herausforderungen nehmen Berufsschullehrkräfte, die in Kfz-Mechatroniker/-innen-Klassen unterrichten, wahr und wie gehen sie damit um? Anhand von empirischen Daten, die an einer Berufsbildenden Schule in Sachsen-Anhalt erhoben wurden, konnten Herausforderungen sowohl auf Strukturebene (z. B. Ausstattung, Zugang zur Weiterbildung, Lehrdeputat) als auch auf der Handlungsebene im Sinne von sozialen Praktiken (z. B. Schülermotivation, didaktisches Handeln) rekonstruiert werden. Dabei fiel auf, dass altbewährte Handlungsstrategien auch für neue Herausforderungen (z. B. Vermittlung der Automobilelektrotechnologie) erfolgreich sind.

This contribution focuses on the question: Which challenges do teachers, who teach in vehicle mechatronics classes in vocational colleges, recognise and how do they deal with them? Empirical data, which has been collected at a vocational college in Saxony-Anhalt, is used to answer the questions. It was possible to reconstruct challenges on the structure level (i. e. equipment, access to further education, teaching load) as well as on the action level in the sense of social practices (i. e. motivating students, didactic practices). At this it became apparent that well-tried action strategies are also successful for new challenges (such as teaching automotive electronics).

1 Einleitung

In den letzten 20 Jahren hat sich die Automobiltechnologie rasant weiterentwickelt und dies wird sich auch in den zukünftigen Jahren fortsetzen. Dieser Fortschritt bildet sich im 2003 neu entwickelten Hybrid-Beruf Kfz-Mechatroniker/-in (Mechanik und Elektronik) (Bertram 2003) sowie in der 2013 stattgefundenen Neuordnung dieses Berufes (zwei neue Ausbildungsschwerpunkte: System- und Hochvolttechnik sowie Karosserietechnik) wider. Mit dieser Aktualisierung der Berufsinhalte rückt die Arbeit des beruflichen Bildungspersonals in den Blick, hier die der Berufsschullehrer/-innen in Kfz-Mechatroniker/-innen-Klassen. Welche Herausforderungen neh-

men Lehrenden, die in diesen Klassen unterrichten, wahr und wie gehen sie damit um? Diese Fragestellung soll in diesem Beitrag anhand von empirischen Daten beantwortet werden.

2 Das Forschungsprojekt

Die hier vorgestellten empirischen Daten sind im Rahmen des Forschungsprojektes „Berufsbildungskulturen im Vergleich – soziale Praktiken im deutschen und englischen Berufsschulunterricht in Kfz-Mechatroniker- und Büromanagementklassen" erhoben worden. Die dem Projekt übergeordneten Fragestellungen sind:

a) Welche sozialen Praktiken konstituieren den Berufsschulunterricht in Kfz-Mechatroniker- und Büromanagementklassen in Deutschland und England? Soziale Praktiken sind Verhaltensroutinen, die auf das inkorporierte Wissen des Akteurs basieren und die mit Objekten, die der Akteur nutzt, verbunden sind (Reckwitz 2003).

b) Welche kulturell bzw. national geprägten Bildungsphilosophien, Bildungstraditionen, Normen und Werte bilden sich (wie) ab? Es gibt bereits empirische Untersuchungen, die die Wirkmächtigkeit von nationalen Bildungsphilosophien, -traditionen, Normen und Werte auf die Gestaltung der Lehr- und Lernorte, das didaktische Handeln sowie das Selbstverständnis der Akteure rekonstruierten. Osborn/Broadfoot (1993 und 2003) zeigten dies für Grund- und Sekundarschulen im Ländervergleich England, Frankreich und Dänemark; Kaiser (2002) für den Mathematikunterricht an deutschen und englischen Gymnasien; Martz-Irngartinger (2010) für die Lehre an Universitäten im Ländervergleich Deutschland, Finnland und Rumänien. Für den Bereich der Berufsbildung sind die Einflüsse der nationalen Bildungsphilosophien auf das Unterrichtsgeschehen noch nicht rekonstruiert worden. Dies ist allerdings zum einen hinsichtlich der europäischen Berufsbildungspolitik notwendig. Denn erst die Auslotung des ‚kulturellen Spielraums' eines Berufsbildungssystems zeigt auf, ob bzw. bis zu welchem Grad die Implementierung neuer europäischer Regelungen im betreffenden Land möglich ist. Zum anderen ist aus der Sicht der Bildungspraxis dieses Wissen notwendig, um sich eigener kultureller Hintergrundmechanismen bewusst zu werden und zu reflektieren. Gerade im Hinblick auf die steigende Anzahl an Lernenden mit Migrationshintergrund, die von ihren eigenen Bildungsphilosophien und Bildungsbiografien geprägt sind, ist dieses Wissen für die Gestaltung von Lehr- und Lernarrangements von Bedeutung.

Das Forschungsprojekt ist explorativ angelegt und hat zum Ziel über Detailaufnahmen erste Erkenntnisse hinsichtlich der sozialen Praktiken und wirkmächtigen Bildungsphilosophien in ausgewählten Kfz-Mechatronik- und Büromanagementklassen an Berufsbildenden Schulen in England und Deutschland zu erhalten. Demnach besteht kein Anspruch auf Allgemeingültigkeit, sondern es ist das Ziel, ausgewählte soziale Phänomen bzw. den Ausschnitt der Wirklichkeit in ihrer Ganzheitlichkeit und Komplexität so präzise wie möglich darzustellen (vgl. Przyborski/Wohlrab-Sahr 2010). Die Methoden der qualitativen Sozialforschung ermöglichen die Erfüllung

dieses Anspruchs. Im Rahmen dieses Projektes wurden bisher folgende Daten an einer Berufsbildenden Schule in Sachsen-Anhalt erhoben: Beobachtung (Beobachtungsprotokolle) von zehn Unterrichtseinheiten (fünf im zweiten und fünf im dritten Lehrjahr) in Kfz-Mechatronikklassen, drei Leitfadeninterviews mit Berufsschullehrerinnen und -lehrern, die diese Klassen unterrichten sowie drei Leitfadeninterviews mit Auszubildenden aus jenen Klassen. Die beobachteten Unterrichtseinheiten bezogen sich zu Dreiviertel auf das Lernfeld 6 „Funktionsstörungen an Bordnetz-, Ladestrom- und Startsystemen diagnostizieren und beheben". Die Protokolle und Interviewtranskripte wurden gemäß der Grounded Theory (Strauss/Corbin 1996) mit einem eigens entwickelten Kodierparadigma ausgewertet.

Mit Blick auf das Tagungsthema „Praxiszugänge – Unterricht und Beruflichkeit" wurden folgende Fragen an das Material gestellt:

a) Welche strukturellen Rahmenbedingungen thematisieren die Lehrkräfte bzgl. der Umsetzung eines berufsorientieren Kfz-Mechatroniker-Berufsschulunterrichts?
b) Wie motivieren die Lehrkräfte ihre Schüler für die neuen, als schwierig wahrgenommenen Lerngegenstände?
c) Wie vermitteln die Lehrkräfte diese Lerngegenstände?

3 Ergebnisse – Herausforderungen und Strategien

Im Folgenden werden die Antworten auf die oben genannten drei Fragen anhand von empirischen Beispielen ausgeführt. Dabei wird deutlich, dass die interviewten und beobachteten Berufsschullehrer diverse Herausforderungen wahrnehmen und diesen mit Hilfe von selbst entwickelten Strategien versuchen zu begegnen. Sämtliche personenbezogenen Daten sind anonymisiert.

3.1 Strukturelle Rahmenbedingungen

Die interviewten Berufsschullehrinnen und -lehrer thematisierten vier strukturelle Rahmenbedingungen: die technische und mediale Ausstattung der Berufsschule, den Zugang zu Weiterbildungsangeboten, das Lehrdeputat sowie die negative Grundeinstellung gegenüber Naturwissenschaften auf Seite der Lernenden, die für die tägliche Arbeit herausfordernd sind. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass Ordnungsmittel wie der Rahmenlehrplan und die Lernfelder innerhalb dieses Kontextes von den befragten Lehrkräften nicht thematisiert werden.

Die Berufsbildende Schule in Sachsen-Anhalt, die für das Forschungsprojekt zur Verfügung stand, ist eine ausgesprochen gut ausgestattete Berufsbildende Schule. In der Kfz-Lehrwerkstatt ist eine Bandbreite von Automobiltypen (inkl. Hybrid-Auto) sowie in ausreichender Anzahl Diagnoselaptops vorhanden. Hinsichtlich der Unterrichtsräume wird das ‚Lehrerraum-Prinzip' genutzt, d. h. jede Lehrkraft hat einen festen Raum und die Lernenden ‚wandern'. Auf Grund dieses ‚Prinzips sind die Unterrichtsräume entsprechend der Lernfelder, die die Lehrkraft unterrichtet,

mit Anschauungsmaterial (Bauteile, technische Zeichnungen etc.) ausgestattet. In dem Unterrichtsraum, in dem hauptsächlich die Lernfelder 6, 9 und 11 (Elektrotechnologie) vermittelt werden, steht eine Interaktive Tafel. Die dort arbeitenden Lehrerinnen und Lehrer sind zufrieden mit ihrer Ausstattung.

Die interviewten Lehrkräfte berichten von einer Vielzahl an Zugängen für Weiterbildungsangebote. So bieten bspw. die Automobilhersteller alle zwei Jahre eine Schulung für sie an. Des Weiteren stehen über das LISA (Landesinstitut für Schulqualität und Lehrerbildung) Weiterbildungsmöglichkeiten zur Verfügung. Es gibt kostenlose Zugänge zu Reparaturhandbüchern und so weiter. Allerdings wird deutlich darauf hingewiesen, dass Weiterbildung zum größten Teil mittels Selbststudiums stattfindet. Hierzu zwei Beispiele aus den empirischen Daten: Das erste Zitat bezieht sich auf die Frage, wie es kam, dass die Lehrkraft für die Lernfelder, die die Kfz-Elektrik betreffen, zuständig ist? Diese antwortet „[...], weil ich mich am meisten mit Kfz-Elektrik beschäftigt habe. Werde ich wahrscheinlich die meisten Elektrikfächer bekommen, wie jetzt mit Bus-Systeme, [...] I: Haben Sie sich das alles selbst angeeignet? N: Ja. I: Dann im Selbststudium [er nickt]“ (HN Z.293–299).[1] Das zweite Zitat ist ausgelöst durch die Beobachtung, dass in einem Unterrichtsraum eine Interaktive Tafel steht, die von der Lehrkraft auch genutzt wird. Die Forscherin spricht dieses Thema im Interview mit einem Berufsschullehrer an und dieser berichtet „[...] Also [...] unsere einzige, die wir haben, die steht bei Herrn N., und das ist auch gut so. Also, weil er sich da auch wirklich mit beschäftigt hat und aus dem Ding wirklich das rausholt, was es kann. [...] Es gibt auch Stellen, wo das Ding steht und als Beamerersatz genutzt wird. Also, die Interaktivität ist zwar da, aber sie nutzt keiner, weil man sich da einarbeiten müsste, weil das ja mal Vorbereitung wäre [...] Aber du musst erst mal einen haben, der die Vorarbeit leistet [...]“ (HK Z.567–582). Der Berufsschullehrer macht deutlich, dass sein Kollege sich die sinnvolle Nutzung der Interaktiven Tafel im Selbststudium durch sein Engagement in seiner Freizeit angeeignet hat.

Ein mit dem Selbststudium verbundenes Problem ist das hohe Lehrdeputat, da beides die Ressource ‚Zeit‘ bindet. Aus Sicht der interviewten Berufsschullehrkräfte verhindert das hohe Lehrdeputat, dass mehrere Unterrichtsentwürfe für eine Stunde vorbereitet und im Unterricht entsprechend flexibel genutzt werden könnten. „[...] Plan B auf dem Papier wäre natürlich noch cooler, aber wer hat so viel Zeit, das aufzuschreiben. Wir wissen, wir müssen 25 Unterrichtsstunden in der Woche machen [...]. Ja, ich meine, wenn man da für jede Stunde zwei Unterrichtsentwürfe macht, immer Plan B, das ist unrealistisch. Das macht niemand“ (HK Z.297–301). Im Allgemeinen wird eine Entlastung beim Lehrdeputat gewünscht, um die freigewordenen zeitlichen Ressourcen in eine qualitätsvolle Unterrichtsvorbereitung zu investieren. „[...] es ist natürlich eh eine Wunschvorstellung, aber im Prinzip sind 25 Unterrichtsstunden eigentlich zu viel. (..) [...] Also, ich würde [...] für den optimalen Bereich so von na 22 vielleicht[halten]. Das würde schon eine ganze Menge ausmachen, ja. Um einfach mehr Zeit und mehr Qualität in den Unterricht zu stecken, den man ma-

1 Die Erläuterung der Zitationsangaben aus dem empirischen Material befindet sich am Ende dieses Artikels.

chen kann. Und es bleibt ja auch nicht bei den 25 Stunden, die bei uns im Stundenplan stehen. Dann wird ein Kollege krank und [man] macht noch zwei Vertretungsstunden und dann ist man auch mal schnell bei 27 oder 28. [...]“ (HK Z.321–329).

Die interviewten Berufsschullehrer nehmen bei ihren Schülern, die den Unterricht für Kfz-Mechatroniker besuchen, eine Abneigung bzw. negative Grundeinstellung gegenüber Naturwissenschaften wahr. „Sie [die Lernenden] kommen aus der Schule raus, aus der Sekundarschule. Haben totale Abneigung gegen naturwissenschaftliche Fächer, Abneigung gegen Mathe, gegen Rechnen. Werden Sie nachher sehen, wenn wir/schon, wenn ich erkläre, wir rechnen Division von Binärzahlen [gemeinsames Schmunzeln], obwohl es ganz einfach ist, aber die tun sich dann dermaßen schwer. Und bei vielen, sobald sie hören Naturwissenschaft, Mathe wollen sie nicht mehr“ (HN Z.610–615). Für die Lehrerinnen und Lehrer bedeutet dies, dass sie insbesondere für Wissensgebiete der Automobilelektrotechnologie betreffend, ihre Schüler besonders motivieren müssen.

In der untenstehenden Abbildung (Abb. 1) sind die vier strukturellen Rahmenbedingungen, die auf die Berufsschullehrer wirken, grafisch zusammengefasst.

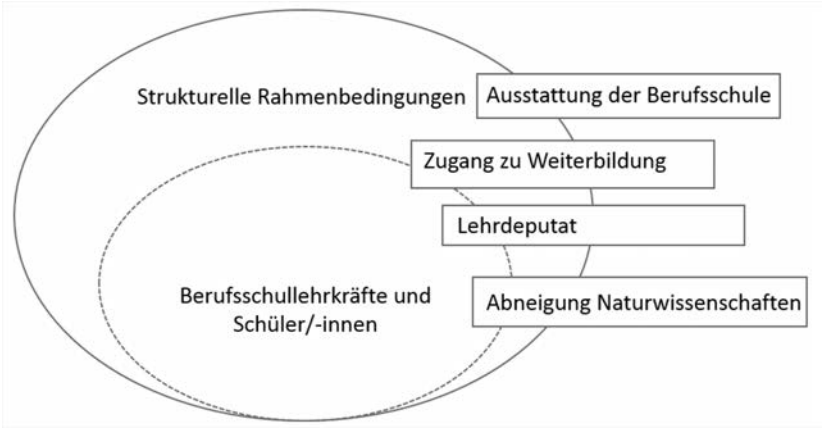


Abbildung 1: Strukturelle Rahmenbedingungen aus Sicht der Berufsschullehrerkräfte

3.2 Motivationsstrategien

Im Rahmen der Datenerhebung konnten vier Motivationsstrategien von Lehrkräften in Kfz-Mechatronikklassen des 2. und 3. Ausbildungsjahres beobachtet und zum Teil im Interview besprochen werden.

Die erste Motivationsstrategie ist, auf die hohe gesellschaftliche Bedeutung von Berufsqualifikationen in Deutschland hinzuweisen. „Wenn Fachwissen nicht wäre, dann kann jeder Depp den Beruf machen“ (BP HN S. 6). Wer über Fachwissen verfügt, ist kein ‚Depp‘. Diejenigen, die das Fachwissen, die Qualifikation haben, haben das Mandat und die Lizenz (Hughes 1971), um die entsprechende Tätigkeit auszuführen. Über das Fachwissen werden Anerkennung und berufliche Handlungsmöglichkeiten zugänglich.

Die Vorhersage, dass fundiertes Fachwissen zu Spaß an der Arbeit führt, ist die zweite Motivationsstrategie der Berufsschullehrer. „Wenn man ein bisschen Kenntnisse hat, macht Elektrik Spaß. Ist elegantes Arbeiten, ganz wunderbares Arbeiten, wenn man die Kenntnisse hat (BP 1 S. 6)." Der Berufsschullehrer Herr N. rekurriert darauf, dass durch die erfolgreiche Bewältigung von Herausforderungen, indem z. B. Lösungen gefunden werden, die Lernenden eine Bestätigung erleben. Dies stärkt ihr Selbstvertrauen in ihre beruflichen Fähigkeiten und wirkt motivierend, sich weiterhin den herausfordernden Lerngegenständen zu stellen. Gleichzeitig schwingen hier eine Aufwertung bzw. Wandlung der Berufsarbeit mit. Es wird der Dualismus von „elegantem Arbeiten" mit der Automobilelektronik einerseits und körperlich schwerem und dreckigem Arbeiten mit der Automobilmechanik andererseits indirekt angeführt. Erneut wird auf die Bedeutung des Fachwissens als Grundlage für qualifiziertes Arbeiten rekurriert.

Die dritte Motivationsstrategie zielt auf die Stärkung des Selbstbewusstseins der Schüler, insbesondere im Kontext des Ausbildungsbetriebes. Es wird darauf hingewiesen, dass sich über die Beherrschung der neuen Lerninhalte (z. B. Freischaltung von Elektroautos) von den älteren Kollegen abgehoben werden kann. „Seht ihr, wie gut unsere Ausbildung ist" erzählt Herr K., was die Auszubildenden mit ihren Kenntnissen machen dürfen. „Sie dürfen das Fahrzeug von Spannung frei schalten und gegen Wiedereinschalten sichern und die Spannungsfreischaltung feststellen. [...] Anschließend stellen sie ein Schild aufs Auto. Und dann sagen sie ihren Kollegen, dass er nun am Auto arbeiten darf. Das ist ihr Vorteil gegenüber älteren Kollegen" (BP HK Z74-79). Hier wird den Lernenden gegenüber aufgezeigt, wie Fachwissen bestimmte Tätigkeitsbereiche mit Rechten und Pflichten öffnen kann und man sich dadurch von den Kollegen abhebt.

Die Vorbereitung der Auszubildenden auf die Arbeitsrealität in der Kfz-Werkstatt stellt die vierte Motivationsstrategie dar. Dazu müssen Berufsschullehrerinnen und -lehrer wissen, welche Arbeitsaufträge regelmäßig in den Kfz-Werkstätten ausgeführt werden. „[...] Es gibt keine Trennung mehr zwischen Mechaniker und Elektriker, also müssen sie das mal bringen. So und dann geht die Sache im Prinzip in der Tiefe so weit. Sie nehmen ihren Tester, der Tester gibt dann meinetwegen Fehlermeldung ‚CAN-Kommunikation Störung', dann müssen sie mit Oszilloskop rangehen und die Fehler eingrenzen. Das ist so die Sache. Das, was wir unten [Lehr-Werkstatt] gemacht haben, mit Oszilloskop die Fehler suchen, das ist real auch in der Praxis [...]" (HN Z.335–340). Hier ist es sowohl für die Lernenden als auch die Lehrenden wichtig, dass die Abläufe des Arbeitsauftrages betreffend in den zwei Lernorten Betrieb und Berufsschule möglichst identisch sind.

Die fünfte Motivationsstrategie verweist auf die Vorbereitung für zukünftige technologische Entwicklungen in der Automobilindustrie. Hier ist der Anspruch der Berufsschullehrer auf verschiedene mögliche technologische Weiterentwicklungen vorzubereiten bei gleichzeitiger Unsicherheit, wohin sich die Technologie entwickeln wird. „[...] So, das, was wir jetzt hier machen, soll dem Verständnis dienen, was ist denn überhaupt die ganze Sache? Und deswegen werden wir heute auch ein biss-

chen rechnen [...], dass sie mal sehen, was alles so dahintersteckt. Man weiß ja nicht, was die Zukunft bringt. Ob die Zukunft [...] mehr Kenntnisse erfordern wird in den nächsten Jahren mit der Frage Datenaufbau, Datenprotokolle oder ob das noch abgeschwächt wird. [...]" (HN Z.343–347).

Die Veranschaulichung technologischer Leistungen und damit das Nachvollziehen von technologischen Abläufen ist die sechste Motivationsstrategie, die im Unterricht für Kfz-Mechatroniker/-innen beobachtet werden konnte. Herr N. kommentiert gegenüber den anwesenden Schülern den Sinn dieser Rechenaufgabe: „Sie sollen mal rechnen, was abgeht im Computer" (BP 3 S. 3).

Die siebente Motivationsstrategie mag auf den ersten Blick nicht motivierend erscheinen. Die Anerkennung der Diskrepanz zwischen der Lehrwerkstatt in der Berufsschule und der Kfz-Werkstatt im Ausbildungsbetrieb ist allerdings für die Schüler wichtig und wirkt motivierend, wenn es um einen Lerngegenstand geht, der im Arbeitsalltag kaum oder gar nicht auftritt. Zunächst ist es von Bedeutung, dass die Lehrkraft die Diskrepanz zwischen Berufsschule und Ausbildungsbetrieb offen thematisiert und anerkennt. „[...] Aber wie gesagt, deswegen, weiß ich auch wo die Grenze [...] ist und da muss man jetzt auch mit der Motivation aufpassen, weil wenn Schüler sagen ‚Ja, das ist aber bei uns in der Werkstatt nicht so, ja, ist es auch nicht' [...]" (HN Z.358–360). Hinzu kommt, dass die Berufsschullehrer regelmäßig nachfragen, ob sie bspw. Elektromotoren als Arbeitsgegenstand in ihrem speziellen Ausbildungsbetrieb überhaupt haben. Eine gängige Reaktion ist der Hinweis der Schüler, dass im Ausbildungsbetrieb die entsprechende Ausstattung gar nicht vorhanden ist. „Herr K. fragt, ob die Azubis bisher an Hybridfahrzeugen arbeiten durften. Sie verneinen. Ein Azubi erzählt, dass seine Werkstatt gar nicht die technische Ausstattung für die Reparatur von Hybrid-Fahrzeugen hat" (BP HK Z.72–74). Schwieriger ist es für die Berufsschullehrer mit folgendem Sachverhalt umzugehen: „[...] Genau weiß ich auch, was wir jetzt bei ‚Vernetzte Systeme" [Lernfeld 6] machen, das wird in der Werkstatt nicht gemacht. [...] Die Diagnose sieht dann so aus, erst mal dürfen die Lehrlinge an solche Arbeiten nicht ran. Leider. Obwohl das später ihr Beruf ist. [...]" (HN Z.331–335). Hier ist den Lehrkräften bewusst, dass sie den Lernenden Fachwissen vermitteln, das diese im Betrieb nicht anwenden *dürfen*. Einen Mehrwert, sich für jene Lerngegenstände zu begeistern und sich damit auseinanderzusetzen, wird es für die Schülerinnen und Schüler erst in der mittel- und langfristigen Zukunft geben. Hier ist besonderes Motivationsgeschick von den Lehrkräften gefragt.

Die sieben beschriebenen Motivationsstrategien sind in der untenstehenden Abbildung (Abb. 2) zusammenfassend dargestellt.

Abbildung 2: Motivationsstrategien von Berufsschullehrern in Kfz-Mechatronikklassen

3.3 Didaktisches Handeln

Hinsichtlich des didaktischen Handelns ist zu beobachten, dass die Berufsschullehrkräfte ‚neuen Wein in alte Schläuche' füllen, das heißt, dass sie die neuen Lerngegenstände, nämlich die neue Automobilelektrotechnologie betreffend (neuer Wein), mit altbewährten Methoden (alte Schläuche) vermitteln. Die Lehrkräfte verbinden die neuen Lerninhalte mit bekannten auf dreierlei Art und Weise: a) Übertragung altbekannter Fehler auf die Elektronik, b) Verbindung der neuen Elektrotechnologie mit der Alltagswelt der Jugendlichen und c) Übertragung der Steuerungstechnik auf situativ beobachtbares Schülerverhalten.

Es gibt Rahmenbedingungen für das Automobil, die stets gleichbleiben werden und immer wieder Probleme bereiten, bspw. das Wetter. So ist Feuchtigkeit in Form von Wasser oder Schnee im Fahrzeug ein altbekanntes Problem, was auch nicht vor der neuen Automobilelektrotechnologie Halt macht. In einer Unterrichtseinheit im Lernfeld 6, in dem ‚Fehlerdiagnose' das Thema war, wurde von einem Schüler Folgendes berichtet: „Der Berufsschullehrer Herr N. ist mit seiner Kfz-Mechatronikklasse (3. Lehrjahr, Nutzfahrzeuge) in der Lehrwerkstatt und behandelt das Thema ‚Fehler am Laptop auslesen'. Dazu hat er verschiedene Fehler in einem Fahrzeug eingebaut. Nun kündigt er an j ‚etzt habe ich einen ganz fiesen Fehler eingebaut: Wasser.' Azubi St. kommentiert ‚Ah.' Herr N. erklärt ‚Feuchtigkeit. Bei den Fußmatten ist der Stecker. Ist beim Mercedes so. Wenn es schneit draußen (usw.), das geht schnell'" (BP 1 S. 7). Hier zeigt sich das Expertenwissen von Herrn N. Er weiß, dass im Mercedesbus der Stecker unter der Fußmatte ist. Wenn es geschneit hat und der Fahrer mit schneeverklebten Schuhen den Bus fährt, der Schnee schmilzt und das Wasser in den Stecker läuft, dass dann eine Fehlermeldung kommen kann. Dieses Expertenwissen wird von dem befragten Schüler sehr geschätzt (AJ S. 2).

Die Berufsschullehrer versuchen über Alltagsgegenstände, -situationen und -handeln der Jugendlichen in ihrer Lebenswelt Anknüpfungspunkte für die in der Elektrotechnik zu vermittelnden Inhalte zu nutzen. Sehr erfolgreich ist hierbei der

Bezug zu Bier. „Herr N. versucht für die Vermittlung der Bit-Einheit eine Eselsbrücke bei den Schülern zu etablieren: Bit für die Biermarke Bitburger und nennt es digitales Trinken. ‚Jede Zahl soll ein Bit darstellen.' Auf der Interaktiven Tafel ist eine Bierflasche als Bit-Symbol dargestellt" berichtet ein Schüler (BP 2 S. 4). In der Unterrichtseinheit zum Lernfeld 6 einen Tag vor Christi Himmelfahrt bzw. den sogenannten ‚Herrentag', der in dieser Region von den Männern als Gelegenheit des (übermäßigen) Alkoholkonsums genutzt wird, vermittelt Herr N. den Stopp-Bit über eine Kneipenrechnung, heißt es weiter: „‚Jetzt kommt eine Kneipenrechnung für morgen.' Azubi St.: ‚Gefällt mir'. An der normalen Tafel zeichnet Herr N. 10 Striche nebeneinander. Darunter vier Striche plus Querstrich und nochmal vier Strich plus Querstich und erklärt ‚Stopp-Bit ist nur zum Zählen da.' Herr N. leitet mit den Azubis den Identifier 03F her" (BP 2 S. 7).

Mit Hilfe einer Plasmakugel führt Herr N. in die Thematik ‚abgeschirmte Leitungen' ein. Die Schüler sind von der Plasmakugel sehr beeindruckt und zurückhaltend bzgl. der Aufforderung ihre Hand darauf zu legen, um zu sehen, was dann im Inneren der Kugel passiert. Herr N. erzählt eine Begebenheit aus seinem Privatleben: „Er hatte diese Plasmakugel bei sich zu Hause im Arbeitszimmer stehen. Aber da das Kabel nicht abgeschirmt ist, fuhr immer der PC automatisch runter. Seine Frau war dermaßen genervt davon, dass sie ihm verbot diese Plasmakugel weiterhin im Haus zu haben. Die Schüler lachen über diese Geschichte" (BP 1 S. 8). Herr N. überträgt diese Erfahrung in den Fahrzeugbereich und „erklärt, dass es wichtig ist, abgeschirmte Leitungen zu haben, weil man ja unter Hochspannungsleitungen [her] fährt. Sonst fällt dann plötzlich das Auto aus. Daraufhin erzählt ein Azubi [...], dass ihm das mal mit einem Traktor passiert ist. Der Traktor war auf dem Feld und plötzlich fiel er aus. Man konnte nichts finden. Als er ein Stück weggezogen wurde, weg von der Hochspannungsleitung, konnte man ihn wieder starten" (BP 1 S. 8). Es gelingt der Lehrkraft mittels des (Alltags)Gegenstands Plasmakugel und dem Erfahrungsbericht mit Hochspannungsleitungen das Thema Abschirmung von Kabeln für die Jugendlichen zugänglich zu machen. In der konkret beschriebenen Situation gelingt es einem Schüler sogar einen Transfer herzustellen – er kann sich an eine konkrete Situation aus seinem Alltag erinnern und nachträglich verstehen, was dort technisch abgelaufen ist.

Der Berufsschullehrer Herr K. versucht über eigene Erfahrungen der Jugendlichen Technikwissen zu vermitteln, so erläutert ein Schüler: „Das Thema ist sicheres Arbeiten. Die Azubis schreiben das Tafelbild ab. Herr K. führt sein Tafelbild fort: ‚Gefahren durch Elektrizität'. [...] Herr K. schreibt ‚‚Elektrischer Schlag' an die Tafel und fragt ‚Wer hat schon mal einen Schlag gekriegt?' Mehrere Azubis heben die Hand. Herr K. erzählt, dass er selbst schon Erfahrung mit Elektrik und Schlag hat, da er mal Elektriker gelernt hat. Er fordert Azubi Sch. auf, von seiner Erfahrung mit einem elektrischen Schlag zu berichten. Azubi Sch. berichtet, dass er im Alter von ca. acht Jahren mit einem Messer in einen angeschalteten Toaster rumgefuchtelt hat, um sein Toast rauszukriegen. Dann bekam er einen Schlag. Der war schon ordentlich. Herr K. erläutert, wie es dazu kam. An die Tafel schreibt er: ‚Stromfluss durch

den menschlichen Körper'" (BP HK Z.23–34). Über das Thema ‚Erleben eines Stromschlags' versucht Herr K. die Schüler für die Gefahren durch Elektrizität zu sensibilisieren.

Die dritte Methode, die im Unterricht für Kfz-Mechatroniker beobachtet wurde, war auf situativ beobachtbarem Schüler/-innenverhalten zu reagieren und in die Erklärung des Lerngegenstandes einzubeziehen. „Herr N. sieht, dass Azubi J. seinen Kopf auf seine verschränkten Arme, die auf dem Tisch liegen, gelegt hat und ermahnt ihn. ‚Hey, was los?' Azubi St. Antwortet, ‚‚Zuviel Fußball gekickt.' Herr N. stellt Fragen, erläutert und thematisiert den Diagnose-Identifier. Azubi St. fragt: ‚Was ist 6 und 7?' Herr N. antwortet ‚Beide das gleiche. Diagnose.' Herr N. versucht Azubi J. Schläfrigkeit in die Erklärung einzubeziehen. ‚Wenn ein Steuergerät wissen will: J., sind Sie müde? Kommt 0 oder 1'" (BP 2 S. 5). Herr Neumann demonstriert den technischen Vorgang mit Hilfe des Einbezugs des schläfrigen Schülerverhaltens eines Azubis.

Die drei beobachteten Arten des didaktischen Handelns sind in der untenstehenden Abbildung (Abb. 3) zusammengefasst dargestellt.

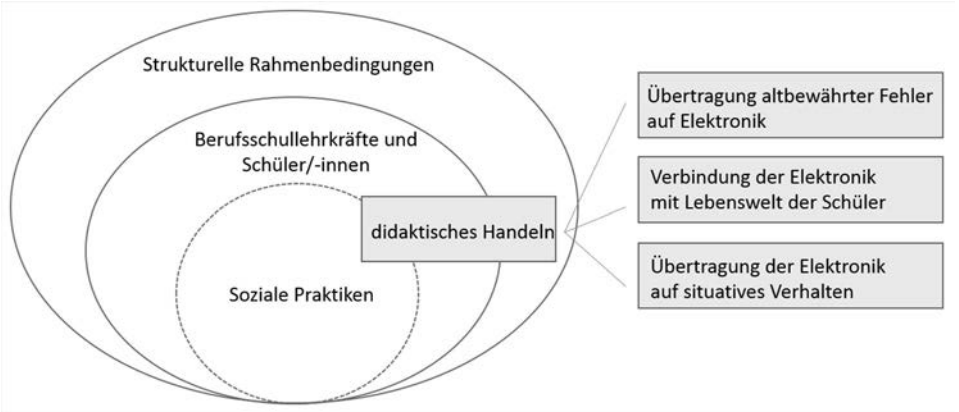


Abbildung 3: Drei beobachtete Arten didaktischen Handelns von Berufsschullehrern in Kfz-Mechatronikklassen

4 Zusammenfassung

Den interviewten und beobachteten Berufsschullehrkräften, die Kfz-Mechatronikklassen unterrichten, stellen sich Herausforderungen auf verschiedenen Ebenen. Hinsichtlich der strukturellen Rahmenbedingungen (Kapitel 3.1) stellt zum einem die fehlende Ressource Zeit eine Herausforderung dar – Zeit, die für fachliche Weiterbildungen, die zum Großteil in Form von Selbststudium gemacht werden, fehlt, und Zeit, die für die Unterrichtsvorbereitung, um generell den Unterricht qualitativ besser vorbereiten und speziell verschiedene Entwürfe vorzubereiten, um auf Schülerbedürfnisse flexibel eingehen zu können, benötigt würde. Als Grundproblem

wurde das hohe Lehrdeputat wahrgenommen. Dies ist eine strukturelle Komponente, die von Seiten der Berufsschullehrkräfte und der Schulleitung nicht beeinflussbar ist. Die Lehrerinnen und Lehrer haben drei Möglichkeiten, wie sie damit umgehen:

a) die fehlende Zeit wird aus dem Privatleben ‚gezogen', was auf Dauer zu familiären und psychosozialen Problemen führen kann;
b) es werden Abstriche bzgl. der Unterrichtsvorbereitung gemacht, mit der Folge, dass die Unterrichtsqualität leidet, was wiederum zu psychosozialen Problemen führen kann, da die Lernenden die Lehrkraft nicht schätzen;
c) ein phasenweises Abwechseln beider Varianten. Die zweite strukturelle Rahmenbedingung, die für die Berufsschullehrer herausfordernd ist, ist die negative Grundeinstellung der Schüler gegenüber Naturwissenschaften.

Diese Herausforderung wird mit fortschreitender Entwicklung der Automobiltechnologie (Stichwort Hybrid-Auto) immer größer. Die Lehrkräfte versuchen über eine Reihe an bewährten Strategien und durch didaktisches Handeln (alter Wein), die Schüler für die naturwissenschaftlichen Lerngegenstände, insbesondere für die elektrotechnischen Lerngegenstände (neue Schläuche) zu motivieren (Kapitel 3.2 und 3.3). Dieses Vorgehen ist erfolgreich. Zum einen zeigten die empirischen Daten, dass die interviewten und beobachteten Berufsschullehrer soziale Praktiken des berufsorientierten Berufsschulunterrichts ausübten, d. h. sie bezogen sich auf die Bedeutung von Berufsqualifikation und Fachwissen; es gelang ihnen die Diskrepanz zwischen Werkstattrealität und Vorbereitung auf zukünftige Entwicklungen im Unterricht angemessen auszutarieren und sie zeigten ihr fundiertes und praxisnahes Fachwissen. Zum anderen wandten die Berufsschullehrer eine Reihe an sozialen Praktiken der Schülermotivation an: Sie verbanden Fachinhalte mit der Lebens- und Arbeitswelt der Jugendlichen sowie an situativ beobachtbarem Verhalten der Auszubildenden im Unterricht. So stellt ein berufsorientierter Unterricht eine erfolgreiche Strategie für die Herausforderungen für Berufsschullehrer in Kfz-Mechatronikklassen dar.

Die Abbildung (Abb. 4) veranschaulicht wie die sozialen Praktiken der Berufsschullehrkräfte eingebettet sind in den Kontext der Akteure selbst und bestimmt werden durch ihre Kompetenzen, Dispositionen, etc. sowie in den Kontext der strukturellen Rahmenbedingungen (z. B. Berufsschule und deren Ausstattung, aber auch das Bundesland, welches das Lehrdeputat vorschreibt). Im Rahmen dieses Gesamtkontextes – der Berufsbildungskultur in diesem spezifischen Fall, nämlich einer Berufsbildenden Schule in Sachsen-Anhalt – bewegen sich die sozialen Praktiken des berufsorientierten Unterrichts sowie die sozialen Praktiken der Schülermotivation.

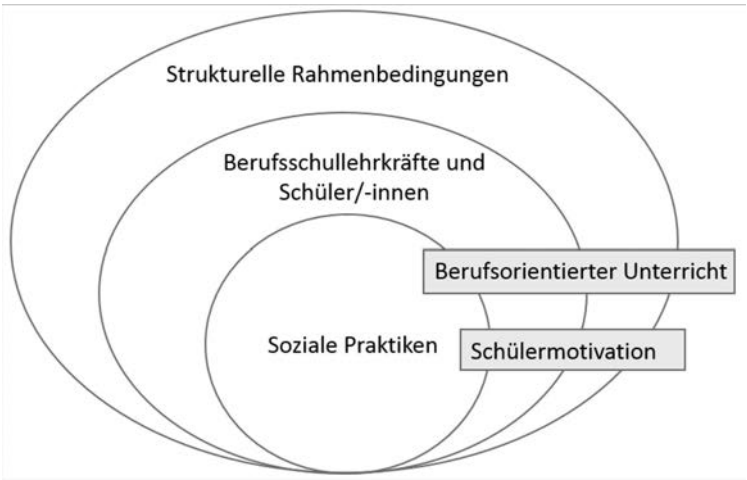


Abbildung 4: Soziale Praktiken der Berufsschullehrer in Kfz-Mechatronikklassen im Kontext der Berufsbildungskultur einer Berufsbildenden Schule in Sachsen-Anhalt

Transkriptionslegende

betont	betont
(?)	Frage
(&)	schneller Wortanschluss

Zitationsangaben aus dem empirischen Material (alle personenbezogenen Daten sind anonymisiert)

HK – Herr K.
HK – Herr N.
AJ – Azubis J.
BP – Beobachtungsprotokoll
Z – Zeile in den Interviewtranskripten

Literatur

Bertram, B. (2003): Fünf maßgeschneiderte Ausbildungsberufe für die Fahrzeugbranche zum 1. August 2003. In: BWP – Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, Heft 5, S. 20–25.

Broadfoot, P.; Osborn, M. (2003): Perceptions of Teaching. Primary School Teachers in England and France. London.

Kaiser, G. (2002): Educational Philosophies and Their Influence on Mathematics Education – An Ethnographic Study in English and German Mathematics Classrooms. In: ZDM, 34. Band, Heft 6, S. 241–257.

Hughes, E. C. (1971): The Sociological Eye: Selected Papers. 3. Auflage. New Brunswick, NJ.

Martz-Irngartinger, A. (2010): Lernkulturen verstehen – erfassen – vergleichen. Theoretische Entwicklung eines Konzepts zur Operationalisierung von Lernkultur und dessen praktische Umsetzung anhand der Gegenüberstellung studentischer Lernkulturen in Deutschland, Finnland und Rumänien. (Dissertationsschrift), München. Abrufbar unter: https://edoc.ub.uni-muenchen.de/13873/1/Martz-Irngartinger_Alexandra.pdf (19.03.18).

Osborn, M.; Broadfoot, P.; McNess E.; Planel, C.; Ravn, B.; Triggs, P. (2003): A World of Difference? Comparing Learners Across Europe. Glasgow.

Przyborski, A.; Wohlrab-Sahr, M. (2010): Qualitative Sozialforschung. Ein Arbeitsbuch. 3. Auflage. München

Reckwitz, A. (2003): Grundelemente einer Theorie sozialer Praktiken. Eine sozialtheoretische Perspektive. In: Zeitschrift für Soziologie, Jg. 32, Heft 4, August 2003, S. 282–301

Strauss, A. L. & Corbin, J. M. (1996). Grounded theory. Grundlagen qualitativer Sozialforschung. Weinheim

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Strukturelle Rahmenbedingungen aus Sicht der Berufsschullehrerkräfte 143

Abb. 2 Motivationsstrategien von Berufsschullehrern in Kfz-Mechatronikklassen 146

Abb. 3 Drei beobachtete Arten didaktischen Handelns von Berufsschullehrern in Kfz-Mechatronikklassen 148

Abb. 4 Soziale Praktiken der Berufsschullehrer in Kfz-Mechatronikklassen im Kontext der Berufsbildungskultur einer Berufsbildenden Schule in Sachsen-Anhalt 150

Autorin

Gericke, Erika E., Vertr. Prof. Dr., Vertretungsprofessur für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut I: Bildung, Beruf und Medien,
E-Mail: erika.gericke@ovgu.de

Lernkultur und Lernumgebung an beruflichen Schulen vor dem Hintergrund der Digitalisierung

Martin D. Hartmann, Dirk Wohlrabe

Abstract

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich damit, wie sich die Lernkultur und im Verein damit Konzepte der Lernumgebung wandeln sollten, um gegenwärtigen und künftigen Anforderungen der Facharbeit vor dem Hintergrund der Digitalisierung und „Industrie 4.0“ zu genügen. Schwierig ist, dass „Digitalisierung“ sehr viel Unterschiedliches fasst: Die Anlagen in den Unternehmen, die in der Facharbeit, aber dann auch im Unterricht, thematisiert werden müssen – also eine wichtige *Inhaltsdimension* bei der Entwicklung der Kompetenzen bilden. Die Thematisierung geschieht z. B. über die Aufstellung und Nutzung entsprechender Lernsysteme (Lernmittelhersteller), die Bereitstellung von Simulationen, virtuellen Lernumgebungen oder auch über die Nutzung digitaler Medien. Dann sind die Anlagen und anderen Materialien *Mittel* des Lernens. Insofern steht ihre *Eignung* für die Entwicklung von *Kompetenzen* im Vordergrund. Heutige Lernsysteme und Lernumgebungen sind oft sehr umfangreich und teuer. Die Frage ist u. a., ob sie auch entsprechend genutzt werden bzw. sogar, ob sie genutzt werden können. Im Sinne der Kompetenzentwicklung wird für eine Offenheit der Lernumgebungen und des Erfahrungsraums plädiert. Kritisch hinterfragt werden Konzepte, die einzig auf die kognitive Ebene des Lernens zielen. Der Aufbau von Systemwissen ist zwar eine wichtige Komponente des Lernens für eine digital geprägte Facharbeit, jedoch nicht hinreichend. Es wird dafür plädiert, den Lernenden auch weiterhin „analoge“ Erfahrungsprozesse zu ermöglichen, damit sie die, den komplexen Systemen und Anlagen zugrundeliegenden, Wirkprinzipien erkennen und über solche Zugänge eine Vorstellung von den Prozessen in den Anlagen entwickeln können. Nur darüber, so die These, werden die zukünftigen Facharbeiter*innen in die Lage versetzt, Fehlerdiagnosen zu erstellen und z. B. (Teil-)Systeme in Anlagen zu integrieren.

This article deals with how the learning culture and in associations with it concepts of the learning environment should change in order to meet present and future requirements of technical work against the background of digitisation and "Industry 4.0". What is difficult is that "digitisation" encompasses many different things: The facilities in the companies, which must be addressed in the technical work, but then also in the lessons, thus forming an important content dimension in the development of competences. The topics are addressed, for example, by installing and using

appropriate learning systems (manufacturers of learning aids), by providing simulations, virtual learning environments or by using digital media. Then the equipment and other materials are part of the learning process. In this respect, their suitability for the development of competences stands in the foreground. Today's learning systems and learning environments are often very extensive and expensive. The question is, among other things, if they can be used appropriately or even if they can be used at all. In the sense of competence development, it is plead for openness of the learning environments and the experiential space. Concepts which focus only at the cognitive level of learning are critically questioned. The development of system knowledge is indeed an important component of learning for a digitally influenced technical work, but it is not sufficient. It is argued that learners should continue to be able to "analogously" experience processes so that they can recognise the underlying principles of the complex systems and facilities and use such approaches to develop an idea of the processes in the facilities. This is the only way, according to the thesis, to enable future skilled workers to make error diagnoses and, for example, to integrate (sub)systems in plants.

1 Einleitung

Die Digitalisierung durchdringt nahezu alle Sphären gesellschaftlichen Lebens, das private und das geschäftliche und besonders die Arbeitswelt. Das schulische Lernen, die Lehr- und Lernprozesse im beruflichen Unterricht können deshalb davon nicht unberührt bleiben. Jedoch fehlt der Schule als Institution und als Lernort, fehlt den dort tätigen Personen oft die innovative Umgebung. Die Aufnahme von Innovation ist abhängig von den Schulleitungen, der (finanziellen) Unterstützung durch die Schulträger oder durch unterstützende Unternehmen, der Flexibilität der Einrichtung bzw. Lernumgebung, den Konzepten der Schulleitung, den personellen Ressourcen der Schule und der Einstellung sowie dem Kompetenzprofil der Lehrenden.

Digitale Lernmedien werden heute vielfach als ein etwas angereicherter Ersatz für die vorher eingesetzten „analogen“ Medien betrachtet. Insoweit werden ihre Potenziale oft gar nicht ausgereizt, und sie können im Einzelfall sogar zu einer weniger lernförderlichen Umgebung beitragen als vordem. Ihr lernförderlicher Einsatz ist abhängig von dem Content, der zur Verfügung steht, z. B. von – die Anschauung unterstützenden – Simulationen, von gehaltreichen virtuellen Lernumgebungen usw. „Digitale Geräte“ dagegen zeigen oft nur ihre Oberfläche – der Einblick in Zusammenhänge jedoch mag ausbleiben. Die Herausforderung ist, diese Zusammenhänge im Rahmen des gesamten Unterrichtens sichtbar zu machen und herzustellen.

Dafür ist es nicht einmal wünschenswert, alle berufsarbeitsbezogenen Inhalte nur noch mit digitalen Medien zu erarbeiten, denn die Handhabung von arbeits- und lernbezogenen Benutzeroberflächen allein reicht kaum aus, berufliche Kompetenz *und* gesellschaftliche Mündigkeit zu entwickeln. Die Prozesse in den jeweiligen

Strukturen sind zu verstehen und es ist nachzuvollziehen, wie Ergebnisse zustande kommen. Dafür ist „analoge" Erfahrung auch mit den zugrundeliegenden Prozessen erforderlich. Da der Einsatz digitaler Systeme sowohl als Arbeits- als auch Lernmittel immer wichtiger wird, muss beruflicher Unterricht den Zusammenhang zwischen der analogen und der digitalen Welt erlebbar machen. Das ist eine Herausforderung. Dafür bedarf es einer Lernkultur, welche digitale Artefakte als Arbeits- und Lernmittel aufnimmt, deren Potentiale erkennt und würdigt, zugleich aber deren Grenzen berücksichtigt.

Mit der Frage, wie dies geschehen, wie eine Lern- und Unterrichtskultur geschaffen werden kann, die in dieser Hinsicht lernförderlich ist, beschäftigt sich dieser Artikel.

2 Lernkultur als Begriff

Schüßler/Thurnes plädieren für ein umfassendes Verständnis des Begriffs „Lernkultur". Sie gehen davon aus, dass neben den eigentlichen Lehr- und Lernprozessen auch ihre Rahmung, wie sie etwa durch die jeweilige Institution und die Gesellschaft gebildet werden, konstitutiv sind. Wir, die Autoren, charakterisieren Lernkultur mit Arnold & Schüßler zunächst als „Gesamtheit der Lern- und Entwicklungspotentiale, die über das Zusammenwirken der Mitglieder in Interaktions- und Kommunikationsprozessen auf unterrichtlicher, kollegialer und organisatorischer Ebene arrangiert werden." (Arnold & Schüßler 1998 in Schüßler/Thurnes 2005, 14). Die Aussage macht ersichtlich, dass Lernkultur deutlich über das „Kerngeschäft" des Lehrens im Rahmen des Unterrichts hinausgeht: Bereiche des kollegialen Miteinanders sowie Belange der Schule als Organisation werden berührt (vgl. Gericke 2014). Zur Organisation gehören neben den personalen und den organisatorischen Abläufen ebenso die räumlichen Gegebenheiten. Die Art und Gestaltung der Gebäude, die Zuschneidung und Einrichtung der Räume legen z. B. unterrichtliche Organisationsformen nahe (z. B. einen lehrerzentrierten Unterricht), eröffnen Handlungsmöglichkeiten oder erschweren ihre Realisierung (vgl. unten). Das Zusammenspiel der genannten Faktoren bringt organisationale und personale Routinen bzw. Praktiken hervor, über die sich (durchaus in Auseinandersetzung) ein mehr oder weniger identisches Verständnis bestimmter Begriffe und ein von allen anerkanntes Wertereservoir herausbildet. Auf ihnen basieren Verlässlichkeitserwartungen (vgl. Reiber 2010, 118 f.). Sie haben sich herausgebildet im Rahmen der Historie der Organisation, sind aufgrund ihrer komplexen Begründungszusammenhänge in der Regel nur schwer infrage zu stellen. Unterstützt und modifiziert werden sie durch die Sozialisationserfahrungen der darin Wirkenden (vgl. Gericke 2014). Zusammenfassend kann gesagt werden: Durch ihre relative Stabilität stiftet eine Lernkultur a) Orientierung für ihre Mitglieder. Sie begrenzt b) jedoch ebenso das unterrichtlich Mögliche; c) errichten jene Mitglieder in ihren Aktionen, Reaktionen und Umgestaltungen, in der Übernahme, Transformation oder Aneignung die Lernkultur immer wieder aufs Neue mit.

Von einer „neuen Lernkultur“ kann dann gesprochen werden, wenn bislang nicht dagewesene Aspekte als Erneuerung gelten können und damit verbunden zu apostrophieren ist, dass es in der Geschichte eine immer wieder auftretende Absicht gibt, auf neuartige soziale, ökonomische und wissenschaftliche Anforderungen angemessen zu reagieren.

Meyer (2013) macht deutlich, dass aktuelle Ansprüche an eine Lern- oder auch Schulkultur abzielen auf eine Fundierung unterrichtlichen Handelns, welches auf Aktivität und Eigenständigkeit der Lernenden setzt. Statt einem „Belehrtwerden“ der Schülerinnen und Schüler, geht es – auch im Sinne der Lernfeldlehrpläne – heute um die Schaffung von Lernwelten, in denen vielfältige Erfahrungen gemacht werden können (Meyer 2013, 226). Damit eingeschlossen ist, dass die Organisation nicht sich selbst genügen, sondern ihre Bildungsfunktion ins Zentrum rücken soll (Output-/Outcomeorientierung).

Im Kern geht eine „neue Lernkultur“, wie sie z. B. Meyer (2013) propagiert aus von Lernprozessen, die durch Selbstorganisation und Reflexion geprägt sind. Die Komplexität der gesellschaftlichen und der Arbeitsprozesse erfordert die (mehrperspektivische) Durchdringung von Situationen, die Identifizierung von übergeordneten Zielen und sich daraus ergebenden Aufgaben. Hierfür sind Kriterien und Indikatoren für eine angemessene Lösung zu finden, die Ziele zu konkretisieren und die Wege zu ihrer Erreichung vor dem Hintergrund der Rahmenbedingungen und Voraussetzungen planend auszuarbeiten, ihre Umsetzung im Handlungsprozess steuernd zu kontrollieren. Dabei ist Verantwortung für sich selbst und andere zu übernehmen, den gesamten Prozess vor dem Hintergrund der Erreichung der übergeordneten und der konkreten (sowie der Neben-)Ziele zu bewerten. Die Lernkultur und mit ihr die institutionalisierte Unterrichtskultur muss so auf eine umfassende Kompetenzentwicklung und auf die Eröffnung vielfältiger Lerngelegenheiten zielen, sie sollte auf die intrinsische Motivation sowie auf ein Experimentieren und Erforschen durch die Lernenden setzen und deshalb nicht zuletzt entsprechende Verfahren der Lernerfolgskontrolle wählen. Sie sollten vor allem Individualnormen zugrunde legen, die den Aufbau der Persönlichkeit fördern helfen und nicht vorrangig der Arbeitsmarktselektion dienen.

So sind durch Offenheit gekennzeichnete Unterrichtsformen notwendig. Das bedeutet, dass dafür adäquate Veranstaltungsformate, komplexe Unterrichtsverfahren wie Konstruktions- oder Funktionsanalyse, Diagnose- oder Fertigungsaufgabe usw. einzusetzen sind. In diesem Rahmen findet u. a. informelles Lernen oder multimediales statt. Es kann auch mobiles Lernen einbezogen werden. Ganz entscheidend ist, dass die Aspekte einer neuen Lehr- und Lernkultur nicht von außerhalb verbindlich gemacht werden, sondern erfolgreich nur dann gedeihen, wenn die Lehrenden aus eigener Motivation und Haltung heraus den Veränderungen zustimmen. Chancen für einen Ausbau einer derartigen Lernkultur ergeben sich vor allem dann, wenn Erfahrungen innerhalb der neuen Lernkultur gemacht werden, die in der Folge als tauglich befunden werden können und auf Seiten der Lernenden und der Lehrenden Akzeptanz finden. Es muss ausprobiert werden dürfen; es darf scheitern.

Bezogen auf die räumliche Gestaltung, die Konstruktion von Lernaufgaben, die Organisation des Unterrichts, ebenso den Einsatz digitaler Medien gilt – wie in den weiteren Bereichen verantwortungsvoller Unterrichtsplanung und Unterrichtsgestaltung – in jeglichen Fällen, die eine offene Lernkultur konstituieren, die pädagogische und insbesondere didaktische Begründung durch die einzelne Lehrkraft als unbedingte Voraussetzung (vgl. Zentgraf et al. 2008, 8 f. sowie Schüßler/Thurnes 2005, 17 ff.).

3 Technologische Wandlungsprozesse und Herausforderungen für Berufliche Bildung

Die Digitalisierung und die damit einhergehende Automatisierung von Prozessen ist ein wesentlicher „Treiber" der Entwicklung der Lern- und Unterrichtskultur. Sie wirkt auf die Gesellschaft in vielerlei Hinsicht ein, weil viele Prozesse von den beteiligten Akteurinnen und Akteuren nicht mehr händisch selbst ausgeführt werden müssen bzw. sich in ihrer Struktur verändern (z. B. bargeldloser Zahlungsverkehr). Durch sie beschleunigen sich die Handlungsprozesse (z. B. in der Kommunikation) vielfach.

Auch in Unternehmen bzw. Betrieben und für die darin Arbeitenden durchdringt die Digitalisierung die vielfältigen beruflichen Arbeitsprozesse. Die Arbeit wird konkreter und abstrakter zugleich:

- Durch die Arbeit mit Benutzeroberflächen werden die konkreten, in die Maschinen verlagerten Vorgänge unsichtbar. Oftmals bleibt unklar, was hinter den Verkleidungen der Maschinen und Anlagen geschieht, welche Wirkprinzipien den (materialen, energetischen und informatischen) Prozessen zugrunde liegen. Damit besteht die Gefahr, dass sie bei der Nutzung nicht mit ins Kalkül gezogen werden können, dass dann also unangemessene Schlussfolgerungen gezogen werden und daraus fehlerhaftes Handeln resultiert. Hier muss ein Vertrauen in ihre Hersteller/innen bzw. durch unabhängige Verbände oder andere Unternehmen als Dienstleistungen durchgeführte Überprüfungen und Tests gesetzt werden.
- In den vielen Fällen, in denen die Benutzeroberflächen der eingesetzten *Instrumente* (z. B. Maschinen) angemessen, z. B. ergonomisch nutzergerecht gestaltet und einsetzbar sind, kann sich auf der anderen Seite die Arbeit an den Oberflächen sehr viel tiefer und *konkreter* mit den wirklichen, technisch zu lösenden, komplexen Problemlagen auseinandersetzen, weil sich der jeweilig handelnde Mensch nicht vor allem mit den (in den benutzten Maschinen und Geräten unsichtbar gegebenen) technischen Voraussetzungen und der Ausführung der Prozeduren beschäftigen muss.

In der beruflichen Arbeit in den Berufsfeldern Metalltechnik, Elektrotechnik und Informationstechnik sind die Arbeitenden selbst Produzent/-innen, Instandhalter/-in-

nen usw. der Werkzeuge, Maschinen, Anlagen oder Instrumente. Das bedeutet, dass die komplexen Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen den (oft digitalisierten) Prozessen in den Maschinen und ihrer Nutzung in die Überlegungen zu den eigenen Handlungsprozessen einbezogen werden müssen. Die Kompetenzen zu entwickeln, die zunehmende Komplexität, Genauigkeit, aber auch Abstraktheit vieler Teilprozesse zu bewältigen und zur (Mit-)Gestaltung der Arbeitsprozesse zu befähigen, soll die Berufliche Bildung befördern. Folglich müssen die Lernorte Beruflicher Bildung insbesondere die Digitalisierung in den Arbeitsprozessen der künftigen Facharbeiter und Gesellen in den Blick nehmen.

3.1 Herausforderungen von Unterrichts- und Lernkultur

Berufstheoretisches und -praktisches Lernen, insbesondere im gewerblich-technischen Bereich, muss die technische Entwicklung und insbesondere die immer größer werdende Funktionsvielfalt digitaler bzw. digitalisierter Artefakte aufnehmen. In beruflichen Arbeitsprozessen, aber auch in schulischen Lernprozessen, sind heute vielfältig vielgestaltete digitale Geräte im Einsatz und es ist zu erwarten, dass deren Anteil weiter zunimmt. Sie sind also zum einen als in Beruf und Freizeit eingesetzte Mittel selbst Lerngegenstände und zum anderen Mittel des Lernprozesses. Maschinen und Anlagen sind heute in der Regel automatisiert, besitzen eine, mehrere oder eine Vielzahl von Steuerungseinrichtungen, die sich auf – mittels Sensoren erhobene bzw. anderweitig zur Verfügung gestellte – Daten sowie auf Stelleinrichtungen (Aktuatoren) beziehen. Systemkenntnisse und ein Verständnis der den Prozessen zugrundeliegenden Wirkprinzipien sind unabdingbar, um im Bedarfsfall angemessen reagieren bzw. Maßnahmen treffen zu können. Der Gebrauch und die Nutzung digitaler Geräte und Anlagen im beruflichen Kontext als „Arbeitsgerät“ bzw. als Werkzeug (jedoch ebenfalls als Medium impliziten Lernens) äußert sich, wenn Fehler gefunden, Planungen vorzunehmen, Anlagen aufgebaut und vernetzt werden sollen. Sie äußern sich, wenn Überwachungen zu tätigen sind, Informationen abgerufen werden sollen, wenn Texte, visuelle Darstellungen oder Simulationen, Augmented oder Virtual Reality das Arbeitshandeln anleiten oder unterstützen. Hier sind Systemkenntnisse, die Entwicklung von Problembewältigungsstrategien, von Prozess-(planungs-) und Selbst-(steuerungs-)-kompetenzen sowie von Medienkompetenz erforderlich.

Als Lernmedium fungieren digitale Systeme außerdem, wenn relevante Informationen beispielsweise im Internet (z. B. in Herstellerkatalogen) recherchiert werden, wenn Animationen oder Simulationen Abläufe und Zusammenhänge verdeutlichen oder wenn Lernplattformen mit mannigfaltigen Aufgabenstellungen und Medienangeboten die Lehr- und Lernprozesse bereichern sollen. Gegenstand von geplanten Lernprozessen werden digitale Geräte dann, wenn die Medienkompetenz in Schulen ausgebaut, gefestigt und erweitert werden soll. Dabei müssen Aussagen auf ihren Gehalt oder Abläufe auf ihre Wahrscheinlichkeit geprüft und Aufgabenstellungen vor dem Hintergrund der Angaben interpretiert, Kriterien für ihre Lösung erkannt, Indikatoren für ihre Erfüllung gefunden werden. All das bedeutet, dass die

Lernenden heute in Arbeitsgruppen, theorie- und erfahrungsgeleitet, gemeinsam, aber selbstständiger agieren müssen. Hierfür ist, u. a. über die Bereitstellung entsprechender Lernumgebungen, ein Lernklima zu schaffen, welches durch die Lern- und Unterrichtskultur gestützt wird.

Wie künftiges, auf Digitalisierung bezogenes, Lernen an einer Berufsschule aussehen kann, illustrieren Gebhardt/Grimm in einem imaginären Szenario. Für die Entwicklung von beruflichen Kompetenzen im Rahmen von Digitalisierung und Automatisierung sehen die Autoren als maßgebliche Zielstellung eine stark ausgeprägte Orientierung in digitalisierten und vernetzten Arbeitsumgebungen sowie die Fähigkeit zum gestaltenden Handeln darin (vgl. Gebhardt/Grimm 2016, 4). Die berufsbildenden Schulen stehen deshalb vor dem Erfordernis, nicht (mehr) nur Wissen zu vermitteln, sondern die Lernenden dabei zu unterstützen, Kompetenzen zu entwickeln. Vor dem Hintergrund der Digitalisierung ist die Bereitstellung adäquater und relevanter Angebote des Einbezugs analoger, die Nutzung digitaler Systeme vorbereitender, und digitaler Medien selbst als Arbeitsmittel im Berufsleben, als Lernmedien und schließlich als Lerngegenstand, dazu ein Weg. Zweifellos sind, um der Komplexität der Handlungsprozesse und der Systeme und Anlagen gerecht zu werden, Lern- und Lehrprozesse zu verändern.

So ist es doppelte Aufgabe der Lehrenden, sich im Rahmen der Digitalisierung kritisch mit den Arbeits- und Lernmedien auseinanderzusetzen und ihren Einsatz zu prüfen. Neben der inhaltlichen Seite, die eine Beschäftigung mit entsprechenden Geräten, Maschinen und Anlagen fordert, spricht für den Gebrauch digitaler Instrumente als Lernmedien, dass sie – im wahrsten Sinne des Wortes – „Einblicke“ in Strukturen und Zusammenhänge bieten können, die ansonsten ohne weiteres nicht möglich sind. Als Beispiel seien Werkzeugmaschinen herangezogen, die in ihrer heutigen Ausführung sehr viel stärker „verschlossen“ sind, etwa durch Kapselung von Komponenten der Maschine. Hier können digitale Medien, etwa Animationen und Simulationen, Medien auf Basis von Augmented Reality, vor allem aber Virtual Reality Abhilfe leisten. Während Augmented Reality, z. B. durch Nutzung von Tablet, Brille oder auch dem Smartphone, (technische) Objekte und Prozesse durch Anreicherung von Kontext anschaulich und dadurch eventuell leichter verständlich macht, können die Anwenderinnen und Anwender digitaler Technologie – in Benutzung einer die Wahrnehmung der „wirklichen“ Welt abschottenden Brille und durch Simulation von Bewegungen im Raum – fast vollständig in Strukturen, Systeme und Prozesse durch Virtual Reality eintauchen (vgl. Wilbers 2016, 9 sowie Köhler/Niethammer 2018, 4 f.). Die realitätsnahe Umsetzung von ansonsten unzugänglichen Räumen oder gefährlichen Situationen ermöglicht selbst komplexe interaktiv-kinästhetische Erfahrungen. Das heißt, die Schülerinnen und Schüler können in solchen Lernumgebungen situativ und in Interaktion u. a. tiefer in die Details des Lerngegenstandes Einblick nehmen und damit selbst entscheiden, wie der Lernprozess stattfinden soll.

Unabdingbar dafür ist für diejenigen, die die Geräte und Lernumgebungen bereitstellen – neben der Kenntnis der digitalen Geräte als Lernmedien – ihre korrekte

Konfiguration. Besteht diese nicht, kann es im schlimmsten Falle zu Fehlschlüssen bzw. zu Missverständnissen bei den – die virtuelle Welt nutzenden – Lernenden kommen. In solchen Fällen ist nicht nur das Potential jener Medien „verspielt", sondern schlimmer noch: deren Einsatz hinterlässt Fehlvorstellungen, bringt ein unkorrektes Verständnis der Zusammenhänge hervor und führt dadurch zu fehlerhaften Vorgehensweisen im Umgang mit digitalen Geräten als Arbeitsmittel.

Die beruflichen Schulen sind dementsprechend vor große Herausforderungen gestellt. Für Ihre Bewältigung müssen äußere und innere Faktoren berücksichtigt werden.

3.2 Äußere Aspekte der Lernkultur als Rahmenbedingungen des Lehrens und Lernens

Als äußere Faktoren zur Hervorbringung einer „neuen Lernkultur" sind die Kontextbedingungen und organisatorische Aspekte zu berücksichtigen. Bereits ein konkreter Blick auf, in der Einleitung genannte, Träger einer neuen Lernkultur, macht deren Bedeutung für Lehr- und Lernprozesse klar:

- Verantwortung der Länder und Schulträger, Unterstützung durch Sponsoren: Ist die durch die Schulträger verantwortete bauliche und installationsmäßige Infrastruktur bzw. der Zustand der Gebäude adäquat? Kann die informationstechnische Ausrüstung (Stichwort: Breitbandausbau) und Ausstattung der Gebäude u. a. durch die Kommunen den Anforderungen der Digitalisierung genügen? Sind von den Schulträgern oder auch Sponsoren gestiftete weitere technische Einrichtungen (z. B. Maschinen als Realmedien) vorhanden und inwieweit werden sie eingesetzt? Bis heute sind Lehrende elektro-, metall- oder informationstechnischer Fächer und Fachrichtungen mit der Instandhaltung und Aktualisierung der Systemtechnik in den Institutionen betraut – neben ihrer täglichen Unterrichtsverpflichtung (vgl. z. B. Jepsen 2014). Vor dem Hintergrund durchgreifender Digitalisierung wird kaum mehr ausreichend sein, den Lehrkräften im Rahmen von Funktionsstellen die Systemadministration zuzuweisen – vielmehr sollten künftig die Schulträger in der Pflicht stehen, dafür eigens Fachkräfte vorzuhalten.
- Handlungsprogramm der Institutionen: Existiert ein Schulprogramm, das eine ganzheitliche Betrachtung der beruflichen Handlungsprozesse und der schulischen Lernprozesse, der Anforderungen an die Einrichtung und das Personal einbezieht? Werden die Aspekte der Digitalisierung und eines mehr oder weniger digital bestimmten Lernens verbindlich in Lehr- und Lernprozessen berücksichtigt und ihnen entsprochen? Finden sich Entwicklungsperspektiven und obligatorische Weiterbildungsaufforderungen?
- Leitung der Institution: Zu fragen ist, ob die Leitungsebene der, komplexere Handlungszusammenhänge hervorrufenden, Digitalisierung im Ganzen eher skeptisch oder offen gegenübersteht und entsprechende Impulse setzt, so dass diese in die Lehrerschaft hineinwirken. Es macht erhebliche Unterschiede, ob sich eine skeptische Einstellung in der Gebäudeinfrastruktur, in den Räumlich-

keiten, den Medien, der zeitlichen Organisation sowie direkt auch auf die Haltung der Lehrenden überträgt oder ob durch eine offene Begegnung mit den neuen Anforderungen, durch eine Verdeutlichung der Chancen von Digitalisierung, Zurückhaltung und Ablehnung abgebaut und eventuell bestehende Ängste reduziert werden können.

- Funktionsfähigkeit der Infrastruktur und Kompetenzen des Personals: Lehrende an beruflichen Bildungsinstitutionen nutzen digitale Medien zwar besser als die an allgemeinbildenden Schulen (vgl. Eder 2015, 26 f. sowie Apel/Abt 2016). Dies geschieht aber dennoch eher verhalten, da sie zum einen die informationstechnische Ausstattung in den eigenen Häusern als nicht hinreichend erachten. Zum zweiten treten ab und an Funktionsstörungen der technischen Systeme auf, welche den geplanten Unterricht verunmöglichen. Hinzu kommen zum dritten fehlende technische Unterstützung sowie ein Mangel an Fundierung durch pädagogisch-didaktische Konzepte (vgl. Eder 2015, 35). Interessant ist, dass in Schulen, in denen die Nutzung digitaler Medien als prioritär gesehen wird, jene auch häufiger gebraucht werden. Eder merkt dazu an: „Im Kontext der schulischen Berufsbildung stellt sich die Frage, inwieweit die Kollegen, die Schulleitung sowie die Auszubildenden die Nutzung der digitalen Medien im Unterricht erwarten, einfordern und positiv bewerten. Die Schulleitungen/Abteilungsleiter müssten sich überlegen, inwieweit es möglich ist, eine verpflichtende Einführung des Mediums zu realisieren. Bei der Anschaffung kostenintensiver technischer Lernsysteme erscheint es berechtigt, hier von den Ausbildern/Lehrkräften auch eine entsprechende Nutzung klar einzufordern." (Eder 2015, 39). D. h., es geht um eine sich verändernde Lernkultur.

Insofern sind diese äußeren Kontexte, welche die Lernprozesse in den Unterrichtsprozessen rahmen, ein kaum zu unterschätzender Faktor der Lernkultur. Als Voraussetzungen, sei es in Form von infrastrukturellen Gegebenheiten, des Klimas einer offenen bzw. eingeschränkten Begegnung mit dem Neuen oder den Kompetenzprofilen der Lehrenden, beeinflussen sie die organisatorische Ebene der Institution erheblich. Die äußeren Rahmenbedingungen, sprich die bereitgestellte Lernumgebung, ermöglichen oder behindern die Entwicklung einer Lernkultur im Inneren, also den Lehr- und Lernprozessen auf inszenierter unterrichtlicher Ebene, welche den Anforderungen der Digitalisierung angemessen Rechnung trägt. Nicht unberührt von den organisationalen Gegebenheiten bleibt die kollegiale Ebene: Der Austausch über Erfahrungen, Erfolgserlebnisse und auch Rückschläge schafft ein tragfähiges Fundament und den Freiraum zum Erfahren von Selbstwirksamkeit statt Ausgeliefertsein, dem Erkennen von Chancen sowie verhältnismäßiger kritischer Bewertung der Potentiale digitaler Medien.

3.3 Innere Aspekte der Lernkultur als Kern des Lehrens und Lernens

Die Möglichkeit der Anbahnung von Kompetenzentwicklungsprozessen bei den Auszubildenden im Rahmen von Unterricht ist wesentlich von der inhalts- und pro-

zessbezogenen fachlichen, der planerischen und didaktischen Kompetenz der Lehrkräfte in den Betrieben, überbetrieblichen Ausbildungsstätten und vor allem an den Beruflichen Schulen abhängig. Soll eine adäquate Nutzung der oben eingeforderten Infrastruktur gewährleistet sein, dann kommen, durch die Digitalisierung befördert, auf sie enorme Herausforderungen nicht nur in organisatorischer Hinsicht insoweit zu, dass sich die Ausbildungs- und Unterrichtsinhalte sowie geeignete Aufgabenstellungen vorwiegend aus mehreren *miteinander verwobenen* Technikbereichen (Metall-, Elektro-, Informationstechnik) konstituieren (vgl. die Neuordnungsverfahren für die technischen Berufe, die die Digitalisierung aufgreifen). Im Rahmen des Unterrichts werden deshalb die Funktionsweisen informationstechnischer Infrastrukturen (bis hin zu sprachwissenschaftlichen oder mathematischen Grundlagen), allen voran das Internet (of things and services), noch stärker in die Lehr- und Lernprozesse einzubeziehen sein. Um trotzdem eine Angemessenheit der Lerninhalte und der Kompetenzentwicklungsprozesse zu gewährleisten, wird sich das Lernen noch stärker an den beruflichen Aufgabenstellungen, an (den durch Interdisziplinarität gekennzeichneten) beruflichen Arbeitsprozessen orientieren müssen.

In Zusammenhang mit der entwickelnden Erarbeitung von Kompetenzen stehen zwei weitere Aspekte: zum einen die eben schon erwähnte Kooperation der Lernenden in der Durchdringung berufsrelevanter Inhalte. Zum anderen neben der Nutzung der bereitgestellten arbeitsprozessbezogenen Infrastruktur die der digitalen Medien u. a. zur gezielten Informationsbeschaffung – auch jenseits von Lehrbuch und Arbeitsblatt sowie zur Erhöhung von Anschaulichkeit und der Beförderung von Verständnisprozessen durch vielfältige Darstellungsmöglichkeiten (vgl. Gebhardt/Grimm 2016, 7). Für Metall- und Elektroberufe geeignete Bildungstechnologien führt Eder an. Simulationen, Augmentierte und virtuelle Realität, Podcasts, Wikis, Blogs, Serious Games usw. auf Programmebene treffen dann auf Hardware, wie etwa herkömmliche Arbeitsplatzrechner und Laptops, aber auch auf Smartphones, Tablets oder interaktive Tafeln. Verbunden mit branchentypischer Software sowie Produktionsmaschinen, wie sie auch in den Betrieben zu finden sind, werden reichhaltige Medienpools gebildet und teils auch schon vorgehalten (vgl. Eder 2015, 23).

Werden die Trends in den Unternehmen berücksichtigt, so bedarf es zunehmend interdisziplinär eingerichteter Lerngruppen, worin berufs- sowie berufsfeldübergreifend gelernt wird. Nach wie vor bedeutsam bleibt die Handlungsorientierung und ein entsprechendes Zeit- und Organisationsregime als eine Grundlegung beruflicher Lehr- und Lernprozesse – diese ist sogar weiter auszubauen, indem zunehmend ineinandergreifende Handlungen verschiedener Berufe und Berufsfelder thematisiert werden. Eine weitere Basis bildet – ebenso nach wie vor – die Kompetenzorientierung: Es besteht die Forderung nach einem Umgang mit digital fundierten Prozessen und Systemen. Diese müssen entworfen, realisiert, betrieben, ggf. optimiert werden und ihre Funktionsfähigkeit muss interdisziplinär aufrechterhalten oder wiederhergestellt werden. Es liegt auf der Hand, dass ein Erwerb isolierter Wissensbestände (auch über digitale Artefakte) keineswegs ausreicht. Die Lernfeldlehrpläne der beruflichen Erstausbildung mit ihrer strukturellen Offenheit können diese

Aspekte zweifellos aufnehmen. Überdies wirken sich solche Merkmale der Digitalisierung auch auf Technikbereiche aus, welche die Ebene der Fort- und Weiterbildung an Beruflichen Schulen betreffen. Folglich muss sich in den Lehr- und Lernprozessen ebenfalls die Interdisziplinarität abbilden, indem Technikbereiche noch stärker als bisher ineinandergreifen. Darüber hinaus bedarf es eines verstärkten und tiefgreifenderen Durchdringens digital basierter Prozesse und Systeme (vgl. Gebhardt/Grimm 2016, 6 f.).

Das scheint zunächst eine enorme Überforderung darzustellen. Insofern stellt sich die Frage: Wie können Strukturen geschaffen werden, die die Lehrenden in den Institutionen z. B. selbst in die Lage versetzen sich mit den Ausprägungen und Auswirkungen der Digitalisierung vertraut zu machen, wie sie u. a. mit Hilfe entsprechender Anlagen und anderweitiger Medien diese in den Unterricht einbringen können, wie sie ihre Wirkungen unterrichtlich vielfältig abbilden können, um die Auszubildenden in einer entsprechenden Kompetenzentwicklung zu fördern usw. Es ist klar, nicht jede (bisher vorgeschlagene) Maßnahme wird erfolgreich einzusetzen sein.

4 Lernumgebungen in Beruflichen Schulen – theoretische und spezifische Gesichtspunkte

Ein wichtiger Faktor, dem Ziel der zunehmenden Bedeutung digitalisierter Prozesse im Alltag, in der beruflichen Arbeit und als Medien näher zu kommen, ist die Einrichtung entsprechender Lernumgebungen (einschließlich der Zeitstruktur, der räumlichen Gegebenheiten und der Medien). Zur Anregung eines (zunehmend selbstgesteuerten) Lernens müssen Lernumgebungen vielfältig und gehaltvoll, offen und flexibel gestaltet bzw. gestaltbar sein. Dies gilt noch mehr vor dem Hintergrund der Digitalisierung, deren Voraussetzungen und Strukturen von den Lernenden nicht allein durch den Einsatz z. B. von automatisierten Modellfabriken (im Sinne einer „Industrie 4.0“) zu durchdringen ist, sondern verschiedener Zugänge (bis hin zur Durchführung manueller Arbeiten) bedarf. Die entsprechenden Kompetenzen liegen auf unterschiedlichen Ebenen, werden einesteils immer abstrakter und müssen deshalb umfassend und anderenteils sehr konkret entwickelt werden (vgl. dazu die Ausführungen oben sowie u. a. Hartmann 2015, 2017 und 2018a und b.

4.1 Der Raum als Setting der Inszenierung komplexer Lernsituationen

Für PAHL ist ein „Berufsschulgebäude“ als „vergegenständlichte Form einer multifunktionalen Lern- und Arbeitsumgebung“ (Pahl 2008, 312) für die darin Lernenden interpretierbar. Da in der Regel seit der Vergegenständlichung der dem Gebäude und seiner Einrichtung zugrundeliegenden Konzepte jedoch bereits eine gewisse Zeit ins Land gegangen ist, sich Haltungen, Technik und Konzepte mit der Zeit entwickeln, ist nicht davon auszugehen, dass das Gebäude und die durch es und seine Einrichtung geschaffene Lernumgebung auch nach vielen Jahren den veränderten

Anforderungen noch immer angemessen sein wird. Jedoch sind die Architektur des Gebäudes samt dessen Räume sowie Labore und Werkstätten Bedingungen des Lehrens und Lernens und sie wirken sich damit nicht nur auf die Lernmotivation der Auszubildenden aus, sondern auch auf das in ihnen Machbare. PAHL beklagt, dass bei Planungen von Berufsschulgebäuden nur allzu oft technische und ökonomische sowie finanzielle Kriterien angelegt werden und soziale, humane und ökologische Aspekte sowie Gesichtspunkte der Lernorganisation und Gestaltungsoffenheit in den Hintergrund treten (vgl. Pahl 2008, 312 f.)

Vor diesem Hintergrund kann gefragt werden, welche Kompetenzen bei den Lernenden wirklich entwickelt werden (können), wenn – wie vielfach üblich – die Tische und Stühle in Reih und Glied aufgestellt, zur (Projektions-) Tafel hin ausgerichtet sind und die Räumlichkeit ansonsten leer ist. Die Lern- und Unterrichtskultur zielt auf ein effizientes Übertragen der Inhalte vom (mitgebrachten) Material in die kognitiven Strukturen der Lernenden, die Überprüfung dieses Transfers im Rahmen von Klassenarbeiten, nicht aber auf ein (durchaus theorie-basiertes) selbstständiges Bewältigen von beruflichen Handlungssituationen. Die Lernenden bleiben in diesem Fall im wesentlichen Rezipienten, die durch möglichst kluge Beteiligung am Unterricht zeigen müssen, dass sie etwas lernen bzw. wissen.

Lernfeldstrukturierte Curricula fordern einen handlungsorientierten Unterricht. Es ist die Frage, wie dieser Unterricht inszeniert werden kann, wie eine Lern- und Unterrichtskultur geschaffen werden kann. Dabei sind insbesondere die bereitgestellten Lernumgebungen zu beachten, weil sich in ihnen zweifellos die Vorstellungen von Unterricht kristallisieren. An die Lern-Räume sind jeweilige Bedeutungen von „Raum“ gebunden. Für Lernräume kann gelten, dass z. B. eine fest fixierte und nicht veränderliche Anordnung u. a. der Sitzmöbel bestimmte Erwartungen geradezu „heraufbeschwört“ (Lehrervortrag, Frontalunterricht, Unterrichtsgespräch, maximal Partnerarbeit) und andere dagegen nahezu verunmöglicht, wie kooperatives und selbstgesteuertes Lernen, Freiheit und Flexibilität zur Raumgestaltung usw. (vgl. Wittwer/Dietrich 2015, 24 und vgl. auch Böhme 2009, 18 f.). Wittwer/Dietrich erkennen dem „Raum“ für Berufsbildungs- und Weiterbildungsbezüge eine Mehrdimensionalität zu, die sich als *materieller* Raum zunächst darstellt als (Teil von) Gebäude mit Ausstattung und Einrichtung für Bildungszwecke und sodann durch Lehr- und Lernsettings darin zum pädagogischen Raum erweitert. Damit untrennbar verbunden ist auch die Perspektive eines sozialen Raums als Begegnungsort der am Lernprozess Beteiligten. Durch die vielfältigen Abläufe und Resultate von innerhalb der Lernsettings ablaufenden Handlungen wird der Raum schließlich zum Erfahrungsraum. Derlei Räume können auch als virtuelle Räume vorliegen bzw. in einem Zusammenhang mit diesen stehen (vgl. Wittwer/Dietrich 2015, 11).

Von grundlegender Bedeutung ist, wieder mit Wittwer/Dietrich (2015, 17), dass (materiell-physische) Räume in der beruflichen Bildung „Eigenräume“ sein sollten, deren dezidierter Zweck die Entwicklung von beruflicher Kompetenz ist. Davon unbenommen ist aber zu sehen, dass die Kombination unterschiedlicher Funktionen wie der Fachraum- und der Werkstattcharakter (unter Berücksichtigung von Sicher-

heitsaspekten) in einem Lernraum in der Regel dem Lernprozess dienlich ist, weil z. B. sich geplante Produkte im Anschluss direkt umsetzen, ihre konkrete Gestalt im Nachhinein direkt reflektieren lassen.

Der pädagogische Raum steht bei Göhlich im Fokus. Das Interieur des Raums verbindet den Raum zwar mit bestimmten Handlungen, die in ihm stattfinden (sollen) bzw. mit Vorstellungen, wie er zu nutzen sei, allerdings wird der Raum erst zu einem Raum des Lehrens und Lernens, wenn die darin sich aufhaltenden Subjekte die Ausstattungsgegenstände und Materialien auch für ein Lehren und Lernen verwenden (können) (vgl. Göhlich 2009, 90 f.). Die letzte Anmerkung Göhlichs spricht einen Umstand an, der besonders zu beachten ist: Wenn Lern- und Unterrichtsräume mit einer speziellen, zudem teuren Einrichtung, wie etwa Experimentallabore oder Fachkabinette, ausgestattet sind und man sich darum vielleicht lange Zeit bemüht hat, so kann eine Stimmung „erhöhter Vorsicht" vorherrschen. Zugrunde liegt dem die nachvollziehbare Angst vor Beschädigungen. Dennoch: Lernräume existieren, um Kompetenzen zu erarbeiten und Erfahrungen zu machen – dies ist untrennbar miteinander verwoben. Beim Hantieren mit den Einrichtungsgegenständen muss auch etwas kaputtgehen dürfen.

In den spezifisch eingerichteten (Fach-)Räumen befinden sich in aller Regel Medien (im weitesten Sinne verstanden), die zur Ausbildung (möglichst beruflicher und nicht nur in der Schule einsetzbarer) Kompetenzen dienlich sind. Flexibilität ist – wie bereits oben genannt – ein wichtiger Faktor. Sind feststehende Einrichtungen und Ausstattungsgegenstände installiert, kann dies bedeuten, dass die Flexibilität reduziert ist. In manchen Fällen lässt sich das auch nicht anders bewerkstelligen, z. B. wenn sicherheitstechnisch kritische (Elektro-)Anlagen aufgestellt sind. Auch wenn das in den Richtlinien zum Arbeitssicherheit nicht empfohlen wird, ermöglicht die Kombination solcher Räume mit angeschlossenen, offenen Räumen in *didaktischer* Sicht die Durchführung einer selbstständigen und eigenverantworteten Lernarbeit im Rahmen des Einsatzes komplexer Unterrichtsverfahren. In diesem Rahmen ist das Zusammenspiel des Einsatzes von Realmedien (zur Generierung von Erfahrung), von anschaulich vermittelnden Medien (Demonstrationsobjekte, Bilder, Filme, Animationen) und von über Medien vermittelten sehr abstrakten Inhalten (z. B. im Rahmen von Texten oder technischen Dokumenten unter Einsatz von fachlich begründeten Symbolen, vgl. Hartmann 2018c) sehr hilfreich.

Klar ist, dass die Lernumgebung bzw. der Lernraum konstitutiv ist für die Lernmöglichkeiten, die geschaffene Atmosphäre, die rollenspezifischen Zuweisungen und ihr aktivierendes Potenzial, die Möglichkeiten der Inszenierungen im Handlungsraum und damit für die Lern- und Unterrichtskultur. Ein auf das Gestaltungspotenzial der Lernenden ausgerichteter Lernraum benötigt Offenheit. Offenheit ergibt sich nicht (einfach) durch die Bereitstellung möglichst umfangreicher, Maschinen- und Anlagenpools. Die Lehrenden müssen bereit sein, das Potential des Raums zu nutzen, indem sie befürworten, dass die Lernenden selbstgesteuert und -verantwortlich Lösungswege in deren selbst gewählter Weise (sei es etwa in Gruppen- oder Partnerarbeit) erarbeiten.

4.2 Digitale Lernumgebungen – Chancen und Begrenzungen

Die gegenwärtige Tendenz zur Digitalisierung verschärft die oben angesprochenen Probleme der Bereitstellung adäquater Lernumgebungen, da sich der Aufwand der Einrichtung erhöht. Industrie 4.0 abbildende Modellfabriken sind sehr kostspielig, ihre Eignung aber ist durchaus in Frage zu stellen, die für den handelnden Umgang mit ihnen (im Rahmen von deren Aufstellung, Betrieb und Instandhaltung usw.) notwendigen Kompetenzen zu entwickeln. In ihrer Komplexität vermitteln sie in vielen Fällen den Eindruck, dass sie fertig und abgeschlossen sind. Auch in Unternehmen ist dies auf den ersten Blick nicht anders, wenn z. B. in der Massenfertigung große und komplexe Anlagen aufgestellt und vernetzt werden. Hier aber sind ständig Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten durchzuführen; ältere Anlagenbestandteile sind zu integrieren oder müssen werden ersetzt. Natürlich werden die Lernenden, ja nicht einmal unbedingt alle erfahrenen Fachkräfte an solche Anlagen herangelassen. Sicherheitsaspekte spielen eine wichtige Rolle. Jedoch sind die ständigen Änderungen im Prozess zu bewältigen.

An den von den Schulen beschafften und genutzten Anlagen können in der Regel umfangreichere Anlagenbestandteile oder kleinere Baugruppen identifiziert, Prozesse zumindest teilweise nachvollzogen, Fehler geschaltet und damit im gewissen Umfang Diagnosekompetenzen angebahnt oder – im Rahmen von Umstellungen der Anlagenbestandteile – Prozesse verändert, sodass z. B. das Programmieren von Schnittstellen geübt werden kann. Die Wahrnehmung der Komplexität einer solcherart vernetzten Anlage ist durchaus als hilfreich anzusehen, um ein Verständnis für die Herausforderungen zu entwickeln. Beispiele für solche Lernfabriken bestehen bereits in mehreren Bundesländern (vgl. Walker u. a. 2018; Henke u. a. 2018; Löhr-Zeidler u. a. 2016; Hörner 2018; Windelband/Faßhauer 2016; Dröge u. a. 2018 a/b). Es besteht aber auch die Gefahr, dass die Anlagen, sind sie einmal aufgestellt, nur noch oberflächlich genutzt werden und angesichts ihrer Unzugänglichkeit und geringen Modifizierbarkeit, die tiefe Arbeit an Details bzw. sogar der Aspekt der komplexen Ganzheit und vor allem ihrer Gestaltbarkeit nur noch unzureichend thematisiert wird. Denn vielfach sind die Prozesse auch in den Modellfabriken relativ unsichtbar. Bereitgestellte, sie abbildende Simulationen und mit ihnen verknüpfte Lernaufgaben können evtl. einen tieferen Einblick ermöglichen. Doch ihre Bereitstellung führt zu hohen Kosten und es besteht die Gefahr des Schematismus, weil jede Änderung ebenfalls programmiert werden muss. So kann das Lernen mit jenen Anlagen methodisch zu einer Einübung verfahrensbezogener Verrichtungen, d. h. Anpassungsqualifizierung verkommen (z. B. in Hinsicht auf die Diagnostik oder das Üben des Programmierens).

Noch wichtiger ist jedoch, dass ein Verständnis für die Anlagen nicht allein in der Programmierung oder im symbolbezogenen Agieren, also in der Abstraktion liegt, nicht in der Identifizierung einer bestimmten Art von Fehlern (z. B. Programmierfehlern), sondern im Erfassen von Wirkprinzipien und ihrem – auf verschiedenen Abstraktionsebenen liegenden – Zusammenspiel. Deshalb scheint es uns für die Förderung „Industrie 4.0-spezifischer“ Kompetenzen als nicht unbedingt not-

wendig, derart umfassende Lernumgebungen zu installieren. Da die Prozesse in realen Maschinen durch Kapselung, Miniaturisierung und auch z. B. die Ersetzung von hardwarevermittelten Prozessen durch Softwareprozesse, noch mehr durch den Einsatz „lernender Maschinen" immer abstrakter werden und auch weil die Prozesse unzugänglicher werden, auf Algorithmen beruhen, und damit unanschaulicher, ja sogar unsichtbar werden (vgl. Hartmann 2017, 2018a), halten wir es eher für weiterhin dringlich, den Lernenden zugrundeliegende Prozesse und ihre Wirkprinzipien zu verdeutlichen (vgl. Schmid 2018, 30). Die Anbahnung eines Verständnisses der komplexen Anlagen ist u. a. sogar durch den Einsatz handgeführter Werkzeuge und konventioneller Maschinen und Anlagen (Erfahrungen bzgl. des Werkzeugeingriffs und der Oberflächengüte) oder evtl. sogar durch soziokulturell ausgerichtete Experimente leistbar, nämlich wenn es um ein Verständnis der Kommunikation der Maschinen oder gekapselten Anlagenteile untereinander geht. Hier können Erfahrungen gewonnen werden, die den Nachvollzug der digital-maschinellen Prozesse ermöglichen.

Das Ausweichen auf den (Teil-)Einsatz von, auf Virtualisierung beruhenden, Medien wäre durchaus eine starke Alternative, um einen Zugang zu den (ebenfalls virtualisierenden) Techniken zu erhalten, eine Anschaulichkeit zu wahren und die vernetzte Fabrik abzubilden (vgl. z. B. Haase 2017). Diese Alternative ist gegenwärtig vereinzelt (vgl. die bereits genannten Beispiele), aber in der Fläche noch nur begrenzt einsetzbar, da solche Lernumgebungen (als „Content" für Lernen) bereitgestellt werden müssen und (in der Regel spezifisch) zu programmieren sind.

Ein weiteres Problem ist oben bereits aufgeworfen worden: Die Frage des „Vertrauens". Ist der dargestellte, also mittels Daten vermittelte Prozess ein die Wirklichkeit (relativ umfassend) abbildender, oder handelt es sich um einen Missverständnisse fördernden Prozess? Hier sei darum angemerkt, dass von zahlreichen Autoren ein Lernpotential digitaler Medien für die Lernenden gewissermaßen von vornherein unterstellt wird und überdies die Potentiale für eine – durch die Systeme selbst generierte – Lernorganisation doch allzu hoch angesetzt werden (vgl. dazu exemplarisch Köhler/Niethammer 2018, 3; 5 f.). Sicher bedarf es einer kritischen Prüfung im Einzelfall. In Form von sogenannten „Fake-News" begegnet uns das Problem der Unsicherheit von Daten auch an anderer Stelle in der Gesellschaft. Das wirft uns (und die Lehrenden) darauf zurück, die „wirklichen" Mechanismen erfahrbar zu machen, durch unmittelbare Erfahrung beim Einsatz von handgeführten Werkzeugen, bei der Programmierung von z. B. CNC-Maschinen, aber auch – wie eben angedeutet – im Rahmen z. B. von (auch sozialwissenschaftlich motivierten) Experimenten. Diese können verdeutlichen, wie mittels Auswertung von Daten Zusammenhänge statistisch nahegelegt werden, wie also „lernende Maschinen" zu ihren (evtl. mit allen möglichen Mängeln behafteten) Ergebnissen kommen könnten.

5 Fazit

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Lernkultur an beruflichen Schulen durch die Digitalisierung vielfältig herausgefordert ist. Die Gesellschaft richtet Bildungsanforderungen infolge der Digitalisierung direkt an die Bildungsinstitutionen. Die Schulen sollten versuchen, dem bestmöglich gerecht zu werden. Dabei spielt ihre informationstechnische Infrastruktur ebenso eine Rolle, wie etwa die Nähe zu den Arbeitsprozessen in den Unternehmen.

Die Errichtung/Einrichtung einer Lernumgebung muss die Interdependenz von Inhalten, Zielen, Methoden und Medien berücksichtigen. Die Gestaltung des Lernraums gestattet Offenheit und begrenzt sie auch, die Architektur prägt Lernbedingungen und beeinflusst die Lernmotivation. Lernende Subjekte müssen die Einrichtungsgegenstände des Raums für ihre Kompetenzentwicklung auch gebrauchen können, sie müssen es dürfen und auch vermögen, ansonsten ist dieses Potential verspielt und der „Lern"-Raum deutlich kleiner. Die Gestaltung eines Lernraums kann bestimmte Erwartungen hervorrufen und damit eine Auswahl bestimmter Lernsettings begünstigen und alternative Entscheidungen behindern. Im aktivierten und inszenierten Lernraum sollen Lernende ihr Selbst ein- und hervorbringen können – und sie nehmen wahr, welche Entwicklungs- und Entfaltungsmöglichkeiten bestehen. Räume wurden – und werden zum Teil noch heute – erstellt und bewertet nach organisatorisch-funktionalen, physikalischen, auch rechtlichen (z. B. Brand-, Arbeitsschutz) Gesichtspunkten – weit seltener spielen lernorganisatorische und gestalterisch-ermöglichende (also didaktische) Gesichtspunkte eine Rolle sowie Bedürfnisse beruflichen Lernens.

Bedeutsam ist in diesem Zusammenhang, wie die jeweiligen Schulen das Verhältnis der Digitalisierung in ihrer Vielfalt zu den Lehrenden und Lernenden berücksichtigen, wobei auch die Bewältigungsstrategien der Vergangenheit hinsichtlich technischem und aufgabenbezogenem Wandel und damit verbundener Sozialisationserfahrungen in die nunmehr aktuelle Lage hineinspielt. Diese eher äußerlichen Faktoren werden ergänzt durch innere Gesichtspunkte, wie Erfordernisse der Kompetenzentwicklung und Handlungsorientierung in der unmittelbaren Planung und Durchführung beruflichen Unterrichts unter Berücksichtigung der Arbeitsprozesse in den Unternehmen. Ein Wandel der Lernkultur ist deshalb zu erwarten. Allerdings wird er nicht uniform daherkommen. Überdies gilt, dass die Herausbildung einer neuen Lernkultur infolge der Digitalisierung insbesondere auf die Zustimmung der Akteurinnen und Akteure angewiesen ist. Dafür sind positive Erfahrungen notwendig, die „ihre Zeit brauchen".

Kooperativ selbstständiges, auf die Bewältigung von Problemlagen orientiertes, Interessen anderer berücksichtigendes Arbeiten im Rahmen von erfahrungsbasierter und theoriegeleiteter Durchdringung der Zusammenhänge komplexer (virtueller und realer) Systeme, das ist die Herausforderung der Berufsbildung unserer Tage. Dieser Herausforderung gerecht zu werden, bedarf des (berufsspezifischen) Einsatzes kompetenz-, entwicklungsstand- und lernprozessbezogener, komplexer Lernum-

gebungen. Lernumgebungen müssen aber nicht unbedingt (in jeder Hinsicht) auf dem neuesten technischen Stand sein. Dieser Stand kann die Lernbedingungen sogar negativ beeinflussen, wenn die Erfahrungsermöglichung der Lernumgebung reduziert ist und eine Flexibilität nicht mehr gegeben ist. Dann wird die Lern- und Unterrichtskultur hinter den Notwendigkeiten der Kompetenzentwicklung zurückbleiben. Im Vordergrund sollte also stattdessen die Etablierung einer offenen und lernförderlichen Lern- und Unterrichtskultur stehen. Nur wenn sich die Lernenden selbst in den Lernprozess einbringen, ist die Chance gegeben, dass die Arbeitenden auch in Zukunft noch (möglichst hinreichend) wissen, was sie wirklich tun. Das ist für eine offene Gesellschaft unbedingt zu fordern!

Literatur

Apel, Jens; Apt, Wenke (2016): Digitales Lernen, In: Wittpahl, Volker (Hrsg.): Digitalisierung. Bildung – Technik – Innovation. Berlin und Heidelberg, S. 67–75.

Böhme, Jeanette (2009): Raumwissenschaftliche Schul- und Bildungsforschung, In: dies. (Hrsg.): Schularchitektur im interdisziplinären Diskurs. Territorialisierungskrise und Gestaltungsperspektiven des schulischen Bildungsraums. Wiesbaden, S. 13–22.

Dröge, Ralph Peter; Grund, Joachim; Jurgensen, Matthias; Keppler, Mario; Vohwinkel, Jochen (2018a): Lernfabrik 4.0 Bietigheim-Bissingen in Baden-Württemberg – Teil 1. In: lernen & lehren, 33. Jg., Heft 129. Wolfenbüttel, S. 39–43.

Dröge, Ralph Peter; Grund, Joachim; Jurgensen, Matthias; Keppler, Mario; Vohwinkel, Jochen (2018b): Lernfabrik 4.0 Bietigheim-Bissingen in Baden-Württemberg – Teil 2. In: lernen & lehren, 33. Jg., Heft 130, Wolfenbüttel, S. 84 f.

Eder, Alexandra (2015): Akzeptanz von Bildungstechnologien in der gewerblich-technischen Berufsbildung vor dem Hintergrund von Industrie 4.0. In: Journal of Technical Education (JOTED), 3. Jg., Heft 2, S. 19–44. Online: http://www.journal-of-technical-education.de; index.php/joted/article/view/57 – (27.06.2018).

Gebhardt, Jonas; Grimm, Axel (2016): High-Tech-Strategie und Industrie 4.0. Auswirkungen auf Technik, Arbeit und Berufsbildung. In: lernen und lehren, Heft 121, Wolfenbüttel, S. 4–9

Gericke, Erika (2014): Stichwort Lernkulturen. In: Berufsbildung: Zeitschrift für Praxis und Theorie in Betrieb und Schule. Detmold, Heft 150, S. 30.

Göhlich, Michael (2009): Schulraum und Schulentwicklung: Ein historischer Abriss, In: Böhme, Jeanette (Hrsg.): Schularchitektur im interdisziplinären Diskurs. Territorialisierungskrise und Gestaltungsperspektiven des schulischen Bildungsraums. Wiesbaden, S. 89–102.

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

Hartmann, Martin D. (2015): Losgröße 1 – Methoden der Analyse beruflicher Handlungsprozesse und der Planung beruflicher Kompetenzentwicklung vor dem Hintergrund von Industrie 4.0, hrsg. von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (GfA): Arbeitswissenschaft mit Interdisziplinarität und Methodenvielfalt. Dokumentation der Herbstkonferenz der GfA. Dortmund.

Hartmann, Martin D. (2017): Analyse beruflicher Handlungsprozesse und Planung beruflicher Kompetenzentwicklungsprozesse vor dem Hintergrund von Industrie 4.0. In: Jaschke, Steffen; Schwenger, Ulrich; Vollmer, Thomas (Hrsg.): Digitale Vernetzung der Facharbeit. Bielefeld, S. 27–54.

Hartmann, Martin D. (2018a): Analyse beruflicher Handlungsprozesse und Planung beruflicher Kompetenzentwicklung vor dem Hintergrund von Industrie 4.0. In: Die berufsbildende Schule, Heft 3, 70. Jg., S. 109–115.

Hartmann, Martin D. (2018b): Zum Zusammenhang von beruflichen Handlungsprozessen und beruflicher Kompetenzentwicklung vor dem Hintergrund von „Industrie 4.0“. In: Goth, Günther G. Kretschmer, Susanne; Pfeiffer, Iris (Hrsg.): Auswirkungen der Elektromobilität auf die betriebliche Aus- und Weiterbildung. Bielefeld, S. 143–183.

Hartmann, Martin D. (2018c): Erfahren, Verstehen, Wissen – Medien im Implikationszusammenhang von Zielen, Inhalten und Methoden, in: Vollmer, Thomas; Jaschke, Steffen; Dreher, Ralph (Hrsg.): Aktuelle Aufgaben für die gewerblich-technische Ausbildung. Bielefeld, S. 123–135.

Henke, Martin; Willmann, Günter; Böhne, Andreas (2018): Innovationen im Bereich der Digitalisierung in einer berufsbildenden Schule. In: lernen & lehren, 33. Jg., Heft 129, Wolfenbüttel, S. 27–29.

Herkner, Volkmar (2015): Lern- und Arbeitsumgebungen. In: Pahl, Jörg-Peter (Hrsg.): Lexikon Berufsbildung. Ein Nachschlagewerk für die nicht-akademischen und akademischen Bereiche. Bielefeld, S. 553–554.

Hörner, Raphael (2018): Zum Stand der Umsetzung von „SmartFactory 4.0“ – Ein Beispiel. In: lernen & lehren, 33. Jg., Heft 129. Wolfenbüttel, S. 33f.

Jepsen, Maik (2014): IT-Infrastruktur und IT-Service an beruflichen Schulen – Eine große Herausforderung. In: lehren & lernen, 29. Jg., Heft 114. Wolfenbüttel, S. 78–81.

Köhler, Thomas; Niethammer, Manuela (2018): Digitale Unterstützung des Lernens, In: berufsbildung. In: Zeitschrift für Theorie-Praxis-Dialog, 72. Jg., Heft 171, Detmold, S. 3–6.

Löhr-Zeidler, Barbara; Hörner, Raphael; Herr, Joachim (2016): Handlungsempfehlungen Industrie 4.0. Umsetzungshilfen für Lehrerinnen und Lehrer der beruflichen SchulenTer-ri-to-ria-li-sie-rungs-kri-se . In: berufsbildung. Zeitschrift für Praxis und Theorie in Betrieb und Schule, 70. Jg., Heft 159, Detmold, S. 11–14.

Meyer, Meinert A. (2013): Alte oder neue Lernkultur? In: Gogolin, Ingrid; Kuper, Harm; Krüger, Hans-Hermann; Baumert, Jürgen (Hrsg.): Stichwort: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. Wiesbaden, S. 223–250.

Pahl, Jörg-Peter (2008): Berufsschule. Annäherungen an eine Theorie des Lernortes. Bielefeld

Reiber, Karin (2010): Empirische Befunde zur Unterrichtskultur in der Pflegeausbildung. In: bildungsforschung, Heft 1, S. 118–131.

Schmid, Karl-Georg (2018): Beruflicher Unterricht zu Industrie 4.0 – über Tablet, Handreichung und digitale Kompetenz. In: lernen & lehren, 33. Jg., Heft 129. Wolfenbüttel, S. 30–33

Schüßler, Ingeborg; Thurnes, Christian M. (2005): Lernkulturen in der Weiterbildung. Bielefeld.

Walker, Felix; Link, Nico; Mohr, Florian; Schäfer, Pia (2018): Entwicklung eines Fortbildungskonzepts auf Basis des Ansatzes zum technologisch-pädagogischen Inhaltswissen zu Industrie 4.0. In: lernen & lehren, 33.Jg., Heft 130. Wolfenbüttel, S. 53–59

Wilbers, Karl (2016): Berufsbildung 4.0: Berufsbildung im Zeitalter der großen Digitalisierung. In: berufsbildung. Zeitschrift für Praxis und Theorie in Betrieb und Schule, 70.Jg., Heft 159. Detmold, S. 7–10.

Windelband, Lars; Faßhauer, Uwe (2016): Industrie 4.0 als Herausforderung für die regionale Berufsschulentwicklung. Lernfabriken in Baden-Württemberg. In: berufsbildung. Zeitschrift für Praxis und Theorie in Betrieb und Schule, 70.Jg., Heft 159. Detmold S. 23–25

Wittwer, Wolfgang; Diettrich, Andreas (2015): Zur Komplexität des Raumbegriffs. In: Wittwer, Wolfgang; Diettrich, Andreas; Walber, Markus (Hrsg.): Lernräume. Gestaltung von Lernumgebungen für Weiterbildung, Wiesbaden, S. 11–28

Zentgraf, Claudia; Lampe, Andrea; Rester, Jeannette; Rüsse, Wilfried; Trebing, Thomas (2008): Neue Lehr- und Lernkultur im Kontext von Schulentwicklung und neuen Medien. In: Berufsbildung Zeitschrift für Praxis und Theorie in Betrieb und Schule, Detmold, Heft 109/110, S. 8–11

Autoren

Hartmann, Martin D., Prof. Dr. phil. habil., Metall- und Maschinentechnik/Berufliche Didaktik an der TU Dresden, Institut für Berufspädagogik und Berufliche Didaktiken, Weberplatz 5, 01217 Dresden,
martin.hartmann@tu-dresden.de

Wohlrabe, Dirk, Dipl.-Berufspädagoge, wiss. Mitarbeiter, Professur für Metall- und Maschinentechnik/Berufliche Didaktik an der TU Dresden, Institut für Berufspädagogik und Berufliche Didaktiken, Weberplatz 5, 01217 Dresden,
dirk.wohlrabe@tu-dresden.de

Web-Apps im berufsfachlichen Unterricht

Entwicklung der Medienkompetenz angehender Lehrkräfte im Lehr-Lern-Labor

Christian Stoll

Abstract

Digitale Medien im berufsfachlichen Unterricht sind eine Herausforderung nicht nur für die Infrastruktur von Schulen. In der Lehrkräftebildung stellt der Umgang mit computergestützten Lehr-Lernarrangements ebenfalls eine Herausforderung dar. Vor diesem Hintergrund gibt der Beitrag einen Einblick in ein aktuelles Forschungsprojekt im Rahmen der Qualifizierungsoffensive Lehrkräftebildung am Institut für berufliche Bildung und Arbeitslehre der Technischen Universität Berlin. Im Zentrum der Betrachtung steht das Lehr-Lern-Labor Elektrotechnik. Unterrichtsplanung, -durchführung und -reflexion im Zusammenhang mit digitalen Unterrichtsmedien sind die Kernthemen der Lehrveranstaltung. Zunächst wird das Konzept Lehr-Lern-Labore erläutert. Im Anschluss wird auf die Verwendung von Web-Apps näher eingegangen und einige Beispiel-Web-Apps vorgestellt.

Digital media in vocational education is a challenge not only for the infrastructure of schools. Computer-assisted teaching and learning arrangements are likewise ambitious subjects in teacher's trainings. Against this background, this article provides an insight into a current research project running at the Institute of Vocational Education and Work Studies of the Technische Universität Berlin. The teaching and learning laboratory for electrical engineering (Lehr-Lern-Labor Elektrotechnik) is in the project's focus. Lesson planning, implementation, and reflection in the context of digital educational media are the core topics of the course. The article gives an introduction into the concept of teaching and learning laboratories. Subsequently, the use of web apps is drafted and discussed in detail and some examples are presented.

Das Lehr-Lern-Labor Elektrotechnik an der TU Berlin

Der Einsatz digitaler Unterrichtsmedien und computergestützter Lehr-Lern-Arrangements stellt für die schulische und berufliche Bildung wie auch für die Hochschulbildung eine Herausforderung dar. Die größten Problemfelder sind eine schlechte technische Ausstattung und fehlende Infrastruktur an den Standorten (ICILS 2013, 30 f.). Darüber hinaus geben Lehrende in verschiedenen Studien als Problem an, dass sie mediendidaktische und medienerzieherische Kompetenzen nicht im Stu-

dium oder im Vorbereitungsdienst erworben haben, sondern erst berufsbegleitend in Fortbildungen (Gysbers 2008, 146; Herzig und Martin 2018, 108). Es stellt sich also die Frage, ob der geringe Einsatz von digitalen Medien und computergestützten Lehr-Lern-Arrangements im Unterricht Ausdruck einer fachlichen Unsicherheit und fehlenden Wissens ist (Herzig und Martin 2018, 108). Dies könnte ein Grund sein, weshalb im internationalen Vergleich Lehrkräfte in Deutschland Computer im Unterricht vergleichsweise selten einsetzen (ICILS 2013, 35).

Mediendidaktische und medienerzieherische Kompetenzen bei Lehramtsstudierenden zu entwickeln ist Ziel eines aktuellen Forschungsprojektes im Rahmen der Qualifizierungsoffensive Lehrkräftebildung an der Technischen Universität Berlin (TU Berlin) in der beruflichen Fachdidaktik. Innerhalb einer Lehrveranstaltung setzen sich die Studierenden neben Unterrichtsplanung, -durchführung und -reflexion mit verschiedenen Medien und Softwareanwendungen wie beispielsweise Web-Apps auseinander. Ziel ist es, Lehramtsstudierende vor allem an eine reflektierte Nutzung von Medien zur Gestaltung von Lehr-Lern-Arrangements heranzuführen (Blömeke 2005, 77 f.; Herzig & Martin 2018, 95; Tulodziecki 2005, 58). Das *Lehr-Lern-Labor Elektrotechnik* ist curricular eingebettet in ein gemeinsames Projekt von Fachdidaktik und Fachwissenschaft mit acht Punkten im European Credit Transfer System (ECTS).

Lehr-Lern-Labore haben sich aus dem Konzept des Schülerlabors entwickelt (Haupt et al. 2013, 7 f.). Dohrmann und Nordmeier (2015) definieren Lehr-Lern-Labore wie folgt:

> „Im Lehr-Lern-Labor (LLL) werden zielgerichtet Lernumgebungen mit Laborcharakter gestaltet, die Studierenden ermöglichen, theoriegeleitet praxisnahe Lehr-Lernsituationen in komplexitätsreduzierten Settings zu erleben und eigenes Handeln zu erproben. Im Zentrum stehen Planung und Durchführung (im direkten Kontakt mit den Adressat/innen, in der Regel Schüler/innen) sowie Analyse und Reflexion der Lehr-Lernsituationen. In einem iterativen Prozess werden im LLL insbesondere die professionelle Unterrichtswahrnehmung, die Reflexionskompetenz, der Erwerb von Professionswissen und Handlungskompetenz gefördert“ (Dohrmann & Nordmeier 2015, 2).

Das Lehr-Lern-Labor zeichnet sich durch eine zyklische Struktur aus und besteht aus Vorbereitungsphase, Praxisphase und Reflexionsphase. Die *Vorbereitungsphase* dient dazu, den Studierenden das erforderliche theoretische Hintergrundwissen bezogen auf digitale Unterrichtsmedien, -planung, -durchführung und -reflexion zu vermitteln. Den Studierenden wird Zeit eingeräumt, sich das Grundwissen zur Beantwortung fachlicher und fachdidaktischer Fragestellungen zu erarbeiten. Darauf aufbauend werden in Gruppen theoretisch fundierte Unterrichtskonzepte erstellt. Zusätzlich werden aus der Literatur heraus Beobachtungskriterien entwickelt (Krofta & Nordmeier 2014, 4).

Nach der Planung durch die Studierenden erfolgt zum Ende des Semesters die erste Durchführung (Praxisphase). In den *Praxisphasen* setzen die Studierendengruppen ihre geplanten Unterrichtskonzepte um. Gleichzeitig wird versucht, vorher entwickelte Fragestellungen mit Hilfe der Beobachtungskriterien zu beantworten (ebd.). Die Unterrichtseinheiten werden mit Hilfe zweier Videokameras gefilmt.

Dann schließt sich eine *Reflexionsphase* an, bestehend aus Peer-Reflexion und Feedback durch die Seminarleitung. Im Anschluss haben die Studierenden die Möglichkeit, Materialien und den Ablauf ihrer Unterrichtseinheit zu überarbeiten (Vorbereitungsphase), um sie ein weiteres Mal zu erproben (Praxisphase). Eine weitere Reflexionsphase mit Peer-Reflexion, Videoaufzeichnungen und einer schriftlichen Selbstreflexion vervollständigt den Zyklus. Das Seminar bzw. das Modul wird mit der Erstellung eines reflexiven Portfolios abgeschlossen. Durch die einzelnen Phasen nehmen die Studierenden die verschiedenen Rollen einer Lehrkraft im Berufsalltag ein: Lehrer/in, Betreuer/in, Beobachter/in, Bewerter/in und Forscher/in (Dohrmann & Nordmeier 2015, 2).

Was sind Web-Apps?

Wie bereits angedeutet, setzen sich die Studierenden im Lehr-Lern-Labor Elektrotechnik aus mediendidaktischer Perspektive mit sogenannten Web-Apps auseinander. Die Studierenden sollen beurteilen, welche dieser Anwendungen sich auf welche Weise gewinnbringend im Unterricht einsetzen lassen. Ausgewählte Web-Apps werden im Folgenden mit entsprechenden Einsatzvorschlägen für den Unterricht vorgestellt.

Web-Apps (oder auch Webanwendungen) sind Anwendungsprogramme auf Grundlage des Client-Server-Modells. Als Client dient ein Internet-Browser, welcher mit einem Webserver kommuniziert. Die Verarbeitung und Auswertung von Daten und Eingaben findet hauptsächlich auf dem Server statt und diese Daten werden den Nutzenden anschließend im Web-Browser dargestellt. Web-Browser bieten verschiedene Funktionalitäten, welche durch den Server genutzt werden. Je nach Anwendung muss der Browser eventuell auf eine bestimmte Laufzeitumgebung zugreifen, wie z. B. JavaScript oder Flash (ISDB 2018). Je nach Funktionalität und Geschäftsmodell kann es notwendig sein, dass Nutzer/innen sich zunächst online mit einer E-Mail-Adresse registrieren oder einen Account anlegen. Es gibt aber auch Web-Apps, bei denen keine Registrierung notwendig ist. Bei vielen Anwendungen muss mindestens eine Person angemeldet sein. Diese kann dann ein Dokument mit Personen teilen, die nicht angemeldet sind.

Durch den konzeptionellen Hintergrund von Web-Apps ergeben sich verschiedene Vor- und Nachteile. Zu den Vorteilen zählt, dass Web-Apps nicht auf dem jeweiligen Endgerät installiert werden müssen. Es sind daher auch keine regelmäßigen Updates durch den/die Nutzer/in notwendig. Dies liegt im Aufgabenbereich des Unternehmens oder der Privatperson, die die Web-App anbietet. Es wird lediglich ein aktueller Internet-Browser wie Chrome, Firefox oder andere benötigt. Web-Apps sind dadurch ortsunabhängig und plattform- bzw. geräteübergreifend nutzbar. Nutzer/innen können mit der Anwendung auf verschiedenen Endgeräten (PC, Laptop, Smartphone, etc.) und auf verschiedenen Betriebssystemen (MacOS, Windows, Linux, Android, etc.) arbeiten. Das minimiert den administrativen Aufwand für Computerlabore, Laptop- und Tablet-Sammlungen erheblich. Außerdem können

hier Kosten eingespart werden, da für die Verwendung von Web-Apps keine teuren Betriebssysteme notwendig sind.

Dokumente können bei den im Folgenden vorgestellten Web-Apps exportiert und wieder importiert werden. Diese Funktion kann einerseits genutzt werden, um Sicherungskopien zu erstellen. Andererseits ermöglicht sie die Weiterbearbeitung mit anderer Software. Je nach Geschäftsmodell des Web-App-Anbieters kann es sein, dass Nutzer/innen auf bestimmte Funktionen oder bestimmte Export-Formate erst durch Verwendung eines kostenpflichtigen Accounts zugreifen können. Einige Web-Anwendungen ermöglichen auch, dass dasselbe Dokument gleichzeitig von verschiedenen Anwendern/Anwenderinnen bearbeitet werden kann.

Ein Nachteil von Web-Apps ist der Umstand, dass sie ausschließlich online, also mit einer funktionierenden Internetverbindung, genutzt werden können. Die Qualität der Internetverbindung wirkt sich dabei auf das Nutzungserlebnis („User Experience“) aus. Bei einer langsamen Internetverbindung kann es dazu kommen, dass Eingaben mit Maus und/oder Tastatur nicht registriert oder erst verspätet ausgeführt werden (hohe Latenz).

Es gibt unterschiedliche Web-Apps für verschiedene Anwendungsbereiche. In diesem Beitrag werden Web-Apps vorgestellt, die allgemein im Unterricht zum Einsatz kommen können und sich nicht nur für eine bestimmte Fachrichtung eignen sowie solche, die sich für Lehr-Lern-Arrangements in der Elektrotechnik anbieten. Bei der Auswahl wurde darauf Wert gelegt, dass zumindest die Grundfunktionalitäten kostenfrei nutzbar sind. Web-Apps, die nur mit einem bestimmten Browser-Plugin oder nur mit einem Browser eines bestimmten Herstellers funktionieren, wurden nicht berücksichtigt. Darüber hinaus wurde darauf geachtet, dass die Web-Apps möglichst einfach und intuitiv zu bedienen sind.

Gemeinsames Erstellen von Dokumenten

Web-Apps eignen sich besonders für das kollaborative und kooperative Bearbeiten von Dokumenten. Via Link per E-Mail oder Messenger lassen sich Dateien versenden oder auch Nutzer/innen zur Zusammenarbeit einladen. Web-Apps unterscheiden sich in der Art und Weise, wie verschiedene Nutzer auf dieselbe Datei zugreifen können. Unter anderem bestehen die Möglichkeiten, wechselseitig, gleichzeitig oder mit Hilfe einer Form von Versionsverwaltung auf Dateien zuzugreifen.

„Kollaborativ“ und „kooperativ“ werden häufig synonym verwendet. Haake et al. (2004) differenzieren zwischen diesen Bezeichnungen. Sie sprechen von **kollaborativem Lernen**, „wenn ein gemeinsames, von allen am Lernprozess Beteiligten geteiltes Ziel vorliegt beziehungsweise großer Wert auf das Aushandeln gemeinsamer Ziele, Prozesse und Ergebnisse gelegt wird” (ebd., 1 f.). Beim **kooperativen Lernen** geht es um die Aufteilung von Aufgaben innerhalb einer Gruppe: „Kooperativ weist häufig auf eine Strukturierung des Lernprozesses durch Rollen und bestimmte Kooperationsmethoden hin” (ebd., 2 f.). Innerhalb eines computergestützten kollaborativen

Lehr-Lern-Arrangements wird dann von „Computer Supported Collaborative Learning" gesprochen, kurz CSCL. Kollaborative und kooperative Lehr-Lern-Arrangements können am selben Ort (kopräsent), an unterschiedlichen Orten (verteilt), gleichzeitig (synchron bzw. in Echtzeit) oder zu unterschiedlichen Zeitpunkten (asynchron) stattfinden (ebd., 2 f.).

Dateizugriff

Wollen mehrere Personen ein gemeinsames Dokument erstellen, ergeben sich zwei Herangehensweisen. Jeder Beteiligte arbeitet einen Teil aus und am Ende werden die Einzelteile von einer Person zu einem Gesamtdokument zusammengefügt. Eine andere Möglichkeit ist, dass eine Person anfängt einen Teil auszuarbeiten und das Dokument im Anschluss an die nächste Person weiterleitet. Das Dokument wird bei beiden Herangehensweisen mit Hilfe eines Speichermediums oder über das Internet per E-Mail, Messenger oder Cloudspeicher übermittelt.

Mit Hilfe bestimmter webbasierter Tools ist es möglich, dass mehrere Beteiligte auf dasselbe Dokument gleichzeitig (synchron bzw. in Echtzeit) zugreifen. Sie können dabei mitverfolgen, welche Stellen im Dokument gerade von anderen bearbeitet werden. Darüber hinaus besteht häufig auch die Möglichkeit, sich über eine Kommentar- und/oder Chat-Funktion über Bearbeitungsschritte auszutauschen oder Texte zu lektorieren.

Versionsverwaltung

Mit Hilfe einiger Dienste oder Web-Apps lassen sich nicht nur lineare Dokumente erstellen, sondern Systeme von Dokumentenseiten. Wie bei Websites ist es möglich über interne Querverweise (Hyperlinks) von einer Seite zu einer anderen zu gelangen. Websites verfügen häufig über sogenannte Content-Management-Systeme, welche den Betreiber/innen der Websites ermöglichen, relativ einfach neue Inhalte (Texte, Bilder, Videos etc.) auf der jeweiligen Website zu veröffentlichen. Haben nicht nur die Betreiber/innen, sondern auch die Besucher/innen einer Website die Möglichkeit, im Webbrowser Änderungen an einer Website vorzunehmen, spricht man von einem Wiki. Wikis eignen sich, Inhalte zu bestimmten Themen zu sammeln und zu strukturieren. Die Formatierung bzw. das Aussehen eines Wikis ist meistens vorgegeben, sodass sich Nutzer/innen allein auf die Erstellung von Inhalten konzentrieren können (Cyganiak 2002, 6 ff.).

Ein Grundbestandteil eines Wikis ist die Protokollfunktion. Hierbei wird eine detaillierte Historie jeder einzelnen Seite gespeichert. Bei Änderungen wird eine neue Version erzeugt und in die Versionsgeschichte eingefügt. In der Versionsgeschichte lassen sich die Unterschiede zwischen den Versionen anzeigen und somit jede einzelne erfolgte Änderung verfolgen. Auf dieser Basis können Änderungen diskutiert und ältere Versionen wiederhergestellt werden (ebd., 4). Innerhalb eines Wikis werden üblicherweise inhaltlich sinnvolle Verbindungen zwischen den einzelnen Seiten mit Hyperlinks hergestellt, um Zusammenhänge darzustellen oder weiterführende Informationen anzubieten (ebd. 7 ff.).

Web-Apps – ausgewählte Beispiele

Textbearbeitung

Das Etherpad ist ein Texteditor, der Aufgrund seiner einfachen Nutzbarkeit hervorzuheben ist. Auf Etherpad-Dokumente können mehrere Personen gleichzeitig zugreifen, ohne dazu ein Benutzerkonto anlegen zu müssen. Etherpads eignen sich dadurch hervorragend, um schnell gemeinsam an Ideen, Konzepten, Brainstormings usw. zu arbeiten (Karlhuber et al. 2013, 2). Wird auf einer Etherpad-Website bzw. auf einem Etherpad-Server ein neues Textdokument („Pad“) generiert, wird eine feste, permanente Internetadresse erstellt. Bei Kenntnis dieser Internetadresse kann das Pad eingesehen und editiert werden. Manche Anbieter ermöglichen auch, das Dokument mittels Passwortes zu schützen. Das erstellte Dokument wird in bestimmten Zeitabständen serverseitig gespeichert. Der Bearbeitungsstand kann zusätzlich gesichert und exportiert werden. Mit Hilfe einer Versionsverwaltung kann der Bearbeitungsverlauf laufend eingesehen werden. Alle Änderungen in einem Etherpad sind sofort sichtbar und können mit Hilfe von Farben den einzelnen Nutzer/innen zugeordnet werden (Abb. 1).

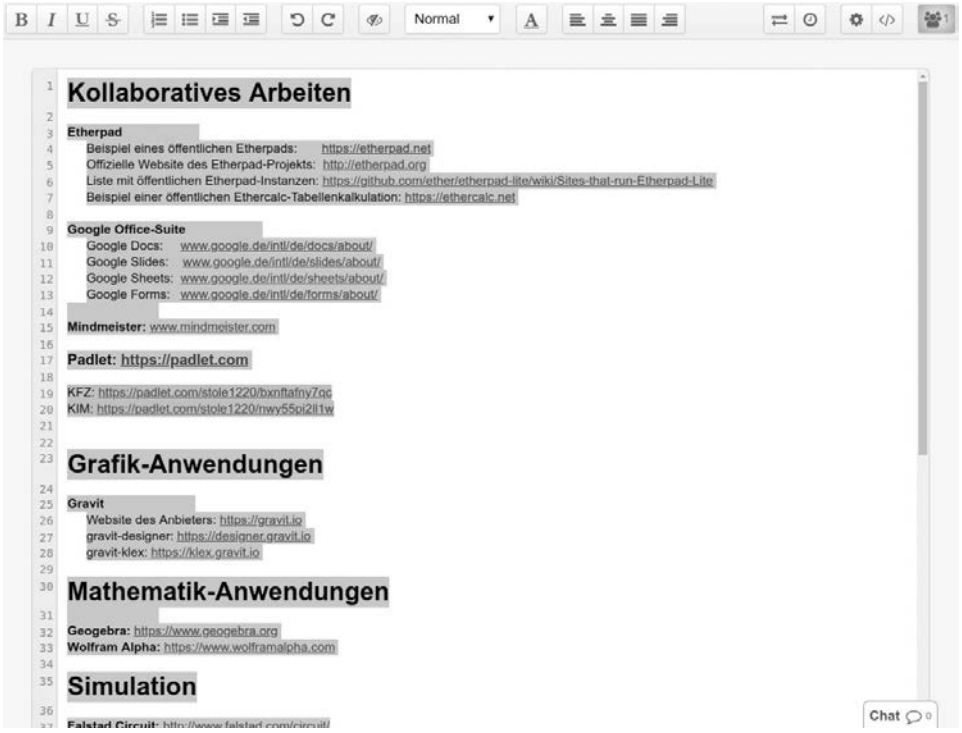


Abbildung 1: Sammlung von Internetadressen in einem Etherpad (etherpad.net)

Etherpad verfügt über gängige Formatierungsfunktionen wie Überschriften, einstellbare Schriftgrößen, Aufzählungsfunktionen und Ausrichtungen. Des Weiteren gibt es Chatfenster für Absprachen. Eine Exportfunktion ermöglicht das Herunterladen des Dokuments in gängigen Dateiformaten wie txt, doc oder pdf. Etherpad ist eine Open-Source-Software und die Nutzung ist kostenfrei. Neben Etherpad gibt es mit EtherCalc eine entsprechende kollaborative Tabellenkalkulation.

Links:
Beispiel eines öffentlichen Etherpads: https://etherpad.net
Offizielle Website des Etherpad-Projekts: http://etherpad.org
Liste mit öffentlichen Etherpad-Instanzen: https://github.com/ether/etherpad-lite/wiki/Sites-that-run-Etherpad-Lite
Beispiel einer öffentlichen Ethercalc-Tabellenkalkulation: https://ethercalc.net

Google Inc. bietet mit Google Docs eine mit Etherpad vergleichbare kollaborative Textverarbeitung an. Das User-Interface und der Funktionsumfang orientieren sich dabei an klassischer Textverarbeitung (wie LibreOffice-Writer oder Microsoft Word). Neben Textverarbeitung lassen sich kollaborativ Tabellenkalkulationen, Beamerpräsentationen und Formulare erstellen (Google Sheets, Slides und Forms). Für die Nutzung muss mindestens ein/e Beteiligte/r über einen Google-Account verfügen und angemeldet sein. Die Nutzung ist kostenfrei.

Links:
Google Docs: www.google.de/intl/de/docs/about/
Google Slides: www.google.de/intl/de/slides/about/
Google Sheets: www.google.de/intl/de/sheets/about/
Google Forms: www.google.de/intl/de/forms/about/

Mind-Maps, Concept-Maps, Brainstorming

Die gemeinsame Erstellung komplexer Dokumente ist auch für andere Zwecke möglich. Mit padlet.com und mindmeister.com lassen sich kollaborativ Vektorgrafiken erstellen und durch Bilder oder Verlinkungen zu anderen Websites anreichern. Eine Person muss sich hierfür bei dem jeweiligen Dienst registrieren. Bei der Generierung eines neuen Dokuments wird ebenfalls eine permanente Internetadresse erstellt, welche an Dritte weitergeleitet werden kann. Darüber können weitere Personen in Echtzeit Veränderungen am Dokument vornehmen, ohne sich bei dem jeweiligen Dienst selbst registrieren oder anmelden zu müssen.

Wie der Name vermuten lässt, ermöglicht der Dienst mindmeister.com den Nutzer/innen die gemeinsame Erstellung von Mind-Maps (Abb. 2). Der Dienst padlet.com bietet darüber hinaus an, in einem Dokument im Sinne eines digitalen Whiteboards Inhalte (Texte, Bilder, Internetadressen etc.) frei zu arrangieren, zum Beispiel für Concept-Maps oder Brainstorming. Beide Dienste verfolgen zwar kommerzielle Interessen, eine kostenlose Nutzung mit begrenztem Funktionsumfang ist

jedoch möglich. Beide Dienste können auf mobilen Endgeräten wie Tablets oder Smartphones über die Installation der jeweiligen App verwendet werden.

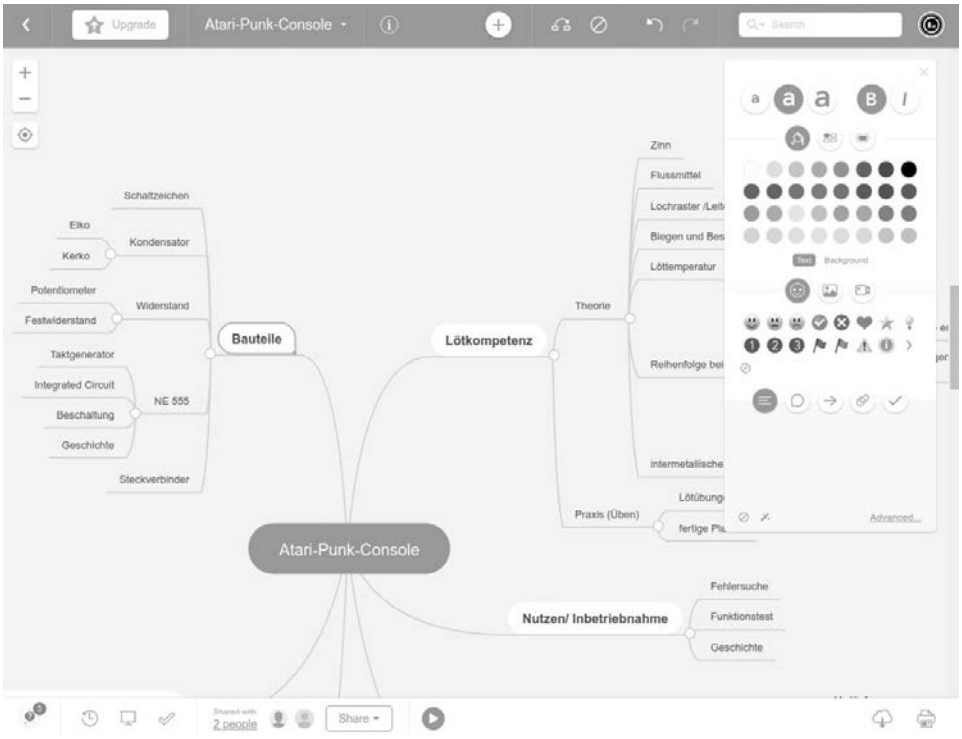


Abbildung 2: Sachanalyse zu einer elektrischen Schaltung als Mind-Map (mindmeister.com)

Links:
Mindmeister: www.mindmeister.com
Padlet: https://padlet.com

Mathematik- und Naturwissenschafts-Anwendungen

Um naturwissenschaftliche Zusammenhänge verstehen zu können, müssen sich Lernende und Lehrende mit der zu Grunde liegenden Mathematik befassen. Geogebra und WolframAlpha versuchen den Zugang zur Mathematik zu vereinfachen. Geogebra verknüpft Tabellenkalkulation, Computeralgebrasystem (CAS), 2D- und 3D-Geometrie-Software. Es lassen sich Vorlagen erstellen, in denen Schieberegler platziert werden können. Werden dann mit Hilfe der Schieberegler Parameter variiert, können die daraus resultierenden Veränderungen dynamisch beobachtet werden (Abb. 3). Erstellte Materialien können anderen Nutzer/innen auf der Website von Geogebra zur Verfügung gestellt werden. Dadurch existiert auf der Website ein umfangreicher Fundus zu verschiedensten Themen.

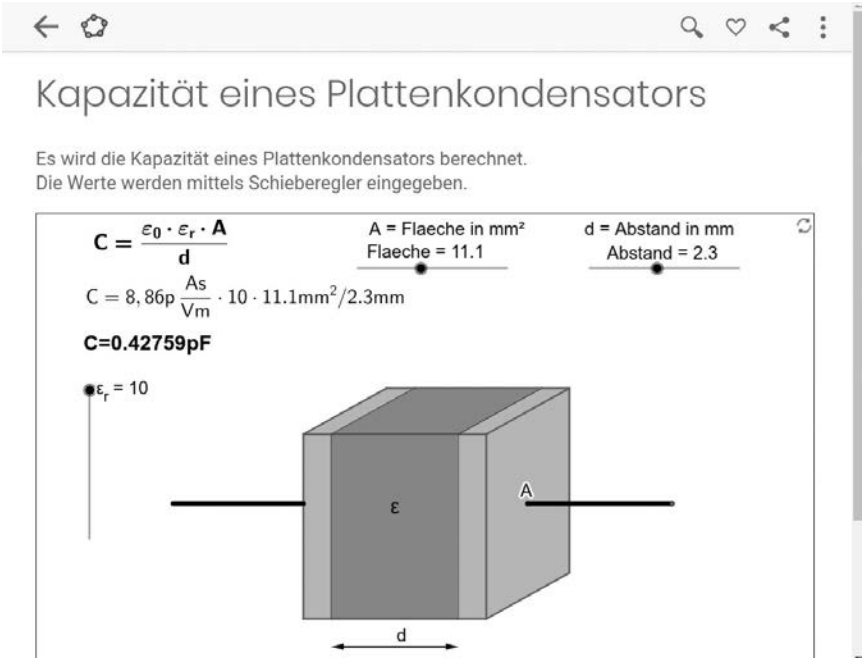


Abbildung 3: Unterrichtsmaterial zum Plattenkondesator (geogebra.org)

Geogebra eignet sich, um bestimmte Zusammenhänge zu visualisieren und als eine kostenfreie Alternative zu grafischen Taschenrechnern. Mit GeoGebraExam verfügt Geogebra auch über eine spezielle Prüfungsumgebung.

WolframAlpha ist eine Suchmaschine, die auf dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Softwarepaket Mathematica aufbaut. Anders als bei Suchmaschinen wie Google oder DuckDuckGo geht es nicht darum, Informationen im Internet zu finden, sondern Informationen durch geeignete Algorithmen zu Ergebnissen zu verarbeiten. Darüber hinaus bietet die Website von WolframAlpha zahlreiche Web-Apps zu den verschiedensten Themen an. Diese reichen von der Lösung von Integralen über Laufbahnen von Planeten bis hin zum Fitness-Assistenten. Während bei Geogebra eher Schüler/innen der Primar- und Sekundarstufe im Mittelpunkt stehen, richtet sich WolframAlpha eher an Hochschulen und Universitäten. WolframAlpha kann als wissenschaftliche Suchmaschine betrachtet werden. Mit Hilfe der verschiedenen Web-Apps lassen sich unterschiedlichste Problemstellungen bearbeiten. Das User-Interface von WolframAlpha steht derzeit nur in englischer Sprache zur Verfügung. Die Grundfunktionen sind kostenfrei. Auf erweiterte Funktionen kann jedoch erst mit einem kostenpflichtigen Pro-Account zugegriffen werden.

Links:
Geogebra: https://www.geogebra.org
WolframAlpha: https://www.wolframalpha.com

Web-Apps zur Simulation elektrischer Schaltungen

In der Industrie und in der Wissenschaft werden Simulationen als eine vergleichsweise zuverlässige und kostengünstige Möglichkeit eingesetzt, um ohne Gefahren-Risiko Aussagen über zukünftige Situationen zu treffen. Darüber hinaus eignen sich Simulationen für die Analyse sehr komplexer Vorgänge und bei Versuchen, die ethisch nicht vertretbar wären. Wie aussagekräftig eine Simulation ist, ist immer abhängig von der Qualität des zugrundeliegenden Modells und der berücksichtigten Parameter. Ziel ist es hierbei, so gut wie möglich oder nötig die Realität abzubilden (Mansfeld 2015, 705 f.).

Besonders im Bereich der Bildung haben Simulationen das Potenzial, den Abstand zwischen Theorie und Praxis zu verringern und zur Motivation, Verbesserung der Anschaulichkeit und der Praxisorientierung beizutragen (ebd., 705 f.). Verschiedene Studien haben gezeigt, dass die Lernmotivation durch die Verwendung von Computersimulationen verbessert wird. Jedoch hat sich auch gezeigt, dass die Möglichkeiten von Simulationen häufig überschätzt werden, besonders in Bezug auf Steigerung der Effektivität, Realitätsnähe und als Ersatz für reale Systeme (ebd., 706).

Bei der Betrachtung einer realen elektrischen Schaltung besteht zunächst nur die Möglichkeit, Input und Output zu betrachten. Je nach Änderung des Inputs ergeben sich Änderungen beim Output. Alles, was zwischen Input und Output geschieht, bleibt ohne spezielle Messgeräte wie beispielsweise ein Oszilloskop zunächst verborgen. Gängige Oszilloskope können jedoch nur maximal zwei Spannungsverläufe in einer Schaltung visualisieren. Software zur Simulation elektrischer Schaltungen bietet dagegen die Möglichkeit, Spannungs- und Stromverläufe an allen Bauteilen und Leitungen in idealisierter Weise gleichzeitig darzustellen. Dies hilft, die Funktion einer Schaltung genau zu verstehen oder eine Schaltung selbst zu entwickeln.

Die Web-App falstad.com/circuit bietet dynamische Echtzeitsimulationen elektrischer Schaltungen (Abb. 4). Falstad verfügt über alle gängigen elektrischen Bauteile in idealisierter Form. Diese können frei positioniert, rotiert, beschriftet und miteinander verbunden werden. Mit Aktivierung der Simulation werden die Stromverläufe in den Leitungen farbig dargestellt. Wechselsignale werden durch pulsierende Leitungen, Gleichspannung wird durch Punkte dargestellt, die durch die Leitungen wandern. Darüber hinaus können Oszilloskop-Fenster eingebunden werden. Hier können zuvor ausgewählte Spannungsverläufe detailliert betrachtet und mit Hilfe des Mauszeigers auch gemessen werden. Über Schieberegler lassen sich die Simulationsgeschwindigkeit, die Stromgeschwindigkeit und die Eigenschaften bestimmter Bauteile verändern (z. B. die Größe des Widerstandes bei Potentiometern). Die Änderungen der Parameter werden dynamisch in Echtzeit in der Schaltung und in den Oszilloskop-Fenstern angezeigt. Nutzer/innen können aus einer großen Zahl an vorgefertigten Schaltungen auswählen und diese auch ohne Beschränkungen verändern.

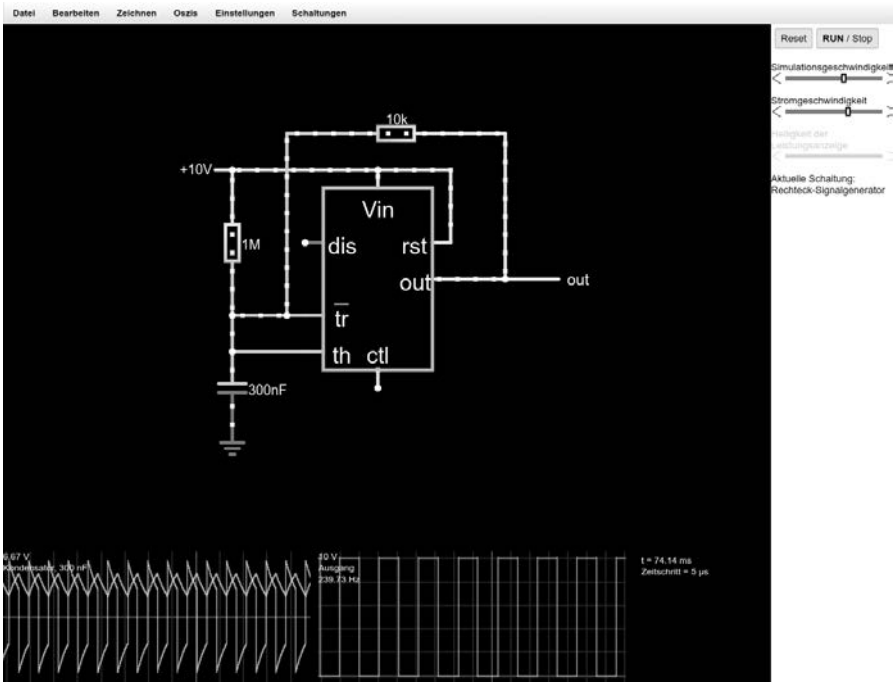


Abbildung 4: Simulation einer elektrischen Schaltung mit dem Circuit-Simulator (falstad.com/circuit)

Eine Schaltung kann exportiert und wieder importiert werden. Exportiert wird die Schaltung als Text. Es werden also keine speziellen Dateiformate verwendet. Der Text kann einfach kopiert und per E-Mail oder Messenger mit anderen geteilt werden. Darüber hinaus ermöglicht die Textform die Verwaltung von Schaltungen mit Versionsverwaltungssystemen wie github. Es ist ebenfalls möglich, die Schaltung als Link zu versenden. Außerdem kann die Schaltung direkt im Cloud-Dienst Dropbox gespeichert werden. Es können jedoch nicht mehrere Personen gleichzeitig an derselben Schaltung arbeiten.

Unter falstad.com befindet sich neben dem Circuit-Simulator eine Sammlung verschiedener Web-Apps mit physikalischem, mathematischem und technischem Schwerpunkt. Hervorzuheben ist eine Web-App zur Simulation digitaler Filter. Der/die Nutzer/in kann hier zunächst aus verschiedenen Filtertypen auswählen (z. B. Butterworth Tiefpass, Chebyshev Bandpass, ...). An verschiedenen Reglern lassen sich danach die Eigenschaften des Filters einstellen (Grenzfrequenz, Ordnung usw.). Im Anschluss werden das Bodediagramm, die Impulsantwort, die Sprungantwort und das Pol-Nullstellen-Diagramm angezeigt. Es kann auch eine Audiodatei als Input ausgewählt werden. Die Web-App ändert das Audio-Signal entsprechend der vorgenommenen Einstellungen und gibt diese über die Lautsprecher des Computers aus. Das User-Interface und die Menüführung der Web-Apps von falstad.com sind auf Deutsch. Eine Registrierung ist nicht notwendig. Die Nutzung ist kostenfrei möglich.

Links:
Simulation digitaler Filter: http://www.falstad.com/dfilter
Simulation elektrischer Schaltungen: http://www.falstad.com/circuit/

weitere ähnliche Anwendungen

- Einfache Oszilloskop-Simulation mit Mikrofon-Eingang: https://academo.org/demos/virtual-oscilloscope/
- Einfache Oszilloskop-Simulation mit Synthesizer als Signalgenerator: http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/electricity_electromagnetism_interactive/oscilloscope_description_tutorial_sounds_frequency.htm
- kostenpflichtige, leistungsstarke Alternative zu falstad.com/circuit: http://everycircuit.com
- Web-App für Schaltungsentwurf, Schaltungssimulation, Platinen-Layout: https://easyeda.com
- Web-App zur Erstellung von Layouts und Vektorgrafiken: gravit-designer: https://designer.gravit.io; gravit-klex: https://klex.gravit.io

Fazit und Ausblick

Durch die einfache Verfügbarkeit, den geringen administrativen Aufwand und die Möglichkeit zur kooperativen und kollaborativen Arbeit können Web-Apps eine Bereicherung sowohl für den Unterricht als auch für die Vor- und Nachbereitung von Unterrichtseinheiten darstellen. Solche Anwendungen eignen sich unter anderem für Brainstormings für den Unterrichtseinstieg, zur Visualisierung bestimmter Zusammenhänge, zur gemeinsamen Sicherung oder zur Erstellung von Laborprotokollen im Fachunterricht. Digitale Medien wie Web-Apps ermöglichen eine zeitsouveräne, selbstständige, eigenverantwortliche Arbeitsweise, wie sie innerhalb der universitären Hochschulbildung und im Arbeitsalltag gefordert wird (KMK 2016, 13).

Lehr-Lern-Labore bieten die Möglichkeit, innerhalb der ersten Ausbildungsphase von Lehrkräften den Umgang mit digitalen Medien wie Web-Apps zu thematisieren, zu erproben und zu reflektieren. Die Konzeption, Durchführung und Reflexion von Unterrichtseinheiten innerhalb des Lehr-Lern-Labors ermöglicht Studierenden Erfahrungswissen, Handlungsmuster und Kompetenzen für den eigenen Unterricht zu entwickeln (Völker & Trefzger 2010, 3). Besonders im Zusammenhang mit der Vorbereitung auf das Praxissemester hat sich dieses Seminarkonzept bewährt. Durch den Ansatz forschenden Lernens innerhalb des Lehr-Lern-Labors ergibt sich außerdem die Chance, eine forschende Grundhaltung bei Lehramtsstudierenden auszubilden und zu fördern.

Literatur

Blömeke, S. (2005): Medienpädagogische Kompetenz Theoretische Grundlagen und erste empirische Befunde, In: A. Frey, R. Jäger & U. Renold (Hrsg.): Kompetenzdiagnostik – Theorien und Methoden zur Erfassung und Bewertung von beruflichen Kompetenzen. *Landau: Empirische Pädagogik,* S. 76–97.

Cyganiak, R. (2002): Wiki und WCMS: Ein Vergleich. Freie Universität Berlin. http://richard.cyganiak.de/2002/wiki_und_wcms/wiki_und_wcms.pdf (20.02.2018).

Dohrmann, R. & Nordmeier, V. (2015): Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore (LLL): Ein Projekt zur forschungsorientierten Verknüpfung von Theorie und Praxis in der MINT-Lehrerbildung, *Didaktik der Physik – Frühjahrstagung. Freie Universität Berlin*. http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/658 *(20.03.2018)*.

Gysbers, A. (2008). Lehrer, Medien, Kompetenz. Eine empirische Untersuchung zur medienpädagogischen Kompetenz und Performanz niedersächsischer Lehrkräfte. Berlin: Vistas.

Haake, J. et al. (2004): Einleitung und Begriffe, In: J. Haake, G. Schwabe & M. Wessner (Hrsg.): CSCL-Kompendium: Lehr- und Handbuch zum computergestützten kooperativen Lernen. De Gruyter Oldenbourg.

Haupt, O., Domjahn, J., Martin, U., ... & Hempelmann, R. (2013): Schülerlabor – Begriffsschärfung und Kategorisierung, MNU *(Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts)*. http://genau-bb.de/wp-content/uploads/Schuelerlabor-Kategorisierung_MNU.pdf (20.03.2018).

Herzig, B. & Martin, A. (2018): Lehrerbildung in der digitalen Welt erschienen in Digitalisierung und Bildung. *Springer VS,* S. 89–113.

Informationssysteme und Datenbanken (ISDB) (2018): Was sind Webanwendungen? In: Einführung in Java-Webanwendungen. FernUniversität Hagen. http://www.isdb.fernuni-hagen.de/wbt/files/demo/jsp/JSP/Kursseite_35130.htm (20.02.2018).

Karlhuber, S., Wageneder, G. & Freisleben-Teutscher, C. (2013): Einsatz kollaborativer Werkzeuge: Lernen und Lehren mit webbasierten Anwendungen, In: Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien. l3t.eu. http://l3t.eu/homepage/das-buch/ebook-2013/kapitel/o/id/134/name/einsatz-kollaborativer-werkzeuge *(20.02.2018)*.

Kultusminister Konferenz (KMK) (2016): Bildung in der digitalen Welt: Strategie der Kultusministerkonferenz. Sekretariat der Kultusministerkonferenz. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung_digitale_Welt_Webversion.pdf *(20.03.2018)*.

Krofta, H. & Nordmeier, V. (2014): Bewirken Praxisseminare im Lehr-Lern-Labor Änderungen der Lehrerselbstwirksamkeitserwartung bei Studierenden? *Didaktik der Physik – Frühjahrstagung*. http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/viewFile/584/645 *(20.03.2018)*.

Mansfeld, T. (2015): Simulation, In: Pahl, J.-P. (Hrsg.): Lexikon der Berufsbildung. W. Bertelsmann Verlag, S 705–707.

Völker, M. & Trefzger, T. (2010): Lehr-Lern-Labore zur Stärkung der universitären Lehramtsausbildung. Didaktik der Physik – Frühjahrstagung, Hannover. http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/173 *(20.03.2018)*.

Tulodziecki, G. (2005): Digitale Medien als Mittel und Inhalt der Lehrerbildung – ein Paderborner Profil, In Hillgus, A.; Rinkens, H.-D. (Hrsg.): Paderborner Beiträge zur Unterrichtsforschung und Lehrerbildung: Zentren für Lehrerbildung – Neue Wege im Bereich der Praxisphasen. Paderborner Lehrerausbildungszentrum. der Universität Paderborn.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Sammlung von Internetadressen in einem Etherpad (etherpad.net) 178

Abb. 2 Sachanalyse zu einer elektrischen Schaltung als Mind-Map (mindmeister.com) 180

Abb. 3 Unterrichtsmaterial zum Plattenkondesator (geogebra.org) 181

Abb. 4 Simulation einer elektrischen Schaltung mit dem Circuit-Simulator (falstad.com/circuit) 183

Autor

Christian Stoll, M. Ed.
Technische Universität Berlin
Fakultät I Geistes- und Bildungswissenschaften
Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre
Fachdidaktik der beruflichen Fachrichtungen,
insb. Elektro-, Fahrzeug-, Informations-,
Medien- und Metalltechnik

Strukturelle Verankerung der Nachhaltigkeitsidee in der Berufsbildungspraxis

Das Problem der Strukturellen Verankerung der Nachhaltigkeitsidee in der Berufsbildungspraxis – Einführung

Sören Schütt-Sayed, Thomas Vollmer

Abstract

Mit diesem Kurzbeitrag wird während der BAG-Fachtagung 2018 die Themenwahl des Problems der Strukturellen Verankerung der Nachhaltigkeitsidee in der Berufsbildungspraxis begründet. Diese Rahmung diente zudem der Einführung in die Workshoparbeit mit den Vorträgen über die wichtigen Gestaltungsfelder „Entwicklung von nachhaltigen Lernorten“, „nachhaltigkeitsorientierte Fortbildung der Lehrenden“ und „Didaktik der nachhaltigen Berufsbildung“ sowie über „Entwicklung und Einsatz von Erklärvideos im Unterricht zum Thema Energiewende“ als ein Beispiel für die Medien- und Ausstattungskonzeption.

This short article states the reason for selecting the following topics. The main problem of the sustainability idea is it’s implementation into the structure of VET practice. An additional aim of this paper is the introduction into the workshop topics "Development of sustainable learning venues", "sustainability-oriented further training of teachers" and "Didactics of sustainable vocational education and training" as well as "Development and use of explanatory videos in teaching on the topic of energy system transformation", which is an example for a media and device concept.

Digitalisierung und nachhaltige Entwicklung hängen stark voneinander ab und bedingen sich Digitalisierung stellt *eine* Möglichkeit dar, nachhaltige Entwicklungen voranzutreiben, zugleich ist die Digitalisierung ökologisch, sozial und ökonomisch nicht unproblematisch. Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU 2018) schlägt vor, „die Digitalisierung (...) in den Dienst einer globalen Transformation zur Nachhaltigkeit zu stellen". Insgesamt geht es darum, die weitere gesellschaftliche Zukunft durch eine veränderte Wirtschaft und einen verantwortlichen Konsum nachhaltigkeitsorientiert mitzugestalten: „Zu Beginn der beiden letzten Jahrzehnte unseres Jahrhunderts befinden wir uns inmitten einer tiefgreifenden, weltweiten Krise. Es handelt sich um eine vielschichtige, multidimensionale Krise, deren Facetten jeden Aspekt unseres Lebens berühren – unsere Gesundheit und Lebensführung, die Qualität unserer Umwelt und unsere gesellschaftlichen Beziehungen, unsere Wirtschaft, Technologie und Politik. Es ist eine Krise von intellektuellen, moralischen und spirituellen Dimensionen, von Umfang und einer Eindringlichkeit, wie sie in der aufgezeichneten menschlichen Geschichte ohne Beispiel dasteht. Zum ersten Male sind wir von der sehr realen Gefahr der Auslöschung der menschlichen Rasse und des gesamten Lebens auf diesem Planeten bedroht" (Capra 1999, S. 15). Mit dieser düsteren Gegenwartsanalyse beginnt der Bestseller „Wendezeit" von Fritjof Capra. Solche Warnungen wiederholen sich seit den 1970er Jahren, als die weltweite Ressourceninanspruchnahme erstmals die globale Regenerationsfähigkeit des weltweiten Ökosystems überschritten hat. So warnte der 1972 veröffentlichte Bericht „Grenzen des Wachstums" an den Club of Rome, dass ohne eine Halbierung des Naturverbrauchs die ökologischen Gleichgewichte nicht wiederhergestellt und die Lebensgrundlagen nicht langfristig gesichert werden können (vgl. Meadows u. a. 1972). Seitdem ist der Erderschöpfungstag, an dem die zur Verfügung stehenden Ressourcen Erde aufgebracht sind, immer früher im Jahr erreicht (vgl. UBA 2018). Insbesondere die entwickelten Industrienationen sind für die „Erderschöpfung" verantwortlich, mit der nachholenden Steigerung des Wohlstandes der weniger entwickelten Länder und der wachsenden Weltbevölkerung werden sich die Probleme absehbar weiterzuspitzen.

Vor diesem Hintergrund kommt das Hauptgutachten des WBGU zu einem ähnlichen Schluss. Demnach haben die durch den Menschen verursachten Umweltveränderungen eine nie zuvor erreichte Größenordnung erlangt, die eine derartig negative Auswirkung auf die natürlichen Funktionen der Erde genommen haben, dass das bestehende Ökosystem zukünftig nicht mehr in der Lage sein wird, die folgenden Generationen versorgen zu können (vgl. WBGU 2011, S. 33). Durch die Anerkennung dieses kritischen globalen Zustandes, besteht eine zwingende Notwendigkeit zum Wandel bzw. zu einer „großen Transformation" (vgl. Ekardt 2017, S. 17; WBGU 2011). Es ist ein Wandel erforderlich, der die vielschichtigen und multidimensionalen Krisen – wie sie im Eingangszitat beschrieben wurden – bewältigt und in eine positive sowie nachhaltige Entwicklung transformiert. Eine Entwicklung ist dann nachhaltig, wenn sie „die Bedürfnisse der heutigen Generationen befriedigt, ohne den künftigen Generationen die Möglichkeit zu nehmen, ihre eigenen Be-

dürfnisse zu befriedigen“ (Hauff 1987, S. 46). Zahlreiche technische Lösungen für die vorgenannten Problem sind in den letzten Jahren entwickelt worden, aber es fehlt an einer konsequenten Umsteuerung. Hoffnung wird in die Fähigkeit der Menschen, aber auch ganzer Gesellschaften gesetzt, dass sie sich verändern können, sie also lernfähig sind. Wenn die Transformation von Lernprozessen abhängt, die wiederum Einstellungen, Fähigkeiten und Tätigkeiten der Menschen verändern sollen (vgl. Wiegandt 2016, S. 18; Brock 2018, S. 13), dann „müssen wir“, so stellt die UNESCO fest, „unser Denken und Handeln verändern und uns klar darüber werden, wie wir alle voneinander abhängen und wie wir mit den Ökosystemen umgehen, die unsere Lebensgrundlage sind. Um eine gerechtere, friedlichere und nachhaltigere Welt zu erschaffen, brauchen wir alle mehr Wissen, Kompetenzen und verbindende Werte sowie ein stärkeres Bewusstsein für die Notwendigkeit einer solchen Veränderung“ (DUK 2014, S. 8). Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) wird somit als Wegbereiter einer besseren Zukunft für alle gesehen – und dieser Weg muss hier und jetzt beschritten werden.

Obwohl es in den letzten Jahren und Jahrzehnten vielfältige Aktivitäten gab, alle Bildungsbereiche stärker mit der Nachhaltigkeitsidee zu verknüpfen, ist es bisher noch nicht gelungen die Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBnE) in der Aus- und Weiterbildungspraxis strukturell zu verankern. Die Beruflichen Schulen sind in diesem Zusammenhang im besonderen Maße gefordert, weil sie für ein breites Spektrum beruflicher Bildungsgänge auf unterschiedlichen Niveaus verantwortlich sind und die dort Lernenden i. d. R. den Einstieg in die Beruflichkeit absolvieren. Für die strukturelle Verankerung der BBnE sind die Entwicklung zu nachhaltigen Lernorten und eine nachhaltigkeitsorientierte Fortbildung der Lehrenden wichtige Gestaltungsfelder. Zudem braucht es eine Didaktik der nachhaltigen Berufsbildung und eine darauf abgestimmte Medien- und Ausstattungskonzeption. Wichtigen Aspekten dieser Zusammenhänge widmen sich die nachfolgenden Beiträge.

Literatur

Brock, A.; de Haan, G.; Etzkorn, N.; Singer-Brodowski, M. (Hrsg.) (2018): Wegmarken zur Transformation. Nationales Monitoring von Bildung für nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Opladen; Berlin; Toronto.

Capra, F. (1999): Wendezeit. Bausteine für ein neues Weltbild. München.

DUK – Deutsche UNESCO-Kommission (Hrsg.) (2014): UNESCO-Roadmap zur Umsetzung des Weltaktionsprogramms "Bildung für nachhaltige Entwicklung". Bonn.

Ekardt, F. (2017): Wir können uns ändern. Gesellschaftlicher Wandel jenseits von Kapitalismuskritik und Revolution. München.

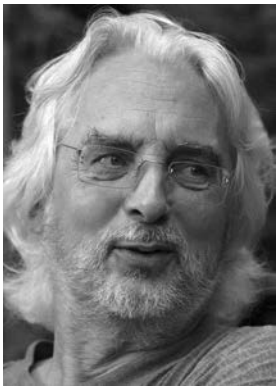
Hauff, V. (1987): Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Greven.

Meadows, D. L.; Meadows, D. H.; Zahn, E.; Milling, P. (1972): Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Clubs of Rome zur Lage der Menschheit. Stuttgart.

UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2018): Earth Overshoot Day 2018: Ressourcenbudget verbraucht. Dessau-Roßlau. Online.
WBGU – Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (Hrsg.) (2011): Hauptgutachten: Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine große Transformation. Online.
WBGU – Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (Hrsg.) (2018): Digitalisierung: Worüber wir jetzt reden müssen. Online.
Wiegandt, K. (Hrsg.) (2016): Mut zur Nachhaltigkeit. 12 Wege in die Zukunft. Frankfurt a. M.

Autoren

Schütt-Sayed, Sören, StR., wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung), Universität Hamburg,
soeren.schuett@uni-hamburg.de



Vollmer, Thomas, Prof. Dr., Berufliche Bildung und Didaktik der Fachrichtungen Elektro- und Metalltechnik am Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Universität Hamburg, Sedanstraße 19, 20146 Hamburg, Vorsitzender der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektrotechnik, Informationstechnik, Metalltechnik und Fahrzeugtechnik e. V.,
thomas.vollmer@uni-hamburg.de
vollmer@bag-elektrometall.de

Entwicklung nachhaltiger Lernorte

Klaus-Dieter Mertineit

Abstract

Nachhaltige Entwicklung ist die zentrale Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung ist deshalb Teil einer gesellschaftlichen Modernisierungsstrategie. Entsprechend gehört Nachhaltigkeit in den Fokus einer zukunftsorientierten Berufsbildung und ins Kerngeschäft von Berufsbildungseinrichtungen. Von diesen wird gefordert, dass sie nicht nur Aspekte nachhaltiger Entwicklung in Ausbildungsgänge bzw. in den Unterricht integrieren, sondern sie sollen sich im Sinne eines Whole-Institution-Approach auch zu nachhaltigen Lernorten weiterentwickeln. Was aber ist ein nachhaltiger Lernort der beruflichen Bildung, und was bedeutet das für berufsbildende Schulen? Um auf diese Frage erste Antworten zu geben, wird in dem vorliegenden Beitrag an konzeptionelle Vorarbeiten und Praxisbeispiele angeknüpft, die dazu bereits in den letzten 15 Jahren der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung vorgelegt wurden. Darauf aufbauend und nach einer Unterscheidung verschiedener Dimensionen des Begriffs Lernort werden Merkmale, Dimensionen und Lernpotenziale nachhaltiger berufsbildender Schulen vorgeschlagen. Abschließend werden Handlungsempfehlungen für die Umsetzung des Handlungsfeldes „Betriebe und berufliche Schulen als nachhaltige Lernorte etablieren" des Nationalen Aktionsplan Bildung für nachhaltige Entwicklung gegeben.

Sustainable development is the main challenge of the 21st century. Accordingly, Technical and Vocational Education and Training (TVET) for sustainable development is a key element of a social modernisation strategy. Thus, sustainable development is in the centre of a future-oriented TVET and core business of vocational schools as well. In addition to integrating green skills demands into curricula and lessons, vocational schools are required to become sustainable learning venues following a whole institution approach. But what is a sustainable learning venue in detail, and what does is mean for vocational schools? In order to answer this question, preliminary concepts and examples of good practice are taken into account, which have been developed in the last 15 years of TVET for sustainable development. Based on that and after an explanation of the term "learning venue" characteristics, dimensions and potentials for learning of sustainable vocational schools are emphasised. At the end, recommendations for implementing the National Action Plan on Education for Sustainable Development's field of action "establish training companies and vocational school as sustainable learning venues" are deduced.

1 Einführung

Nachhaltige Entwicklung ist die zentrale Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Gravierende globale Problemlagen weisen darauf hin, dass das westliche Zivilisationsmodell nicht zukunftsfähig ist. Der *Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU)* leitet daraus die Notwendigkeit einer *Großen Transformation* ab. Darunter versteht der WBGU die weltweite Veränderung von Wirtschaft und Gesellschaft in Richtung Nachhaltigkeit mit dem Ziel, die Lebensgrundlagen der Menschheit langfristig zu sichern und irreversible Schäden im Erdsystem zu vermeiden. Nach Ansicht des WBGU sei diese Wende in ihrer Bedeutung vergleichbar mit den beiden bisher fundamentalsten Transformationen der Menschheitsgeschichte: der Neolithischen Revolution, d. h. (Erfindung und Verbreitung von Ackerbau und Viehzucht) sowie der Industriellen Revolution (Übergang von der Agrar- zur Industriegesellschaft) (vgl. WBGU 2011, S. 5). Dafür notwendig sei ein systematisch ermöglichter struktureller und mentaler Wandel im großen Maßstab.

Nachhaltigkeit ist somit *kein Thema wie jedes anderes.* Nachhaltigkeit fordert dazu heraus, bestehende Denkweisen und Handlungsroutinen daraufhin zu reflektieren, ob sie in einer globalisierten Welt grundsätzlich für alle gangbar und zukunftstauglich sind. Nachhaltigkeitskompetenzen spielen daher auch im Arbeitsleben eine immer größere Rolle. Auf diese Anforderung müssen alle Berufstätigen vorbereitet werden. Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) und Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE) sind daher Teil einer gesellschaftlichen Modernisierungsstrategie. Auch wenn sich dies noch nicht hinreichend in politischen und administrativen Vorgaben niedergeschlagen hat: Nachhaltigkeit gehört in den Fokus einer zukunftsorientierten Berufsbildung und ins Kerngeschäft von Berufsbildungseinrichtungen.[1]

Entsprechend wird von Bildungseinrichtungen nicht nur erwartet, dass sie Aspekte nachhaltiger Entwicklung in Bildungsgänge bzw. in den Unterricht integrieren. Sie sollen nachhaltige Entwicklung auch selbst praktizieren und Bildungseinrichtungen zu nachhaltigen Lernorten weiterentwickeln. So steht es sowohl im WAP, in dem die *ganzheitliche Transformation von Lern- und Lehrumgebungen* eines der prioritären Handlungsfelder ist (vgl. Box 1), als auch im 2017 verabschiedeten *Nationalen Aktionsplan Bildung für nachhaltige Entwicklung*, in dem der Beitrag Deutschlands zur Umsetzung des WAP festgelegt ist.[2]

Was aber genau ist unter nachhaltigen Lernorten der beruflichen Bildung zu verstehen? Durch welche Merkmale zeichnen sie sich aus? An welche Konzepte und

1 Dieses Verständnis findet sich auch im Weltaktionsprogramm *Bildung für nachhaltige Entwicklung* (WAP), dem Folgeprogramm zur UN-Dekade *Bildung für nachhaltige Entwicklung* (2005–2014). BNE wird im WAP als „ganzheitliche und transformative Bildung [verstanden, KDM], die die Lerninhalte und -ergebnisse, Pädagogik und die Lernumgebung berücksichtigt" (ebd., S. 12). Ihr Ziel bzw. Zweck sei es, zu einer „Transformation der Gesellschaft" (ebd.) beizutragen bzw. „den Wandel der Gesellschaften hin zu nachhaltiger Entwicklung zu unterstützen" (ebd., S. 33). Dies erfordere eine Neuausrichtung der Bildungssysteme, ihrer Strukturen und Didaktiken und gehöre ins Zentrum von Bildung: „BNE muss zur Grundstruktur des Lehrens und Lernens gehören und darf nicht als ein Zusatz zu bestehenden Bildungspraktiken verstanden werden" (ebd.).

2 Hier ist *Betriebe und berufliche Schulen als nachhaltige Lernorte etablieren* als eines von fünf Handlungsfeldern für den Bereich der beruflichen Bildung genannt (vgl. Nationale Plattform 2017, S. 44).

Vorarbeiten lässt sich anknüpfen? Welche Weiterentwicklungen sind ggf. notwendig? Auf diese Fragen möchte der vorliegende Beitrag erste Antworten geben. Er ist im Rahmen des Modellversuchs ANLIN (Akronym für *Ausbildung fördert nachhaltige Lernorte in der Industrie*) entstanden. ANLIN ist einer von sechs Modellversuchen der Förderlinie *Nachhaltige Lernorte*, die seit April 2016 vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert werden.[3]

2 Anknüpfungspunkte

Erste Hinweise darauf, über welche Merkmale nachhaltige Lernorte verfügen sollten, finden sich im WAP selbst. Dort heißt es in den Erläuterungen zum Handlungsfeld 2, *ganzheitliche Transformation von Lern- und Lehrumgebungen*: „BNE bedeutet viel mehr als nur eine nachhaltige Entwicklung zu predigen. Es geht darum, nachhaltige Entwicklung zu praktizieren. Nachhaltige Lernumgebungen [...] geben Lehrenden und Lernenden gleichermaßen die Möglichkeit, Nachhaltigkeitsprinzipien in ihren Alltag zu integrieren. Bei der Transformation von Lern- und Lehrumgebungen geht es nicht nur darum, Einrichtungen nachhaltiger zu verwalten, sondern auch Werte und Strukturen der gesamten Institution zu verändern. [...] Dabei ist die Zusammenarbeit zwischen Bildungsinstitutionen und Gemeinden sehr wichtig. Zu den anvisierten Ergebnissen gehören Nachhaltigkeitspläne oder -strategien, die von Schulen und anderen Bildungsinstitutionen sowie staatlichen und privaten Organisationen umgesetzt werden“ (DUK 2014, S. 18 f.).[4]

Box 1: Weltaktionsprogramm Bildung für nachhaltige Entwicklung (vgl. DUK 2014, S. 15 ff.)

Das Weltaktionsprogramm *Bildung für nachhaltige Entwicklung* enthält Ziele und Strategien sowie Umsetzungsvorschläge zur Bildung für nachhaltige Entwicklung in fünf prioritären Handlungsfeldern:

1. *Politische Unterstützung*: Integration des BNE-Konzepts in die Politik in den Bereichen Bildung und nachhaltige Entwicklung, um ein günstiges Umfeld für BNE zu schaffen und eine systemische Veränderung zu bewirken;
2. *Ganzheitliche Transformation von Lern- und Lehrumgebungen*: Nachhaltigkeit in der Bildungseinrichtung vorleben und entsprechend dem Whole Institution Approach gemeinsam weiterentwickeln;
3. *Kompetenzentwicklung bei Lehrenden und Multiplikatoren*: Kompetenzen von Lehrkräften und Multiplikatoren für effektivere Ergebnisse im Bereich BNE stärken;

3 In sechs weiteren Modellversuchen werden domänenspezifische nachhaltigkeitsorientierte Konzepte zur Kompetenzentwicklung in kaufmännischen Berufen entwickelt (s. https://www2.bibb.de/bibbtools/de/ssl/33716.php).

4 Die hier skizzierte ganzheitliche Betrachtung von Bildungseinrichtungen ist im Übrigen gemeint, wenn vom Whole Institution Approach die Rede ist.

4. *Stärkung und Mobilisierung der Jugend*: Jugendliche an der Entwicklung politischer Strategien und deren Umsetzung aktiv beteiligen sowie mehr BNE-Projekte initiieren, die von Jugendlichen eigenständig durchgeführt werden;
5. *Förderung nachhaltiger Entwicklung auf lokaler Ebene*: BNE-Programme und -Netzwerke auf der Ebene von Städten, Gemeinden und Regionen ausweiten.

Vorarbeiten und Anknüpfungspunkte in der (Berufs-) Bildung

So ganz neu ist die Forderung nach einer ganzheitlichen Transformation von (Berufs-) Bildungseinrichtungen nicht.[5] Erste Konzepte zur ökologischen Umgestaltung und Neuorientierung von Schulen finden sich bereits Anfang der 1990er Jahre. Seit 1994 gibt es das Programm *Umweltschule in Europa*; 2005 wurde es erweitert, und es kann der Titel *Internationale Agenda 21 Schule* erworben werden. Ab der zweiten Hälfte der 1990er Jahre wurde die 1993 von der EU erlassene Verordnung zum Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) oftmals als Grundlage für den Aufbau schulischer Umweltmanagementsysteme verwendet. Im Rahmen des Programms „Transfer 21" wurde dieses Konzept zu sogenannten Nachhaltigkeitsaudits weiterentwickelt. (B)BNE spielt aktuell eine wesentliche Rolle in den *UNESCO-Projektschulen*[6] sowie in den Programmen zur Entwicklung von Zukunftsschulen beispielsweise in Nordrhein-Westfalen (*Schule der Zukunft. Bildung für Nachhaltigkeit*) und Schleswig-Holstein (*Zukunftsschule.SH. Heute etwas für morgen bewegen*).

Auch in einigen von der Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projekten wurden zukunftsweisende Konzepte zur nachhaltigen Gestaltung von beruflichen Bildungseinrichtungen erarbeitet. Zu nennen sind hier neben dem *SINa-NachhaltigkeitsAudit* vor allem die in den beiden BBS futur-Projekten in partizipativer Weise entwickelten und erprobten Merkmale und Kriterien nachhaltiger Entwicklung berufsbildender Schulen.[7] In BBS futur 2.0 wurde vom Autor unter Beteiligung von Schulleitungsmitgliedern und Lehrkräften berufsbildender Schulen das *BBS futur 2.0 – Modell für nachhaltige Schulentwicklung* entwickelt. Es knüpft an Vorarbeiten des Autors an und berücksichtigt alle bis dahin zugänglichen Beiträge zur nachhaltigen Schulentwicklung (vgl. Mertineit 2017b). Es ist in vollem Umfang anschlussfähig an alle gängigen Qualitätsmanagementmodelle, die in berufsbildenden Schulen angewendet werden, und kompatibel mit den in Unternehmen verwendeten Nachhaltigkeitsstandards. Das Modell umfasst zehn Qualitätsbereiche, zu denen jeweils erläuternde Leitsätze und Kriterien (Input-Bereiche) bzw. Leitsätze sowie Kriterien und Indikatoren (Outcome-Bereiche) formuliert sind (siehe Box 2).

5 Ein umfassender Überblick über vorliegende Vorarbeiten findet sich in Mertineit 2017, S. 6f.

6 UNESCO-Projektschulen engagieren sich für eine Kultur des Friedens, für den Schutz der Umwelt, für eine nachhaltige Entwicklung und für einen gerechten Ausgleich zwischen Arm und Reich. Bildung für nachhaltige Entwicklung ist einer von sechs Bereichen, in denen sich UNESCO-Projektschulen engagieren können.

7 Die Projekte BBS futur (01.03.2011–31.10.2012) und BBS futur 2.0 (01.09.2013–29.02.2016) wurden vom Lehrgebiet Berufs- und Wirtschaftspädagogik/Didaktik der Wirtschaftslehre der Leuphana Universität Lüneburg geleitet (s. https://www.leuphana.de/institute/bwp/forschung-projekte.html).

Box 2: BBS futur 2.0 – Modell für nachhaltige Schulentwicklung: Qualitätsfelder und ausgewählte Inhalte (vgl. Mertineit 2017b)

Input-Qualitätsfelder	**Inhalte (u. a.)**
Schule führen	Die Schulleitung initiiert, fördert und begleitet einen an Nachhaltigkeit orientierten Schulentwicklungsprozess.
Schule entwickeln	Die Schule entwickelt ein spezifisches nachhaltigkeitsorientiertes Profil und setzt dies als Teil des Schulprogramms um.
Personal führen & entwickeln	Die Mitarbeiter/innen werden befähigt und motiviert, Nachhaltigkeitsaspekte in Lehr-Lernprozessen zu thematisieren & sich an einer nachhaltigen Schulentwicklung zu beteiligen.
Kooperationen entwickeln & Ressourcen bewirtschaften	Externe Partnerschaften & Kooperationen sowie interne Ressourcen werden systematisch für die Unterstützung der Nachhaltigkeitsaktivitäten der Schule genutzt.
Bildungsangebote gestalten	Im Unterricht werden BBNE-Kompetenzen gefördert.
Outcome-Qualitätsfelder	**Inhalte (u. a.)**
Campus & Arbeitsplätze	Die Schule hat ihren ökologischen Fußabdruck reduziert und die Arbeitsqualität für ihre Mitarbeiter/innen und Schüler/innen nachweislich verbessert.
Kompetenzentwicklung	Die Schüler/innen haben Kernkompetenzen der BBNE erworben.
Lernkultur	Der Unterricht folgt dem Konzept der Handlungsorientierung und fördert Selbstverantwortung.
Öffnung der Schule	Die Schule leistet relevante Beiträge für eine nachhaltige Entwicklung ihrer Region und darüber hinaus.
Schulkultur	Die Schule orientiert sich an den Werten und Zielsetzungen einer nachhaltigen Entwicklung (NE) und bietet allen Beteiligten Möglichkeiten zur Mitsprache, Mitgestaltung und Mitbestimmung.

Seit 2016 zeichnen das Bundesministerium für Bildung und Forschung und die Deutsche UNESCO-Kommission im Rahmen des WAP jährlich u. a. *hervorragende BNE-Lernorte* aus. Ausgezeichnet werden Lernorte, die BNE ins Zentrum ihrer Arbeit gestellt haben und durch eine besonders gelungene Umsetzung und langfriste Verankerung von BNE überzeugen (vgl. DUK 2018). Die Jury orientiert sich bei der Bewertung an folgenden Kriterien (vgl. ebd.):

1. Steuerung: klare Steuerungsmechanismen, Entwicklungsplan, Beteiligung;
2. Qualitätsentwicklung: Ziele & Maßnahmen überwachen, evaluieren, fortentwickeln;
3. Jugend: Mitwirkungs- und Gestaltungsmöglichkeiten für Jugendliche;
4. Lehr- und Lernangebot: ganzheitlicher BNE-Bildungsansatz;
5. Schulungen bzw. Weiterbildungen: strukturierte BNE-Kompetenzentwicklung für Lehrende, Verwaltung und Führungspersonal;
6. Bewirtschaftung: Beschaffung, Ressourcenmanagement etc. an Nachhaltigkeitsgrundsätzen orientieren und zum Lerngegenstand machen;
7. Innovation/Wandel und Vernetzung: NE/BNE als Innovationsmotor; Schule öffnen, BNE-Partnerschaften eingehen, interessierte Institutionen in BNE beraten;
8. Kommunikation: NE/BNE regelmäßig intern kommunizieren und nach außen als Profilierungsmerkmal nutzen.

Deutscher Nachhaltigkeitskodex

Orientierungshilfen dafür, was nachhaltige Lernorte beruflicher Bildung beinhalten sollten, bieten auch die im Zuge der Diskussion um gesellschaftliche Verantwortung von Unternehmen (englisch: Corporate Social Responsibility oder kurz CSR) entwickelten und angewandten Standards. Einer dieser Standards ist der Deutsche Nachhaltigkeitskodex (DNK). Der DNK wird vom Rat für Nachhaltige Entwicklung herausgegeben und beinhaltet 20 Kriterien zu den Bereichen Strategie, Prozessmanagement, Umwelt und Gesellschaft. Er ist auch deshalb relevant, weil lt. Nationalem Aktionsplan alle Referenzsysteme für die nachhaltige Gestaltung von Lernorten der beruflichen Bildung anschlussfähig an den DNK sein sollen (vgl. Nationale Plattform 2017, S. 45).

Box 3: Deutscher Nachhaltigkeitskodex: Handlungsfelder und Leitfragen (vgl. Bertelsmann Stiftung 2016)

Strategie	**Umwelt**
• Sind wesentliche nachhaltigkeitsbezogene Herausforderungen sowie deren Chancen und Risiken analysiert und in der Strategie berücksichtigt? • Hat sich das Unternehmen – davon abgeleitet – klare Ziele gesetzt, um soziale u. ökologische Herausforderungen über die gesamte Wertschöpfungskette proaktiv anzugehen? • Welche Bedeutung haben Aspekte der Nachhaltigkeit für die Wertschöpfung und bis zu welcher Tiefe seiner Wertschöpfungskette werden Nachhaltigkeitskriterien überprüft?	• Welche natürlichen Ressourcen werden in welchem Umfang in Anspruch genommen (Materialien sowie der Input und Output von Wasser, Boden, Abfall, Energie, Fläche, Biodiversität sowie Emissionen über den gesamten Lebenszyklus von Produkten und Dienstleistungen)? • Welche Ziele und Maßnahmen hat sich das Unternehmen zur Reduzierung dieser Verbräuche gesetzt (Ressourcenmanagement)? • Werden die unternehmensspezifischen Treibhausgase bilanziert und sind Minderungsziele formuliert?
Prozessmanagement	**Gesellschaft**
• Wie wird Nachhaltigkeit im Unternehmen effizient und systematisch gemanagt (Verantwortlichkeiten, Regeln & Prozesse, Kontrolle, Anreizsysteme, Beteiligung von Anspruchsgruppen)? • Wie wird gewährleistet, dass Produkt- und Dienstleistungsinnovationen die Nachhaltigkeit bei der eigenen Ressourcennutzung und bei Nutzern verbessern? • Wie wird bei den wesentlichen Produkten und Dienstleistungen deren aktuelle und zukünftige Wirkung in der Wertschöpfungskette und im Produktlebenszyklus bewertet?	• Werden national und international anerkannte Standards zu Arbeitnehmerrechten eingehalten? • Wie wird die Beteiligung der Mitarbeiter im Unternehmen und am betrieblichen Nachhaltigkeitsmanagement gefördert? • Wie wird mit Chancengerechtigkeit, Gesundheitsschutz, Mitbestimmung, Integration von Migranten und Menschen mit Behinderung, angemessene Bezahlung sowie Vereinbarkeit von Familie und Beruf umgegangen? • Was wird getan, damit die Belegschaft beschäftigungsfähig ist und bleibt? • Was wird unternommen, damit im Unternehmen und in der Lieferkette Menschenrechte weltweit geachtet und Zwangs- und Kinderarbeit sowie jegliche Form der Ausbeutung verhindert werden? • Wie trägt das Unternehmen zum Gemeinwesen in den Regionen bei, in denen es tätig ist? • Wird versucht, auf politische Entscheidungen Einfluss zu nehmen? Was wird gegen Korruption & andere Gesetzesverstöße getan?

Schulische Praxisbeispiele

Es gibt eine Reihe berufsbildender Schulen, die sich bereits seit Längerem intensiv und erfolgreich mit Aspekten einer nachhaltigen Schulentwicklung beschäftigen.[8] Exemplarisch sei an dieser Stelle die BBS I Uelzen vorgestellt.

Die BBS I Uelzen ist die erste (von mittlerweile zwei) berufsbildenden Schulen, denen der Titel *Lernort mit Auszeichnung* verliehen wurde.[9] Die BBS engagiert sich seit Mitte der 1990er Jahre in der Umweltbildung. Diese Aktivitäten wurden zwar nach und nach zu einer (Berufs-)Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE/BBNE)[10] weiterentwickelt und ausdifferenziert, allerdings wurden sie selten schulintern vernetzt, und es fehlten strategiegebende Strukturen. Ein geeigneter Referenzrahmen wurde schließlich im DNK gefunden. In einem fast einjährigen schulischen Entwicklungs- und Reflexionsprozess wurden ein neues Leitbild und ein neues Schulprogramm erstellt, die die Kriterien des DNK berücksichtigen. Darüber hinaus wurden ein N-Organisationsplan und ein N-Organigramm erstellt[11], in denen die Grundstrukturen des DNK mit seinen vier Bereichen und 20 Kriterien transparent dargestellt werden.

Die Organisationsstruktur beschreibt Aufgaben bzw. Verantwortlichkeiten verschiedener Akteursgruppen und Akteure und zeigt, wie sich die BBS I als Regionales Kompetenzzentrum für die berufliche Bildung strukturell und inhaltlich am Nachhaltigkeitskodex ausrichtet. Namentlich sind benannt:

- die Schulleitung;
- die schulischen Plattform BNE-BBNE;
- der BNE-BBNE-Abteilungsleiter;
- das BNE-BBNE-Lehrkräfteteam;
- das BNE-BBNE-Schülervertretungsteam;
- das BNE-BBNE-Elternvertretungsteam;
- der Förder- und Ehemaligenverein;
- alle fraktalen Organisationseinheiten;[12]
- der Beauftragte für Öffentlichkeitsarbeit;
- die Mitarbeiter/innen der Schulbibliothek;
- die Mitarbeiter/innen der Schulverwaltung und die Verantwortlichen für das Bestellwesen.

8 Vgl. etwa die Beiträge in Mertineit 2017.
9 Das Praxisbeispiel ist ausführlich beschrieben in Nowatschin 2017.
10 In den allgemeinbildenden Bildungsgängen wird von BNE gesprochen, in den berufsbildenden von BBNE.
11 N steht jeweils für Nachhaltigkeit.
12 Damit sind Schulleitungs-, Bereichs- & Fachteams sowie Klassen-, Unterstützungs- und Projektteams gemeint.

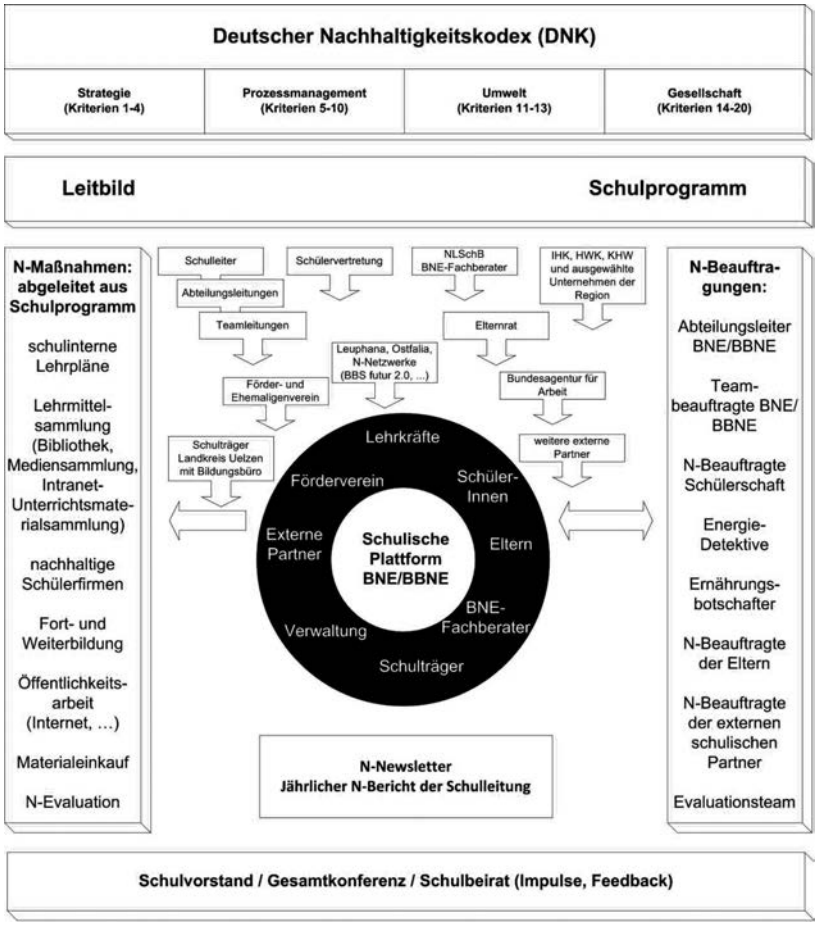


Abbildung 1: Organisation von BNE/BBNE an den BBS I Uelzen (BBS I Uelzen)

Den neu geschaffenen organisatorischen Rahmen galt und gilt es, mit Leben zu füllen. Hier ein Überblick über die wichtigsten dazu erfolgten Aktivitäten und Zwischenergebnisse:

- Bereits bestehende BNE-/BBNE-Aktivitäten wurden recherchiert und in Form einer Broschüre dokumentiert.
- Als zentrales Kommunikationsforum wurde eine schulische Plattform BNE/BBNE eingerichtet.[13] Darin sind alle schulinternen Anspruchsgruppen sowie Vertreter/innen aus Politik, Handwerk und Industrie sowie regionaler Bildungseinrichtungen vertreten. Im Rahmen der Plattform präsentieren Lehrkräfte und

13 Die schulische Plattform BNE/BBNE versteht sich in Anlehnung an die nationale Plattform BNE als akteursübergreifendes Forum, in dem schulische BNE-/BBNE-Aktivitäten transparent gemacht und in der mit den dualen Partnern sowie relevanten Einrichtungen der Region über Potenziale einer Zusammenarbeit im Bereich BNE/BBNE beraten werden.

Schüler/innen ihre Nachhaltigkeitsideen und -projekte; und gemeinsam wird überlegt, wie regionale Akteure schulische Aktivitäten unterstützen können.
- Schulische Lehrpläne wurden auf BNE-/BBNE-Anknüpfungspunkte hin untersucht, und es wurden Potenziale für fächer- und bereichsübergreifende Zusammenarbeit in der BNE/BBNE ermittelt. Die Ergebnisse wurden vom schulischen BNE-/BBNE-Team in einer Ergebnissynopse zusammengefasst. Diese wird regelmäßig fortgeschrieben und bildet die Basis für die gemeinsame Entwicklung und Abstimmung des schulischen BNE-BBNE-Aktionsplans (Jahresterminplan für BNE-/BBNE-Aktivitäten) für das jeweils neue Schuljahr.
- Die Nachhaltigkeitsbeauftragten initiieren weitere Besprechungen, um neue Impulse für einen breitangelegten curricularen Dialog über die Nachhaltigkeit der Bildungs- und Arbeitsprozesse zu geben.
- Der BNE-BBNE-Aktionsplan wurde im Rahmen der zweiten schulischen Plattform BNE/BBNE Mitte 2017 der Schulgemeinschaft und externen Akteuren vorgestellt.[14]
- Mit Beginn des Schuljahrs 2017–2018 wurde mit der Umsetzung des BNE-/BBNE-Aktionsplans begonnen; Evaluationen sind im April sowie im September 2018 vorgesehen.
- Im technischen und im Verwaltungsbereich wurden Handlungs- und Bestellroutinen im Hinblick auf Nachhaltigkeitsanforderungen geprüft und z. T. geändert. Bei der Organisation von Dienstbesprechungen, Konferenzen und anderen schulischen Veranstaltungen werden Nachhaltigkeitsanforderungen berücksichtigt.
- Bereichsübergreifend wurden im Schuljahr 2015/2016 erstmals *Ernährungsbotschafter* und *Energiedetektive* ausgebildet. Letztere sollen auch für die Energieeffizienz an den Schulen sorgen. Darüber hinaus richtet die Schule regelmäßig einen *Green Day*, eine *Woche der Müllvermeidung* sowie einen *Europatag* mit zahlreichen interaktiven Projekten aus.

Die Schule unterhält intensive Kontakte zu europäischen und außereuropäischen Bildungseinrichtungen. Dadurch lassen sich internationale Projekte und Betriebspraktika von Schülerinnen und Schülern realisieren, die zukünftig noch mehr an BNE bzw. BBNE ausgerichtet werden sollen. Die BBS I versteht sich als ein in die wirtschaftliche, soziale und bildungspolitische Struktur der Region eingebettetes berufliches Kompetenzzentrum, das als BNE/BBNE-Multiplikator eine Vorbildfunktion hat und in der Region mit der *schulischen Plattform BNE/BBNE* für einen systematischen regionalen Dialog und eine Vernetzung sorgt. Die Schulleitung und die BBNE-/BNE-Akteure stehen interessierten Bildungs- und Berufsbildungsstätten, den internationalen Schulpartnern sowie den dualen Berufsausbildungspartnern bei deren DNK-Implementierungsvorhaben beratend zur Seite.

14 Um zusätzliche Konferenztermine und damit zusätzlichen Arbeitsaufwand für das Kollegium zu vermeiden, wurde die zweite schulische Plattform als kompakte Gesamtkonferenz mit externen Gästen organisiert.

3 Annäherungen an die Beschreibung nachhaltiger Lernorte der beruflichen Bildung

Lernorte der beruflichen Bildung nachhaltig gestalten

Wodurch zeichnen sich nun Bildungseinrichtungen aus, die sich zu nachhaltigen Lernorten der beruflichen Bildung entwickeln wollen? Von welchen Lernorten sprechen wir, und was verstehen wir in der Berufsbildung überhaupt unter einem Lernort?

In der Roadmap zum Weltaktionsprogramm Bildung für nachhaltige Entwicklung ist nur recht allgemein von Lern- und Lehrumgebungen, Einrichtungen sowie Schulen und Bildungsinstitutionen die Rede. Im dualen System der beruflichen Bildung wird der Begriff *Lernort* auf die beteiligten Institutionen bezogen: Berufsschule und Betrieb sowie überbetriebliche Ausbildungsstätte oder Ausbildungsstätten in anderen Betrieben (Teilausbildung, Ausbildungsverbund). Dieses Begriffsverständnis ist jedoch sehr allgemein und sagt nichts aus, wo in diesen Institutionen gelernt wird.[15]

Aus einer pädagogischen Perspektive zeigt sich, dass die genannten Institutionen über mehrere *Orte* verfügen können, an denen gelernt wird. Im Betrieb sind das in erster Linie der Arbeitsplatz, an dem im Prozess der Arbeit gelernt wird, sowie die Lehrwerkstatt, das Ausbildungslabor, die Übungsfirma etc. oder die Ausbildungsecke bzw. Lerninsel; in der Berufsschule sind dies vor allem der Klassenraum oder die Werkstatt für Fachpraxisunterricht oder das Lernlabor. Diese Orte können als *Lernräume* oder *Lernortbereiche* bezeichnet werden. Sie können formalem, aber auch nicht-formalem oder informellem Lernen dienen.

Mit Blick auf die *Lernenden* zeigt sich, dass die Institutionen sowie deren Lernräume oder Lernortbereiche von unterschiedlichen Gruppen genutzt werden. Da sind zunächst Auszubildende und Berufsschüler/innen, aber auch Teilnehmer/innen von Berufsvorbereitungs- und Fortbildungsmaßnahmen, die in den Institutionen qualifiziert werden. Lernräume können darüber hinaus in Weiterbildungsveranstaltungen auch von Beschäftigten der Lernorte selbst genutzt werden.

Im Kontext von BBNE und der Anwendung des Whole Institution Approach ergeben sich auf allen drei genannten Ebenen zudem einige Erweiterungen:

- *Institution*: Neben den klassischen Lernorten werden im Zuge eines ganzheitlichen Ansatzes von BBNE auch weitere Lernorte in der Region (z. B. Kommunen, nachhaltigkeitsrelevante Einrichtungen sowie kommunale/regionale Aktionen) und darüber hinaus (z. B. Schulpartnerschaften) einbezogen.
- *Lernräume/Lernbereiche* erstrecken sich auch auf die Gebäude, das Außengelände, Büros, Technikräume, Bibliotheken etc. sowie ggf. auf Lernräume außerhalb der (Berufsbildungs-)Institution, in denen Nachhaltigkeit real erfahrbar und nachhaltigkeitsbezogenes Lernen möglich ist.

15 Die folgende Struktur orientiert sich an Euler 2015, S. 7.

- *Lernende*: Im Zuge der Verknüpfung von Personalentwicklung und organisationalem Lernen sind möglichst alle internen Anspruchsgruppen an der Gestaltung von nachhaltigen Veränderungsprozessen beteiligt. In berufsbildenden Schulen sind dies die Schulleitung, Lehrkräfte, das Verwaltungspersonal und die Schüler/innen.

Dies soll im Folgenden weiter ausgeführt werden Dazu werden die in den referierten Referenzkonzepten und in dem schulischen Praxisbeispiel genannten Aspekte zusammengefasst und am Beispiel berufsbildender Schulen systematisiert, und zwar im Hinblick auf

- Merkmale,
- Lerndimensionen und
- Lernpotenziale.

Merkmale nachhaltiger Lernorte der beruflichen Bildung[16]

Nachhaltige berufsbildende Schulen übernehmen Verantwortung für eine nachhaltige Zukunft.

Sie verstehen sich als Vorbild für eine nachhaltige Entwicklung und übernehmen Verantwortung für ihr Tun. Sie prüfen, welche Relevanz das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung für die Schule hat und in welcher Form die Schule zu dessen Verbreitung und Umsetzung beitragen kann. Dazu entwickelt die Schule ein spezifisches Profil, in dem u. a. ihre Kernkompetenzen zum Ausdruck kommen. Dieses Profil ergibt sich zum einen aus den vorhandenen Schwerpunktsetzungen bzw. Fachrichtungen (Bau- und Gebäudetechnik, Versorgungstechnik, Handel etc.) und zum anderen aus relevanten Leitthemen nachhaltiger Entwicklung, die in den Schulen in spezifischer Weise berücksichtigt werden.[17] Dabei wird nicht erwartet, dass jede berufsbildende Schule in jedem Leitthema nachhaltiger Entwicklung gleich stark ist. Stattdessen sollte ein Leitthema ausgesucht und ausgebaut werden, das zum Profil der jeweiligen Schule passt. Mit ihrem individuellen Profil geben die Schulen der Nachhaltigkeit ein Gesicht!

Nachhaltige berufsbildende Schulen werden mit Vision, Inspiration und Integrität geführt und mittels Prozessen gelenkt.

Nachhaltige Schulentwicklung ist nicht zuletzt eine Führungsaufgabe; daher ist die aktive Unterstützung aller Aktivitäten durch die Schulleitung sowie den Schulvorstand eine wesentliche Voraussetzung. Die Schulleitung initiiert, fördert und begleitet einen auf das Nachhaltigkeitsprofil bezogenen Schulentwicklungsprozess durch geeignete personelle, finanzielle und organisatorische Maßnahmen und motiviert das pädagogische und nicht-pädagogische Personal sowie die Schüler/innen zur ak-

16 Ausgangspunkt sind die in Mertineit 2017b und Mertineit 2018 genannten Merkmale, die für die folgende Darstellung durch Aspekte der genannten Referenzkonzepte und das Praxisbeispiel ergänzt wurden.

17 Im BNE-Weltaktionsprogramm werden genannt: Klimawandel, Biodiversität, Katastrophenvorsorge und Nachhaltigkeit in Konsum und Produktion (vgl. DUK 2014b, S. 11). Weitere Themen können z. B. den Nachhaltigen Entwicklungszielen der Vereinten Nationen (Sustainable Development Goals – SDG) entnommen werden.

tiven Beteiligung an entsprechenden Maßnahmen durch Vorbild und aktive Mitarbeit. BBNE-relevante Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten werden identifiziert und in der Organisationsstruktur festgeschrieben. Ausgehend von ihrem spezifischen nachhaltigen Profil, das sich im Leitbild wiederfindet, werden strategische Entwicklungsziele in definierten Prozessen sowie durch strategische Projekte in der Organisation umgesetzt, evaluiert und verankert. Nachhaltigkeit wird somit fester Bestandteil des Schulprogramms.

Nachhaltige berufsbildende Schulen fördern das Engagement und die Kompetenzen ihrer Mitarbeiter/innen.
Zur Entwicklung, Umsetzung und Weiterentwicklung ihrer Nachhaltigkeitsziele fördern, entwickeln und entfalten nachhaltige berufsbildende Schulen das Potenzial ihrer pädagogischen und nicht-pädagogischen Mitarbeiter/innen sowohl auf individueller als auch auf Team- und Organisationsebene. Die Mitarbeiter/innen werden befähigt und motiviert, die Nachhaltigkeitsrelevanz ihrer Arbeitsgebiete zu identifizieren und diese sowohl in Lehr-Lernprozessen zu thematisieren als auch sich an einer nachhaltigen Schulentwicklung zu beteiligen. In der Personalplanung und -entwicklung werden nachhaltigkeitsbezogene Anforderungen systematisch und offensiv berücksichtigt. Erforderliche (B)BNE-Kompetenzen der Schulleitungsmitglieder und Lehrkräfte sowie des technischen und Verwaltungspersonals werden ermittelt, ausgebaut und aufrechterhalten. Die Kommunikation und Zusammenarbeit innerhalb der Akteursgruppen (z. B. Lehrkräfte, bereichsspezifisch und bereichsübergreifend), aber auch zwischen den Akteursgruppen (Lehrkräfte, technisches und Verwaltungspersonal) werden gefördert.

Nachhaltige berufsbildende Schulen kommunizieren ihr Engagement offensiv und beteiligen ihre internen Anspruchsgruppen an der Schulentwicklung.
Sie kommunizieren ihre Nachhaltigkeitsaktivitäten regelmäßig und aktuell nach innen und außen. Sie wissen, dass Nachhaltigkeit nicht angeordnet werden kann und nehmen den Gedanken der Partizipation ernst. Sie verfügen über ein Konzept zur Beteiligung der Lehrkräfte und des technischen und Verwaltungspersonals sowie der Schüler/innen und bieten Möglichkeiten zur Mitsprache, Mitgestaltung und Mitbestimmung an der nachhaltigen Schulentwicklung. Das Engagement der Mitarbeiter/innen und Schüler/innen bei der (Weiter-)Entwicklung und Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele und -maßnahmen in Schule und Unterricht wird in motivierender Weise anerkannt und belohnt. Top-down- und Bottom-up-Ansätze werden miteinander verknüpft.

Nachhaltige berufsbildende Schulen sind ein vorbildlicher Lebens- und Lernraum.
Sie orientieren sich an einem definierten Wertekanon, in dem sich gegenseitiger Respekt, Wertschätzung sowie die Übernahme von Verantwortung ausdrückt. Die Schule bietet Arbeitsplätze mit hoher Qualität und fördert die Gesunderhaltung der Lehrkräfte, Mitarbeiter/innen und Schüler/innen. In der Schule hält man sich gerne

auf. Es werden Maßnahmen ergriffen, um den ökologischen Fußabdruck der eigenen Institution zu reduzieren. Die Bewirtschaftung von Gebäuden, Maschinen, Geräten, Werkzeugen und Material sowie die Gestaltung des Außengeländes erfolgen umwelt- und ressourcenschonend. In Büros und Werkstätten werden umwelt- und sozialverträgliche Technologien eingesetzt. Entsprechende technische und organisatorische Maßnahmen werden in den Unterricht eingebunden und der Schulöffentlichkeit bekannt gemacht.

Nachhaltige berufsbildende Schulen orientieren sich an den (B)BNE-Merkmalen und fördern Nachhaltigkeitskompetenzen.
Bei der Entwicklung, Umsetzung und Fortentwicklung von Bildungsgängen und im Unterricht werden die didaktischen Anforderungen der Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung ebenso berücksichtigt wie die spezifische Nachfrage nach nachhaltigkeitsrelevanten Kompetenzen und Qualifikationen in der Region. System- und Gestaltungskompetenz (vgl. Hahne 2007) sowie die Befähigung und Bereitschaft zur Übernahme von Produzentenverantwortung (vgl. NUN 2007) werden nachweislich gefördert. Der Unterricht ist gekennzeichnet durch vielfältige Lehr- und Lernformen und bietet den Schülerinnen und Schülern Möglichkeiten zur Reflexion gegenwärtiger und zukünftiger Lebens- und Arbeitsbedingungen. Die Schule als ganze Institution sowie die einzelnen Bildungsgänge werden als Lern-, Forschungs- und Experimentierfeld genutzt, um unterschiedliche Technologien zu erproben, angepasste Technologien zu entwickeln und die sozialen, ökonomischen und ökologischen Leistungen der Schule zu verbessern. Dazu kooperiert die Schule mit Einrichtungen aus Forschung und Wirtschaft.

Nachhaltige berufsbildende Schulen sind lernende Lehr- und Lernorte.
Nachhaltigkeit ist Teil des integrierten schulischen Qualitätsmanagements. Als lernende Lehr- und Lernorte erfassen nachhaltige berufsbildende Schulen regelmäßig und systematisch die Ergebnisse ihrer Prozesse bzw. ihres Tuns. Sie bewerten die Ergebnisse und leiten daraus – im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung – Konsequenzen für zukünftiges Handeln ab.

Nachhaltige berufsbildende Schulen verstehen sich als Impulsgeber, Qualifizierungsdienstleister und anerkannter strategischer Partner für die nachhaltige Entwicklung ihrer Region.
Sie fühlen sich der nachhaltigen Entwicklung ihrer Region verpflichtet. Als nachhaltige regionale Kompetenzzentren gehen sie über die Schulgrenzen hinaus und engagieren sich als Fachpartner/Vorbild aktiv an der nachhaltigen Entwicklung ihres lokalen bzw. regionalen Umfeldes. Über Partnerschaften mit Kommunen, Unternehmen, abgebenden und weiterführenden Bildungseinrichtungen (inkl. Hochschulen und Universitäten), Nichtregierungsorganisationen, Vereinen, Kammern und Verbänden bauen sie ihre (B)BNE-Kompetenzen aus, vertiefen diese und stellen sie den regionalen Anspruchsgruppen zur Verfügung.

Nachhaltige berufsbildende Schulen engagieren sich in (B)BNE-Netzwerken.
Sie schließen sich mit anderen berufsbildenden Bildungseinrichtungen in regionalen, nationalen und/oder internationalen (B)BNE-Netzwerken zusammen. Sie nutzen die Netzwerke zum Austausch von Wissen und Erfahrungen sowie dazu, weitere berufsbildende Schulen für ganzheitliche (B)BNE-Konzepte zu gewinnen und bei Bedarf zu beraten.

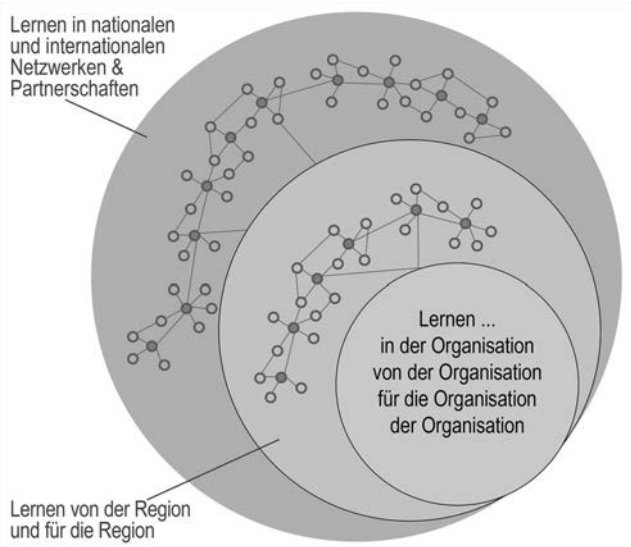


Abbildung 2: Lerndimensionen (eigene Darstellung)

Lerndimensionen

Aufbauend auf den genannten Merkmalen und diese integrierend können folgende Lerndimensionen nachhaltiger Lernorte der beruflichen Bildung unterschieden werden (vgl. Abb. 2):

In einer nachhaltigen berufsbildenden Schule wird das an (B)BNE-Kriterien orientierte Lernen der Organisation mit dem Lernen aller internen Anspruchsgruppen wechselseitig miteinander verschränkt.

Es geht also um

- *Lernen in der Organisation*: Die Anspruchsgruppen setzen sich mit Anforderungen einer nachhaltigen Entwicklung bzw. von BBNE für ihr berufliches Handeln auseinander und entwickeln entsprechende Kompetenzen. Dies kann in Form formaler (Unterricht in den verschiedenen Berufsbildungsgängen), nichtformaler (z. B. Lehrerfortbildung, Projekte, Qualitätszirkel) oder informeller Lernprozesse (z. B. Teamsitzungen) erfolgen.[18]
- *Lernen von der Organisation*: Die nachhaltige Gestaltung der in der Schule angewandten (Management-) Prozesse und Technologien, die Bewirtschaftung von

18 Zur begrifflichen Unterscheidung vgl. Reglin 2012.

Gebäuden, Maschinen, Geräten, Werkzeugen und Material werden soweit möglich zum Gegenstand von Lehr-/Lernprozessen in Unterricht, Projekten und Qualitätszirkeln etc. gemacht. Beispiele: Schüler/innen kaufmännischer Berufe können an schulischen Beschaffungsprozessen beteiligt und gebeten werden, Vorschläge für die Umwelt- und soziale Gesichtspunkte berücksichtigende Beschaffung von Bürotechnik und Büromaterialien zu erarbeiten und zu präsentieren; alle Anspruchsgruppen können an der Entwicklung und Umsetzung einrichtungsspezifischer Energie- und Umweltmanagementsysteme beteiligt werden usw. Die Beispiele ließen sich nahezu beliebig fortsetzen.

- *Lernen für die Organisation*: Gelernt wird nicht nur für individuelle Handlungskontexte, sondern über die Thematisierung realer schulischer Beispiele (s. o.) bezieht sich Lernen auch auf die nachhaltige Entwicklung der Schule als Organisation.
- *Lernen der Organisation*: Nachhaltige berufsbildende Schulen sind in der Lage, organisationale Lernprozesse zu initiieren, durchzuführen, zu evaluieren und zu integrieren und dabei im Sinne eines Prozesslernens Lernprozesse und vorherrschende Denkmuster selbst zum Lern- und Reflexionsgegenstand zu machen.[19]
- *Lernen von der Region*: Durch Einbeziehung regionaler Partner in unterrichtliche und organisationale Lernprozesse werden diese bereichert und die Kompetenz der schulischen Akteursgruppen kann erheblich erweitert werden. Beispiel kommunale Klimaschutzagentur: Um das Thema Energieeffizienz kompetent und eingebettet in lokale/regionale Strategien im Unterricht, aber auch in der Schule selbst bearbeiten zu können, kann mit Experten/innen der örtlichen Klimaschutzagentur zusammengearbeitet werden.
- *Lernen für die Region*: Durch eine lokale/regionale Erfordernisse aufgreifende Profilbildung und Kompetenzentwicklung sowie durch Engagement und Kooperation auf lokaler/regionaler Ebene mit Akteuren ihrer dualen Partner sowie aus Politik, Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Verwaltung leisten nachhaltige Lernorte Beiträge zur nachhaltigen Entwicklung ihrer Region. Beispielsweise können berufsbildende Schulen vor Ort benötigte Kompetenzen in über die Vorgaben in Rahmenlehrplänen o. ä. hinausgehender Weise berücksichtigen, oder sie beteiligen sich an nachhaltigkeitsrelevanten Netzwerken in ihrer Region.
- *Lernen in (inter-)nationalen Netzwerken und Partnerschaften*: Durch aktive Mitwirkung in BBNE-Netzwerken und die Zusammenarbeit mit Partnerorganisationen aus dem In- und Ausland übernehmen nachhaltige berufsbildende Schulen eine Multiplikatorenfunktion für BBNE, und sie treten in einen Prozess des voneinander Lernens ein.

19 Zu den Stufen organisationalen Lernens vgl. u. a. Geißler 1995, S. 372 f.

Lern- und Bildungspotenziale realisieren

Was lässt sich – vom herkömmlichen Unterricht einmal abgesehen – an und von einer nachhaltigen berufsbildenden Schule lernen? Welche Lern- und Bildungspotenziale bieten sich im Rahmen einer ganzheitlichen Transformation der Schule für die verschiedenen schulischen Anspruchsgruppen?

Abbildung 3: Lernpotenziale realisieren (eigene Darstellung)

Lern- und Bildungspotenziale lassen sich grundsätzlich aus den Handlungsfeldern ableiten, die in den Referenzrahmen und Standards für die nachhaltige (Um-) Gestaltung von Organisationen immer wieder aufgeführt werden.[20] Exemplarisch seien hier genannt:

- Leitbild- und Schulprogrammentwicklung;
- Unterrichtsentwicklung und Evaluation;
- Personalentwicklung;
- Arbeitsschutz und Gesundheitsförderung;
- Bewirtschaftung von Gebäuden, Räumen und Gelände sowie von Anlagen und Maschinen;
- Energie-, Umwelt und Mobilitätsmanagement;
- Beschaffung;
- Verpflegung sowie
- regionale, nationale und internationale Partnerschaften & Kooperationen.

Damit in den genannten Handlungsfeldern auch tatsächlich Lern- und Bildungspotenziale für alle schulischen Akteursgruppen erschlossen und realisiert werden können, sind wiederum gewisse Voraussetzungen zu schaffen. Dazu gehört auf der einen Seite der Wille und die Bereitschaft der Schulleitung, des Schulträgers und der Aufsicht führenden Behörden, Lernen und Veränderung in diesen bzw. in ausgewählten Handlungsfeldern auch tatsächlich zuzulassen. Notwendig ist es dann, die

20 So z. B. im Deutschen Nachhaltigkeitskodex.

gestalt- bzw. veränderbaren Handlungsfelder zu identifizieren, transparent zu machen und in geeigneter Weise so zu kommunizieren, dass die internen Anspruchsgruppen auch wirklich erreicht werden. Auf der anderen Seite müssen den verschiedenen Lerngruppen (= internen Anspruchsgruppen) jedoch auch die erforderlichen Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten eingeräumt und tatsächlich genutzt werden.[21] Hier geht es im Wesentlichen um

- *Dürfen*, d. h. die Erlaubnis, unter gegebenen Rahmenbedingungen an der nachhaltigen Gestaltung des Lernorts Schule mitwirken zu dürfen und eigene Gestaltungspotentiale anwenden zu können (Veränderungsmöglichkeit). Die formale Unterstützung durch die Schulleitung bzw. Lehrkräfte allein reicht aber nicht aus. Auch die internen *Spielregeln* und damit zusammenhängend Hierarchien, Regelungen und Zuständigkeiten sind zu bedenken. Zudem müssen notwendige zeitliche, räumliche und finanzielle Ressourcen eingeräumt werden. Hier ergibt sich eine Anknüpfung an die Themen Autonomie berufsbildender Schulen und Schulkultur.
- *Können* (Veränderungsfähigkeit) und *Wollen* (Veränderungsbereitschaft). Die Lernenden müssen aufgrund ihres Wissen, sowie ihrer Kenntnisse und Fähigkeiten kompetent sein, die spezifische Aufgabe zu erfüllen. Dies kann – sofern das Schüler/innen betrifft – ggf. im Unterricht vorbereitet werden. Zudem müssen sie bereit (motiviert) sein, die gebotene Gestaltungschance anzunehmen und sich an der ganzheitlichen Umgestaltung der Schule zu beteiligen. Aus der aktiven Mitgestaltung verbessern die Lernenden wiederum ihre eigenen Kompetenzen.

4 Ausblick

Im Nationalen Aktionsplan Bildung für nachhaltige Entwicklung ist im Bereich der beruflichen Bildung „Betriebe und berufliche Schulen als nachhaltige Lernorte etablieren“ als eines von fünf Handlungsfeldern genannt (vgl. Nationale Plattform 2017, S. 44 ff.). Dazu seien abschließend folgende Empfehlungen gegeben:

- Die ganzheitliche Transformation von berufsbildenden Schulen und anderen Lernorten der beruflichen Bildung kann durchaus von engagierten Einzelpersonen initiiert werden; für deren flächendeckende strukturelle Verankerung im System der Berufsbildung reicht dies jedoch bei Weitem nicht aus. Hierfür ist die aktive Unterstützung seitens der relevanten Akteure aus Politik, Wirtschaft und Verwaltung erforderlich.
- Es gibt sicherlich Gründe dafür, dass vorliegende Referenzsysteme und praktische Beispiele zur nachhaltigen Gestaltung von Lernorten der beruflichen Bildung kaum Eingang in die Berufsbildungspraxis finden. Diese Gründe sollten analysiert und bei der Maßnahmenplanung berücksichtigt werden.

21 Eine ähnliche Unterscheidung findet sich bei Euler 2015, S. 7.

- Bei der Weiterentwicklung bzw. weiteren Ausgestaltung von Indikatoren sollten vorliegende Referenzkonzepte und Praxisbeispiele berücksichtigt werden. Indikatorensysteme sollten ergebnisorientiert angelegt sein und auch die Ergebnisse und Wirkungen des eigenen Tuns umfassen, um organisationales Lernen zu unterstützen.
- Referenzsysteme zur nachhaltigen Gestaltung von Lernorten der beruflichen Bildung sollten grundsätzlich kompatibel mit den gängigen Qualitätsmanagementkonzepten sein.
- Sammlungen vorbildlicher Lernorte sowie die Vernetzung der Akteurinnen und Akteure sind kein Selbstzweck; sie machen vor allem dann Sinn, wenn gezeigt werden kann, dass gemeinsam eine Veränderung vom Projekt zur Struktur tatsächlich möglich ist.
- Es ist zu fragen, ob die Bezeichnung „nachhaltige" Lernorte tatsächlich geeignet ist, die Aktivitäten zur ganzheitlichen Transformation eines Lernorts zu bezeichnen. Schließlich geht es um die Hervorhebung eines Prozesses und nicht um dessen Ergebnis. Die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsanforderungen in ausgewählten organisatorischen Handlungsfeldern hat nicht zwangsläufig zur Folge, dass eine Institution in ihrer gesamten Struktur tatsächlich nachhaltig ist und dies auch vorlebt.[22]

Literatur

Bertelsmann Stiftung (Hrsg.) (2016): Leitfaden zum Deutschen Nachhaltigkeitskodex. Orientierungshilfe für mittelständische Unternehmen. Gütersloh. Online: https://www.deutscher-nachhaltigkeitskodex.de/de/anwendung/downloads.html (23.04.2018).

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.) (2016): Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung 2015–2019. Bonn.

DUK – Deutsche UNESCO-Kommission e. V. (Hrsg.) (2014): UNESCO Roadmap zur Umsetzung des Weltaktionsprogramms Bildung für nachhaltige Entwicklung. Bonn.

DUK – Deutsche UNESCO-Kommission e. V. (Hrsg.) (2018): UNESCO-Weltaktionsprogramm Bildung für nachhaltige Entwicklung. Auszeichnungen. Online: http://www.bne-portal.de/de/auszeichnungen (25.04.2018).

Euler, D. (2015): Lernorte in der Berufsausbildung zwischen Potenzial und Realität. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis 44 (2015), Nr. 1, S. 7–9.

22 Im Übrigen werden auch Unternehmen, die CSR-Standards anwenden, nicht als nachhaltige Unternehmen bezeichnet. Entsprechend lässt sich die CSR-Leistung eines Unternehmens auch nicht zertifizieren – etwa nach der DIN ISO 26.000 „Leitfaden zur gesellschaftlichen Verantwortung von Organisationen".

Geißler, H. (1995): Managementbildung und Organisationslernen für die Risikogesellschaft. In: Geißler, H. (Hrsg.): Organisationslernen und Weiterbildung: die strategische Antwort auf die Herausforderungen der Zukunft. Neuwied; Kriftel; Berlin, S. 362–384.

Hahne, K. (2007): Benötigt Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung ein erweitertes Verständnis von Kompetenzentwicklung? In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis 36 (2007), Nr. 5, S. 13–17.

Kuhlmeier, W. et al. (2017): Vom Projekt zur Struktur. Beitrag zum Workshop WS 01 „Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung". 19. Hochschultage Berufliche Bildung an der Universität zu Köln. Online: https://www.berufsbildung.nrw.de/cms/veroeffentlichungen/hochschultage-bb-2017/workshops/01-berufliche-bildung-fuer-nachhaltige-entwicklung/01-berufliche-bildung-fuer-nachhaltige-entwicklung.html (26.04.2018)

Mertineit, K.-D (2011): Ansätze und Perspektiven für eine nachhaltige Schulentwicklung. In: bwp@ Spezial 5 – Hochschultage Berufliche Bildung 2011, Workshop 08, hrsg. v. Fischer, A./Mertineit, K.-D./Steenblock, W., 1–10, Online: http://www.bwpat.de/ht2011/ws08/mertineit_ws08-ht2011.pdf (26.09.2011)

Mertineit, K.-D. (Hrsg.) (2017): Berufsbildungseinrichtungen nachhaltig gestalten. Berufsbildungswissenschaftliche Schriften der Leuphana Universität Lüneburg, Bd. 17. Online: http://bwp-schriften.univera.de/band_17_17.htm (15.05.2018)

Mertineit, K.-D. (2017a): Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Gestaltung von Lernorten der beruflichen Bildung. In: Mertineit, K.-D. 2017, S. 1–17.

Mertineit, K.-D. (2017b): Das BBS futur 2.0 – Modell für nachhaltige Schulentwicklung. In: Mertineit, K.-D. 2017, S. 18–34.

Mertineit, K.-D. (2018): Berufsbildende Schulen nachhaltig gestalten. In: Die berufsbildende Schule 70 (2018), Nr. 4, S. 129–133.

Nationale Plattform Bildung für nachhaltige Entwicklung (Hrsg.) (2017): Nationaler Aktionsplan Bildung für nachhaltige Entwicklung. Berlin.

Nowatschin, S. (2017): BBS I Uelzen: herausragender Lernort der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Mertineit, K.-D. 2017, S. 49–58.

NUN – Norddeutsche Partnerschaft zur Unterstützung der UN-Dekade Bildung für nachhaltige Entwicklung (Hrsg.) (2007): Norddeutsche Erklärung zur Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Hamburg.

Reglin, T. (2012): Anerkennung und Anrechnung informellen und non-formalen Lernens. Systemfragen und Konsequenzen für die politische Umsetzung. Bonn. Online: https://www.bibb.de/de/18828.php (23.04.2018).

WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (Hrsg.) (2011): Welt im Wandel – Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Berlin.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Organisation von BNE/BBNE an den BBS I Uelzen 200

Abb. 2 Lerndimensionen 206

Abb. 3 Lernpotenziale realisieren 208

Verzeichnis der Boxen

Box 1 Weltaktionsprogramm Bildung für nachhaltige Entwicklung 195

Box 2 BBS futur 2.0 – Modell für nachhaltige Schulentwicklung: Qualitätsfelder und ausgewählte Inhalte 197

Box 3 Deutscher Nachhaltigkeitskodex: Handlungsfelder und Leitfragen 198

Autor

Dr. Klaus-Dieter Mertineit, Geschäftsführer im Institut für nachhaltige Berufsbildung & Management-Services GmbH, Hannover,
E-Mail: kd.mertineit@nachhaltige-berufsbildung.com;
Internet: www. nachhaltige-berufsbildung.com

Didaktik der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung

Thomas Vollmer

Abstract

In diesem Beitrag wird ein Ansatz einer Didaktik der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBnE) vorgestellt, der im Rahmen des BBnE-Förderprogramms 2010–2013 des Bundesinstituts für Berufsbildung – finanzier mit Mitteln des BMBF – erarbeitet wurde und Grundlage des Nachfolgeprogramms ist.[1] Wesentlicher Kern dieses Ansatzes sind die sogenannten Didaktischen Leitlinien und die hier integrierten Analysekriterien. Deren Anwendung für die Planung von arbeitsorientierten BBnE-Lernsituation wird in diesem Beitrag skizziert.

This article presents an apprenticeship approach for vocational education and training for sustainable development, which was developed as part of the BBnE funding program 2010–2013 of the Federal Institute for Vocational Training – funded by the BMBF – and is the basis for the successor program.[1] The essential core of this approach are the so-called didactic guidelines and the analysis criteria integrated here. Their application for the planning of work-oriented BBnE learning situation is outlined in this article.

Einleitung

Die Zusammenhänge der zunehmenden Bedrohung der Lebensbedingungen der Menschheit durch die von ihr verursachten globalen Umweltveränderungen sind seit geraumer Zeit erkannt, auch in weiten Teilen der Bevölkerung. Dies hat aber noch nicht zu durchgreifenden Veränderungen unserer Wirtschafts- und Lebensweise geführt. Zur Beantwortung der Frage, was zu tun ist, um die natürlichen Lebensgrundlagen für uns sowie für künftige Generationen und damit ein Leben in Wohlstand als auch in Würde für die Weltbevölkerung zu sichern, sind Maßnahmen beschlossenen worden, wie die Agenda 2030 und davon abgeleitet die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Die Förderung einer nachhaltigen Entwicklung ist ein grundlegendes Ziel der Bundesregierung. Politische Beschlüsse sind aber nicht ausreichend, sondern es sind alle Menschen gefordert, weil eine nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft nur durch gemeinschaftliche Mitwirkung im Beruf und im

1 Vgl.: https://www2.bibb.de/bibbtools/de/ssl/4936.php; https://www2.bibb.de/bibbtools/de/ssl/33716.php

Privatleben erreichbar ist. So sind die „Große Transformation“ (WBGU 2011), die Abkehr von der Nutzung fossiler Brennstoffe, und die Etablierung neuer Produktions- und Konsummuster, die weitgehend auf natürlichen Rohstoffen und geschlossenen technischen Kreisläufen basieren (vgl. Braungart; McDonough (2008), nicht ohne gewerblich-technische Fachkräfte zu leisten. Zudem sind lokale Berufsarbeit und Konsum in Zeiten einer globalisierten Wirtschaft zunehmend auch in ein weltweites Wirkungssystem eingebunden.

Diese Zusammenhänge Auszubildenden bewusst zu machen, sollte ein wesentliches Ziel der Berufs*bildung* für nachhaltige Entwicklung (BBnE) sein. Mit dem Bildungsziel der Berufsschule, die Lernenden zur „Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer, ökonomischer und ökologischer Verantwortung“ zu befähigen (KMK 1991, S. 2; u. 2015), das in allen Rahmenlehrplänen zu finden ist (KMK 2017), und der Vorgabe in den aktuellen Neufassungen der Ausbildungsverordnungen bspw. der industriellen Elektro- und Metallberufe (BMWE 2018 [a]; 2018 [b]), in der betrieblichen Ausbildung sei „der Nachhaltigkeitsaspekt zu berücksichtigen“, sind Schritte getan worden, die Berufsausbildung mit der Leitidee der nachhaltigen Entwicklung zu verknüpfen. Dennoch ist die geforderte strukturelle Verankerung bisher noch nicht gelungen (vgl. Hemkes 2014, S. 225 ff.; NPF BnE 2017). Gründe dürften sein, dass sich einerseits die o. g. Vorgaben kaum in den konkreten Ausbildungsinhalten wiederfinden und andererseits noch keine Didaktik der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung etabliert ist. Nachfolgend wird ein solcher Didaktikansatz vorgestellt und dessen unterrichtliche Umsetzung beispielhaft aufgezeigt.

Didaktische Leitlinien der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung

Der hohe Abstraktionsgrad, die relative Unschärfe und die Mehrdeutigkeit des Begriffes Nachhaltigkeit erschweren offensichtlich, berufliche Bildungsprozesse mit der Leitidee der Nachhaltigkeit zu verknüpfen (vgl. Fischer 2007, S. 14). Die Bemühungen der Vergangenheit in Berufsbildungspraxis und -wissenschaft haben dazu geführt, dass nachhaltigkeitsrelevante Aspekte mittlerweile zum Teil in den neueren Ordnungsmitteln berücksichtigt sind, ggf. unter anderen Begrifflichkeiten. Dennoch ist es bisher nur selten gelungen, aus dem abstrakten Leitbild der nachhaltigen Entwicklung konkrete pädagogische Schlussfolgerungen zu ziehen und didaktische Konzepte zu entwickeln (vgl. ebd.; Kastrup u. a. 2012, S. 118 ff.). Vor diesem Hintergrund wurden von der Wissenschaftlichen Begleitung des vom BMBF finanzierten BiBB-Förderprogramms „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (Modellversuche 2010–2013)“ sogenannte Didaktische Leilinien erarbeitet, die Beruflichkeit und Nachhaltigkeit verknüpfen (vgl. Kastrup u. a. 2012; Vollmer/Kuhlmeier 2014). Dieser Ansatz stützt sich neben der gestaltungsorientierten Berufsbildung ebenso auf die Bildungstheoretische Didaktik. Ziel ist es, durch Berufsbildung zur Lösung dieser „epochaltypischen Schlüsselprobleme“, d. h. zur Mitgestaltung der Arbeit und Ge-

sellschaft in sozialer, ökonomischer und ökologischer Verantwortung zu befähigen (vgl. Kuhlmeier/Vollmer 2018).

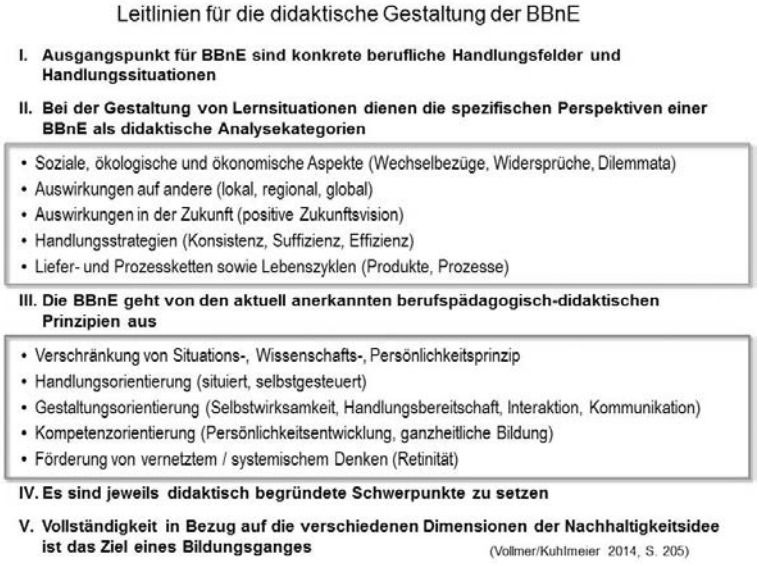


Abbildung 1: Didaktische Leitlinien für die Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung (n. Kastrup u. a. 2012, S. 120)

Da sich aus der normativen Idee einer nachhaltigen Entwicklung keine eindeutigen Empfehlungen für das didaktische Handeln ableiten lassen, sind in diesem Ansatz nicht die Dimensionen der Nachhaltigkeitsidee Ausgangspunkt für eine BBnE, sondern konkrete berufliche Handlungsfelder und Handlungssituationen. Um die hierbei verwendeten Technologien und Prozesse hinsichtlich der Erfüllung von Nachhaltigkeitsanforderungen prüfen zu können, wurden didaktische Analysekategorien entwickelt, die aus der Leitidee der Nachhaltigkeit abgeleitet wurden und Dimensionen nachhaltigen Berufshandelns bilden:

- Die ökonomischen, sozialen und ökologischen Aspekte beziehen sich auf das Nachhaltigkeitsdreieck, das darauf abzielt, keinen einseitigen Entscheidungen zu treffen, bspw. zugunsten der Umwelt, wenn dies zu sozialen Problemen oder nicht mehr tragbaren Kosten führt. Die Prüfung von damit verbundenen Wechselbezügen, Widersprüchen oder Dilemmata sind für das Berufshandeln relevant, weil es sich i. d. R. in diesem Spannungsfeld vollzieht und Entscheidungen die abwägende Auseinandersetzung – häufig mit einem Kompromiss zwischen diesen Gesichtspunkten – erfordern. „Die Herausarbeitung der Konflikte zwischen diesen Dimensionen bietet eine wichtige Lernchance und beinhaltet die Notwendigkeit, eine eigene Position zu beziehen und – reflektiert auf die subjektive Mitverantwortung – Entscheidungen zu treffen“ (Vollmer/Kuhlmeier 2014, S. 206)

- Die Analyse der lokalen, regionalen und globalen Auswirkungen der Berufsarbeit korrespondiert mit dem Anspruch der intragenerationellen Gerechtigkeit der Nachhaltigkeitsidee, der darauf abzielt, dass unser Arbeiten und Konsumieren nicht die gerechte Teilhabe für Menschen in anderen Ländern und Regionen einschränkt. Diese räumlichen Auswirkungen auf andere entziehen sich meist der unmittelbaren (sinnlichen) Wahrnehmung, sollten aber möglichst bewusst gemacht werden.
- Die Analyse kurz-, mittel- und langfristiger Auswirkungen der Berufsarbeit leitet sich aus dem Ziel der intergenerationellen Gerechtigkeit ab, dass künftige Generationen nicht schlechter gestellt sind, ihre Bedürfnisse zu befriedigen als gegenwärtig lebende (vgl. UN 1987). Dies lenkt den Blick auf die aktuelle Ressourcennutzung, die weit über die Regenerationsfähigkeit der Biosphäre hinausgeht mit langfristigen Folgen. Die Mitwirkungsperspektiven an einer nachhaltigen Entwicklung durch die Berufsarbeit sind verbunden mit einer positiven Zukunftsvision, die einer Resignation angesichts der globalen Probleme entgegenwirkt.
- Berufsarbeit ist nicht ohne die Inanspruchnahme von Rohstoffen und Primärenergien realisierbar. Ihre Ausrichtung an den Handlungsstrategien der Naturverträglichkeit (Konsistenz), der Notwendigkeit (Suffizienz) und des Wirkungsgrades (Effizienz) trägt zur Erhaltung der Lebensgrundlagen bei, bspw. durch die Nutzung nachwachsender Rohstoffe und regenerativer Energien, die sparsam verwendet werden und das mit möglichst geringen Verlusten bzw. Abfällen.
- Die vorgenannten Handlungsstrategien können sich aber nur weitgehend entfalten, wenn sie sich nicht nur auf die konkreten Schritte der Berufsarbeit beziehen, sondern auch auf die Liefer- und Prozessketten der globalisierten Wirtschaft sowie die erforderlichen Energien und Ressourcen der Produkte während ihrer Nutzung über den gesamten Lebenszyklus einschließlich ihrer Weiterverwendung, ihres Recycling oder ihrer Entsorgung.

Diese im Wesentlichen aus der Leitidee der Nachhaltigkeit abgeleiteten fünf Analysekriterien lassen sich in Beziehung setzen mit den Fähigkeiten zur Selbstbestimmung, Mitbestimmung und Solidarität der Bildungstheoretischen Didaktik Klafkis (1996) und setzen an der Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung seiner didaktischen Analyse an. Die exemplarische Wahl beruflicher Handlungssituationen für nachhaltige Bildungsprozesse erfordert keine völlig neue didaktische Orientierung, sondern sie geht von den aktuell anerkannten berufspädagogisch-didaktischen Prinzipien aus und ergänzt diese um die Nachhaltigkeitsperspektive. Auf diese Weise wird die Verknüpfung der abstrakten und politisch begründeten Nachhaltigkeitsidee mit berufsspezifischen Arbeits- und betrieblichen Geschäftsprozessen als Einheit der BBnE hergestellt, denn sie hat immer beides zum Inhalt: das normative Bildungsziel als auch die konkreten fachlichen Kenntnisse und Fähigkeiten – diese „finden sich in einem beruflichen Ethos wieder, in dem Beruflichkeit und Nachhaltigkeit gekoppelt sind“ (vgl. Hemkes u. a. 2013, S. 31).

Lehrplanvorgaben als Grundlage für die strukturelle Verankerung Nachhaltigkeitsidee in der Bildungsarbeit

Die neueren Ausbildungsrahmenpläne und Rahmenlehrpläne enthalten die eingangs erwähnten allgemeinen Vorgaben, für die betriebliche Ausbildung den „Nachhaltigkeitsaspekt zu berücksichtigen" bzw. in der Berufsschule zur „Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer, ökonomischer und ökologischer Verantwortung" zu befähigen. Sie sind jedoch bezüglich der strukturellen Verankerung der Nachhaltigkeitsidee der Berufsbildung durch sehr große Unterschiede gekennzeichnet – selbst bei den neuesten Fassungen.

Am Beispiel des Vergleichs der erst jüngst aktualisierten Rahmenlehrpläne der verwandten Industrie- und Handwerksberufe Anlagenmechaniker/-in wird dies sehr gut deutlich. In den beruflichen Vorbemerkungen des Industrieberufs vom 23.02.2018 heißt es: „Die Schülerinnen und Schüler beachten die besondere Verantwortung der Anlagenmechanikerin/des Anlagenmechanikers für die Sicherung der menschlichen Lebensgrundlagen im Zusammenhang mit einer auf Nachhaltigkeit orientierten Energie- und Ressourcennutzung und entwickeln Beratungskompetenz im Hinblick auf die Techniken zur Energie- und Ressourceneinsparung, zur rationellen Energienutzung und zur Nutzung erneuerbarer Energien. Dabei betrachten sie die zu errichtenden Anlagen als energetische Gesamtsysteme und berücksichtigen Gewerke übergreifende Zusammenhänge." (KMK 2018, S. 6) Fast wortgleich lauten die beruflichen Vorbemerkungen des Handwerksberufs (vgl. KMK 2016, S. 6). In den Lernfeldern des Industrieberufs findet dies jedoch keinen durchgängigen Niederschlag. Dort wird fast ausschließlich vorgegeben, die Lernenden „beachten die Bestimmungen des Arbeits- und des Umweltschutzes" (vgl. KMK 2018, S. 10 ff.) – dies ist eine Selbstverständlichkeit und keinesfalls besonders nachhaltig. Im Unterschied dazu wurden die Vorbemerkungen in den Lernfeldern des Handwerksberufs deutlich konsequenter umgesetzt. Dort heißt es bspw., bei der Planung einer Installation von Trinkwassererwärmern und Trinkwarmwasserleitungen berücksichtigen die Lernenden „die baulichen Gegebenheiten und entscheiden sich nach rechtlichen, ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten sowie nach Komfortaspekten für ein geeignetes Trinkwassererwärmungssystem (elektrische, gasbetriebene und solarthermische Trinkwassererwärmung, Wärmedämmung, Zirkulation, Anlagenaufwandszahl)" (KMK 2016, LF 9). Ihnen wird damit Gelegenheit gegeben, sich mit ökonomischen oder ökologischen Prioritäten – möglicherweise mit damit verbundenen Dilemmata – auseinanderzusetzen, was typisch ist für nachhaltigkeitsbezogene Entscheidungen und wichtige Lernanlässe bietet. Oder für die Installation ressourcenschonende Wärmeerzeugungsanlagen „informieren sie sich über alternative Energiequellen und die Funktion entsprechender Wärmeerzeuger (Wärmepumpen, Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung)" und entwickeln Planungsvorschläge „in Bezug auf die Kundenanforderungen sowie unter Berücksichtigung von Versorgungssicherheit, Energieeffizienz und Umweltschutz" (LF 12). Ähnliches offenbart der Rahmenlehrplan des Handwerkberufs Elektroniker/-in der Fachrichtung Energie- und Ge-

bäudetechnik, in dem bspw. im Lernfeld 10 EG das Ziel formuliert wird, „die Schülerinnen und Schüler beraten die Kunden zu Auswahl, Einsatz und Anwendungsmöglichkeiten von elektrischen Anlagen und Geräten der Haustechnik. Sie berücksichtigen energietechnische, ökologische und ökonomische Aspekte." (KMK 2003, LF 10 EG) In den Rahmenlehrplänen der korrespondierenden elektrotechnischen Industrieberufe ist eine solch weitgehende Verankerung von nachhaltigkeitsrelevanten Zielen und Inhalten nicht enthalten.

Die Beispiele sollen zeigen, dass berufliches Lernen in Lehrplänen in den Kontext nachhaltiger Entwicklung gerückt werden kann, dies jedoch bisher – auch jüngst – nicht systematisch erfolgt ist. Dieser Umstand erschwert es den Lehrenden, die allgemeinen Vorgaben in Lernsituationen konkret werden zu lassen. Aber selbst, wenn Lehrpläne, wie der o. g. des Handwerksberufs Anlagenmechaniker/-in SHK, zur Verfügung stehen, sind lediglich die curricularen Voraussetzungen geschaffen, dass die Auszubildenden lernen, nachhaltigkeitsrelevante Technologien zu installieren, diese energieeffizient zu warten und bei ihren Arbeiten ökologische Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Es ist damit aber noch nicht gewährleitest, dass sie ihre lokale Berufsarbeit im Kontext der globalen Leitidee der nachhaltigen Entwicklung verorten und bewusst soziale, ökonomische und ökologische Verantwortung übernehmen können. Mit anderen Worten: Es genügt nicht, nur nachhaltigkeitsrelevante Technologien und Tätigkeiten in den Lehrplänen aufzunehmen – dies ist eine wichtige Voraussetzung für die BBnE, aber allein nicht hinreichend. Es braucht vielmehr Lehr-Lern-Arrangements, die den Jugendlichen die Bedeutung nachhaltigkeitsrelevanter Technologien und Tätigkeiten im Zusammenhang einer nachhaltigen Entwicklung bewusst macht.

Dies bedarf einer Curriculumentwicklung vor Ort. Dazu sind in Anlehnung an Berben (2008, S. 372 ff.) u. a. folgende Schritte zielführend. Zunächst ist das schulische Leitbild mit dem Kollegium nachhaltigkeitsorientiert zu präzisieren, als Grundlage für die strukturelle Verankerung der BBnE in der Schule im Sinne einer gemeinschaftlichen Schulentwicklungsaufgabe.[2] Hiervon ausgehend sind die Nachhaltigkeitsziele und -inhalte sowie die Entwicklungsstufen der Bildungsgänge mit den jeweiligen Themen zu konkretisieren, bevor die eigentlichen Lehr-Lern-Prozesse gestaltet werden. Es bietet sich an zu prüfen, mit welchen Ausbildungsunternehmen, die ihre Geschäftsmodelle nachhaltigkeitsorientiert ausrichten, gemeinsame Ausbildungsprojekte initiiert und durchgeführt werden können, möglichst auch mit kooperativen Lernerfolgskontrollen. Innerhalb der Berufsschule ist die zeitliche und inhaltliche Verzahnung des beruflichen Lernfeldunterrichts mit den allgemeinbildenden Fächern eine zentrale Maßnahme der strukturellen Verankerung der Leitidee der nachhaltigen Entwicklung in der Berufsbildung. Und schließlich ist die innere Differenzierung vorzusehen – auch mit Blick auf die unterschiedlichen Erfahrungsräume der Auszubildenden, die die Ausbildungsbetriebe hinsichtlich nachhaltigkeitsrelevanter Technologien und Dienstleistungen bieten.

2 S. a. den Beitrag von Klaus-Dieter Mertineit in diesem Band

Abbildung 2: Aufgabenbereiche und Teilaufgaben der Bildungsgangarbeit in der Berufsschule (n. Berben 2008)

Didaktische Gestaltung von BBnE-Lernsituationen

Es stellt sich die Frage, wie BBnE-Lernsituationen didaktisch zu gestalten sind, um Auszubildende zu befähigen, Verantwortung für eine nachhaltige Zukunftsentwicklung zu übernehmen. Nach den Didaktischen Leilinien sollen konkrete berufliche Handlungssituationen oder Handlungsfelder Ausgangspunkt nachhaltigkeitsorientierter Lernsituationen sein. Es ist also eine Auswahl zu treffen, bspw. eines Lernfeldes, das mit der Leitidee der Nachhaltigkeit besonders gut in Verbindung gebracht werden kann. Zwar ist generell jede Lernsituation bzw. jedes Lernfeld geeignet, weil Menschen nicht ohne Auswirkung auf ihre Umwelt und ihre Zukunft agieren können und somit immer ein Anlass gegeben ist, sich mit diesen Zusammenhängen zu befassen. Dennoch sollte eine Arbeitsaufgabe gewählt werden, in deren Kontext ein Beitrag der Berufsarbeit zur nachhaltigen Entwicklung besonders eindrücklich gemacht werden kann. Außerdem ist es zweckmäßig, dass die Jugendlichen soweit in der Ausbildung fortgeschritten sind, dass sie sich mit ihrem Beruf identifizieren, grundlegende berufliche Kompetenzen erworben haben und breit sind, sich mit ihrer eignen beruflichen Sozialisation und Zukunftsgestaltung auseinanderzusetzen.

Am Beispiel des Lernfeldes 11 EG des Berufs Elektroniker/-in, Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik, lässt sich die Umsetzung der Didaktischen Leitlinien im Berufsschulunterricht recht anschaulich aufzeigen, weil es das Ziel hat, dass sich die Lernenden mit einer versorgungs- und zukunftssicheren Energiebereitstellung sowie Netzen, dezentraler Energieversorgungssysteme und regenerativen Energie-

quellen auseinandersetzen. Auf dieser Grundlage sollen sie befähigt werden, Auftraggeber/-innen über die Nutzungsmöglichkeiten solcher Systeme unter ökonomischen und ökologischen Aspekten zu beraten, diese zu errichten und in Betrieb zu nehmen, und schließlich an Nutzer/-innen zu übergeben (vgl. KMK 2003, S. 21). Zusammenhänge zur Energiewende als zentrale Maßnahme des Klimaschutzes der Bundesrepublik und als deutscher Beitrag zu nachhaltigen Entwicklung sind in dem Lernfeld aber nicht zu finden. Diese Verknüpfung des beruflichen Lernens mit gesellschaftlichen Problemlösungen soll anhand dieses Lernfeldes aufgezeigt werden, weil es nachhaltigkeitsrelevante Technologien (Photovoltaik, Kraft-Wärme-Kopplung, Brennstoffzelle, Wechselrichter) zum Inhalt hat.

Didaktische Analyse

„Bildungsfragen sind Gesellschaftsfragen" lautet ein Grundgedanke der Bildungstheoretische Didaktik von Wolfgang Klafki (1996, S. 49 ff.). Da sie – neben der gestaltungsorientierten Berufsbildung – eine wesentliche Grundlage des hier vorgestellten Ansatzes ist, ist es schlüssig, die Didaktische Analyse unter Bezugnahme auf Klafkis kritisch-konstruktiver Didaktik durchzuführen, um die Begründungszusammenhänge der BBnE-Ziele und -Themen zu klären:

- So sollte die Frage nach der *Gegenwartsbedeutung* – also nach den bisher von „Jugendlichen erfahrenen und praktizierten Sinnbeziehungen und Bedeutungssetzungen in ihrer Alltagswelt" (Klafki 1996, S. 273) – auch mit Blick auf ihr bereits vorhandenes Nachhaltigkeitswissen, ihre Interessen und ihre betrieblichen Erfahrungen beantwortet werden. D. h., es sollten auch relevante Merkmale der Ausbildungsbetriebe (Produkte u. Dienstleistungen, Arbeitsorganisation, Inhalte der Facharbeit, eingesetzte Technologien, Materialien usw.) und die betriebliche Ausbildungskonzeption mit Inhalten, Zuständigkeiten sowie Ausbildungsorte (Werkstatt-, Produktions- oder Baustellenausbildung usw.) betrachtet werden. Dadurch lassen sich für die BBnE mögliche betriebliche Anknüpfungspunkte und ggf. auch Potentiale für kooperative Ausbildungsprojekte identifizieren – bspw., wenn ein Unternehmen Systeme zur Nutzung regenerativer Energien plant, montiert und wartet.
- Die Klärung der *Zukunftsbedeutung* sollte sich in der BBnE nicht nur eng auf künftig relevantes berufliches Wissen und Können, auf nachhaltigkeitsbezogene Technologien und Arbeitsprozesse konzentrieren, sondern sollte auch Fragen des Lebensumfeldes der Auszubildenden und ihren Mitgestaltungsoptionen einbeziehen, damit sie angeregt werden, Vorstellungen von ihrem beruflichen und privatem Leben sowie den Realisierungschancen zu entwickeln. Die BBnE-Thematik sollte so gewählt werden, dass sie den Auszubildenden Anlass bietet, sich – im Sinne einer positiven Zukunftsvision – damit auseinandersetzen, wie bzw. in welcher Umwelt sie künftig leben wollen und welchen Beitrag sie dafür – realistischer Weise – mit ihrer Berufsarbeit (und auch privat) leisten können und wollen. Dies sollte zu Einsichten führen, wie: „Ich bin mit meiner (künftigen) Berufsarbeit (und Privatleben) nicht Ursache eines epochaltypi-

schen Problems, sondern engagiere mich für dessen Lösung“. Dies beinhaltet auch die Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Interessen des Betriebs, der Auftraggeber und der Auszubildenden selbst im Kontext gesamtgesellschaftlicher Rahmenbedingungen.

- Die Fragen nach den Ziel-Themen-Zusammenhängen für die Lernenden muss zugleich auch als *Fragen für die Lehrenden* verstanden werden, die nachhaltigkeitsorientierte Lernsituation planen: „Welche Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung hat die zur Diskussion stehende Thematik *für den Lehrer*, welcher eigenen Vorstellungen, Vorurteile, Interessen wird sich der reflektierende Lehrer bewußt, sofern er die Frage auf sich bezieht? Welche Vorstellungen über die gegenwärtige oder die zukünftige Gesellschaft, über Möglichkeiten technischer Entwicklung, über die Mitbestimmungsfrage usw. hat er selbst?“ (Klafki 1996, S. 274; Hervorhebung i. Org.) Auf die BBnE übertragen heißt das, die Lehrkräfte müssen sich ihrer Vorstellungen über die technologischen Entwicklungen und die damit zusammenhängenden Optionen der Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer, ökonomischer und ökologischer Verantwortung bewusst werden, wenn sie Jugendliche hierfür befähigen wollen.
- Auch für die BBnE gilt: Thematische Zusammenhänge, die einem Bildungsanspruch genügen sollen, lassen sich nicht allein durch die Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung didaktisch rechtfertigen, sondern erst wenn auch deren exemplarische Bedeutung belegt ist. „Am potentiellen Thema müssen sich allgemeine Zusammenhänge, Beziehungen, Gesetzmäßigkeiten, Strukturen, Widersprüche, Handlungsmöglichkeiten erarbeiten lassen.“ (Klafki 1996, S. 275) Solche „kategorialen“ (ebd., S. 143 ff.) Einsichten lassen sich in der BBnE durch die exemplarische Prüfung beruflicher Handlungssituationen und -felder mittels der o. g. Analysekategorien der Didaktischen Leitlinien fördern. In diesem Sinne ermöglicht BBnE das Erkennen allgemeiner Prinzipien (das Elementare) der nachhaltigen Entwicklung und fördert grundlegende Einsichten (das Fundamentale) in die eigene Mitverantwortung.

Thematische Struktur

Die thematische Struktur bzw. die thematischen Zusammenhänge lassen sich mit den aus der Gestaltungsorientierten Berufsbildung abgeleiteten Dimensionen für die Planung von Lehr-Lern-Prozessen systematisch erfassen und didaktisch reflektieren (vgl. Kuhlmeier/Vollmer 2018, S. 135 ff.). Wenn der Ausgangspunkt der BBnE berufliche Handlungssituationen oder Handlungsfelder sind, ist zunächst von deren Zweck auszugehen. Dieser besteht darin, durch Facharbeit Gebrauchswerte für Auftraggeber zu schaffen, die einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung leisten. Dazu gehört auch, dass die Arbeitsprozesse zu ihrer Realisierung und die hierbei verwendeten Technologien an den Nachhaltigkeitskategorien ausgerichtet sind. Die sozialen, ökonomischen und ökologischen Aspekte sind hier auf unterschiedlichen Ebenen angeordnet, um konkretes lokales Berufshandeln in den Kontext der globalen

Leitidee der nachhaltigen Entwicklung zu stellen (s. Abb. 4). Die Form der Strukturierung wurde gewählt, weil BBnE unterschiedliche Ebenen integrieren muss.

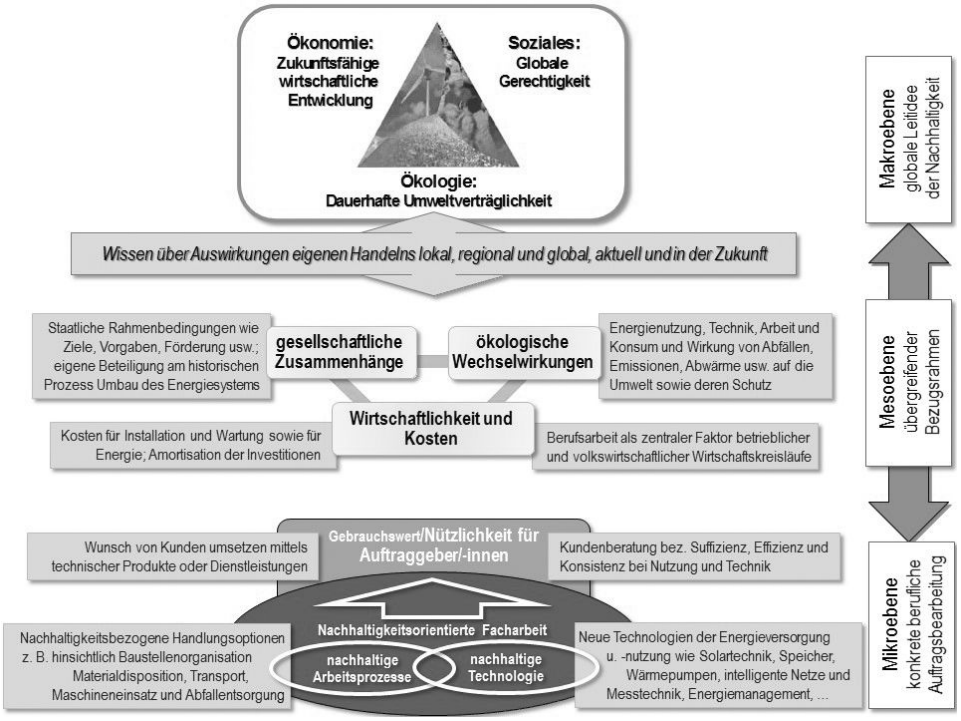


Abbildung 3: Zusammenhänge nachhaltigen Berufshandelns am Beispiel der Mitwirkung an der Energiewende (n. Vollmer/Kuhlmeier 2014, S. 209)

Auf der *Mikroebene* sind die konkreten Inhalte der Arbeits- und Geschäftsprozesse beruflicher Auftragsbearbeitung zur Schaffung von Gebrauchswerten für Kunden sowie die hier genutzte Technik zu betrachten, die Ausgangspunkt und Zentrum des beruflichen Lernens sind. Dabei sind die der Interessen der auftraggebenden Kunden und der beschäftigenden Unternehmen zu berücksichtigen. Diese sind jedoch im Bezugsrahmen gesellschaftlicher und ökologischer Gesichtspunkte zu setzen, die bei den Entscheidungen miteinzubeziehen sind. Weil auf dieser *Mesoebene* i. d. R. zunächst wirtschaftliche Aspekte dominant entscheidend sind, wurde hier der Triple-Botton-Line-Ansatz angewandt, bei dem die Perspektive auf die Gewinn-Verlust-Rechnung zentral ist, die aber um die ökologische und die soziale respektive gesellschaftliche Dimension erweitert wurde (vgl. IHK 2015). Um die konkrete Berufsarbeit mit der globalen Leitidee der nachhaltigen Entwicklung zu verknüpfen, ist die *Makroebene* bei der Analyse der Thematischen Struktur erforderlich ist. Hier wurde nicht auf den Triple-Botton-Line-Ansatz, sondern in Abgrenzung dazu das Nachhaltigkeitsdreieck zurückgegriffen, um deutlich zu machen, dass die Berücksichtigung der Ökologie zur Erhaltung der Lebensgrundlagen der Menschheit als Basis allen

Handelns unabdingbar ist, dies aber immer mir sozialer Gerechtigkeit und zukunftsfähiger Wirtschaft in Einklang gebracht werden muss.

Mikroebene: konkrete berufliche Auftragsbearbeitung

Schaffung nachhaltigkeitsverträglicher Gebrauchswerte: In der Regel interessieren sich die Auftraggeber/-innen für Handwerksleistungen nicht für die Details konkreter technischer Lösungen, sondern für den Wohnkomfort, die Versorgungssicherheit, die Kostenoptimierung und zunehmend auch für die Umweltfreundlichkeit. Kern gewerblich-technischer Facharbeit ist es daher, den erwünschten Gebrauchswert in eine technische Lösung zu überführen. Umgekehrt haben sie auch Einfluss auf die Auftragsgestaltung und das Nutzerverhalten, da sie als „Gatekeeper" durch Beratung auf nachhaltige Lösungen aufmerksam machen können. Notwendig sind dafür Empathie und die Fähigkeit zur Perspektivübernahme hinsichtlich der gewünschten Gebrauchswerte sowie zur Antizipation der technischen Lösungen und ihrer Folgen. Dies wiederum erfordert Wissen über die Auswirkungen lokal, regional und global, und das nicht nur in der überschaubaren nächsten Zeit, sondern möglichst auch in der Zukunft. Dabei können ökologische Gesichtspunkte (CO_2-Emissionen) und ökonomische Aspekte (Amortisation der Investitionen) ein Spannungsverhältnis bilden.

Nachhaltigkeitsorientierte Arbeitsprozesse: Die Umsetzung eines Auftrages erfordert die Fähigkeit, die daraus resultierende Aufgabe in einzelne Prozessschritte zu strukturieren – je nachdem, ob es sich um Neubau, Umbau, Neuinstallation, Wartung oder Instandsetzung handelt. Damit in enger Beziehung steht die Frage, welche Geräte, Anlagen und Systeme hierbei Gegenstand der Arbeit sind und welche Unterlagen dafür benötigt werden. Für die Planung des Arbeitsprozesses ist die Fähigkeit des vorausschauenden Denkens (Antizipation) unabdingbar. Dies betrifft u. a. die Frage, welche Arbeitsmittel (Maschinen, Werkzeuge, Messgeräte usw.) zum Einsatz kommen, welche Materialien benötigt werden und welche Bedingungen vor Ort berücksichtigt werden müssen (vgl. Becker 2013). Damit Arbeitssituationen nachhaltigkeitsorientiert gestaltet werden können, sind handlungsleitende Kriterien erforderlich bspw. für die Baustellenorganisation, die Materialdisposition, den Transport, den Maschineneinsatz, den Arbeits- und Gesundheitsschutz und die Abfallentsorgung. Nachhaltigkeitsbezogene Gestaltungskompetenz erfordert somit einer ganzheitlichen, systemischen Betrachtungsweise nicht nur der technischen Prozesse und Produkte, sondern auch der jeweiligen Arbeitsprozesse mit Blick auf ihre gesellschaftlichen Wechselwirkungen. Die Arbeiten im Zusammenhang mit der energetischen Gebäudesanierung können ein Verständnis des Gebäudes als energetisches System erfordern.

Nachhaltigkeitsorientierte Technologie: Die Mitgestaltung der Energiewende erfordert Kompetenzen bezogen auf unterschiedliche Technologien zur Umwandlung regenerativer Energien. Die Wärmeerzeugung wird künftig vermutlich vermehrt über Wärmepumpen erfolgen, die mit regenerativ erzeugtem Strom gespeist werden. Für die Versorgungssicherheit bei schwankenden Erträgen regenerativ erzeugten Stroms werden künftig intelligente Stromspeicher installiert werden – sowohl als Großanla-

gen als auch in Form von kleinen Speichersystemen in Wohnhäusern. Des Weiteren wird derzeit daran gearbeitet, regenerativ erzeugten Strom über Elektrolyse in Methan umzuwandeln, um auf diese Weise die vorhandenen Gasnetze und -speicher zu nutzen (vgl. Vollmer 2015). Zudem werden Kenntnisse bezüglich der zugehörigen Steuerungstechnologien sowie deren Programmierung und Kalibrierung angesichts der zunehmenden Verknüpfung von Energie- mit Informationsnetzen zu sogenannten „smart grids" immer wichtiger. Dies macht deutlich, dass viele neue Technologien Gegenstand einer BBnE werden, die zur Mitgestaltung der Energiewende befähigt.

Mesoebene: übergeordneter Bezugsrahmen

Ökonomische Aspekte nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns: Berufsarbeit ist generell ein zentraler Kern betrieblicher Wirtschaftskreisläufe sowie ein wichtiger volkswirtschaftlicher Faktor. Da die Systeme zur Nutzung erneuerbarer Energien zusehends ökonomisch konkurrenzfähig werden im Vergleich zu traditionellen, fossile Energieträger nutzenden Anlagen, verändern sich die Kostenstrukturen der Energienutzung. Finanzielle Aufwendungen sind für die Anlagen zu leisten und nicht mehr für die Energieträger, denn diese sind überwiegend umsonst zu haben. Insofern fließen die Umsätze den Installateuren und -betreuern der Anlagen zu, statt wie bisher den Erdöl- und Gasproduzenten. Zudem bleibt die Wertschöpfung dezentraler Energieversorgung in der jeweiligen Region (vgl. Wunderlich u. a. 2016). Für die gewerblich-technische Facharbeit, besonders im Handwerk, sind Maßnahmen zum Umbau des Energieversorgungssystems auch ökonomisch zukunftsweisend, weil der Ersatz von Großkraftwerken durch dezentrale kleine Anlagen eine große Chance für kleine und mittlere Betriebe bietet (vgl. Kuhlmeier/Vollmer 2012, S. 123). Eine nachhaltigkeitsbezogene Ökonomie beeinflusst das berufliche Handeln insofern, als sie von Spannungsfeldern zwischen betriebswirtschaftlichen und volkswirtschaftlichen oder zwischen monetär bewertbaren und nichtbewertbaren Gesichtspunkten gekennzeichnet ist (vgl. Wronski/Fiedler 2017).

Gesellschaftlich-politische Zusammenhänge nachhaltigkeitsorientierter Facharbeit: Darüber hinaus muss BBnE den Lernenden ermöglichen zu verstehen, dass sie mit ihrem beruflichen Wissen und Können die Gesellschaft verändern, und ihnen bewusst zu machen, dass sie selbst in einem gesellschaftlich-historischen Prozess eingebunden sind, an der Lösung des epochaltypischen Schlüsselproblems des Klimaschutzes mitwirken und sich dabei selbst verändern, indem sie sich mit gewandelten Werthaltungen auseinandersetzen und ihre Fähigkeit zur Selbstbestimmung, zur Mitbestimmung und zur Solidarität weiterentwickeln (vgl. Klafki 1996, S. 52). Durch die Verknüpfungen von Berufstätigkeit mit den globalen Nachhaltigkeitszielen – bspw. der Verringerung des Ressourcenverbrauchs – eröffnet BBnE den Ausbildenden die Möglichkeit, eine positive Berufsidentität zu entwickeln, weil das eigene Handeln als Beitrag zur Lösung eines weltumspannenden Problems gesehen wird. Sie fördert zudem das Verständnis für die prinzipielle Gestaltbarkeit von Technik und das Begreifen des gesellschaftlichen Beziehungsgefüges Mensch-Technik-

Umwelt als ein Kernelement gestaltungsorientierter Berufsbildung (vgl. Rauner 1988, S. 41).

Ökologische Wechselbezüge nachhaltigkeitsorientierten Berufshandelns: Von zentraler Bedeutung für die BBnE ist, dass Berufsarbeit zwangsläufig in ökologische Kreisläufe eingebunden ist. Gerade in den gewerblich-technischen Berufsfeldern gibt es keine Arbeitsprozesse, bei denen nicht Ressourcen verbraucht, Energien genutzt und Abfälle erzeugt werden. Umweltsensibilität als eine bedeutende Dimension nachhaltigkeitsbezogener Gestaltungskompetenz erfordert die Antizipation möglicher Umweltschäden des eigenen Handelns, um solche Arbeits- bzw. Prozessschritte möglichst zu vermeiden oder zu minimieren. Dies erfordert umweltbezogene Materialkenntnisse sowie Einblick in die Produktlebenszyklen und die Prozessketten. Es stellen sich also die Fragen:

- Aus welchen Materialien bestehen technische Komponenten, und unter welchen Bedingungen werden sie gewonnen und verarbeitet?
- Wie lassen die Arbeitsprozesse die Herstellung naturverträglich gestalten?
- Wie sind Produkte nach der Nutzung zu demontieren und möglichst dem Materialkreislauf wieder zuzuführen?

Antworten auf diese Fragen geben die Handlungsstrategien der Didaktischen Leitlinien, Ressourcen in der Berufsarbeit unter den Gesichtspunkten der Suffizienz (Notwendigkeit), Effizienz (Wirkungsgrad) und Konsistenz (Naturverträglichkeit) zu nutzen und dabei die Lebenszyklen der Produkte zu berücksichtigen. Sie verbinden zudem lokales Handeln mit globalen Wechselbezügen. Die Beantwortung solcher Fragen kann jedoch mit ökonomischen und sozialen Zielen im Widerspruch stehen und zu Dilemmasituationen führen, die kaum auflösbar sind. Sie eröffnen aber wichtige Lernmöglichkeiten, denn nachhaltige Entwicklung ist nicht einfach zu realisieren, sondern bedarf der konstruktiven Auseinandersetzung mit solchen Spannungsfeldern und widerstreitenden Interessen.

Makroebene: Globale Leitidee der nachhaltigen Entwicklung

Auf der *Makroebene* kommen vor allem die nachhaltigkeitsbezogenen Analysekriterien der Didaktischen Leitlinie zum tragen, indem die sozialen, ökologischen und ökonomischen Wechselwirkungen der Berufsarbeit in weltweiter und zukunftsbezogener Dimension zu erfassen. Ziel der BBnE ist es, Lernende zu befähigen, global zu denken und lokal zu handeln, d. h. mit ihrer Berufsarbeit (und selbstverständlich auch mit ihrem Privatleben) Verantwortung für eine nachhaltige Entwicklung zu übernehmen. Es geht nicht darum, ihnen vermeintlich ethisch richtiges Handeln aufzunötigen, sondern sie in die Lage zu versetzen, Werteorientierungen zu entwickeln und auf dieser Grundlage die Auswirkungen ihres Handels kategoriengeleitet zu reflektieren (vgl. Poetzsch-Heffter/Vollmer 2018, S. 160 ff.)

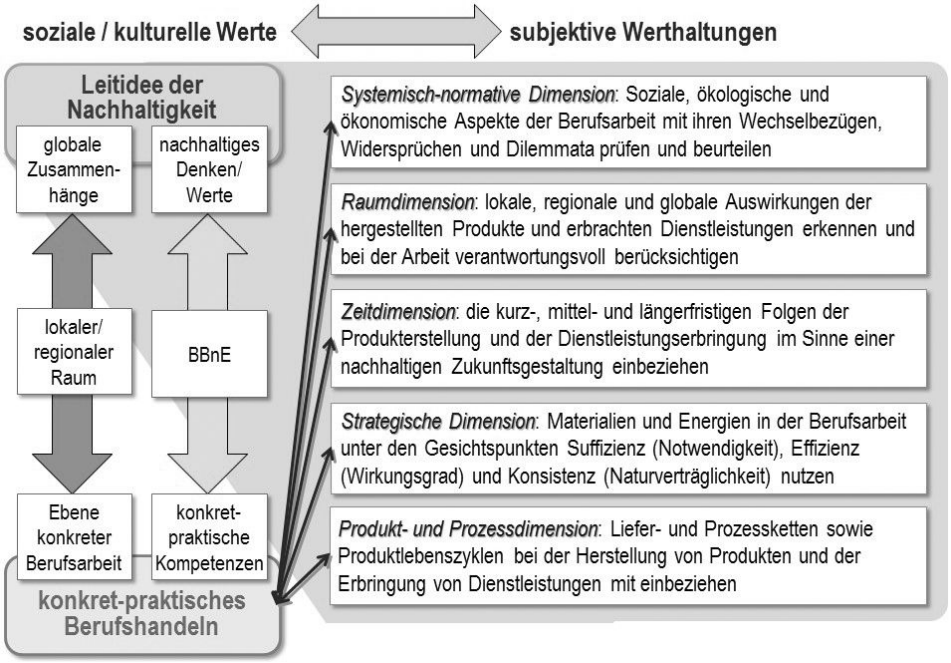


Abbildung 4: Verknüpfung der abstrakten und politisch begründeten Nachhaltigkeitsidee mit beruflichem Arbeitshandeln als Einheit der BBnE (n. Kuhlmeier/Vollmer 2018, S. 144)

Strukturierung des Lehr-Lern-Prozesses

Der Strukturierung nachhaltigkeitsbezogener Lehr-Lern-Prozesse sollten gemäß den o. g. Didaktischen Leitlinien die aktuell anerkannten berufspädagogisch-didaktischen Prinzipien zugrundliegen. Die *Verschränkung von Situations-, Wissenschafts-, Persönlichkeitsprinzip* kann erfolgen, indem die Auszubildenden bspw. im Rahmen von Lernfeld 11EG „Energietechnische Anlagen errichten, in Betrieb nehmen, in Stand setzen" in die Situation der Bearbeitung des Auftrages „Ausstattung eines Wohnhauses mit einer PV-Anlage" versetzt werden, dabei wissenschaftliche Erkenntnisse über die Solartechnik, deren Installation und Kosten anwenden sowie sich mit Fragen der CO_2-Reduktion, des Klimawandels und den politischen Beschlüssen auseinandersetzten und dies mit ihren betrieblichen Erfahrungen, persönlichen Wertvorstellungen und individuellen Zukunftsvisionen in Zusammenhang bringen. Wenn eine solche Auftragsbearbeitung „Lernen durch Handeln" und „Lernen für Handeln" ermöglicht, wird den Forderungen des Rahmenlehrplans nach *Handlungsorientierung* entsprochen.

Für die Planung solcher Lehr-Lern-Prozesse kann die „Ablaufstruktur einer arbeitsprozessorientierten Lernsituation“ mit den Phasen der Auftragsannahme, -planung, -durchführung und -abschluss verwendet werden, die in der gewerblich-technischen Berufsbildung verbreitet Anwendung gefunden hat (vgl. Berben 2008, S. 372 ff.; Sander 2003). Betriebliche Auftragsstrukturen sind tatsächlich komplexer. Die Auftragsannahme beinhaltet bspw. auch die Auftragsanalyse und die Angebotserstellung, der Auftragsabschluss auch die Auftragsauswertung und Rechnungsstellung. Dies sind Bestandteile betrieblicher Geschäftsprozesse, die aber nicht zum Aufgabenbereich der Fachkräfte oder gar der Auszubildenden zählen und aus diesem Grund in der abgebildeten BBnE-Planungsübersicht nicht aufgeführt sind (Abb. 5). Diese auftragsbezogene Struktur kann in weitgehender Übereinstimmung mit dem Konzept der „Vollständigen Handlung“ mit den Phasen Informieren, Planen, Entscheiden, Ausführen, Kontrollieren und Bewerten/Reflektieren gebracht werden (vgl. Sander 2003, S. 49 ff.), wie in der „Lernprozess-Zeile“ der Übersicht kenntlich gemacht. Diese Unterscheidung der beiden Zeilen „Nachhaltigkeitsorientierter Arbeitsprozess“ und „Lernprozess als vollständige Handlung“ soll deutlich machen, erstere verweist auf die betrieblichen Bezüge, zweitere auf den Lernprozess und beides ist nicht identisch, steht aber miteinander in Verbindung. Gerade die bewusste (Zwischen-)Entscheidung im Kontext der Nachhaltigkeitsziele und Wechselwirkungen bietet einen wichtigen Anlass zur gedanklichen Auseinandersetzung, ebenso wie das Bewerten bzw. Reflektieren des Gesamtprozesses, die über die reine Kontrolle von Arbeits- und Lernergebnissen hinzugehen und eine wichtige Funktion im Lehr-Lern-Prozess haben. Angesichts der Komplexität von Lehr-Lern-Arrangements, wie es solche sind, die konkretes Berufshandeln mit der abstrakten Nachhaltigkeitsidee verknüpfen, ist es sinnvoll, den hier zugrundeliegenden Arbeitsprozess zu unterteilen. Dementsprechend sind in der Übersicht die einzelnen Arbeitsschritte in einer dritten Zeile als Teilhandlungen eingefügt, die es ermöglichen sollen, die Auftragsannahme, -planung, -durchführung und -abschluss jeweils für sich als vollständige Lernhandlungen zu betrachten und hinsichtlich bedeutsamer Nachhaltigkeitsgesichtspunkte zu reflektieren.

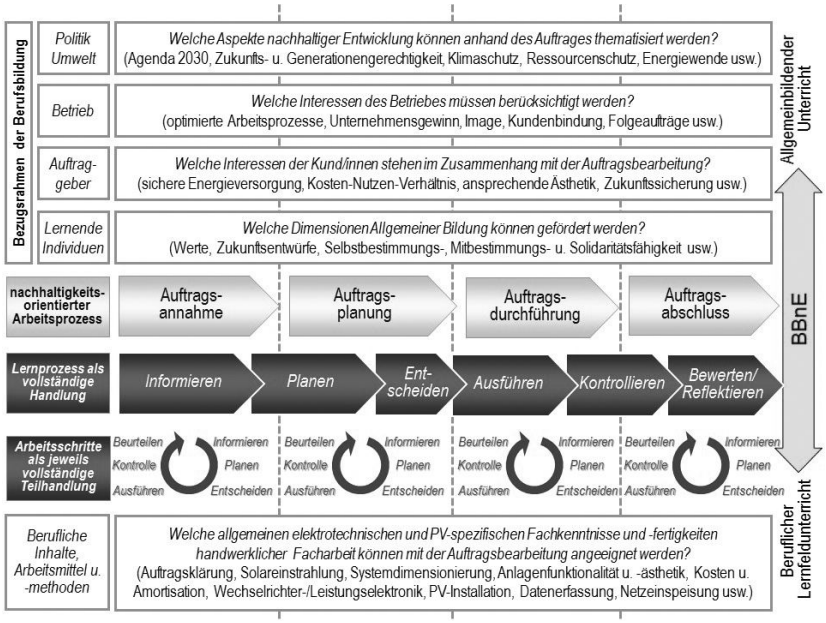


Abbildung 5: Übersicht zur Planung eines nachhaltigkeitsorientierten Lehr-Lern-Arrangements „Ausstattung eines Wohnhauses mit einer PV-Anlage"

Verzahnung des beruflichen Lernfeldunterrichts mit den allgemeinbildenden Fächern

Dies kann nicht allein im Lernfeldunterricht geschehen, sondern bedarf der Verknüpfung mit den allgemeinbildenden, insbesondere den wirtschafts- und sozialkundlichen Unterricht. Die KMK hat 2008 mit einem Beschluss „Elemente für den Unterricht der Berufsschule im Bereich Wirtschafts- und Sozialkunde gewerblich-technischer Ausbildungsberufe" vorgegeben, die sich allerdings auf den wesentlichen Lehrstoff der Berufsausbildung nach § 38 Berufsbildungsgesetz und § 32 Handwerksordnung beschränken und keine Anhaltspunkte für die Verknüpfung mit der Leitidee der nachhaltigen Entwicklung beinhalten. Mit dem Hinweis, dass der „Bildungsauftrag in diesem Bereich insgesamt jedoch darüber hinaus geht", verweist die KMK (2008, S. 1) implizit auf ihren eingangs genannten „Beschluss zum Bildungsauftrag der Berufsschule" (vgl. KMK 1992; 2015) und die gemeinsam mit der Deutschen UNESCO-Kommission formulierten Empfehlungen „Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Schule" (KMK/DUK 2007) sowie auf den Nationalen Aktionsplan „Bildung für nachhaltige Entwicklung" (NPF BnE 2017). Grundlage für die Curriculumentwicklung und die didaktische Unterrichtsplanung dieser Fächer bilden Lehrpläne der Bundesländer, bspw. der Hamburger Rahmenlehrplan Wirtschaft und Gesellschaft für Berufsschulen (FHH 2003), der mittlerweile von Ländern Berlin und Brandenburg übernommen wurde. Hier sind u. a. die Module „Ökologisch verantwortlich handeln", „Werte und Lebensplanung aufeinander abstimmen" und „Das Überleben auf der Erde sichern" nachhaltigkeitsrelevant.

Schlussbemerkung

Mit den Didaktischen Leitlinien liegt ein Ansatz vor, der mit der Intention erarbeitet wurde, eine Grundlage für eine strukturelle Verankerung der Leitidee der nachhaltigen Entwicklung in der Beruflichen Bildung zu bieten. Mit diesem Beitrag ist die Absicht verbunden, Anregungen zu geben, diesen Ansatz in der schulischen Curriculumentwicklung und bei der konkreten Planung von Lehr-Lern-Arrangements zu erproben. Auf das Problem der unterschiedlichen Verankerung der Leitidee in den Rahmenlehrplänen wurde hingewiesen. Dies belegt deutlich, es ist noch weitere konzeptionelle Arbeit notwendig, bis das Ziel der Deutschen UNESCO-Kommission erreicht ist: „Aktivitäten auf allen Ebenen und in allen Bereichen der Bildung anzustoßen und zu intensivieren, um den Prozess hin zu einer nachhaltigen Entwicklung zu beschleunigen ..., sodass jeder die Möglichkeit hat, sich das Wissen, die Fähigkeiten, Werte und Einstellungen anzueignen, die erforderlich sind, um zu einer nachhaltigen Entwicklung beizutragen". (DUK 2014, S. 14 u. 20) Für die künftige Neuordnung der Berufe und die Überarbeitung der Ausbildungs- und Lehrpläne sowie für die Fortbildung von Ausbildenden und Lehrerenden[3] können die Didaktischen Leilinien ebenfalls hilfreich sein.

Literatur[4]

Becker, Matthias (2013): Arbeitsprozessorientierte Didaktik. In: bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik-online, Ausgabe 24, 1–22. Online.

Berben, Thomas (2008): Arbeitsprozessorientierte Lernsituationen und Curriculumentwicklung in der Berufsschule: Didaktisches Konzept für die Bildungsgangarbeit mit dem Lernfeldansatz. Bielefeld: Bertelsmann.

BMWE – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2018 [a]): Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Elektroberufen vom 28. Juni 2018. In: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2018 Teil I Nr. 23, ausgegeben zu Bonn am 5. Juli 2018, S. 896–974. Online.

BMWE – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2018 [b]): Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen vom 28. Juni 2018. In: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2018 Teil I Nr. 23, ausgegeben zu Bonn am 5. Juli 2018, S. 975–1056. Online.

Braungart, Michael; McDonough, William (2008): Einfach intelligent produzieren. Cradle to Cradle: Die Natur zeigt wie wir Dinge besser machen können. Berlin: Berliner Taschenbuchverlag.

DUK – Deutsche UNESCO-Kommission (Hrsg.) (2014): Roadmap zur Umsetzung des Weltaktionsprogramms „Bildung für nachhaltige Entwicklung". Bonn. Online.

3 S. a. den Beitrags von Sören Schütt-Sayed in diesem Band

4 Nachfolgend wurde bei den genutzten Onlinequellen auf die Angabe der URL aus Platzgründen verzichtet. Die Dokumente sind über die üblichen Suchmaschinen im Internet auffindbar (überprüft am 23.08.2018)

FHH – Freie und Hansestadt Hamburg – Behörde für Bildung und Sport (Hrsg.) (2003): Rahmenlehrplan Wirtschaft und Gesellschaft für Berufsschulen zur Erprobung ab 01. August 2003. Online.

Fischer, Andreas (2007): Nachhaltigkeit – Strategien und Umsetzungspotenziale einer Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. In: Fischer, Andreas; Hahne; Klaus (Hrsg.): Strategien und Umsetzungspotenziale einer Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Bielefeld: Bertelsmann, S. 5–18.

Hemkes, Barbara (2014): Vom Projekt zur Struktur – Das Strategiepapier der AG „Berufliche Aus- und Weiterbildung". In: In: Kuhlmeier, Werner; Mohorič, Andrea; Vollmer, Thomas (Hrsg.): Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Ergebnisse des BiBB-Förderschwerpunktes. Bielefeld: Bertelsmann 2014, S. 225–235.

Hemkes, Barbara; Kuhlmeier, Werner; Vollmer, Thomas (2013): Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung im Zusammenhang gesellschaftlicher Innovationsstrategien. Berufliche Bildung in Wissenschaft und Praxis 6/2013 (Heft 42. Jg.), S. 28–31.

IHK – Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken (Hrsg.) (2015): Lexikon der Nachhaltigkeit – Triple Bottom Line und Triple Top Line. Nürnberg. Online.

Kastrup, Julia; Kuhlmeier, Werner; Reichwein, Wilko; Vollmer, Thomas (2012): Mitwirkung an der Energiewende lernen – Leitlinien für die didaktische Gestaltung der Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung. In: lernen & lehren 3/2012 (Heft 107, 27. Jg.), S. 117–124.

Klafki, Wolfgang (1996): Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik. Weinheim/Basel: Beltz.

KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (1991): Rahmenvereinbarung über die Berufsschule. (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 15.03.1991). Online.

KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2003): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Elektroniker/-in (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.05.2003). Online.

KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2008): Elemente für den Unterricht der Berufsschule im Bereich Wirtschafts- und Sozialkunde gewerblich-technischer Ausbildungsberufe. Beschluss vom 07.05.2008. Online.

KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2015): Rahmenvereinbarung über die Berufsschule. (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 12.03.2015). Online.

KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2016): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Anlagenmechaniker/Anlagenmechanikerin für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 29.01.2016). Online.

KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2017): 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. Online.

KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2018): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Anlagenmechaniker/Anlagenmechanikerin (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 25.03.2004 i. d. F. vom 23.02.2018). Online.

KMK/DUK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland/Deutsche UNESCO-Kommission (Hrsg.): Empfehlung zur Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Schule vom 15.06.2007. Online.

Kuhlmeier, Werner; Vollmer, Thomas (2012): Aufgaben und Qualifizierungsbedarfe des Handwerks im Kontext der Energiewende. In: Bloemen, André; Porath, Jane (Hrsg.): Dimensionen und Referenzpunkte von Energiebildung in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik. München: Hampp, S. 115–133.

Kuhlmeier, Werner; Vollmer, Thomas (2018): Ansatz einer Didaktik der Beruflichen Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Tramm, Tade; Schlömer, Tobias; Casper, Marc (Hrsg.): Didaktik der beruflichen Bildung – Selbstverständnis, Zukunftsperspektiven und Innovationsschwerpunkte. Bielefeld: Bertelsmann, S. 131–151.

NPF BnE – Nationale Plattform Bildung für nachhaltige Entwicklung (c/o Bundeministerium für Forschung und Bildung; Hrsg.) (2017): Nationaler Aktionsplan Bildung für nachhaltige Entwicklung. Der deutsche Beitrag zum UNESCO-Weltaktionsprogramm. Berlin. Online.

Rauner, Felix (1988): Die Befähigung zur (Mit)Gestaltung von Arbeit und Technik als Leitidee Beruflicher Bildung. In: Heidegger, Gerald, Gerds, Peter; Weisenbach, Klaus (Hrsg.): Gestaltung von Arbeit und Technik – ein Ziel beruflicher Bildung. Frankfurt a. M./New York: Campus, S. 32–50.

Sander, Michael (2003): Das Konzept „Lernen im und am Kundenauftrag". In: Hoppe, Manfred/Hummel, Jürgen/Gerwin, Werner/Sander, Michael: Lernen im und am Kundenauftrag – Konzeption, Voraussetzung, Beispiele. Bielefeld: Bertelsmann, S. 45–62.

UN – United Nations (Hrsg.) (1987): Our Common Future. Report of the World Commission on Environment and Development. Online.

Vollmer, Thomas (2016): Nachhaltigkeit in der Berufsbildung – Bezugsrahmen, Chancen und Herausforderungen. In: Dreher, Ralph; Jenewein, Klaus; Neustock, Ulrich; Schwenger Ulrich (Hrsg.): Wandel der technischen Berufsbildung: Ansätze und Zukunftsperspektiven. Bielefeld: Bertelsmann, S. 253–300.

Vollmer, Thomas; Kuhlmeier, Werner (2014): Strukturelle und curriculare Verankerung der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. In: Kuhlmeier, Werner; Mohorič, Andrea; Vollmer, Thomas (Hrsg.): Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Ergebnisse des BiBB-Förderschwerpunktes. Bielefeld: Bertelsmann 2014, S. 197–223.

WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2011): Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine große Transformation. Hauptgutachten. Online.

Wronski, Rupert; Fiedler, Swantje (2017): Was Strom wirklich kostet. Vergleich der staatlichen Förderungen und gesamtgesellschaftlichen Kosten von konventionellen und erneuerbaren Energien – Langfassung, überarbeitete und aktualisierte Auflage (Oktober 2017). Berlin: Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft e. V. Online.

Wunderlich, Clemens; Fiedler, Swantje; Kunz, Claudia (2016): Investitionskosten von Energiewende-Technologien – Metanalyse. Berlin: Agentur für Erneuerbare Energien. Online.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Didaktische Leitlinien für die Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung 215

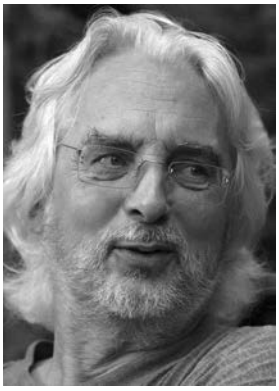
Abb. 2 Aufgabenbereiche und Teilaufgaben der Bildungsgangarbeit in der Berufsschule 219

Abb. 3 Zusammenhänge nachhaltigen Berufshandelns am Beispiel der Mitwirkung an der Energiewende 222

Abb. 4 Verknüpfung der abstrakten und politisch begründeten Nachhaltigkeitsidee mit beruflichem Arbeitshandeln als Einheit der BBnE 226

Abb. 5 Übersicht zur Planung eines nachhaltigkeitsorientierten Lehr-Lern-Arrangements „Ausstattung eines Wohnhauses mit einer PV-Anlage“ 228

Autor



Vollmer, Thomas, Prof. Dr., Berufliche Bildung und Didaktik der Fachrichtungen Elektro- und Metalltechnik am Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Universität Hamburg, Sedanstraße 19, 20146 Hamburg, Vorsitzender der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektrotechnik, Informationstechnik, Metalltechnik und Fahrzeugtechnik e. V.,
thomas.vollmer@uni-hamburg.de
vollmer@bag-elektrometall.de

Welche Kompetenzen sind im Kontext „Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung (BBnE)“ bei Lehrkräften zu fördern?

Sören Schütt-Sayed

Abstract

Im Rahmen der Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung (BBnE) haben Fortbildungen für praktizierende Lehrerinnen und Lehrer eine wesentliche Bedeutung: „Fortbildungen zu einem Thema sind die Voraussetzung, dass sich später die Schulgremien mit diesem Thema auseinandersetzen können“ (Michelsen/Grunenberg/Rode 2012, S. 158). Allerdings gibt es kaum Fortbildungen für Lehrkräfte beruflicher Schulen, welche sich mit der Leitidee der nachhaltigen Entwicklung beschäftigen und sich an der Berufsbildungspraxis orientieren. Es wird konstatiert, dass für BBnE die „Schlüsselfunktion des Berufsbildungspersonals bislang zu wenig strategisch genutzt“ wird (Mohorič 2014, S. 190, dabei werden die Lehrenden und Ausbildenden als entscheidende Protagonisten zur Etablierung der Leitidee der nachhaltigen Entwicklung in der Gesellschaft angesehen (vgl. Michelsen/Grunenberg/Rode 2012, S. 30). Bislang gibt es in der Berufsbildung allerdings keine konkreten Vorgaben in Form von Kompetenzzielen für die Professionalisierung des Bildungspersonals. Dieser Artikel nimmt sich dieses Problems an und formuliert konkrete Kompetenzfacetten einer professionellen Handlungskompetenz für das gewerblich-technische Bildungspersonal im Kontext von BBnE. Der Hauptfokus des Artikels liegt auf den Fähigkeiten, die mit dem pädagogischen, fachdidaktischen und fachlichen „Wissen und Können“ der Lehrkräfte zur unterrichtlichen Umsetzung von BBnE verbunden sind. Motivationale, intentionale und volitionale Bereitschaften und Fähigkeiten werden nicht aufgenommen und sollen in einer weiteren Publikation dargelegt werden.

In the context of Vocational Education and Training for Sustainable Development (VET-ESD) further education for practicing teachers is of key importance: "Further education in a certain subject is a requirement for the school boards, in order for them to deal with this subject matter in the future" (Michelsen/Grunenberg/Rode 2012, p. 158). However, there is hardly any training for teachers of vocational schools that are concerned with the idea of sustainable development and are guided by VET practice. It is stated that for VET-ESD, this "key function of vocational training has neither been used sufficiently nor strategically so far" (Mohorič 2014, p. 190). Therefore teachers and trainers are seen as decisive protagonists in establishing the guid-

ing principle of sustainable development in society (See Michelsen/Grunenberg/Rode 2012, p. 30) However, so far there are no specific requirements in vocational education and training in forms of competence goals to qualify teachers nor trainers. This article focuses on competencies in terms of „ pedagogical knowledge“, „content knowledge“ and „pedagogical content knowledge“, which are closely related in teaching VET-ESD in Schools. Motivational, intentional and volitional Skills will not be recorded and will be presented in further publication.

1 Ausgangslage und Problemstellung

In unterschiedlichen politischen Verlautbarungen und wissenschaftlichen Publikationen wird auf die Notwendigkeit verwiesen, dass das Bildungspersonal zu qualifizieren ist, da es eine Schlüsselfunktion hat um den Weg zu mehr Nachhaltigkeit anzuleiten (u. a. Michelsen/Grunenberg/Rode 2012; Mohorič 2014; Deutsche UNESCO-Kommission e. V. 2014; Nationale Plattform BnE 2017). Mit dem Slogan „Vom Projekt zur Struktur“ tritt beispielsweise das Weltaktionsprogramm (Global Action Program, GAP) an, um die Integration der Nachhaltigkeitsidee über das Bildungssystem in alle Gesellschaftsbereiche zu befördern. Es werden fünf Handlungsfelder benannt, die die Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) voranbringen sollen. Ein Handlungsfeld widmet sich den Lehrenden, die als wichtigste Akteure identifiziert werden, wenn es um „die Verwirklichung einer veränderten Bildung sowie der Vermittlung des Lernens zum Zwecke einer nachhaltigen Entwicklung geht“ (Deutsche UNESCO-Kommission e. V. 2014, S. 35f). Demnach sind die Ausbildenden und Lehrenden als Multiplikatoren für BnE zu qualifizieren. In der gewerblich-technischen Berufsbildung wird ihnen die spezielle Aufgabe übertragen, „die nachfolgenden Generationen industrieller und handwerklicher Fachkräfte für eine natur- und sozialverträglichere Herstellung und Nutzung von Produkten und Dienstleistungen“ zu befähigen (vgl. Vollmer 2013, S. 1). Professionell ausgebildetes Bildungspersonal gilt als Voraussetzung für eine zukunftsfähige und nachhaltige Arbeitswelt.

Bislang gibt es in der Berufsbildung allerdings keine konkreten Zielvorgaben in Form von Kompetenzbeschreibungen für die Professionalisierung des Bildungspersonals. Hier werden im Folgenden einige konkrete Vorschläge entwickelt.

2 „Wissen und Können“ der Lehrkräfte im Kontext von BBnE

Im Folgenden wird ein Referenzrahmen zur nachhaltigkeitsorientierten Handlungskompetenz von Berufsschullehrkräften zur Diskussion gestellt. Der Fokus liegt dabei auf dem Tätigkeitsfeld „Unterrichten“. Dementsprechend werden zuerst pädagogische, dann fachliche und zuletzt fachdidaktische Kompetenzen hergeleitet, die als wesentlich für eine professionelle Lehrkraft zur Umsetzung von BBnE gelten. Sie

werden zwar getrennt voneinander beschrieben, kommen im realen Handeln der Lehrenden aber immer verknüpft zum Tragen. Das „Wissen und Können" von Berufsschullehrkräften für die unterrichtliche Umsetzung benötigt keine komplett neue Orientierung (vgl. Kastrup u. a. 2012, S. 108). BBnE bedeutet nicht, dass Lehrkräfte gänzlich neue Fähigkeiten ausbilden müssen, sondern dass bestehende Standards der Lehrbildung aufzugreifen sind und anschließend in Bezug auf die Leitidee der nachhaltigen Entwicklung zu fokussieren und zu ergänzen sind.

2.1 Pädagogische Fähigkeiten

Lehrkräfte mit umfangreichen allgemeinen pädagogischen Fähigkeiten (häufig nur mit pädagogischem Wissen (Pedagolocial Knowledge (PK) bezeichnet) sollten

1. ein konzeptuelles bildungswissenschaftliches Grundlagenwissen besitzen, das sich wiederum aus den Grundlagen der Erziehungsphilosophie und der Bildungstheorie von Schule und Unterricht, der Theorie der Institution sowie der Psychologie der menschlichen Entwicklung, des Lernens und der Motivation generiert.
2. über ein fundiertes allgemeindidaktisches Konzeptions- und Planungswissen verfügen. Darunter ist zu verstehen, dass die Lehrkräfte metatheoretische Modelle der Unterrichtsplanung, fachübergreifende Prinzipien der Unterrichtsplanung (z. B. Erkenntnisorientiertes Lernen nach Landwehr) und Unterrichtsmethoden im weiten Sinne (z. B. die Projektmethode, das Planspiel etc.) kennen und umsetzen können.
3. die Fähigkeit besitzen, Unterricht zu führen und Lerngelegenheiten zu orchestrieren. Damit ist gemeint, dass die Lehrkraft eine Vorstellung von Inszenierungsmustern von Unterricht hat, eine effektive Klassenführung („classroom management") bewerkstelligen und eine konstruktiv-unterstützende Lernumgebung herstellen kann.
4. fachübergreifende Prinzipien des Diagnostizierens, Prüfens und Bewertens kennen (vgl. Baumert/Kunter 2011).

Für die pädagogischen Fähigkeiten der Lehrkräfte im Kontext von BBnE bilden die ersten beiden Fähigkeitsbereiche den Ausgangspunkt, weil hier die hauptsächlichen Anpassungen für BBnE-spezifischen Unterricht vorzunehmen sind. Die als drittes und viertes genannten Fähigkeiten sind solche, die sich aufgrund des BBnE-Anspruchs nicht sonderlich verändern, weshalb sie hier nicht weiter ausgeführt werden. Das konzeptionelle bildungswissenschaftliche Grundlagenwissen und das allgemeindidaktische Konzeptions- und Planungswissen der Lehrkräfte bedarf allerdings einer deutlichen Akzentuierung, die im Weiteren dargelegt wird.

Bildungstheoretische legitimierte Lernprozesse unter Berücksichtigung einer positiven Zukunftsvision gestalten

BBnE rückt unter Bezugnahme auf die Bildungstheorie den Begriff der „Bildung" als leitende Zielkategorie unter der spezifischen Perspektive der Nachhaltigkeitsorien-

tierung in den Vordergrund didaktisch-pädagogischer Überlegungen. Der Bildungsbegriff gilt hier als ein „zentrierendes, übergeordnetes Orientierungs- und Beurteilungskriterium für alle pädagogischen Einzelmaßnahmen“ (Klafki 2007, S. 44). BBnE orientiert sich dabei an einer bildungstheoretischen Sichtweise, in der ein Individuum als gebildet gilt, das (vgl. ebd., S. 52):

1. über die Fähigkeit zur **Selbstbestimmung verfügt**, d. h.es bestimmt selbst über seine individuellen Lebensbeziehungen und Sinndeutungen zwischenmenschlicher, beruflicher, ethischer und religiöser Art,
2. zugleich über eine **Mitbestimmungsfähigkeit verfügt**, d. h. es übernimmt Verantwortung für die Gestaltung gemeinsamer kultureller, gesellschaftlicher und politischer Verhältnisse und
3. eine **Solidaritätsfähigkeit ausgebildet hat**, insofern es den eigenen Anspruch auf Selbst- und Mitbestimmung nur gerechtfertigt nutzt, wenn es sich für diejenigen einsetzt bzw. sich mit denjenigen zusammenschließt, denen Selbst- und Mitbestimmungsmöglichkeiten aufgrund gesellschaftlicher Verhältnisse, Unterprivilegierung, politische Einschränkungen oder Unterdrückung vorenthalten oder begrenzt werden.

Diese notwendige bildungstheoretische Basis ist allerdings nicht hinreichend, um – wie einige Experten fordern – eine positive Einstellung zur Gestaltbarkeit der Zukunft bei den Lernenden zu befördern (vgl. Künzli David 2007, S. 65 ff.; Kuhlmeier/Vollmer 2018, S. 147). So wird gefordert, dass BBnE sich an einem Entwurf einer erwünschten Zukunft orientieren soll, um so einen positiven und optimistischen Zugang zu gesellschaftlichen Entwicklungen zu ermöglichen (vgl. Künzli David 2007, S. 65). Demnach soll sich BBnE nicht auf die „Belehrung über die Übel dieser Welt, sondern um die Einübung in das Verhalten und die Mittel der Überwindung“ konzentrieren (vgl. Hentig 2003, S. 199). „Die Grundfrage lautet insgesamt nicht mehr, ‚Was haben wir gegenwärtig für Probleme und wie können wir diese lösen?‘, sondern ‚Wie wünschen wir uns unsere Zukunft in einem bestimmten Bereich, welche Zukunft ist möglich und wie können wir die erwünschte Zukunft erreichen?‘“ (Künzli David 2007, S. 65). Damit wird sich an einer positiven Zukunft orientiert, die als gestaltbar wahrgenommen wird. Es besteht die begründete Annahme, dass Individuen eher zur Mitgestaltung der Arbeit und Gesellschaft in sozialer, ökonomischer und ökologischer Verantwortung zu motivieren sind, wenn ihnen Möglichkeiten zu einer positiven Einflussnahme deutlich werden.

Die pädagogische Fähigkeit der Lehrkräfte erweist sich folglich darin, reaktives (kritisches, analytisches) und proaktives (kreatives, konstruktives) Denken bei Auszubildenden kombiniert fördern zu können (vgl. ebd., S. 65). Die Umsetzung von BBnE erfordert von ihnen die Fähigkeit, bildungstheoretisch legitimiert zu unterrichten und dabei gleichzeitig eine motivierende, zukunftsgewandte Perspektive bei Auszubildenden erzeugen zu können. Genauso sollten sie aus pädagogischer Sicht die Grenzen der Mitgestaltungsmöglichkeiten aufzeigen können, damit sie Auszubildende nicht mit Übereifer auf die betriebliche Praxis „loslassen“, die dann auf-

grund von möglichen Widerständen ihre nachhaltigkeitsorientierten Ambitionen frustriert einstellen.

Lehr/Lerntheoretisch begründete Lernprozesse im Kontext von BBnE gestalten

Zusätzlich benötigen Lehrkräfte lehr-/lerntheoretische Fähigkeiten. Im Kontext von BBnE bedarf es bei der Unterrichtsplanung einer akzentuierten Klärung der Bedingungs- und Entscheidungsfelder. Bei der Prüfung und Berücksichtigung anthropogener und sozial-kultureller Voraussetzungen sind zusätzlich zu generellen Bedingungen (Alter, Interessen und Lebensbedingungen der Schüler/-innen, die institutionellen Rahmenbedingungen etc.) auch nachhaltigkeitsbezogene Aspekte herauszustellen. Z. B. müssen die Lehrkräfte klären, über welches Nachhaltigkeitsbewusstsein die Auszubildenden bereits verfügen, was ihre Lernenden in Bezug auf Nachhaltigkeit interessieren könnte oder wo Nachhaltigkeit in den betrieblichen Arbeitsprozessen bereits enthalten ist oder eingebunden werden kann etc. In den Entscheidungsfeldern besteht aufgrund von BBnE besonderer Bedarf in der Erweiterung der methodischen Gestaltung von Unterricht. „Bildung für eine nachhaltige Entwicklung stellt Anforderungen an Lehr- und Lernprozesse, die mit der Vermittlung fachlichen Wissens in den herkömmlichen Formen von schulischem Unterricht, beruflicher Ausbildung, akademischer Lehre und allgemeiner Weiterbildung nicht ohne weiteres zu erfüllen sind. Daher bedarf es vielfältiger innovativer Methoden (...)“ (Schüßler 2006, S. 9 nach BLK 1998, S. 34;). Unterrichtsmethoden, wie z. B. Zukunftswerkstatt, Simulationen, Planspiele, Produktlinienanalyse etc. sind lerntheoretisch begründet einzusetzen, die den Erwerb zukunftsbezogener Handlungskompetenz befördern (vgl. Haan 2008, S. 33).

Nachhaltigkeitsorientierte Lernhandlungen unter Berücksichtigung lernpsychologischen Grundlagenwissens planen und durchführen

Die Berufsbildungspraxis orientiert sich aktuell zum großen Teil an Lerntheorien, die durch handlungs- und kognitionspsychologische Ansätze bestimmt sind (z. B.; Cranach u. a. 1980; Aebli 1993; Volpert 1983; 2003). Konkret kommt dieser Anspruch im Konzept der Handlungsorientierung zum Ausdruck. In sämtlichen Ordnungsmitteln wird gefordert berufliche Bildungsprozesse auf die Erlangung beruflicher Handlungskompetenz auszurichten und ein „Lernen für und durch Handeln“ zu gestalten. D. h. Lernen hat die unmittelbar bzw. mittelbare Verbesserung des gegenständlichen beruflichen Handels zum Ziel (vgl. Volpert 1983, S. 106). In einem handlungstheoretischen Verständnis entwickelt sich „das Denken, das Wissen und das Können aus dem praktischen Handeln und dem Wahrnehmen [heraus] und im praktischen Handeln [sowie] in der deutenden Wahrnehmung der Welt hat sich das Denken und Können wiederum zu bewähren“ (Tramm/Naeve-Stoß 2007, S. 4). Leontjew (1977) bringt diese Mensch-Umwelt-Interaktion in seiner Ringstruktur der menschlichen Tätigkeit zum Ausdruck (**Abbildung 1**).

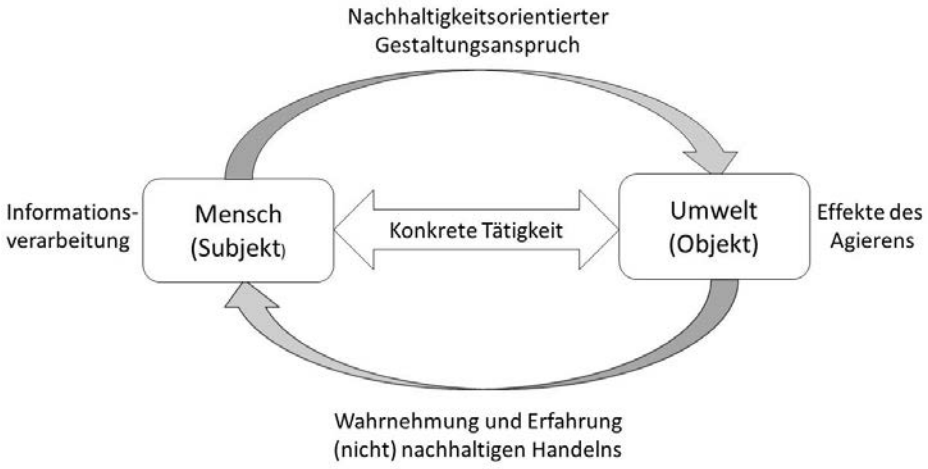


Abbildung 1: Mensch-Umwelt-Interaktion im Handeln in Anlehnung an Leontjew (1977)

Gerade für Lernhandeln, das eine berufliche Handlungskompetenz im Sinne der Nachhaltigkeitsidee zum Ziel hat, spielt die Informationsaufnahme sowie die Reflexion des eigenen Handelns eine entscheidende Rolle. Menschen sind in einen „Handlungs-Kreislauf" eingebunden (s. Abbildung 1), in dem sie zugleich Beeinflusste und Gestalter ihrer Umwelt sind (vgl. Vester 2015, S. 31). Als Beeinflusste nehmen sie die Umwelt wahr, was eine wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung einer Bereitschaft für nachhaltiges Handeln darstellt. Erst wenn sie die bestehenden Natur- und Gesellschaftskrisen sinnlich wahrnehmen und auf sich selbst beziehen, sind sie bereit, ihr Handeln darauf einzustellen. In der Rolle eines Gestalters müssen ihnen „die Auswirkungen des [eigenen] Berufshandelns über den lokalen Wahrnehmungsraum hinaus bis hin zu langfristigen globalen Folgen" bewusst werden (Vollmer/Kuhlmeier 2014, S. 206). Sie benötigen also eine Wahrnehmungsfähigkeit, um die Folgen und Auswirkungen des eigenen Handels auch über den eigenen Wahrnehmungsraum hinaus einschätzen bzw. fühlen zu können.

Zu berücksichtigen ist, dass die sinnliche Wahrnehmung durch widersprüchliche und nicht überprüfbare Informationen aus der Umwelt geprägt ist (vgl. Renn 2014, S. 319). Individuen nehmen die Umwelt nie als objektives Abbild der äußeren Wirklichkeit wahr, vielmehr schreiben sie den wahrgenommenen Sinneseindrücken eine eigene Bedeutung zu, indem sie sensorische Informationen mit früher erlernten Erfahrungen verbinden (ebd., S. 149).

Nachhaltigkeitsorientierte Lehr- und Lernprozesse bergen häufig die Gefahr, dass ein Mensch, der mit einer übermächtig erscheinenden Komplexität konfrontiert ist, dazu tendiert, „gesellschaftliche Verantwortung abzulehnen und stattdessen sein ganzes Vertrauen auf das bürokratische System zu setzen" (vgl. Baur 2018, S. 156). Hierbei sind die pädagogischen Fähigkeiten der Lehrkräfte besonders gefragt. Einer-

seits müssen sie selbst komplexe systemische Zusammenhänge verstehen. Andererseits sollten sie fähig sein, Lernhandlungen zu konzipieren, die Fakten, Unsicherheiten und Werte gleichermaßen einbeziehen (vgl. Renn u. a. 2007, S. 28). Zur Fähigkeit eines Lehrenden sollte es also gehören, Mechanismen der Urteilsbildung zu kennen sowie zur gezielten und ausgewogenen Informationsaufnahme fähig zu sein (vgl. Renn 2014, S. 320).

Verschränkung von Wissen und Werteorientierung

In der Berufsbildung spielen die moralische Entwicklung, die ethische Reflexion beruflichen Handelns und die Integration der eigenen Berufsrolle in die individuelle Persönlichkeit seit jeher eine Rolle (vgl. Minnameier 2016, S. 7). Bereits im Modell der Handlungskompetenz ist eine Werteorientierung durch die Sozial- und Selbstkompetenz integriert (vgl. ebd.; S. 7). Dementsprechend sind die Bildungsprozesse so zu konzipieren, dass sie „insbesondere auch die Entwicklung durchdachter Wertevorstellungen und die selbstbestimmte Bindung an Werte“ sowie „die Entwicklung sozialer Verantwortung und Solidarität“ berücksichtigen (KMK 2011, S. 15). „Ohne Werte wäre der Mensch nur ein wissensgesteuerter Automat“ (Erpenbeck/Sauter 2015, S. 5).

Diese Zielgröße muss im Kontext von BBnE verstärkt berücksichtigt werden. Die Idee der nachhaltigen Entwicklung ist eine regulative Idee und beruht auf dem Prinzip der Verantwortung „Handle so, dass die Wirkungen deiner Handlung verträglich sind mit der Permanenz echten menschlichen Lebens auf Erden“ (Jonas 1979, S. 36). Nachhaltigkeitsorientiertes Arbeitshandeln ist demnach mit bestimmten ethisch-moralischen Werten verbunden, wie z. B. einem guten Leben, Umweltschutz, Ressourcenschonung, Gesundheit etc.

Um also ein nachhaltigkeitsorientiertes Arbeitshandeln fördern zu können, gehört es zu den Fähigkeiten der Lehrkräfte Wertediskurse zu führen. Sie müssen daher im Kontext von BBnE eine ethisch-moralische Urteilsbildung mit dem fachlichen Handeln in Verbindung bringen.

2.2 Fachliche Fähigkeiten

Eine fachkompetente Berufsschullehrkraft zeichnet sich durch ein umfangreiches und tiefgreifendes „berufsspezifisches“ Verständnis der unterrichtlichen Sachverhalte aus (vgl. Baumert/Kunter 2006, S. 494). Ihr professionelles Fachwissen lässt sich allerdings nicht auf eine einzige wissenschaftliche Bezugsdisziplin zurückführen. In gewerblich-technischen Berufsfeldern ist das Fachwissen nicht nur durch ingenieurwissenschaftliches Wissen geprägt. Professionelle Fachkompetenz von Berufsschullehrkräften hat vielmehr viele Orientierungspunkte, die sich in berufsbezogene Fähigkeiten – dem Verhältnis von Arbeit, Beruf und Technik (vgl. u. a. Rauner 2006; Pangalos/Knutzen 2000; Hägele/Vollmer 2018) – und berufsverbundene Fähigkeiten (Deutsch, Mathematik, Politikwissenschaften etc.) unterscheiden lassen. BBnE schlägt hier eine Brücke.

Berufsbezogenes Fachwissen und Können in den interdisziplinären, systemischen Zusammenhang stellen

Die berufsbezogenen Fähigkeiten für Berufsschullehrkräfte in gewerblich-technischen Fachrichtungen lassen sich auf der Grundlage von sechs Dimensionen (Technologie, Historische Gewordenheit, Gebrauchswert, Gesellschaftliche Arbeit, Ökologie und Wirtschaftlichkeit) der erweiterten Techniklehre nach Rauner (1995) und Vollmer (2004/2012) herleiten. Diese berufsbezogenen Dimensionen bilden eine solide Basis für die Gestaltung fachlichen Lernprozesse. Im Kontext der Nachhaltigkeit sind diese Lernprozesse um ein vernetztes und systemisches Denken zu erweitern, das die hochgradig komplexen Systemzusammenhänge mit schwer abschätzbaren Wirkungen hinsichtlich räumlicher Ausbreitung und zeitlicher Dynamiken erkennt, bewertet und im eigenen Handeln beachtet (vgl. Wiek/Withycombe/Redman 2011; Lauströer/Rost 2008; Haan 2008; Rieß/Mischo 2008; Hoff 1998; Hahne 2007; Rieß 2013; Rauch/Steiner/Streissler 2008; Vester 2015). Die räumliche und zeitliche Ausweitung kommt auch im didaktischen Konzept von Vollmer/Kuhlmeier (2014) zum Ausdruck, in dem sie für die konkrete Umsetzung von BBnE fordern, dass „das Wissen über die Auswirkungen eigenen Handelns lokal, regional und global, aktuell und in Zukunft" (S. 206) zu stellen ist.

Da Lehrkräfte in der berufsschulischen Praxis nicht in allen disziplinären Zugängen ausgewiesene Experten sein können, sind sie auf die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Kolleg/innen angewiesen. Dabei ist es wichtig, sich der Relativität des eigenen disziplinären Zugangs bewusst zu sein und die Theorien, Vorgehensweisen und Grundannahmen der eigenen beruflichen Fachrichtung in Verbindung mit denen anderer Disziplinen zu setzen (vgl. Di Giulio/Künzli David/Defila 2008, S. 190 ff.).

Explizites Nachhaltigkeitswissen

Zusätzlich zur Fähigkeit der disziplinären Systematisierung benötigen die Lehrkräfte ein explizites Nachhaltigkeitswissen. Die Kenntnis über Konzepte der nachhaltigen Entwicklung ist ein obligatorischer Bestandteil des Professionswissens der Lehrenden in der BBnE. In einer Expertenbefragung kommen Hellberg-Rode/Schrüfer/Hemmer (2014) zum Ergebnis, dass spezifisches Wissen über das Konzept der nachhaltigen Entwicklung eine grundlegende Voraussetzung für die Gestaltung von BBnE-spezifischen Unterricht darstellt (vgl. ebd., S. 267) – nämlich, dass Lehrkräfte Kenntnisse haben über

- globale Prozess, ihre Dynamiken und Interdependenzen,
- gesellschaftlich diskutierte Problemlösungsansätze und -strategien im Kontext globalen Wandels (bspw. Effizienz-, Konsistenz- und Suffizienzstrategien),
- Erscheinungen des globalen Wandels (Klimawandel etc.),
- Konzepte der „Nachhaltigen Entwicklung" mit ihren grundlegenden Dimensionen und Prinzipien (bspw. Nachhaltigkeitsdreieck, inter- und intragenerative Gerechtigkeit, starke vs. schwache Nachhaltigkeit etc.) haben,
- ökologische Systeme, Prinzipien und Prozesse,
- Wertediskurse.

Das Wissen über spezifische Inhalte der nachhaltigen Entwicklung bezieht sich auch auf Kenntnisse über die politische Verankerung der nachhaltigen Entwicklung haben, was vor allem über die Agenda 21, Agenda 2030, das Weltaktionsprogramm und deren jeweilige Begründungen und Implikationen für nachhaltigkeitsorientierte Bildung.

„Die Umsetzung von Nachhaltigkeit ist [nur] mit umfangreichem und kontinuierlich zu aktualisierendem Wissen vorstellbar" (Grunwald/Kopfmüller 2012, S. 205). Dies gilt insbesondere für die Lehrenden. Im Kontext von BBnE müssen sie über ein Basiswissen zu aktuellen Inhalten der Nachhaltigen Entwicklung und der (Berufs-)Bildung für nachhaltige Entwicklung verfügen und mit dem beruflichen Fachwissen kombinieren können.

2.3 Fachdidaktische Fähigkeiten

Fachdidaktisches Wissen und Können verbindet pädagogische und fachliche Fähigkeiten der Lehrkräfte. Lehrende besitzen hohe fachdidaktische Fähigkeiten, wenn sie den Auszubildenden die berufsbezogenen Inhalte durch die pädagogische und didaktische Aufbereitung lernförderlich zugänglich machen (vgl. Kunter u. a. 2011, S. 347).

Die Didaktik beruflicher Bildung bietet bereits umfängliche Anknüpfungspunkte, die auch für die BBnE relevant sind. Die Grundsätze und curricularen Standards, „wie sie z. B. in der Handreichung der Kultusministerkonferenz zur Erarbeitung der Rahmenlehrpläne bereits seit 1996 zusammengefasst sind (KMK 1996), bilden eine hinreichende Basis" (Kastrup u. a. 2012, S. 108). Die anerkannten didaktischen Prinzipien, wie

1. die Verschränkung von Wissenschafts-, Situations- und Persönlichkeitsprinzip
2. die Gestaltungsorientierung sowie
3. die Handlungsorientierung

stellen auch den Kern für fachdidaktisches Handeln von Berufsschullehrkräften in der BBnE dar. Dabei ist eine einseitige Orientierung zu vermeiden, sei es, in dem sie sich beispielsweise nur auf die Wissenschafts- oder Situationsorientierung beziehen, bergen das Risiko der Verkürzung didaktisch-pädagogischen Handelns. Beispielsweise ist eine ausschließliche Orientierung am Situationsprinzip problematisch, weil die Befürchtung besteht, dass der Bildungsprozess für ein einseitiges „Fitmachen" für abgegrenzte betriebliche Tätigkeiten funktionalisiert würde (vgl. Wilbers 2014, S. 45).

Berufliche und nachhaltigkeitsorientierte Lernziele, Methoden und Themen wissenschafts-, situations- und persönlichkeitsorientiert auswählen.

Im Bereich der beruflichen Bildung stellt sich das Problem, „dass kaum eindeutige Bezugsdisziplinen zu den beruflichen Tätigkeitsfeldern auszumachen sind" (Kuhlmeier 2005, S. 82). Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung verschärft dieses Problem, indem es darüber hinaus den Anspruch formuliert, inter- und transdisziplinäre Wissenschaftsbezüge in die Gestaltung von nachhaltigkeitsorientiertem Un-

terricht einzubeziehen. Die Lehrkräfte müssen dementsprechend Wissen aus der Erziehungswissenschaft, der Soziologie, der Lernpsychologie, der Philosophie und der Natur- sowie Ingenieurwissenschaften aufeinander beziehen können. Fachdidaktische Kompetenz besteht dann darin, dass Lehrkräfte Experten für berufliches Lehren und Lernen sind sowie in ihrem berufsbezogenen Fach und darüber hinaus grundlegende Fähigkeiten besitzen, auch inter- und transdisziplinäre Wissenschaftsbezüge aufnehmen.

Daran anschließend beziehen sich fachdidaktische Fähigkeiten darauf, dem Situationsprinzip entsprechend, die Auswahl, Begründung und Strukturierung der Ziele, Inhalte und Methoden an berufspraktischen Tätigkeitsanforderungen auszurichten. Nach Reetz ist die Berufsausbildung auf die gegenwärtige und zukünftige Lebens- und Arbeitswelt der Lernenden zu beziehen (vgl. 1984, S. 99). BBnE erweitert und spezifiziert diese Orientierung, indem berufliche Handlungsfelder bzw. Handlungssituationen um Aspekte der nachhaltigen Entwicklung ergänzt werden (vgl. Kastrup u. a. 2012, S. 108). Als „Relevanzfilter" für die Inhaltsauswahl sowie die Inhaltsanalyse und -bewertung schlagen Vollmer/Kuhlmeier (2014) spezifische Perspektiven einer nachhaltigen Entwicklung vor. Die folgenden zwei sollen bei der didaktischen Gestaltung von Lernsituationen beantwortet werden:

- „Welche Auswirkungen hat die Entscheidung für eine berufliche Problemlösung für mich und andere Menschen – lokal, regional und global?
- Welche Auswirkungen hat die Entscheidung für eine konkrete berufliche Problemlösung in der Zukunft?" (ebd., S. 206)

Diese Kernfragen der berufsdidaktischen Konkretisierung können durch fünf Kategorien (vgl. ebd.) beschrieben werden. Danach gestalten Lehrkräfte arbeitsprozess- und nachhaltigkeitsorientierte Lernsituationen, indem sie

- soziale, ökologische und ökonomische Aspekte (Wechselbezüge, Widersprüche, Dilemmata) der Berufsarbeit aufnehmen und diese integrativ/kontrovers einbetten.
- lokale, regionale, globale Auswirkungen der hergestellten Produkte und erbrachten Dienstleistungen verdeutlichen.
- kurz-, mittel- und langfristige Folgen des beruflichen Handelns für die Zukunft aufzeigen.
- Ressourcenschonende Handlungsstrategien (Konsistenz, Suffizienz, Effizienz) für die eingesetzten Materialien und Energien in der Berufsarbeit einbeziehen.
- die Auseinandersetzung mit Liefer- und Prozessketten sowie Produktlebenszyklen von Produkten und Dienstleistungen aufnehmen.

Unter Berücksichtigung des Persönlichkeitsprinzips sollten sich die Themen und Ziele der beruflichen Lernprozesse an den individuellen Bedürfnissen der Lernenden und gleichzeitig an einem normativen Bildungsideal orientieren (vgl. Reetz 1984, S. 91). Damit werden zwei Perspektiven verfolgt. Einerseits ein normatives Bildungsideal, wodurch der Kompetenzbegriff in Anlehnung an die Pädagogische An-

thropologie Roths in die Persönlichkeitsbildung transferiert wurde (vgl. Tramm/Reetz 2010, S. 225; Kuhlmeier 2005, S. 87). Mit der Einführung der berufliche Handlungskompetenzstehen kompetent beruflich handelnde Menschen im Zentrum des Bildungsideals (vgl. Wilbers 2014, S. 50). Persönlichkeitsorientierung bezieht sich andererseits darauf, dass sich die Gestaltung von beruflichen Lehr- und Lernprozessen an den Bedürfnissen sowie Ansprüchen der Lernenden orientiert (vgl. Tramm/Reetz 2010, S. 225). Konzeptionell ist selbstgesteuertes bzw. selbstorganisiertes Lernen umzusetzen (vgl. ebd.), indem Lernende in die Entscheidungen über die Gestaltung der Lernprozesse einzubeziehen sind (vgl. Kuhlmeier 2005, S. 88). Lehrende in der BBnE sollten demnach Lernprozesse konzipieren, die den Lernenden verdeutlichen, dass ihre Entscheidungen Einfluss auf gesellschaftliche Prozesse nehmen bzw. dass sämtliche ihre Interaktionen (kommunikativ, handelnd etc.) Wirkungen haben (vgl. Künzli David 2007, S. 73).

Gestaltungsorientierten Unterricht konzipieren, unter Berücksichtigung einer nachhaltigkeitsorientierten Technikfolgeabschätzung

Auf der Grundlage des Ansatzes des gestaltungsorientierten Lernens können Lehrkräfte einerseits beschreiben und erklären, wie Technik auf der Grundlage naturwissenschaftlich-technischer Modelle, Erkenntnisse und Gesetzmäßigkeiten funktioniert, aber auch erklären, warum bestimmte Technik diese und keine andere Gestalt hat, wie sie hinsichtlich ihrer vielfältigen Wechselbeziehungen zur Natur und zur gesellschaftlichen Arbeit zu bewerten ist und vor allem, welchem gesellschaftlichen Nutzen sie dient (vgl. Rauner 1988, S. 41). Insgesamt beruht der gestaltungsorientierte Ansatz auf zwei zentralen Leitfragen (vgl. Rauner 1995, S. 5):

1. Warum ist eine Technik so und nicht anders gestaltet, warum wurde sie so und nicht anders entwickelt?
2. Geht es auch anders?

Wenn es im Kontext von BBnE um die Einschätzung der „sozialen und technischen Zukunft“ und ihrer Risiken geht (vgl. Renn 2009, S. 40), dann bedarf es einer Schärfung dahingehend mögliche positive, wie negative Wirkungen neuer Technologien und ihrer Anwendung zu erkennen (vgl. ebd., S. 33). Im Sinne der Zukunftsperspektive der Nachhaltigkeitsidee eröffnet eine Technologiefolgeabschätzung Möglichkeiten, zu erkennen, dass der Einsatz von Technik mit Konsequenzen für die Gesellschaft und die Abwägung ihrer Wirkungen mit Problemen der Ambiguität, der Komplexität und der Ungewissheit verbunden ist (vgl. ebd., S. 33). Lehrkräfte benötigen demnach Wissen über „die Nebenwirkungen“ von alternativen Technologien, aber gleichzeitig auch ein Bewusstsein, auf welcher Bewertungsgrundlage die eigenen Einschätzungen beruhen. Im Lernprozess ist dies zu reflektieren, indem gefragt wird, welche Möglichkeiten eine Technologie bietet, welche Nebenwirkungen mit ihr verbunden sind und auf welchen Bewertungskriterien diese Einschätzungen beruhen.

Handlungsorientierten Unterricht unter Berücksichtigung einer nachhaltigkeitsorientierten Wahrnehmungs- und Bewertungsperspektive gestalten

Das Prinzip der Handlungsorientierung ist spätestens seit der Einführung des Lernfeldkonzepts fester Bestandteil der beruflichen Curricula: „Handlungsorientierter Unterricht im Rahmen der Lernfeldkonzeption orientiert sich prioritär an handlungssystematischen Strukturen und stellt gegenüber vorrangig fachsystematischem Unterricht eine veränderte Perspektive dar" (KMK 2011, S. 32). Als „staatliches Bildungsprinzip" der beruflichen Bildung soll es Auszubildenden zum Erwerb beruflicher Handlungskompetenz führen, indem sie Inhalte selbstständig und im praktischen Zusammenhang einer berufsnahen Aufgabe erlernen (vgl. Kuhlmeier 2005, S. 89). Handlungsorientiertes Lernen darf dabei allerdings nicht auf der Stufe des „einfachen Tuns" stehen bleiben, vielmehr ist eine anschließende Reflexion der gemachten Erfahrungen ein entscheidendes Moment neuer Erkenntnisse bzw. neuer Fähigkeiten (vgl. Künzli David 2007, S. 67).

Die Berücksichtigung des Prinzips der Handlungsorientierung hat große Auswirkungen auf die Inhalts-, Methoden- und Zielentscheidungen. Die theoretische Verankerung dieses Prinzips in den handlungstheoretischen Ansätzen der Psychologie wurde bereits weiter oben bergründet[1]. Im fachdidaktischen Interesse steht hier die Orientierung der Lehr- und Lernprozesse am Modell der vollständigen Handlung sowie die Strukturierung der Lerninhalte nach Handlungsabläufen (vgl. Kuhlmeier 2005, S. 88). In Bezug auf fachdidaktische Fähigkeiten der Lehrkräfte ist daher entscheidend, dass sie berufliche und nachhaltigkeitsorientierte Lernaufgaben entsprechend des Handlungszyklus strukturieren und zusammenführen können (Abbildung 2).

Um Auszubildende zur Mitgestaltung im Sinne der nachhaltigen Entwicklung zu befähigen, ist es erforderlich, dass sie Erfahrungen durch eigenes Handeln am Leitprinzip der Nachhaltigkeit reflektieren, um so zu persönlichen Erkenntnissen zu gelangen (vgl. Künzli David 2007, S. 67). In diesem Sinne sind die einzelnen Phasen der vollständigen Handlung beruflich und nachhaltigkeitsorientiert zu akzentuieren:

- Erkennen einer problemhaltigen Situation bzw. Wahrnehmen sowie Bewerten von Nachhaltigkeitsproblemen in Bezug auf die Berufsarbeit.
- Aufstellen von Nachhaltigkeitszielen, die durch das Handeln erreicht werden sollen.
- Nachhaltige und nicht nachhaltigen Handlungsalternativen herleiten.
- Begründete Entscheidung für eine Alternative.
- Fassen eines Handlungsentschlusses, möglichst im Sinne der nachhaltigen Entwicklung.

1 Unter Pädagogischer Perspektive standen die Überlegungen zum Verständnis der Wahrnehmung, dem Wissen und Denken innerhalb einer Handlung im Vordergrund. Aus fachdidaktischer Sicht interessiert hier der Handlungszyklus als Modell zur Beschreibung von beruflichen Lernprozessen. Deshalb wird die Handlungsorientierung hier nochmals aufgegriffen, weil sie für pädagogisches sowie fachdidaktisches Handeln relevant ist.

- Steuerung und Kontrolle der Handlungsausführung, damit das Ziel auch erreicht werden kann.
- Einschätzung der neuen Situation und Bewerten der Auswirkungen. Zielerreichung evaluieren.

Der Handlungszyklus eignet sich folglich auch zur fachdidaktischen Strukturierung eines nachhaltigkeitsbezogenen beruflichen Lernhandelns.

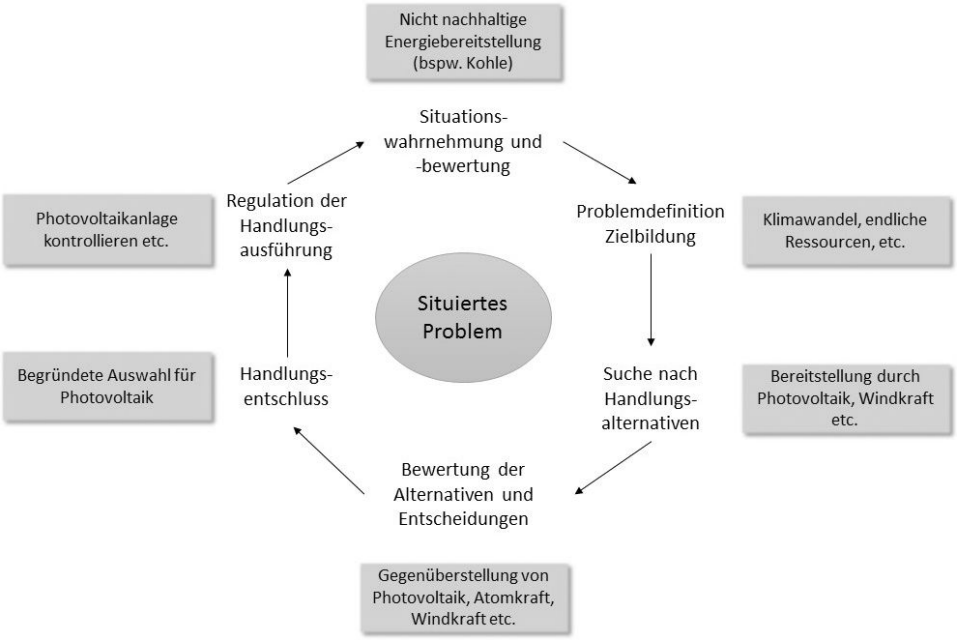


Abbildung 2: Phasenmodell der vollständigen Handlung (nach Tramm/Naeve-Stoß 2007, S. 5)

3 Zusammenfassung und Fazit

Mit diesem Beitrag wurde ein theoretisch begründeter Kompetenzrahmen für Berufsschullehrkräfte vorgestellt mit dem Ziel, pädagogische, fachliche und fachdidaktische Fähigkeiten im Hinblick auf die BBnE zu akzentuieren. Tabelle 1 fasst diesen Rahmen der professionellen kognitiven Fähigkeiten der Lehrkräfte überblicksartig zusammen.

Mit dem Kompetenzrahmen wird versucht, Antworten auf die Frage zu geben, welche spezifischen Handlungskompetenzen professionell Lehrende benötigen, um nachhaltigkeitsorientiertes Lernen zu ermöglichen, das zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer, ökonomischer und ökologischer Verantwortung befähigt. Zur Durchführung von Fort -und Weiterbildungen von Lehrkräften

für die BBnE ist es wesentlich, klare Vorstellungen über die Kompetenzziele zu haben. Nur so lassen sich solche Bildungsmaßnahmen erfolgsversprechend planen und durchführen.

Tabelle 1: Überblick über kognitive Fähigkeiten von Lehrkräften im Kontext von BBnE

Wissen und Können	Dimensionen des Wissens und Könnens
Pädagogische Fähigkeiten	1. Bildungstheoretische legitimierte Lernprozesse unter Berücksichtigung einer positiven Zukunftsvision gestalten. 2. Lerntheoretisch begründete Lernprozesse im Kontext von BBnE gestalten. 3. Nachhaltigkeitsorientierte Lernhandlungen unter Berücksichtigung lernpsychologischen Grundlagenwissens planen und durchführen. 4. Verschränkung von Wissen und Werteorientierung
Fachliche Fähigkeiten	1. Berufsbezogenes Fachwissen und Können in den interdisziplinären, systemischen Zusammenhang stellen. 2. Explizites Nachhaltigkeitswissen.
Fachdidaktische Fähigkeiten	1. Berufliche und nachhaltigkeitsorientierte Lernziele, Methoden und Themen wissenschafts-, situations- und persönlichkeitsorientiert auswählen zu können. 2. Gestaltungsorientierten Unterricht unter Berücksichtigung einer nachhaltigkeitsorientierten Technikfolgeabschätzung konzipieren. 3. Handlungsorientierten Unterricht unter Berücksichtigung einer nachhaltigkeitsorientierten Wahrnehmungs- und Bewertungsperspektive gestalten.

Die Bestimmung der Kompetenzen von Lehrenden ist eine notwendige, aber allein nicht hinreichende Forderung, um BBnE strukturell zu implementieren. Unter einer systemischen Perspektive benötigen die Akteurinnen und Akteure, die ein innovatives Anliegen einbringen wollen, zusätzlich förderliche Rahmenbedingungen. Neben den individuellen Fähigkeiten des Berufsbildungspersonals müssen kontextuelle Bedingungen (z. B. Gestaltung von nachhaltigen Lernorten, s. Mertineit in diesem Band) sowie strukturelle Merkmale (z. B. Anpassung der Curricula, s. Vollmer in diesem Band) mitberücksichtigt werden. Aus diesen Grund sei auf die weiteren Beiträge zur BBnE in diesem Band verwiesen, die als Ganzes eine umfänglichere Sichtweise liefern und zeigen, dass eine strukturelle Verankerung von BBnE nur unter Berücksichtigung verschiedener Aspekte bewerkstelligt werden kann.

Literatur

Aebli, H. (1993): Denken das Ordnen des Tuns. Band I: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie. 2. Aufl. Stuttgart.

Baumert, J./Kunter, M. (2006): Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 9, H. 4, S. 469–520.

Baumert, J./Kunter, M. (2011): Das Kompetenzmodell von COACTIV. In: Kunter, M./Baumert, J./Blum, W./Neubrand, M. (Hrsg.): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster, S. 29–53.

Baur, C. (2018): Nachhaltigkeit in der Wertschöpfungskette: Das Problem des eingeschränkten moralischen Bewusstseins. In: Schmitt, C. T./Bamberg, E. (Hrsg.): Psychologie und Nachhaltigkeit. Wiesbaden, S. 149–164.

BLK (1998): Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. Orientierungsrahmen. (Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung), H. 69.

Cranach, M. v./Kalbermatten, U./Indermühle, K./Gugler, B. (1980): Zielgerichtetes Handeln. Bern.

Deutsche UNESCO-Kommission e. V. (2014): UNESCO-Roadmap zur Umsetzung des Weltaktionsprogramms "Bildung für nachhaltige Entwicklung". Bonn.

Di Giulio, A./Künzli David, C./Defila, R. (2008): Bildung für nachhaltige Entwicklung und interdisziplinäre Kompetenzen – Zum Profil von Lehrkräften. In: Bormann, I./Haan, G. d. (Hrsg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. 1. Aufl. Wiesbaden, S. 179–197.

Erpenbeck, J./Sauter, W. (2015): Wissen, Werte und Kompetenzen in der Mitarbeiterentwicklung. Ohne Gefühl geht in der Bildung gar nichts. Wiesbaden.

Grunwald, A./Kopfmüller, J. (2012): Nachhaltigkeit. 2. Aufl. Frankfurt am Main.

Haan, G. de (2008): Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Bormann, I./Haan, G. d. (Hrsg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. 1. Aufl. Wiesbaden, S. 23–43.

Hägele, T./Vollmer, T.: Berufliche Fachrichtung/Fachdidaktik Elektrotechnik. (Im Erscheinen). In: Kaiser, F./Kalisch, C. (Hrsg.): Gestaltung berufspädagogischer Lehramtsstudiengänge.

Hahne, K. (2007): Benötigt Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung ein erweitertes Verständnis von Kompetenzentwicklung? In: BWP 36, H. 5, S. 13–17. (10.09.2014).

Hellberg-Rode, G./Schrüfer, G./Hemmer, M. (2014): Brauchen Lehrkräfte für die Umsetzung von Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) spezifische professionelle Handlungskompetenzen. In: Zeit für Geographiedidaktik 42, H. 4, S. 257–282.

Hentig, H. v. (2003): Wissenschaft. Eine Kritik. München.

Hoff, E.-H. (1998): Verantwortungsbewußtsein und Industriearbeit im Zeichen der Umweltkrise. In: Blickle, G. (Hrsg.): Ethik in Organisationen. Konzepte, Befunde, Praxisbeispiele. Göttingen, S. 71–94.

Jonas, H. (1979): Das Prinzip Verantwortung. Versuch e. Ethik für d. technolog. Zivilisation. 1. Aufl. Frankfurt am Main.

Kastrup, J./Kuhlmeier, W./Reichwein, W./Vollmer, T. (2012): Mitwirkung an der Energiewende lernen. Leitlinien für die didaktische Gestaltung der Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung. In: lernen & lehren, H. 107, S. 117–124. Online: http://www.lernenundlehren.de/heft_dl/Heft_107.pdf. (07.08.2014).

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

KMK (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. Online: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2011/2011_09_23_GEP-Handreichung.pdf. (31.03.2014).

KMK (Hrsg; 1996): Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministierkonferenz für berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für Annerkannte Ausbildungsberufe.

Kuhlmeier, W. (2005): Berufliche Fachdidaktiken zwischen Anspruch und Realität. Situationsanalyse und Perspektiven einer konzeptionellen Weiterentwicklung am Beispiel der Bereichsdidaktik Bau-, Holz- und Gestaltungstechnik. 2. Aufl. Baltmannsweiler.

Kuhlmeier, W./Vollmer, T. (2018): Ansatz einer Didaktik der Beruflichen Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Tade Tramm, Marc Casper, Tobias Schlömer (Hrsg.): Selbstverständnis, Zukunftsperspektiven und Innovationsschwerpunkte. Bielefeld, S. 131–151.

Kunter, M./Baumert, J./Blum, W./Neubrand, M. (Hrsg.) (2011): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster.

Künzli David, C. (2007): Zukunft mitgestalten. Bildung für eine nachhaltige Entwicklung – didaktisches Konzept und Umsetzung in der Grundschule. 1. Aufl. Bern [u. a.].

Laaströer, A./Rost, J. (2008): Operationalisierung und Messung von Bewertungskompetenz. In: Bormann, I./Haan, G. d. (Hrsg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. 1. Aufl. Wiesbaden, S. 89–102.

Leontjew, A. N. (1977): Probleme der Entwicklung des Psychischen. 2. Aufl. Kronberg/Ts.

Michelsen, G./Grunenberg, H./Rode, H. (2012): Greenpeace Nachhaltigkeitsbarometer – Was bewegt die Jugend? Ergebnisse der bundesweiten Repräsentativbefragung und einer qualitativen Explorativstudie, Juni-Juli 2011. Bad Homburg.

Minnameier, G. (2016): Einführung. In: Minnameier, G. (Hrsg.): Ethik und Beruf. Interdisziplinäre Zugänge. Bielefeld, S. 7–13.

Mohorič, A. (2014): Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung – Das Bundesinstitut für Berufsbildung als Akteur und Moderator bei der Gestaltung des Transfers der Modellversuchsergebnisse. In: Kuhlmeier, W./Mohorič, A./Vollmer, T. (Hrsg.): Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Modellversuche 2010–2013: Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Ausblicke. Bielefeld, S. 183–196.

Nationale Plattform Bildung für nachhaltige Entwicklung (Hrsg; 2017): Nationaler Aktionsplan Bildung für nachhaltige Entwicklung. Der deutsche Beitrag zum UNESCO-Weltaktionsprogramm. Online: http://www.bne-portal.de/sites/default/files/downloads/publikationen/nationaler_aktionsplan_bne_2017_09_27.pdf.

Pangalos, J./Knutzen, S. (2000): Möglichkeiten und Grenzen der Orientierung am Arbeitsprozess für die berufliche Bildung. In: Pahl, J.-P./Rauner, F./Spöttl, G. (Hrsg.): Berufliches Arbeitsprozesswissen. Ein Forschungsgegenstand der Berufsfeldwissenschaften. 1. Aufl. Baden-Baden, S. 105–116.

Rauch, F./Steiner, R./Streissler, A. (2008): Kompetenzen für Bildung für nachhaltige Entwicklung von Lehrpersonen: Entwurf für ein Rahmenkonzept. In: Bormann, I./ Haan, G. d. (Hrsg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. 1. Aufl. Wiesbaden, S. 141–158.

Rauner, F. (1988): Die Befähigung zur (Mit)gestaltung von Arbeit und Technik als Leitidee beruflicher Bildung. In: Heidegger, G./Gerds, P./Weisenbach, K. (Hrsg.): Gestaltung von Arbeit und Technik. Ein Ziel beruflicher Bildung. Frankfurt, S. 32–50.

Rauner, F. (1995): Gestaltungsorientierte Berufsbildung. In: Berufsbildung – Zeitschrift für Praxis und Theorie in Betrieb und Schule 49, H. 35, S. 3–8.

Rauner, F. (2006): Gestaltung von Arbeit und Technik. In: Arnold, R./Lipsmeier, A. (Hrsg.): Handbuch der Berufsbildung. 2. Aufl. Wiesbaden, S. 52–70.

Reetz, L. (1984): Wirtschaftsdidaktik. Bad Heilbrunn/Obb.

Renn, O. (2009): Komplexität, Unsicherheit und Ambivalenz. Vermittlung von TA und ihrer Methoden in der universitären Lehre. In: Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis 18, H. 3, S. 32–40.

Renn, O. (2014): Das Risikoparadox. Warum wir uns vor dem Falschen fürchten [was uns wirklich bedroht]. 3. Aufl. Frankfurt am Main.

Renn, O./Dreyer, M./Klinke, A./Schweizer, P.-J. (2007): "Systemische Risiken: Charakterisierung, Management und Integration in eine aktive Nachhaltigkeitspolitik." Beckenbach, F., Hampicke, U. und Leipert, C.(Hg.). In: Metropolis- Verlag für Ökonomie, Gesellschaft und Politik, S. 157–188.

Rieß, W. (2013): Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) und Förderung des systemischen Denkens. Education for sustainable development (ESD) and enhancing system thinking. In: Anliegen Natur 35, H. 1, S. 55–64. Online: http://www.anl.bayern.de/publikationen/anliegen/doc/an35100volltext_2014.pdf. (29.05.2018).

Rieß, W./Mischo, C. (2008): Entwicklung und erste Validierung eines Fragebogens zur Erfassung des systemischen Denkens in nachhaltigkeitsrelevanten Kontexten. In: Bormann, I./Haan, G. d. (Hrsg.): Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. 1. Aufl. Wiesbaden, S. 212–232.

Schüßler, I. (2006): Nachhaltigkeit – nachhaltiges Lernen – Bildung für eine nachhaltige Entwicklung – Gestaltungskompetenz. Grundlegende Überlegungen zu zentralen Begrifflichkeiten im Kontext des KBE-Projekts „lebens-wert? Lernort Gemeinde“. Online: http://kbe-bonn.de/fileadmin/Redaktion/Bilder/Projekte/Schuessler_Nachhaltigkeit_Begriffskl_rung_Endversion.pdf.

Tramm, T./Naeve-Stoß, N. (2007): Auf dem Weg zum selbstorganisierten Lernen – Die systematische Förderung der Selbstorganisationsfähigkeit über die curriculare Gestaltung komplexer Lehr-Lern-Arrangements. In: bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik-Online, H. 13, S. 1–19. Online: http://www.bwpat.de/ausgabe13/tramm_naeve_bwpat13.pdf.

Tramm, T./Reetz, L. (2010): Berufliche Curriculumentwicklung zwischen Persönlichkeits-, Situations- und Wissenschaftsprinzip. In: Pätzold, G./Reinisch, H./Nickolaus, R./Tramm, T. (Hrsg.): Handbuch Berufs- und Wirtschaftspädagogik. 1. Aufl. Stuttgart, S. 220–226.

Vester, F. (2015): Die Kunst vernetzt zu denken. Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität ; ein Bericht an den Club of Rome ; [der neue Bericht an den Club of Rome]. 10. Aufl. München.

Vollmer, T. (2004): Befähigung zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer und ökologischer Verantwortung. In: Kipp, M./Struve, K./Tramm, T./Vollmer, T. (Hrsg.): Tradition und Innovation. Impulse zur Reflexion und zur Gestaltung beruflicher Bildung. Münster, S. 131–194.

Vollmer, T. (2013): Generation Nachhaltigkeit – Überlegungen über Perspektiven der elektro- und metalltechnischen Berufsbildung. In: bwpa@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik-Online 2013, Fachtagung 8, S. 1–27. Online: http://www.bwpat.de/ht2013/ft08/vollmer_ft08-ht2013.pdf. (08.01.2015).

Vollmer, T./Kuhlmeier, W. (2014): Strukturelle und curriculare Verankerung der Beruflichen Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. In: Kuhlmeier, W./Mohorič, A./Vollmer, T. (Hrsg.): Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Modellversuche 2010–2013: Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Ausblicke. Bielefeld, S. 197–225.

Volpert, W. (1983): Handlungsstrukturanalyse als Beitrag zur Qualifikationsforschung. 2. Aufl. Köln.

Volpert, W./Moldaschl, M. (2003): Wie wir handeln – was wir können. Ein Disput als Einführung in die Handlungspsychologie. 3. Aufl. Sottrum.

WBGU (2011): Hauptgutachten: Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine große Transformation. Online: http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2011/wbgu_jg2011.pdf. (07.01.2004).

Wiegandt, K. (Hrsg.) (2016): Mut zur Nachhaltigkeit. 12 Wege in die Zukunft. Frankfurt am Main.

Wiek, A./Withycombe, L./Redman, C. L. (2011): Key competencies in sustainability. A reference framework for academic program development. In: Sustainability Science 6, H. 2, S. 203–218.

Wilbers, K. (2014): Wirtschaftsunterricht gestalten. Eine traditionelle und handlungsorientierte Didaktik für kaufmännische Bildungsgänge. 2. Aufl. Berlin.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Mensch-Umwelt-Interaktion im Handeln in Anlehnung an Leontjew (1977) . . 238

Abb. 2 Phasenmodell der vollständigen Handlung 245

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Überblick über kognitive Fähigkeiten von Lehrkräften im Kontext von BBnE . . 246

Autor

Schütt-Sayed, Sören, StR., wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung), Universität Hamburg,
soeren.schuett@uni-hamburg.de

Entwicklung und Einsatz von Erklärvideos im Unterricht zum Thema Energiewende

Wilko Reichwein

Abstract

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Digitalisierung auch von Lernmaterialien stellt dieser Beitrag ein Beispiel für die mediendidaktische Gestaltung einer nachhaltigkeitsorientierten Lernsituation vor. Die Erklärvideos zum Thema Energiewende wurden im Wintersemester 2017/2018 von Studierenden in einer erstmalig durchgeführten Lehrveranstaltung entwickelt mit dem Ziel, die Erklär- und Medienkompetenz der angehenden Lehrkräfte zu fördern. Das Thema „Energiewende" stellt dabei einen aktuellen gesellschaftspolitischen Bildungsanspruch dar, der besonders in den gewerblich-technischen Berufen eine hohe berufspraktische Relevanz hat.

Es werden verschiedenen Einsatzszenarien und die notwendigen Schritte bei der Planung und Erstellung von Erklärvideos vorgestellt, so dass sie für die strukturelle Verankerung einer Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung (BBnE) genutzt werden können. Der Einsatz dieser Medien knüpft an die Gewohnheiten Jugendlicher mit modernen Informationstechnologien wie Smartphone und Tablets im beruflichen Kontext an. Erklärvideos können im Unterricht auf vielfältige Art und Weise eingesetzt werden, so z. B. zur Veranschaulichung nachhaltigkeitsrelevanter Zusammenhänge in Kombination mit einer Förderung der Medien- und Sachkompetenz.

Against the background of increasing digitalisation also of learning materials, this article presents an example of the media didactic design of a sustainability-oriented learning situation. The explanatory videos on the subject of energy system transformation were developed in the winter semester 2017/2018 by students in a course held for the first time with the aim of promoting the explanatory and media competence of the prospective teachers. The topic "Energy Turnaround" represents a current socio-political educational claim, which has a high practical relevance especially in the commercial-technical professions.

Various application scenarios and the necessary steps in planning and producing explanatory videos are presented so that they can be used for the structural anchoring of vocational training for sustainable development (BBnE). The use of these media ties in with the habits of young people with modern information technologies such as smartphones and tablets. Explanatory videos can be used in teaching in a variety of ways, e. g. to illustrate sustainability-relevant contexts in combination with promoting media and professional competence.

1 Einleitung

In diesem Beitrag wird die Frage aufgegriffen, in welcher Weise man nachhaltigkeitsbezogene Themen in einer für Schülerinnen und Schüler attraktiven Weise aufbereiten kann. Die Energiewende ist in Deutschland in den nächsten Jahrzehnten eine gesellschaftspolitische Mammutaufgabe und hat u. a. zum Ziel, neben dem Atomausstieg bis 2022, die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bis 2050 auf mindestens 80 % zu steigern (vgl. BMWi 2016, S. 6 f.). Um diesem Prozess erfolgreich zu bewältigen, ist die berufliche Bildung besonders gefordert, da sie maßgeblich zu einer Implementation und Verbreitung von innovativen Techniken und darauf ausgerichtetem Arbeiten beiträgt. Weiterhin hat es in den vergangenen Jahren zwar viele theoretische Diskurse, Modellversuche und Projekte zur beruflichen BnE gegeben, von einer flächendeckenden und fest verankerten Nachhaltigkeitsbildung ist die Realität der beruflichen Bildung aber noch weit entfernt. Es fehlt eine durchgängige strukturelle Verankerung des Nachhaltigkeitskonzeptes in die verschiedenen Bildungsgänge (vgl. Vollmer & Kuhlmeier 2014, S. 199). Vor diesem Hintergrund ist dieser Beitrag als ein Baustein gedacht, der den Weg ebnet, die Nachhaltigkeitsidee in die Berufsbildung durch den Einsatz adressatengerechter Lernangebote zu verankern. Dazu wird ein Ansatz gewählt, der mit Unterstützung von digitalen Medien (in diesem Fall Erklärvideos) hohe Lern- und Motivationseffekte verspricht.

Einführend erläutert ein theoretischer Teil die verschiedenen Arten von Erklärvideos und die grundsätzliche Bedeutung in Lernzusammenhängen. Es werden verschiedene positive Aspekte, die sich durch den Gebrauch dieses Mediums ergeben, zusammengetragen und diskutiert. In einem weiteren Abschnitt wird ein Erklärvideo zur Energiewende vorgestellt und erläutert. Die darauf folgenden zwei Abschnitte befassen sich mit der Frage, was gute Erklärvideos eigentlich auszeichnet und in welcher Weise diese in Bildungseinrichtungen eingesetzt werden können. In den anschließenden Kapiteln wird Bezug zur Praxis genommen, indem die wichtigsten Schritte einschließlich der benötigten Hard- und Software zum Erstellen eines Erklärvideos beschrieben werden. Zum Abschluss wird ein Ausblick auf weitere Verwendungs- und Einsatzmöglichkeiten gegeben, z. B. durch die Integration der Videos in Blended-Learning Konzepte.

2 Begriffsbestimmung und grundsätzliche Bedeutung von Erklärvideos

Nach der Eingabe des Wortes „Erklärvideo“ werden bei YouTube derzeit ca. 220.000 Ergebnisse angezeigt. Dies macht die starke Verbreitung und offensichtlich auch große Popularität dieser Art von Kurzfilmen deutlich. Dabei stellt sich die Frage, was eigentlich unter dem Begriff „Erklärvideo“ zu verstehen ist.

Es lassen sich mindestens drei Formen von Erklärvideos unterscheiden: Zum einen das klassische Erklärvideo (sog. Explainity-clip) in Form eines kurzen, nur we-

nige Minuten dauernden Videoclips, in dem mit Hilfe der Legetrick-Technik (siehe Abb. 1) der zu erklärende Sachverhalt bzw. Gegenstand in eine kleine interessante Geschichte eingebettet wird. Diese Form gehört mit zu den verbreitesten und populärsten Varianten eines Erklärvideos und wird typischerweise oft mit dem Begriff „Erklärvideo“ gleichgesetzt. Die nächste Variante eines Erklärvideos ist das sogenannte how-to-Video. Hinter dem Begriff verbirgt sich ein Videoclip, der die korrekte und erfolgreiche Durchführung einer bestimmten Handlung zeigt. Das können z. B. schwierige technische Vorgänge sein oder aber auch praktische Tipps zur Lebenshilfe (bspw. Hinweise zum Ausfüllen von komplizierten Formularen oder eine Anleitung zum Anbringen einer Deckenlampe). Als letzte Variante soll der Video-Blog (kurz: V-Blog) vorgestellt werden. Ein Video-Blog ist ein Blog in Form eines Videos. Eine Person erzählt einen bestimmten Sachverhalt oder eine Situation aus ihrem Leben und veröffentlicht diese Darbietungen im Internet. Auch Erklärungen können in Form des sog. Vblogging-Style dargestellt werden.

Abbildung 1: Ausschnitt aus dem ersten Teil des Erklärvideos mit Kim und seinem Meister (Quelle: Seminararbeit WS17/18 von T. Kähler, A. Kähler und K. Pothmer)

Neben diesen Varianten lassen sich noch weitere Formen bzw. Mischformen der vorgenannten Erklärvideos finden. Eine Variante ist z. B. das Erklärvideo im Whiteboard-Stil. Auf einer weißen Fläche (Whiteboard) werden Texte bzw. Formeln geschrieben oder Bilder gezeichnet, während eine Stimme im Hintergrund Erklärungen dazu abgibt. Damit ergeben sich große Ähnlichkeiten zum sogenannten Explainityclip, nur das Visualisierungsmedium ist ein anderes. Im weiteren Verlauf dieses Beitrages beziehen sich die Ausführungen auf die klassische Explainity-clip-Variante, die mit Hilfe der Legetrick-Technik arbeitet. Zum einen ist diese Form sehr verbreitet, zum anderen lässt sich ein solcher Videoclip auch ohne aufwendige und oft auch teure Soft- und Hardware produzieren, was die Erstellung durch Schülerinnen und Schülern erleichtert.

Der Gebrauch von Erklärvideos im Berufsschulunterricht hat einige Vorteile, die im Folgenden näher erläutert werden sollen. Einige positive Auswirkungen von Erklärvideos beziehen sich dabei auf die Theorie der kognitiven Belastung (CLT; Cognitive Load Theorie), in deren Rahmen verschiedene Effekte empirisch belegt wurden, die zur Optimierung von Lehr-Lernprozessen und Lernumgebungen genutzt werden können (vgl. Bay et al. 2016, S. 123 ff).

Ein Aspekt der oben genannten Theorie bezieht sich auf die Kombination aus Bild und Ton, da die Aufnahme einer Information aus einem Bild auf einem anderen Kanal verarbeitet wird, als eine Information, die ein Mensch akustisch übermittelt bekommt. Allerdings tritt nur dann ein erhöhter Lerneffekt ein, wenn sich Bild und Ton sinnhaft ergänzen (Modalitätseffekt) oder wortwörtlich übereinstimmen (Effekt der Redundanz) (vgl. ebd., S. 130 ff.). Weiterhin werden in Erklärvideos komplexe Themen häufig in eine Geschichte eingebettet, da dadurch ein Sachverhalt leichter zu verstehen und zu merken ist (vgl. LeFever 2013).

Neben den oben beschriebenen kognitionspsychologischen Vorteilen lassen sich aber noch andere positive Folgen beim Einsatz von Erklärvideos in der Schule aufzeigen. Für Schülerinnen und Schüler bieten solche Videos oft einen motivierenden Zugang zum Lernstoff, da durch das Medium Video viele Bezüge zur Lebenswelt der Jugendlichen hergestellt werden können, in der die Smartphone- und Tablet-Nutzung einen hohen Stellenwert einnimmt. Einhergehend mit dem Ausbau der Mobilfunknetze hinsichtlich Netzabdeckung und Übertragungsgeschwindigkeit können Erklärvideos sehr flexibel eingesetzt werden. Da die mobilen Endgeräte bei den meisten Jugendlichen ein wichtiger Teil der alltäglichen Gebrauchsgegenstände sind, lassen sich Erklärvideos auch ortsungebunden einsetzen, um z. B. Wartezeiten zu überbrücken. Und nicht zuletzt ist es mit Hilfe von Erklärvideos möglich, binnen kurzer Zeit mit Hilfe prägnanter Filmsequenzen relativ viel Wissen anzubieten.

Auch in der Lehrerbildung lassen sich Erklärvideos gut einsetzen, indem z. B. Studierende zu bestimmten Fachinhalten eigene Erklärvideos erstellen. Fachliche Lerninhalte lassen sich so mit fachdidaktischen Fragestellungen (wie erkläre bzw. beschreibe ich etwas adressatengerecht in meinem speziellen Fachgebiet?) miteinander in Verbindung setzen. In der Hamburger Berufsschullehrerausbildung wurde im Rahmen eines Projektes zur Verbesserung der Lehrerbildung[1] erfolgreich mit Erklärvideos gearbeitet (vgl. Kuhlmeier & Reichwein 2018). In diesem Zusammenhang erscheint es besonders erwähnenswert, dass in der Professionsforschung das Wissen über Erklärmöglichkeiten als einen Teil des fachdidaktischen Wissens angesehen wird (vgl. Baumert & Kunter 2006, S. 495) und somit eine hohe Relevanz in der Lehrerbildung hat. Die Studierenden erhalten durch das eigene Erstellen von Erklärvideos eine Möglichkeit ihr Erklärwissen zu vertiefen und anhand von motivierenden Praxisbeispielen einzuüben, um anschließend darüber zu reflektieren.

1 Professionelles Lehrerhandeln zur Förderung fachlichen Lernens unter sich verändernden gesellschaftlichen Bedingungen (ProfaLe)

3 Was zeichnet gute Erklärvideos zum Thema Energiewende aus?

Im Rahmen des an der Universität Hamburg im Wintersemester 2017/2018 stattgefundenen Seminars des Studiengangs Lehramt Oberstufe Berufliche Schulen wurden 10 allgemeine Kriterien erarbeitet, die beim Erstellen von Erklärvideos beachtet werden sollten. Die Studierenden haben anschließend eigene Erklärvideos erstellt, die dann anhand der vorab erstellten Kriterien bewertet wurden. Diese lassen sich aufteilen in inhaltsbezogene Kriterien und auf solche, die sich auf die korrekte technische Umsetzung beziehen. Darüber hinaus wird nachfolgend der Frage nachgegangen, in welcher Art und Weise das Thema Energiewende in den Erklärvideos berücksichtigt werden kann.

3.1 Inhaltsbezogene Kriterien:

Ein gutes Erklärvideo sollte ...

- den **Inhalt** fachlich korrekt wiedergeben,
- sich auf **eine Kernaussage/-geschichte** konzentrieren,
- die Kernaussage mit Hilfe einer **Story transportieren**,
- bei der bildlichen und akustischen Umsetzung der Geschichte **Kreativität** zeigen,
- **sprachlich** und inhaltlich angemessen zur Zielgruppe sein und
- **Kompliziertes** wiederholen – in veränderter Form oder in anderem Modus, d. h. ein Fachbegriff kann definiert werden, anschließend an einem Beispiel erklärt werden und ergänzend eingeblendet werden.

Die meisten der oben genannten Aspekte sind nachvollziehbar und beziehen sich auf Ergebnisse der Lernpsychologie (vgl. Kapitel 2). Wie bereits erwähnt, sollte die Kernaussage in eine Geschichte verpackt werden, da dadurch die Behaltensleistung erhöht werden kann. Kreativität in der Umsetzung kann auf vielfältige Art und Weise positiv auf das Erklärvideo auswirken. So wirkt ein kreatives Video ansprechender, interessanter und bleibt dem Betrachter länger in Erinnerung. Auch das Wiederholen von komplizierten Begriffen ist ein wichtiger Aspekt, um das Verständnis komplexer Inhalte langfristig zu verbessern. Letztendlich ist es wichtig, sich darüber klar zu werden, welchen Zweck das Erklärvideo erfüllen soll. Auch ein anspruchsvoller Inhalt mit einer eher gehobenen Fachsprache kann für eine Berufsschulklasse angemessen sein, wenn das Video durch eine Lehrkraft begleitet gezeigt und Schritt für Schritt analysiert wird.

Neben den allgemeinen inhaltlichen Kriterien stellt sich die Frage, in welcher Form und mit welchen Inhalten der Bezug zum Thema Energiewende herzustellen ist. Dazu sollten vorab einige Fragen geklärt werden, z. B. ob mit den Erklärvideos eher in technischen Lernfeldern oder in allgemeinbildenden Fächern gearbeitet wird. Für den Einsatz in technischen Fächern kann es sinnvoll sein, den allgemeinen Bezug zu Fragen der Energiewende kurz zu halten und dafür eine berufliche

Problemstellung an den Anfang des Films zu stellen. Im Bereich der technischen Lernfelder bieten sich bspw. Themen aus den Bereichen

- Energieerzeugung mit regenerative Energien,
- Energieverteilung und Energiespeicherung,
- Sparsame Energieverwendung privat und gewerblich (Smart Home und Smart Grid),
- Elektromobilität und alternative Antriebe,
- Wärmedämmung in Gebäuden und
- alternative Baustoffe

an. In den allgemeinbildenden Fächern kann es sinnvoll sein, die Auswirkungen des Klimawandels zu thematisieren und z. B. Zusammenhänge zwischen einer hohen CO_2-Konzentration in der Atmosphäre, dem Klimawandel und den globalen Flüchtlingsströmen herzustellen. Auch die Frage, wie die Energiewende in Deutschland die Arbeitswelt und Berufsarbeit verändert, kann in den Erklärvideos aufgegriffen werden. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Erklärvideos mit dem Schwerpunkt Energiewende inhaltlich so ausgerichtet sein sollten, dass ein Bezüge zum Bildungsgang und zur Lebenswelt der Lernenden verdeutlicht und/oder zentrale berufliche Problemstellungen mit aufgegriffen werden. Zur Auswahl der Themen und bei der Entwicklung des Storyboards können die Leitlinien für die didaktische Gestaltung der Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung behilflich sein (vgl. Kastrup et al. 2012).

3.2 Kriterien zur technischen Umsetzung:

Ein gutes Erklärvideo sollte ...

- **einfache, klare** Bilder (Icons, Symbole) verwenden,
- **technisch** gut produziert sein (die Bildqualität ist in Ordnung, ruckelfrei, keine Störgeräusche, der Ton ist laut genug),
- neben der Bildebene auch **akustische Ebenen** wie Sprache, Musik, Geräusche haben, welche die Aussage der Geschichte unterstützen sowie
- **Bild und gesprochenes Wort** gut aufeinander abstimmen (Kongruenz von Ton und Bild).

Die vorgenannten Kriterien sind in der praktischen Umsetzung z. T. recht aufwendig und erfordern Übung. Neben dem Zugriff auf eine entsprechende Hard- und Softwareausstattung sind auch detaillierte Kenntnisse und Erfahrungen der praktischen Handhabung der technischen Geräte notwendig. Das dafür erforderliche Wissen lässt sich aber durchaus autodidaktisch aneignen. Weitere Details dazu folgen im 5. Kapitel.

4 Erklärvideo zur Energiewende

In diesem Abschnitt wird ein gelungenes Beispiel eines Erklärvideos vorgestellt. Inhaltlich befasst sich das Video mit der Elektromobilität, die zu einem wichtigen und zentralen Bestandteil der Energiewende gehört. Das von den Studierenden auf interessante und ansprechende Weise realisierte Video ist im Rahmen einer Lehrveranstaltung am Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik der Universität Hamburg entwickelt worden.[2]

Mit diesem Beispiel soll der typische Aufbau und Verlauf eines Erklärvideos gezeigt werden. Zur Verbesserung der Barrierefreiheit wurden Untertitel hinzugefügt, die über den Player (in diesem Fall YouTube) aber auch abgeschaltet oder verändert werden können. Das Erklärvideo erzählt die Geschichte von dem Auszubildenden Kim (Kfz-Mechatroniker), der sich schon gut mit herkömmlichen Autos auskennt und mehr über Elektroautos erfahren möchte. Zu Beginn des Filmes geht er zu seinem Meister und fragt ihn, wie ein Elektroauto aufgebaut ist.

Der Meister, der ebenso wie Kim und alle anderen Symbole in schwarz-weiß gezeichnet wurden, antwortet auf die Frage und erklärt Schritt für Schritt den Aufbau eines Elektroautos. Um die Erklärungen anschaulich und verständlich zu vermitteln, werden verschiedene gezeichnete Symbole gelegt und eine eher einfache Sprache verwendet. Damit entspricht das Erklärvideo der klassischen Darstellung in Form eines Explainity-clips.

Inhaltlich werden alle wichtigen Komponenten eines Elektroautos angesprochen und Fachbegriffe (z. B. Rekuperation oder Batteriemanagementsystem [BMS]) erklärt. Zum Abschluss wird noch einmal Kim gezeigt. Er will sich in Zukunft mehr mit dem Thema beschäftigen, da er es für eine wichtige zukunftsorientierte Technologie hält.

Abbildung 2: Die einzelnen Komponenten des Elektroautos werden erklärt (Quelle: Seminararbeit WS17/18 von T. Kähler, A. Kähler und K. Pothmer)

2 Unter YouTube ist das Erklärvideo unter dem Begriff „Erklärvideo – Elektroauto Seminar Barrierefreie Erklärvideos“ zu finden (Stand: 19.07.2018).

Dieses 2:23 min lange Video ist gut als Einstieg in das Thema Elektromobilität geeignet. Es werden viele notwendige elektrische Komponenten eines Elektroautos angesprochen und der grundsätzliche Aufbau somit verdeutlicht. Zu Beginn des Videos wird ein Bezug zum Berufsalltag hergestellt und damit eine Verbindung zur Lebenswelt der Jugendlichen geschaffen, die sich förderlich auf die Lernwirksamkeit des Inhaltes auswirken kann.

In dem daran anschließenden Fachunterricht bietet es sich an, bestimmte technische Komponenten oder Systeme wie z. B. die Lithium-Batterie, BMS oder die Ladesäulen vertiefend zu behandeln. Eingebettet in eine Problemstellung einer beruflichen Handlungssituation werden den Auszubildenden handlungsorientierte Aufgabenstellungen übertragen, die eine möglichst intensive eigene Beschäftigung mit dem Thema ermöglichen. Im Sinne der Gestaltung nachhaltigkeitsorienter Lernsituationen sollten dabei nicht nur fachliche Inhalte behandelt werden, sondern auch eine Verbindung zu überfachlichen und nachhaltigkeitsbezogenen Themen hergestellt werden (vgl. Kastrup et al. 2013, S. 120). Für den Bereich der Elektromobilität können das Themen sein, die sich z. B. mit dem Thema CO_2-Bilanz, mit den Arbeitsbedingungen in den Ländern, in denen erforderliche Rohstoffe abgebaut werden, oder der Umsetzung eines effizienten Recyclingsystems beschäftigen. Aber auch die vielen positiven Aspekte einer zunehmenden Elektromobilität (weniger Verkehrslärm und Luftverschmutzung in den Städten) sollten behandelt werden.

5 Einsatzmöglichkeiten in der Berufsschule

Im folgenden Kapitel werden die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten von Erklärvideos im Berufsschulunterricht näher erläutert. Grundsätzlich lassen sich vier verschiedene Szenarien unterscheiden (siehe Abb. 1): Die Nutzung von vorhanden Videos durch Schülerinnen und Schülern [1], die Nutzung vorhandener Videos durch Lehrkräften zur Weiterbildung oder zur Unterrichtsvorbereitung [2], das Erstellen von Videos zusammen mit Schülerinnen und Schülern [3] und das eigenständige Erstellen der Videos von Lehrkräften, um Lernende dabei zu unterstützen, sich individuell und zeitlich unabhängig mit fachlichen Themen auseinanderzusetzen [4].

Zu [1]: Das Internet bietet eine Fülle von fertigen Erklärvideos zu den verschiedensten Themen. Vor allem die Online-Plattformen „YouTube.com“ oder „Vimeo.com“ stellen ein großes Angebot bereit. Diese Videos lassen sich im Unterricht in unterschiedlicher Art und Weise einsetzen: Zum Einstieg in ein neues Thema, zur individuellen Vertiefung oder in Form einer Vorführung vor der Klasse mit kurzen Nachfragstopps. Im Rahmen von flip-classroom Konzepten (Umgedrehter Unterricht) können die Videos auch zur Vorbereitung zu Hause eingesetzt und die Übungsphasen dann in der Schule in Begleitung des Lehrenden durchgeführt werden. Es kann jedoch schwierig sein, für den jeweiligen Anwendungsfall ein geeignetes Erklärvideo zu finden, da die Qualität und die inhaltliche Genauigkeit der Videos auf den oben genannten Plattformen sehr unterschiedlich sind. Die im letzten Kapi-

tel dargestellten Kriterien können daher auch als Analysekriterien bei der Auswahl passender Video genutzt werden.

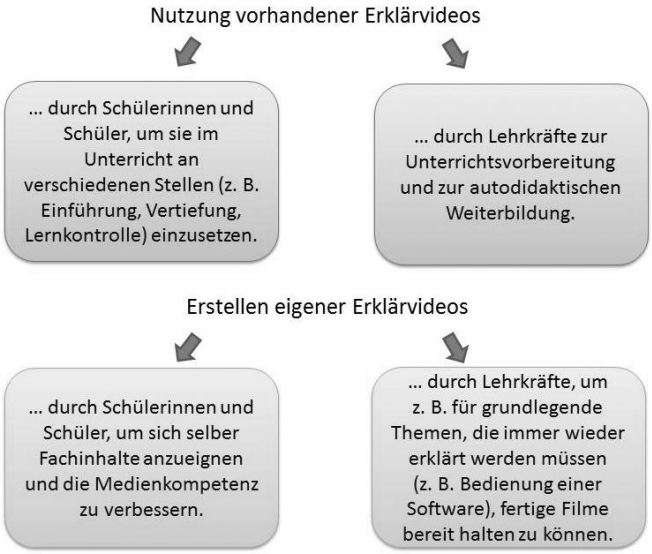


Abbildung 3: Einsatzmöglichkeiten von Erklärvideos (Grafik selbst erstellt)

Zu [2]: Auch die Lehrerinnen und Lehrer können Erklärvideos zu Ihrer eigenen Unterrichtsvorbereitung bzw. Weiterbildung nutzen. Aufgrund der großen Anzahl von Videos zu sehr unterschiedlichen Themen, lassen sich auch zu fachlich speziellen Themen entsprechende Angebote finden, die einen ersten thematischen Einblick bieten. Aber auch hier gilt: Es ist sinnvoll, vorab gut zu recherchieren und eventuell mehrere Videos zu demselben Thema zu schauen, um fachliche Fehler zu erkennen und einen guten Überblick über ein Thema zu bekommen.

Zu [3]: Das Erstellen von Erklärvideos zusammen mit den Schülerinnen und Schülern kann sehr motivierend sein und langanhaltende Lernerfolge nach sich ziehen. Die Lernenden müssen sich dabei in komplexe Sachverhalte einarbeiten und sprachlich so aufbereiten, dass für die Zielgruppe ein Lerneffekt erreicht wird. Weiterhin ist es notwendig, sich intensiv mit der Medientechnik (Kamera, Tonaufnahmen, digitaler Videoschnitt) auseinanderzusetzen. Das selbsttätige, aber angeleitete Arbeiten mit der Medientechnik verbessert die Medienkompetenz der Schülerinnen und Schüler. Vor allem die Orientierung auf ein fertiges Produkt (hier das Erklärvideo) kann zusätzlich zu deutlich gesteigerter Motivation führen. Zu bedenken ist jedoch, dass die Arbeit mit der Medientechnik viel Zeit benötigt und das Equipment vor Ort auch bereitgestellt werden muss, was bereits in der Vorbereitung einzuplanen ist. Je nach Lerngruppe und Rahmenbedingungen kann es sinnvoll sein, mit Hilfe der bei Jugendlichen verbreiteten Smartphones Erklärvideos in Form von kurzen Sequenzen ohne besondere Animation erstellen zu lassen. Der Focus liegt dann

eher auf dem Einüben von Erklärungen und das damit notwendige Verständnis von Fachinhalten.

Zu [4]: Weiterhin kann es als Lehrkraft sehr sinnvoll sein, zu besonderen Themen, die den Schülerinnen und Schülern häufig Schwierigkeiten bereiten, eigene Erklärvideos zu erstellen. Diese Videos können dann auch außerhalb des Unterrichtes zur Vertiefung oder Wiederholung des Unterrichtsgegenstandes angeschaut werden und erlauben somit eine weitgehend freie Nutzung von Lernzeit ohne eine Bindung an einen festen Ort. Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Verwendung in flipclassroom Konzepten, indem sich die Schülerinnen und Schüler neue Lerninhalte außerhalb des Unterrichtes mit Hilfe von Erklärvideos eigenständig aneignen. In der Berufsschule kann auf diese Weise die knappe Zeit der Lehrkraft dafür genutzt werden, Verständnisfragen zu klären und als Berater und Unterstützer für Lern- und Arbeitsaufgaben zur Verfügung zu stehen. Da die Erklärvideos mehrmals eingesetzt werden können, relativiert sich auch der hohe Aufwand der Filmproduktion.

6 Erklärvideos selber erstellen

Nachdem in den letzten Kapiteln Grundlegendes zum Einsatz von Erklärvideos in der Berufsschule erläutert wurde, folgt anschließend Kapitel eine konkrete praxisbezogene Anleitung, wie Erklärvideos (hier: Explainity-clips mit Legetrick) produziert werden können.

6.1 Technische Voraussetzungen

Für das Produzieren von Erklärvideos mit der Legetrick-Technik ist lediglich eine Grundausstattung an technischen Geräten und Software aus der Medientechnik notwendig. Dazu gehört eine Videokamera (handelsüblicher Camcorder ist völlig ausreichend) mit einem passenden Stativ, das einen vertikalen 90 Grad-Schwenk ermöglicht. Das ist notwendig, um den mit einer weißen Unterlage ausgestatteten Drehplatz von oben in einem guten Sichtfeld zu haben. Dieser Arbeitsplatz sollte mit mindestens 2 Strahlern gut ausgeleuchtet werden (helles weißes Licht). Zur Not können für diese Aufgabe auch helle Schreibtischleuchten genutzt werden. Die Tonaufnahmen lassen sich entweder mit einem handelsüblichen Diktiergerät, Smartphone oder einem Computer in Verbindung mit einem externen Mikrofon realisieren. Die Erläuterung lässt sich auch direkt beim Aufnehmen der Bilder erstellen, allerdings können bei dieser Variante leichter Hintergrundgeräusche auftreten. Für die im Anschluss an die Ton- und Videoaufnahmen notwendige Nachbearbeitung ist eine entsprechende Software notwendig. Empfehlenswert und gut brauchbar sind für die Tonaufnahmen Audacity (erhältlich für MAC OS X, Windows und Linux) und für die nachträgliche Bildbearbeitung iMovie (Mac OS X) oder Windows Movie Maker (Windows). Es sind aber auch noch diverse andere z. T. frei erhältliche Videoschnittprogramme für den Zweck geeignet.

6.2 Vorbereitungen

Vor Beginn der Dreharbeiten sind noch einige Vorbereitungen erforderlich. Am wichtigsten ist die Entwicklung eines Storyboards, das die einzelnen Szenen grafisch darstellt und somit die Handlung und Zielsetzung des Erklärvideos verdeutlicht. Dazu sollte man einen geeigneten Sprechtext formulieren, der passend zu den einzelnen Szenen die Aussagekraft der Bilder erhöht. An dieser Stelle kann es sehr sinnvoll sein, sich mit den inhaltsbezogenen Kriterien eines guten Erklärvideos auseinanderzusetzen (s. o.). Nach diesen grundsätzlichen Maßnahmen sollten die einzelnen Szenen Schritt für Schritt vorbereitet werden. Die verschiedenen Figuren und Symbole werden anhand grafischer Vorlagen oder freihändig gezeichnet und ausgeschnitten (Urheberrechte ggf. beachten). Dazu sind ausreichend Papier, Scheren und Stifte und eventuell grafische Vorlagen notwendig. Ebenfalls ist zu überlegen, wie die Legereihenfolge der einzelnen Figuren und Symbole sein wird. Auch mögliche Effekte lassen sich schon vorbereiten und ausprobieren.

6.3 Durchführung der Dreharbeiten

Nach Abschluss der Vorbereitungen können die eigentlichen Dreharbeiten beginnen. Jede Szene wird einzeln gedreht. Dabei werden die Figuren und Symbole mit der Hand gelegt oder ggf. verschoben. Anschließend kann man alle gelegten Gegenstände mit dem Arm in einem Rutsch wegwischen, um die Szene zu beenden. Die Legegeschwindigkeit sollte dem geplanten Text angepasst werden und nicht zu schnell sein. Gegebenenfalls kann man auch den Text nebenher sprechen, um einen Eindruck über die benötigte Legegeschwindigkeit zu bekommen. Die Videokamera sollte sich im manuellen Modus befinden, da es sonst zu Veränderungen im Weißabgleich und in der Bildschärfe kommen kann und diese Unterschiede später beim Wechsel der einzelnen Szenen sichtbar werden.

6.4 Erklärvideo schneiden und vertonen

Die gedrehten Szenen müssen nun von der Videokamera auf den Computer übertragen werden. Hier bietet sich der schnelle und unkomplizierte Import über eine Speicherkarte an. Mit dem Videobearbeitungsprogramm wird aus den einzelnen Szenen ein fertiges Erklärvideo erstellt und ggf. noch ein Vor- und Abspann zugefügt. Bei den oben genannten Programmvorschlägen ist das auch für ungeübte Personen schnell zu erlernen. Um den Ton aufzunehmen ist es vorteilhaft, den Film ablaufen zu lassen und beim Betrachten der Bilder über ein separates Audioprogramm oder ein Diktiergerät den gesprochenen Text aufzuzeichnen. So lässt sich am besten erreichen, dass Bild und Ton sich in optimaler Weise aufeinander beziehen. Die aufgenommenen Audiodaten können anschließend als Tonspur zu den fertigen Bildern hinzugefügt werden. Im Videobearbeitungsprogramm werden dann ggf. noch weitere Anpassungen (bspw. ein Vor- und Abspann) vorgenommen, so dass am Ende der Bearbeitungsphase ein fertiges Erklärvideo vorliegt. Nun kann der Film exportiert und bei Bedarf auf die bekannten Plattformen im Internet abgelegt werden. Es ist hilfreich sich die oben genannten Kriterien zur technischen Umsetzung vor

Beginn der Dreharbeiten noch einmal zu vergegenwärtigen. Erfahrungsgemäß ist etwas Übung notwendig, um qualitativ zufriedenstellende Ergebnisse zu erzielen.

7 Fazit und Ausblick

Erklärvideos können dazu beitragen, den Unterricht abwechslungsreicher zu gestalten und den Schülerinnen und Schülern einen motivierenden Zugang zu neuen Lerninhalten aufzuzeigen. Durch die zeitlichen und räumlich unabhängigen Verwendungsmöglichkeiten verbunden mit der starken Verbreitung von mobilen Endgeräten ist die Reichweite des Mediums sehr hoch. Verbunden mit Software zum Erstellen von interaktiven (Lern-)Inhalten für das Web (z. B. H5P) oder Online Lernplattformen (z. B. moodle) öffnen sich noch weiter Anwendungsmöglichkeiten, die ein individuelles und selbstgesteuertes Lernen ermöglichen. Das Thema Energiewende bietet ein breites Themenspektrum, das Anknüpfungspunkte für viele verschiedene Berufe bietet. Es ist vorteilhaft, Themen zu wählen, die im jeweiligen Berufsfeld eine hohe Bedeutung innerhalb des Themenkomplexes Energiewende haben. Im Bereich der elektrotechnischen Berufe kann das bspw. das Thema Elektromobilität oder Photovoltaik sein, für die Berufe aus der Bauwirtschaft Themen, die sich auf die Wärmedämmung bzw. ökologisches Bauen beziehen.

Trotz der vielfältigen Chancen, die sich mit der Verwendung von Erklärvideos bieten, sind sie im Unterricht nur als ein zusätzliches Medium zu sehen und können die Arbeit der Lehrkraft nicht ersetzen, schließlich zeichnet sich ein erfolgreicher Unterricht vor allem durch eine gute Unterrichts- und Klassenführung von pädagogisch und fachlich versierten Lehrkräften aus.

Literatur

Baumert, J.; Kunter, M. (2006): Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 9 (4), S. 469–520.

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2016): Fünfter Monitoring-Bericht zur Energiewende. Die Energie der Zukunft. Berichtsjahr 2015. Berlin.

Bay, W.; Thiede, B.; Wirtz, M. (2016): Die Theorie der kognitiven Belastung – Cognitive Load Theory. In: Gretsch, P.; Holzäpfel L. (Hrsg.), Lernen mit Visualisierungen – Erkenntnisse aus der Forschung und deren Implikationen für die Fachdidaktik. Münster: Waxmann, S. 123–132.

Kastrup, J.; Kuhlmeier, W.; Reichwein, W.; Vollmer, Th. (2012): Mitwirkung an der Energiewende lernen – Leitlinien für die didaktische Gestaltung der Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung. In: lernen & lehren 27 (3), S. 117–124.

Kuhlmeier, W.; Reichwein, W. (2018): Die Kooperation zwischen Fach und Fachdidaktik in der gewerblich-technischen Lehrerbildung im Studiengang Lehramt an Beruflichen Schulen (LAB) in Hamburg. In: Journal of Technical Education (JOTED) Bd. 6, Nr. 1, S. 141–158.

LeFever, L. (2013): The art of explanation – making your ideas, products, and services easier to understand. Hoboken (New Jersey): Wiley

Vollmer, Th.; Kuhlmeier, W. (2014): Strukturelle und curriculare Verankerung der Beruflichen Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. In: Kuhlmeier, W.; Mohorič, A.; Vollmer, Th. (Hrsg.): Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Modellversuche 2010–2013: Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Ausblicke. Bielefeld: Bertelsmann, 197–225.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Ausschnitt aus dem ersten Teil des Erklärvideos mit Kim und seinem Meister 255

Abb. 2 Die einzelnen Komponenten des Elektroautos werden erklärt 259

Abb. 3 Einsatzmöglichkeiten von Erklärvideos 261

Autor

Reichwein, Wilko, Dr., Vertr-Prof., Didaktik der beruflichen Fachrichtungen Elektro- u. Metalltechnik am Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung), Universität Hamburg, Sedanstraße 19, 20146 Hamburg,
wilko.reichwein@uni-hamburg.de

Durchlässigkeit und Wertschätzung für berufliche Kompetenzen

Berufliche Bildung und Studierfähigkeit – Durchlässigkeit zwischen beruflicher Bildung und Hochschulbildung als Chance für das berufliche Bildungssystem

Klaus Jenewein

Abstract

In den vergangenen Jahren sind durch grundlegende Entwicklungen im beruflichen Ausbildungssystem, wie Einführung des Lernfeldkonzepts, Auswirkungen der Digitalisierung auf die berufliche Facharbeit (und damit einhergehende neue Anforderungen durch Digitalisierung an die berufliche Ausbildung und den beruflichen Unterricht) oder Fragen der Kompetenzentwicklung in der beruflichen Ausbildung, die Übergänge in das Hochschulsystem aus dem Blick geraten. Mit den aktuellen und in den vergangenen Jahren verschärften Problemen der Lehrkräfteversorgung für die gewerblich-technischen beruflichen Fachrichtungen gerät jedoch die Frage in den Fokus, ob nicht gerade die berufsbildenden Schulen einen wirksamen Beitrag für den eigenen Lehrkräftenachwuchs leisten könnten – und dies nicht nur über die Schulform des beruflichen Gymnasiums und den Erwerb der allgemeinen Hochschulreife, sondern auch über die Weiterentwicklung des Hochschulzugangs für beruflich qualifizierte Fachkräfte „ohne Abitur“. Der Beitrag beleuchtet diese Entwicklungen am Beispiel aktueller Projektvorhaben und zeigt Perspektiven für den weiteren Ausbau der Durchlässigkeit innerhalb des tertiären Bildungsbereichs auf.

In recent years vocational education and training has been driven by fundamental developments in the VET system, such as the introduction of the learning field concept, discussion of the impact of digitization on VET (and associated new needs of digitization in the in-company training and the vocational collages) or the view on competence development in the vocational education. The transitions into the higher education system get out of sight. However, with the current and in recent years intensified problems of the teacher supply for the technical vocational disciplines the question comes to the focus, if not just the vocational schools could make an effective contribution for their own teaching staff. This question regards not only the vocational high school and the acquisition of the general higher education entrance qualification, in focus are also further developments of the university entrance for professionally qualified specialists without "Abitur" – the general qualification for university entrance. The article examines these developments using the example of current project and shows perspectives for the further development of permeability within the tertiary education sector.

Gravierende Unterschiede in den Bildungschancen

Generell ist bekannt, dass der Trend zum Erwerb studienqualifizierender „höherer" Bildungsabschlüsse in Deutschland kontinuierlich zunimmt. Gerade aus dem beruflichen Bildungsbereich werden häufig Bedenken geäußert, weil der Eindruck entsteht, es wollten viele junge Menschen ausschließlich studieren und viel zu wenige blieben übrig für die Absicherung des Fachkräftebedarfs der Wirtschaft über das berufliche Bildungssystem. Allerdings ist dies kein homogener Trend: Allein hinsichtlich der Vergabe studienqualifizierender Bildungsabschlüsse bestehen zwischen den einzelnen Bundesländern gewaltige Unterschiede.

Eine kleine Auswertung der Daten ausgewählter Flächenländer hat der Autor aus den Zahlen des Chancenspiegels zusammengestellt, mit dem die Bertelsmann-Stiftung kontinuierlich die Frage der Bildungsgerechtigkeit in Deutschland thematisiert (Tab. 1). Hier ist zu erkennen, dass der Anteil der Schüler/-innen mit Hochschulreife in Baden-Württemberg im Vergleich zu Sachsen-Anhalt insgesamt um mehr als die Hälfte größer ist (58,1% zu 38,1%), und im etwa gleich großen Flächenland Schleswig-Holstein liegt dieser immer noch um fast ein Viertel höher als in Sachsen-Anhalt. Vergleichen wir jedoch die Quote der allein an allgemeinbildenden Schulen vergebenen Hochschulreife, so ist festzustellen, dass hier die Unterschiede gering sind und in den dargestellten Flächenländern generell etwas unterhalb des bundesweiten Durchschnitts liegen. Gravierende Unterschiede gibt es jedoch hinsichtlich der Vergabe einer Hochschulreife durch berufsbildende Schulen; der Ausbaustand der Bildungsgänge ist hier in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich und beträgt in Baden-Württemberg das dreieinhalbfache des Landes Sachsen-Anhalt.

Tabelle 1: Anteile der Schüler/-innen eines Jahrgangs, die eine schulische Hochschulreife erwerben (Eigene Darstellung mit ausgewählten Angaben aus Berkemeyer et al. 2017)

Hochschulreife	Deutschland	Sachsen-Anhalt	Schleswig-Holstein	Baden-Württemberg
an allgemein bildenden Schulen	34,1 %	29,6 %	30,8 %	28,5 %
an berufsbildenden Schulen	18,1 %	8,5 %	15,3 %	29,6 %
insgesamt	52,2 %	38,1 %	46,1 %	58,1 %

Betrachtet man solche Unterschiede aus der Perspektive eines Bundeslandes wie Sachsen-Anhalt und unter den Aspekt der Bildungsgerechtigkeit, ist festzustellen: In manchen Bundesländern besteht für die berufsbildenden Schulen ein hoch aktuelles Handlungsfeld darin, den Auf- und Ausbau der studienqualifizierenden beruflichen Bildungsgänge auf ein leistungsfähiges und am bundesweiten Ausbaustand adäquates Niveau in den Blick zu nehmen. Gerade für die gewerblich-technische Berufsbildung kann hierin eine weitere Chance gesehen werden: Eine neue Klientel mit beruflicher Bildungsbiografie an das Hochschulstudium heranzuführen, dabei die

Attraktivität der technisch-beruflichen Bildungsgänge für hoch qualifizierte Jugendliche auszubauen und hierüber auch ein zusätzliches Potential für die ingenieurpädagogischen Fachrichtungen im Lehramt an berufsbildenden Schulen zu erschließen. Hierzu zeigt der vorliegende Beitrag zwei Handlungslinien auf, die aktuell bspw. in Sachsen-Anhalt bearbeitet werden.

Erste Handlungslinie: Studienqualifizierende berufliche Bildungsgänge qualitativ und quantitativ weiter entwickeln

Besonders in den ostdeutschen Bundesländern ist zu erkennen, dass das Berufliche Gymnasium für Technik weitgehend zusammen gebrochen ist und erheblich geringere Absolventenzahlen hervorbringt als bspw. in Ländern wie Baden-Württemberg oder Nordrhein-Westfalen. Aktuell wird die Neuentwicklung eines beruflichen Gymnasiums für Ingenieurwissenschaften in den Bundesländern Hamburg, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt verfolgt (Jenewein & Klemme 2014a und 2014b). Grundsätzlich ist zu erkennen, dass insbesondere für berufsbildende Schulen in Flächenländern der hier verfolgte Handlungsansatz, durch die Entspezialisierung fachlicher Schwerpunkte wie Bau-, Elektro- oder Metalltechnik und ihre Zusammenführung in einem Profilfach „Ingenieurwissenschaften“ die Rahmenbedingungen für die Bildung regionaler Fachklassen zu verbessern, zielführend ist. Am Beispiel des Landes Sachsen-Anhalt kann aufgezeigt werden, dass

- innerhalb einer Auf- und Ausbauzeit von drei Jahren das berufliche Gymnasium für Ingenieurwissenschaften auf sechs Standorte in unterschiedlichen Landesregionen etabliert und dauerhaft stabilisiert werden konnte, so dass in einem Bundesland, in dem vorher für die traditionellen technischen Disziplinen keine Klassenbildung mehr zustande gekommen ist, ein stabiler Bildungsgang mit über 400 Schüler/-innen etabliert werden konnte, die mit einem beruflichen Profilfach und allgemeiner Hochschulreife das berufliche Schulsystem verlassen (Jenewein, Klemme & Unger 2018);
- mit der Neueinführung einer Fachoberschule für Ingenieurtechnik, die in der traditionellen Form ein Ausbildungsangebot für einzelne Disziplinen nur noch an maximal zwei Standorten im gesamten Bundesland und diese nur für die einjährige Fachoberschule (aufbauend auf eine berufliche Ausbildung und beginnend mit Klasse 12) bereit stellen konnte, bereits im ersten Jahr der Einführung des Bildungsgangs nur für die zweijährige Fachoberschule eine Zahl von 214 Schulanfängern/-anfängerinnen in Klasse 11 mit einem Angebot an acht Schulstandorten landesweit erreicht werden konnte. Hier ist zu erwarten, dass ein weiterer Zulauf auch für die einjährige Fachoberschule erreicht werden wird, da jetzt in den Landesregionen ein für die berufliche Vorbildung der Schüler/-innen anschlussfähiges Bildungsangebot bereit steht.

Obgleich zu beachten ist, dass sich die Situation der studienqualifizierenden beruflichen Bildungsgänge in den Bundesländern sehr unterschiedlich darstellt, machen diese Beispiele deutlich: Es lohnt sich offensichtlich, der spezifischen Situation und möglichen Handlungsansätzen zur Weiterentwicklung dieser Bildungsgänge besondere Aufmerksamkeit zukommen zu lassen. Dies gilt umso mehr, als die Entwicklungen im beruflichen Ausbildungssystem ebenfalls erkennen lassen, dass immer mehr Jugendliche mit Hochschulreife in die Berufsausbildung eintreten: Bei der letzten veröffentlichten Erhebung kamen im Jahr 2016 bereits 28,7 % der Auszubildenden mit neu abgeschlossenem Ausbildungsvertrag mit einem zum Studium berechtigenden Abschluss. Dieser Anteil ist seit über 10 Jahren kontinuierlich angestiegen und betrug im Jahr 2003 noch 16,8 %, dies entspricht einer kontinuierlichen Steigerung um 1 % je Jahr mit steigender Tendenz (BMBF 2018, S. 47 f.). Die berufsbildenden Schulen haben mit den studienqualifizierenden Bildungsgängen damit auch ein Potential, nicht nur angehende Studierende für ein späteres berufspädagogisches Studium in einer ingenieurpädagogischen beruflichen Fachrichtung zu erschließen, sondern auch hochqualifizierte Jugendliche an einen Übergang in die Ausbildung in einem gewerblich-technischen Ausbildungsberuf heranzuführen.

Zweite Handlungslinie: Durchlässigkeit zwischen beruflicher Fortbildung und Hochschulstudium ausbauen

Grundsätzlich bleibt aus der Perspektive der für das Lehramt an berufsbildenden Schulen ausbildenden Disziplinen festzuhalten: Gerade mit den Absolventinnen und Absolventen der beruflichen Fortbildungsgänge steht eine Klientel mit interessanten biografischen Voraussetzungen für eine eigene Ausbildungs- und Unterrichtsarbeit zur Verfügung. Meister/-innen besitzen in einer einschlägigen fachlichen Ausbildung, betrieblicher Berufs- und Führungserfahrung sowie einer arbeitspädagogischen Qualifizierung ein beachtliches Potential, ihre berufliche Fachrichtung kompetent und authentisch zu vertreten. Staatlich geprüfte Techniker/-innen mit ihrer umfangreichen beruflichen Fortbildung – die KMK-Rahmenvereinbarung schreibt einen Mindestumfang von 2.400 Unterrichtsstunden vor (KMK 2018, S. 3) – bringen darüber hinaus auch sehr umfangreiche fachliche Kenntnisse für ein in ihrer Disziplin erfolgreiches Hochschulstudium mit.

Damit kommt eine neue Diskussion auf die Hochschulen zu. Während die KMK den Bildungsgang Fachschule in verschiedenen Verlautbarungen noch unter institutionellen Gesichtspunkten dem Sekundarbereich des Bildungswesens zuordnet, ist bereits im vergangenen Jahrzehnt im europäischen Qualifikationsrahmen EQR und in dem auf seiner Grundlage entwickelten deutschen Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen DQR auf der Grundlage einer Betrachtung der erworbenen Kompetenzen eine Zuordnung der Fachschulen zum tertiären Bildungsbereich erfolgt:

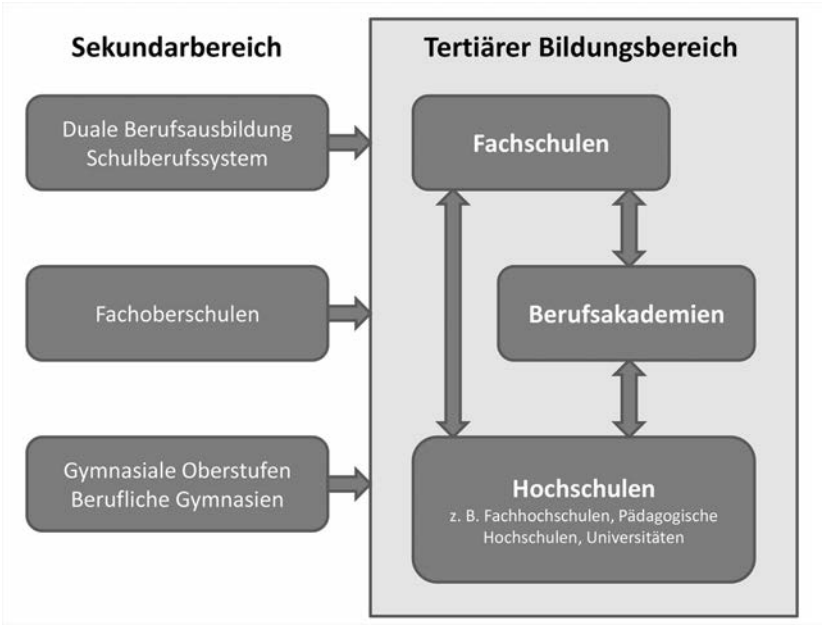


Abbildung 1: Zugänge in den tertiären Bildungsbereich und die Wechselbeziehung seiner Bildungsprogramme unter dem Aspekt der Durchlässigkeit

> „Die landesrechtlich geregelte Fortbildung an Fachschulen (in Bayern: Fachakademien) gehört zum tertiären Bereich. Fachschulen sind Einrichtungen der beruflichen Weiterbildung bzw. Aufstiegsfortbildung, die grundsätzlich den Abschluss einer einschlägigen Berufsausbildung in einem anerkannten Ausbildungsberuf und eine entsprechende Berufstätigkeit voraussetzen. Die berufliche Weiterbildung an Fachschulen hat zum Ziel, Fachkräfte mit in der Regel beruflicher Erfahrung zu befähigen, Führungsaufgaben in Betrieben, Unternehmen, Verwaltungen und Einrichtungen zu übernehmen bzw. selbständig verantwortungsvolle Tätigkeiten auszuführen." (BMBF/KMK 2013, S. 35)

Generell ordnen sowohl der europäische als auch der deutsche Qualifikationsrahmen eine Fachschulqualifikation ebenso wie den Bachelor als ersten berufsqualifizierenden Hochschulabschluss der Stufe 6 zu, auf der sich auch Qualifikationen wie Meister und Fachwirt befinden.

Unter dem Gesichtspunkt der Durchlässigkeit zwischen dem beruflichen Bildungssystem und dem Hochschulsystem stellen sich hier im jeweiligen Einzelfall verschiedene Fragen:

- Welchen Wert haben Abschlüsse wie „Staatlich geprüfter Techniker/Staatlich geprüfte Technikerin" im Hochschulsystem – und welche Berechtigungen sind damit verbunden?
- Was sind die fachlichen Kompetenzen des Technikers in einem affinen Hochschulprogramm wert und wie kann dieser Wert festgestellt werden? Wie kann ein erfolgreiches Anrechnungssystem für die in der beruflichen Aus- und Fortbildung erworbenen Kompetenzen ausgestaltet werden?

- Gelingen mit den von Fachschulabsolventen mitgebrachten Fähigkeiten erfolgreiche Übergänge in das Hochschulstudium und wie müssen spezifische Unterstützungsinstrumente aussehen?
- Ist das Hochschulsystem überhaupt in der Lage, mit dieser zunehmenden Heterogenität der Studienvoraussetzungen erfolgreich umzugehen?
- Und schließlich: Gibt es einen umgekehrten Weg innerhalb der Bildungsgänge des Tertiärbereichs zur Anerkennung hochschulisch erworbener Kompetenzen für die Bildungsgänge der Fachschulen?

Datenlage zur Durchlässigkeit für beruflich qualifizierte Studierende

Grundsätzlich zählen Fachschüler/-innen, die ohne schulische Hochschulzugangsberechtigung ein Hochschulstudium aufnehmen, zu den berufliche qualifizierten Studierenden und werden in verschiedenen Statistiken (ein Beispiel ist das vom Centrum für Hochschulentwicklung CHE betriebene Online-Portal „Studieren ohne Abitur") als nicht traditionelle Studierende geführt. Die rechtlichen Rahmenbedingungen wurden auf Grundlage von KMK-Vereinbarungen in Hochschulgesetzen und Verordnungen der einzelnen Bundesländer umgesetzt. Beispielsweise enthalten Hochschulgesetz und Hochschulqualifikationsverordnung des Landes Sachsen-Anhalt folgende Regelungen:

> „Folgende Abschlüsse der beruflichen Aufstiegsfortbildung sind der allgemeinen Hochschulreife gleichgestellt, sofern ihnen eine mindestens zweijährige anerkannte und erfolgreich abgeschlossene berufliche Ausbildung voranging: Meister(innen) im Handwerk, Fortbildungsabschlüsse nach Berufsbildungsgesetz und Handwerksordnung (...), Abschlüsse von Fachschulen (...)." (§ 2 Nr. 13 HSQ-VO)

Darüber hinaus enthält das Hochschulgesetz in § 15 (4) Regelungen zur Anrechnung beruflicher Kenntnisse:

> „Außerhalb von Hochschulen erworbene Kenntnisse und Fähigkeiten können auf ein Hochschulstudium angerechnet werden, wenn
> 1. die für den Hochschulzugang geltenden Voraussetzungen erfüllt sind und
> 2. die anzurechnenden Kenntnisse und Fähigkeiten den Studien- und Prüfungsleistungen, die sie ersetzen sollen, gleichwertig sind.
> Insgesamt dürfen nicht mehr als 50 v. H. des Studiums durch diese außerhalb der Hochschule erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten ersetzt werden."

Es sind daher grundsätzlich die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Durchlässigkeit staatlich geprüfter Techniker/-innen in ein bspw. ingenieurpädagogisches Hochschulstudium gegeben. Schaut man sich allerdings die quantitativen Entwicklungen an, die seit einigen Jahren durch das CHE dokumentiert werden, fällt auf, dass Durchlässigkeit im deutschen Hochschulsystem offensichtlich kaum funktioniert: Deutschlandweit nahmen 2015 nur 2,47 % der Studienanfänger/-innen ohne schulisch vergebene Hochschulreife ein Studium auf, und die Anteile in den einzelnen Bundesländern variierten selbst in den Ländern mit höchsten Anteilen auf

einem überschaubaren Niveau von maximal 4,74 %, während die Bundesländer Sachsen-Anhalt und Saarland mit sehr geringen Anteilen am unteren Ende des Ländervergleichs lagen (Abb. 2).

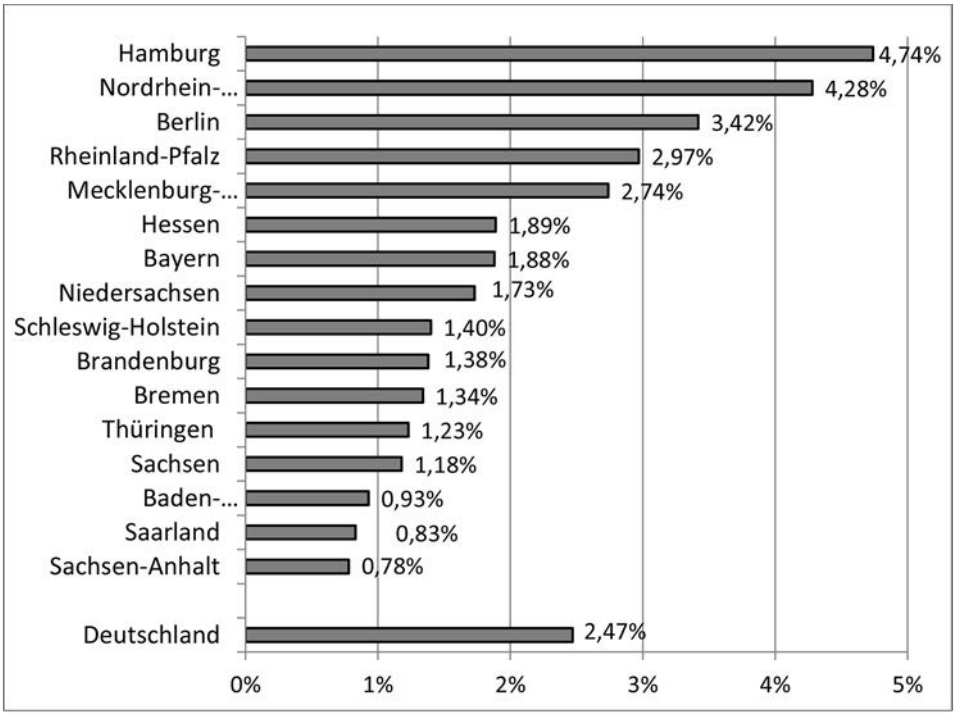


Abbildung 2: Anteil der Studienanfänger/-innen ohne schulische Hochschulzugangsberechtigung 2015 (Datenbasis: CHE 2017)

Schaut man sich die Entwicklung im letztplatzierten Bundesland Sachsen-Anhalt im Vergleich zu Deutschland im zeitlichen Verlauf an, ergibt sich eine erstaunliche und gegensätzliche Entwicklung. Einerseits ist erkennbar, dass deutschlandweit seit 1997 ein kontinuierlicher Anstieg zu verzeichnen ist, gleichwohl bestehen im Jahr 2015 weniger als 2,5 % der Studienanfänger/-innen aus beruflich Qualifizierten ohne schulische Hochschulzugangsberechtigung (Abb. 3). Demgegenüber ist für Sachsen-Anhalt erkennbar, dass noch im Jahr 2002 eine im Vergleich zum Bundesdurchschnitt doppelt so hohe Quote beruflich qualifizierter Studierender zu verzeichnen war, die jedoch seitdem kontinuierlich abgenommen hat und im Jahr 2005 mit weniger als 0,8 % auf einem sehr geringen Niveau verbleibt.

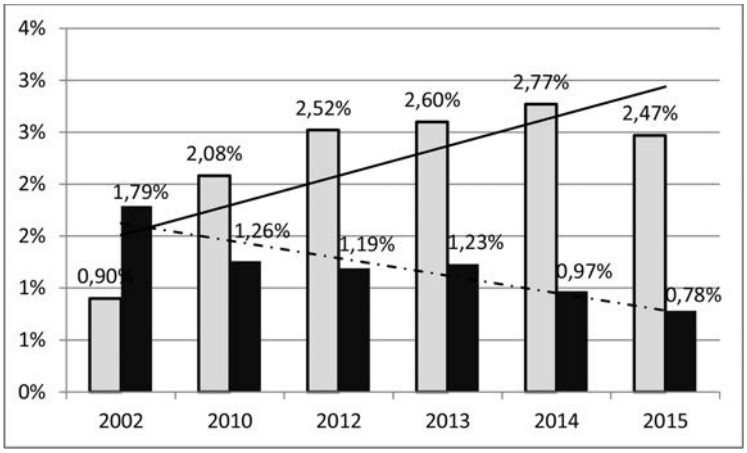


Abbildung 3: Zeitliche Entwicklung der Anteile an Studienanfänger/-innen ohne schulische Hochschulzugangsberechtigung in Deutschland (schwarz) und in Sachsen-Anhalt (grau), zum Vergleich hinterlegt mit Profillinien über den Zeitraum von 2002 bis 2015 (Datenbasis: CHE 2017)

Angesichts dieser Entwicklungen kann von einem funktionierenden Übergang in das Hochschulsystem kaum noch gesprochen werden. Betrachtet man zudem die bereits dargestellten geringen Anteile studienqualifizierender Bildungsabschlüsse für Länder wie Sachsen-Anhalt, kommt noch ein weiterer Punkt hinzu: Zwischen den Bundesländern kann kaum noch von gleichen Bildungschancen ausgegangen werden.

Kompetenzen staatlich geprüfter Techniker/-innen im Studium

Wie wird nun mit der Gestaltung von Übergängen im Hochschulsystem umgegangen? Obwohl die Hochschulzugangsberechtigung für staatlich geprüfte Techniker/-innen seit nunmehr 10 Jahren eindeutig geregelt ist, ist die Gleichstellung des Fachschulabschlusses mit der Allgemeinen Hochschulreife noch immer nicht in allen Schulen bekannt; es herrscht bei allen Beteiligten ein großer Aufklärungsbedarf. Bezüglich der Frage von Anrechnung beruflich erworbener Kompetenzen auf das Hochschulstudium sind jedoch für die Betroffenen nachvollziehbare Standards nicht erkennbar. Die KMK verweist darauf, dass dieses in die Entscheidung der Hochschule fällt:

> „Aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten der inhaltlichen Ausgestaltung von Studiengängen (...) einerseits und der Vielzahl beruflicher Aus- und Fortbildungsmöglichkeiten andererseits kann eine (...) Entscheidung der Hochschule nicht ersetzt werden. Dies verpflichtet die Hochschulen allerdings auch, von den bestehenden Möglichkeiten der Anrechnung Gebrauch zu machen und Verfahren und Kriterien für die Anrechnung außerhalb des Hochschulwesens erworbener Kenntnisse und Fähigkeiten in den jeweiligen Prüfungsordnungen zu entwickeln. Um den mit Einzelfallprüfungen verbundenen Aufwand zu reduzieren, sollten auch Möglichkeiten der Kooperation mit geeigneten beruflichen Aus- und Fortbildungseinrichtungen genutzt werden, die pauschalisierte Anrechnungen für homogene Bewerbergruppen ermöglichen.“ (KMK 2008, S. 3)

Die Umsetzung in den Hochschulen erfolgt jedoch eher formal. Üblich sind Regelungen wie in der Studien- und Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Beruf und Bildung der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg:

> „Außerhalb der Hochschule erworbene Nachweise über Kenntnisse und Fähigkeiten können maximal bis zu 50 % für das Hochschulstudium anerkannt werden, sofern diese einschlägig und nach Inhalt und Niveau den Modulen des Studiums gleichwertig sind. Der Antrag auf Anerkennung ist innerhalb des ersten Semesters nach Aufnahme des Studiums an den Prüfungsausschuss zu richten." (OvGU 2018, § 13 (4))

Hieran ist gut zu erkennen, wie viele Hochschulen diesen Aspekt bearbeiten: Die gesetzlich geforderten Kriterien werden mit der Anforderung von Einschlägigkeit und Gleichwertigkeit in Inhalt und Niveau formalisiert, das Verfahren verweist für jedes einzelne Modul auf die Einzelfallprüfung und erfolgt nach der Studienaufnahme. Damit ist für Fachkräfte, die sich zwischen einer betrieblichen und einer hochschulischen Entwicklungsperspektive entscheiden müssen, eine Orientierung über den bevorstehenden Bildungsweg und in den hierfür erforderlichen Aufwand zum Zeitpunkt der notwendigen Entscheidung kaum möglich. Auf Grundlage von vielen Gesprächen, die der Verfasser mit angehenden Techniker/-innen geführt hat, ergibt sich die Einschätzung, dass an dieser Stelle die wesentliche Hürde für einen aus Sicht der Fachschüler/-innen attraktiven Übergang bei für sie akzeptablen Rahmenbedingungen in fachlich adäquate Hochschulstudiengänge besteht, die potentiell Studieninteressierte von einer mit langfristigen Folgen verbundenen Entscheidung für eine Studienaufnahme abhält.

Wenige Hochschulen haben den Weg aufgenommen, den die KMK-Vereinbarung von 2008 vorschreibt: Verfahren für die pauschalierte Anrechnung für staatlich geprüfte Techniker/-innen als homogene Bewerbergruppe zu entwickeln. Ein Beispiel ist die TU Clausthal-Zellerfeld, die auf der Grundlage von Kooperationsverträgen Modelle für den Einstieg von staatlich geprüften Techniker/-innen in ein ingenieurwissenschaftliches Studium entwickelt und implementiert.[1] Ein zweites Beispiel ist ein aktuelles Pilotprojekt der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg zur Aufnahme von Studierenden in ein ingenieurpädagogisches Bachelorstudium, mit dem eine nachhaltige Verbesserung des Übergangs von staatlich geprüften Techniker/-innen in das Hochschulstudium ebenso erhofft werden wie das Erschließen einer beruflich qualifizierten Klientel für das Lehramt an berufsbildenden Schulen. Generell offener scheinen für solche Lösungen internationale Universitäten zu sein, wie die seit Jahren bestehenden Erfahrungen der Technikakademie Braunschweig mit der Zusammenarbeit mit der Universität Wrexham zeigen (Voss et al. 2017):

> „So stellten wir (...) im Rahmen von Kooperationsgesprächen zwischen Hochschulen und der eigenen Fachschule häufig fest, dass die Hochschulvertreter in besonderer Weise der inhaltssystematischen Analyse verhaftet sind. Kann der Bewerber „dies und jenes" im Sinne der Inhaltssystematik, ist die häufigste Fragestellung beim Abgleich der

1 Projektinformation „Techniker2Bachelor", Online: https://www.t2b.tu-clausthal.de/studium/techniker (21.10.2018)

> Kursbeschreibungen und Curricula. Auf die Vielzahl der ausgeprägten Handlungskompetenzen auf Basis der dualen Ausbildung sowie deren Vertiefung und Ausprägung personaler Kompetenzen an den Fachschulen wird jedoch in keiner Weise eingegangen. Hier stehen sich die Positionen oftmals ratlos gegenüber, da Kompetenzen der Fachschulabsolventinnen und -absolventen, wie sie von den Professoren in Wrexham gewürdigt werden, in Kooperationen mit deutschen Hochschulen zu wenig einfließen können." (ebd., S. 121)

Durchgängig ist vor dem Hintergrund der aktuellen Rahmenbedingungen das Bemühen, im Rahmen von Äquivalenzvergleichen die Gleichwertigkeit der von Technik/-innen erworbenen mit den im Hochschulstudium zu entwickelnden Kompetenzen nachzuweisen. Modellentwicklungen bestehen bspw. durch die Universitäten Oldenburg und Bremen mit dem Modell des Äquivalenzvergleichs über die Erarbeitung von Inhalts- (über das Instrument „Learning Outcome Chart) und Niveauvergleich (über das Instrument „Module Level Indicator") (Müskens/Tutschner 2011). Ebenso anzuführen sind die Entwicklungsarbeiten des BAG-Arbeitskreises Fachschulen mit so genannten Kompetenzmatritzen, die bspw. für die Disziplinen Elektrotechnik und Mechatronik vorgelegt wurden und die Operatoren und Inhalte so genannter Kernkompetenzen in verschiedenen Kompetenzstufen ausformulieren (BAK-FST 2013). Beide Initiativen wurden zwar nicht vorrangig für den Vergleich beruflich erworbener Kompetenzen mit den Anforderungen in Hochschulstudiengängen entwickelt, könnten jedoch als Grundlage für entsprechende Vergleichsanalysen mit herangezogen werden (vgl. Kämpfer 2015).

Handlungsansatz: Aufbauprogramm mit Berücksichtigung beruflich erworbener Kompetenzen

Erfahrungen bspw. der Technikakademie Braunschweig mit Hochschulkooperationen zeigen, dass signifikante quantitative Effekte nur im Rahmen von Programmformaten mit verbindlich geregelter Zusammenarbeit zwischen den Bildungseinrichtungen und kooperierenden Hochschulen erwartet werden können. Es liegt daher auf der Hand, die oben zitierte KMK-Empfehlung aufzugreifen und seitens der Hochschulen Kooperationen mit geeigneten beruflichen Aus- und Fortbildungseinrichtungen mit pauschalisierten Anrechnungen zu entwickeln.

Bei der Gegenüberstellung der in beiden Systemen üblichen curricularen Schwerpunkte – in Abb. 3 dargestellt am Beispiel Metall-/Maschinenbautechnik – wird deutlich, dass sich die Programme für die Studierenden durch eine große Zahl fachlich vergleichbar ausgerichteter modularisierter Angebote auszeichnen. Dies gilt sowohl für die Inhalte der Grundlagenfächer als auch des fachrichtungsbezogenen Lernbereichs, wobei allerdings eingeräumt werden muss, dass die Inhalte der fachrichtungsbezogenen Grundlagenfächer der Fachschule für Technik sich im Hochschulstudium in den Grundlagenmodulen der beruflichen Fachrichtung, jedoch zumeist nicht unmittelbar auch in den im Bachelorprogramm studierbaren Unterrichtsfächern wie Mathematik oder Informatik wiederfinden. Es ist daher zunächst festzustellen, dass unter dem Gesichtspunkt der Anschlussfähigkeit an eine fachlich einschlägige ingenieurpädagogische Lehrerausbildung der Bereich des zweiten Fa-

ches – also des allgemein bildenden Unterrichtsfachs – i. d. R. nicht adressiert wird und die Situation für diese Studienprogramme im Vergleich zu ingenieurwissenschaftlichen Ein-Fach-Studienprogrammen tendenziell anders darstellt. Ebenso existieren auch für den fachübergreifenden Lernbereich Synergien zum Studienbereich Betriebspädagogik, in dem im Hochschulstudium die pädagogischen Grundlagen für eine spätere Ausbildungs- und Unterrichtsarbeit gelegt werden und die Fachschüler/-innen aus ihrer Berufs- und arbeitspädagogischen Ausbildung umfangreiche Kenntnisse und ggf. sogar Handlungserfahrungen im beruflichen Bildungssystem mitbringen (Abb. 4).

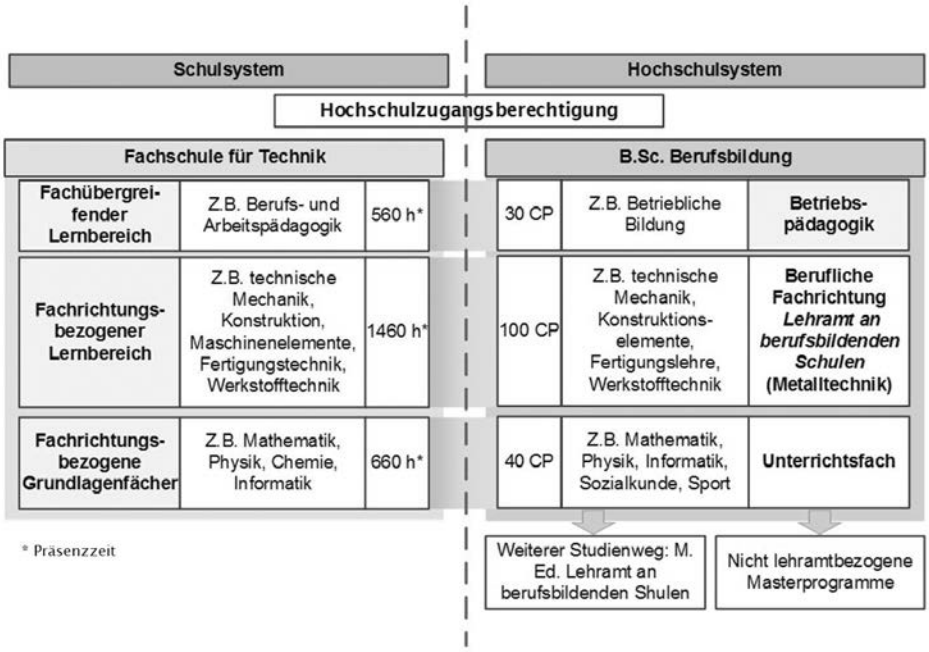


Abbildung 4: Ausbildungsschwerpunkte der staatlich geprüften Techniker/-innen im Fachschulsystem (links) und der Bachelor-Studierenden der beruflichen Fachrichtung Metalltechnik im Hochschulsystem (rechts)

Der an der Otto-von-Guericke-Universität im Bereich der ingenieurpädagogischen Ausbildung verfolgte Handlungsansatz orientiert sich an der seitens der KMK (2008, s. o.) vorgeschlagenen Strategie eines im Programmformat ausgestalteten Übergangs von der Fachschule für Technik in das entsprechende Bachelorstudium. Als realistisch angesehene Eckpunkte werden u. a. durch die Universität Clausthal-Zellerfeld entwickelten Regelungen angesehen, in der beruflichen Aus- und Fortbildung nachgewiesene Kompetenzen der staatlich geprüften Techniker/-innen bis zu zwei Semester auf im ingenieurwissenschaftlichen Studium anzurechnen. Grundlegend für die Überlegung, ein vergleichbares Modell für das ingenieurpädagogische Studium

zu entwickeln, sind bislang vorliegende Erfahrungen mit einer Reihe von Einzelfällen, die durchweg erkennen lassen, dass

- staatlich geprüfte Techniker/-innen umfangreiche berufliche und betriebliche Erfahrungen und – vor dem Hintergrund der eigenen Biografie – sowohl fachliche als auch arbeitspädagogische Kompetenzen und Interessen mitbringen,
- ein beträchtlicher Anteil dieser Zielgruppe durch eine ausgeprägte Aufstiegsorientierung und eine biografische Orientierung für das Handlungsfeld der beruflichen Lehrkräfte geprägt ist und
- mit spezifischen Unterstützungsmaßnahmen durch zielgruppenspezifische Tutorien und Beratungen über die gesamte Studieneingangsphase ein nach bisherigen Beobachtungen überdurchschnittlicher Studienerfolg gesichert werden kann.[2]

Demgegenüber bestehen Hindernisse für einen erfolgreichen Übergang in das Studium durch Unsicherheiten bezüglich der Anforderungen, durch die fehlende biografische Orientierung auf ein Hochschulstudium sowie durchweg bezüglich der Problematik der Studienfinanzierung. Als generelle Hürde ist anzusehen, dass hinsichtlich des Werts beruflich erworbener Kompetenzen der staatlich geprüften Techniker/-innen vor einer Studienbewerbung keine Orientierungen möglich sind. Das Magdeburger Modell geht daher davon aus, dass analog zur KMK-Empfehlung ein Pauschalanrechnungsverfahren mit den Fachschulen des Landes Sachsen-Anhalt eingeführt wird, das sich aktuell in der Entwicklung befindet und durch eine zielgruppenadäquate Förderung im Fachschulsystem ergänzt wird.

Perspektive: Durchlässigkeit als zweiseitigen Prozess begreifen

Wenn man die Entwicklung von Durchlässigkeit in das Hochschulstudium weiter denkt, wird rasch klar: Durch solche Maßnahmen wird eine Klientel an das Studium herangeführt, die als Absolventen/Absolventinnen der Fachschulen in den Bereich mittlerer betrieblicher Führungsebenen ebenfalls gebraucht wird, so dass ohne spezifische Maßnahmen der Fachkräftemangel der Wirtschaft weiter verschärft werden könnte, zumal dieser durch demografische Effekte gerade in den ostdeutschen Bundesländern bereits jetzt deutlich ausgeprägt ist. Wird jedoch Durchlässigkeit zwischen den Bildungsgängen des tertiären Bildungsbereichs (s. Abb. 1) als beiderseitiger Prozess begriffen, geraten rasch weitere Fragen in den Blickpunkt, die bislang noch nicht zufriedenstellend beantwortet worden sind.

Bekannt ist, dass sich gerade in den ingenieurwissenschaftlichen Studienprogrammen beträchtliche Abbruchzahlen zeigen: Die Acatech-Studie von 2017 weist für die Anfängerkohorte WS 2010/11 einen Anteil von 41 % der Studierenden aus, die

2 Vgl. hierzu den Beitrag Arnold/Winkler in diesem Band.

bis zum 10. Fachsemester ihren Studiengang ohne Abschluss verlassen haben, davon gelten allein 24 % als echte Abbrecher, 11 % als Hochschul- und 6 % als Fachwechsler. Die meisten dieser „drop outs" aus den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen (37 %) finden bis zum Beginn des 7. Fachsemesters statt; mehr als die Hälfte betrifft wiederum Studierende, die mehr als 2 Semester im Studiengang waren (Klöpping et al. 2017, S. 20 ff.). Insgesamt verlassen also in sehr hohem Umfang Studierende mit ingenieurwissenschaftlichen Studienerfahrungen ihre Programme. Es ist anzunehmen, dass diese Studierenden beim Verlassen ihres Studiengangs z. T. umfangreiche Modulprüfungsleistungen nachweisen können, darüber hinaus liegt bei allen Studienabbrechern eine Vorbildung auf der Ebene der Hochschulzugangsberechtigung vor.

Bislang ist nicht erkennbar, dass die Bemühungen der Wirtschaft und insbesondere des Handwerks, zu einer größeren Zahl ehemalige Studierende für eine Berufsausbildung zu motivieren, von großem Erfolg gekrönt sind. Betrachtet man jedoch die Frage einer wechselseitigen Durchlässigkeit innerhalb der tertiären Bildungsgänge unter diesem Aspekt, so wird rasch deutlich: Mit der Durchlässigkeit stellt sich auch die Frage der Anerkennung hochschulisch erworbener Kompetenzen im Fachschulsystem, zumal auch in dieser Richtung umfangreiche inhaltliche Überdeckungen zwischen dem ingenieurwissenschaftlichen Studium und der Fachschule für Technik zu erkennen sind (s. Abb. 3). Bedacht werden muss hierbei, dass die Studierenden sowohl eine hohe Allgemeinbildung als auch umfangreiche fachliche Kompetenzen mitbringen, die für die Fachschulausbildung und für die spätere Berufsausübung als mittlere Führungskräfte gute Voraussetzungen darstellen. Zudem ist zu erwarten, dass seitens möglicher Studienabbrecher/-innen eine berufliche Perspektive auf der DQR-Stufe 6 eine deutlich höhere Attraktivität besitzen dürfte als der aus ihrer Sicht so wahrgenommene Rückgang auf eine niedrigere Qualifikationsstufe bspw. als betrieblicher Facharbeiter/betriebliche Facharbeiterin.

Angeregt wird vor diesem Hintergrund, die mit dem europäischen und dem deutschen Qualifikationsrahmen begründete Zuordnung beruflicher Fortbildungen zur ersten akademischen Qualifikationsstufe im Rahmen neuer und innovativer Maßnahmen aufzugreifen, mit denen für Studierende ein Wechsel zwischen dem Hochschul- und dem Fachschulprogramm attraktiv und effektiv ausgestaltet werden kann. Hierzu sind durch Projektinitiativen, die aktuell bspw. an den Universitäten Clausthal-Zellerfeld und Magdeburg aufgenommen werden, neue Handlungsansätze und Aussagen zu erwarten.

Literatur

Berkemeyer, N. et al. (2017): Chancenspiegel – eine Zwischenbilanz. Zur Chancengerechtigkeit und Leistungsfähigkeit der deutschen Schulsysteme seit 2002. Gütersloh: Bertelsmann

BMBF (Hrsg., 2018): Berufsbildungsbericht 2018. Berlin und Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

BMBF/KMK (Hrsg., 2013): Deutscher EQR-Referenzierungsbericht i. d. F. vom 08.05.2013. Online: www.dqr.de/media/content/Deutscher_EQR_Referenzierungsbericht.pdf (16.04.2018)

BAK-FST – Bundesarbeitskreis Fachschulen für Technik (Hrsg., 2013): Kompetenzmatrix "Mechatronik" – BAK-FST-Standard. Bremen: Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektrotechnik, Informationstechnik, Metalltechnik und Fahrzeugtechnik e. V.

CHE – Centrum für Hochschulentwicklung (Hrsg.; 2017): Daten-Monitoring: Quantitative Entwicklung in den Bundesländern. Online: www.studieren-ohne-abitur.de (14.02.2017)

Jenewein, K. (2016): Berufliches Gymnasium für Ingenieurwissenschaften – Grundüberlegungen, inhaltliche Konzeption und curriculare Umsetzung am Beispiel der Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt. BBP-Arbeitsbericht Nr. 90, Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität

Jenewein, K. (2017): Berufliche Bildung und Studierfähigkeit – zur Durchlässigkeit der beruflichen Bildung in das Hochschulsystem. In: Lernen & Lehren: Elektrotechnik, Informationstechnik, Metalltechnik, Fahrzeugtechnik. Wolfenbüttel: Heckner, 32 (2017) 127, S. 92–101.

Jenewein, K. & Klemme, M. (2014a): Berufliches Gymnasium neu denken – „Ingenieurwissenschaften“ als wissenschaftspropädeutischer Bildungsgang. In: Die berufsbildende Schule. Berlin: dbb Verlag, 66 (2014) 9, S. 300–306.

Jenewein, K. &Klemme, M. (2014b): Berufliches Gymnasium „Ingenieurwissenschaften“. In: Die berufsbildende Schule. Berlin: dbb Verlag, 66 (2014) 10, S. 339–344.

Jenewein, K., Klemme, M. & Unger, A. (2018): Innovationsprojekt „Ingenieurwissenschaften“ an Beruflichen Gymnasien im Land Sachsen-Anhalt. Abschlussbericht. Magdeburg: Universität

Kämpfer, J. (2015): Konzept „Äquivalenzvergleich“ als Grundlage für die Anrechnung beruflicher Kompetenzen staatlich geprüfte Techniker/-innen auf das Studium des Lehramts an berufsbildenden Schulen in ausgewählten technischen Fachrichtungen. Masterarbeit, Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität

Klöpping, S. et al. (2017): Studienabbruch in den Ingenieurwissenschaften (acatech-Studie). Empirische Analyse und Best Practices zum Studienerfolg. München: Utz

KMK (Hrsg., 2008): Anrechnung von außerhalb des Hochschulwesens erworbenen Kenntnissen und Fähigkeiten auf ein Hochschulstudium (II). Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.09.2008

KMK (Hrsg., 2018): Rahmenvereinbarung über Fachschulen. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i. d. F. vom 23.02.2018

Müskens, W. & Tutschner, R. (2011): Äquivalenzvergleiche zur Überprüfung der Anrechenbarkeit beruflicher Lernergebnisse auf Hochschulstudiengänge – ein Beispiel aus dem Bereich Konstruktion/Maschinenbau. In: bwp@ Spezial 5 – Hochschultage Berufliche Bildung 2011, Workshop 28, hrsg. v. Barabasch, A. & Hartmann, E. A. Online: http://www.bwpat.de/ht2011/ws28/mueskens_tutschner_ws28-ht2011.pdf (16.04.2018).

OvGU – Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (Hrsg.; 2018): Studien- und Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Beruf und Bildung vom 06.07.2018

Sachsen-Anhalt (Hrsg.; 2009): Hochschulqualifikationsverordnung (HSQ-VO) vom 17.04.2009

Sachsen-Anhalt (Hrsg.; 2010): Hochschulgesetz des Landes Sachsen-Anhalt (HSG LSA) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Dezember 2010

Voss, J., Heucke, N. & Weihe, R. (2017): Berufsbildung und Studierfähigkeit. In: lernen & lehren 127/2017/3, S. 119–123

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Zugänge in den tertiären Bildungsbereich und die Wechselbeziehung seiner Bildungsprogramme unter dem Aspekt der Durchlässigkeit 273

Abb. 2 Anteil der Studienanfänger/-innen ohne schulische Hochschulzugangsberechtigung 2015 275

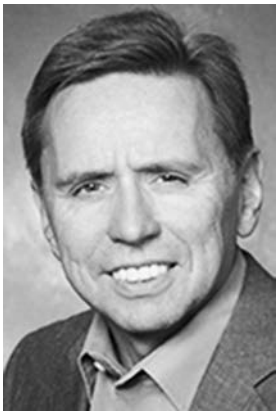
Abb. 3 Zeitliche Entwicklung der Anteile an Studienanfänger/-innen ohne schulische Hochschulzugangsberechtigung in Deutschland (schwarz) und in Sachsen-Anhalt (grau), zum Vergleich hinterlegt mit Profillinien über den Zeitraum von 2002 bis 2015 276

Abb. 4 Ausbildungsschwerpunkte der staatlich geprüften Techniker/-innen im Fachschulsystem (links) und der Bachelor-Studierenden der beruflichen Fachrichtung Metalltechnik im Hochschulsystem (rechts) 279

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Anteile der Schüler/-innen eines Jahrgangs, die eine schulische Hochschulreife erwerben 270

Autor



Jenewein, Klaus, Prof. Dr., Ingenieurpädagogik und gewerblich-technische Fachdidaktiken, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg,
jenewein@ovgu.de

Die Bedeutung der Technikerschulen im Rahmen der beruflichen Bildung

Georg Spöttl

Abstract

Seit der Öffnung der Hochschulen für erfolgreiche Absolventen von beruflichen Bildungsgängen 2008 und der Zuordnung der Absolventen der Fachschulen für Technik zu Level 6 des Deutschen Qualifikationsrahmens wird intensiv über die Ausrichtung und das Profil der Fachschulen für Technik (vereinfacht „Technikerschulen“ genannt) diskutiert. Die Auseinandersetzung konzentriert sich auf die Frage, ob die Technikerschulen weiterhin die Spezifizierung eines beruflichen Profils beibehalten sollen oder eine stärkere akademische Ausrichtung angesagt ist, um die Absolventen auf den Einstieg in ein Studium vorzubereiten. Die nachstehenden Ausführungen leisten einen Beitrag zu dieser Diskussion und es werden Argumente dafür geliefert, die berufliche Ausrichtung der Technikerprofile intensiv in deren „praktischen Qualität“ zu professionalisieren.

Since the opening of universities to successful graduates of vocational education and training courses in 2008 and the allocation of graduates from technology related technical colleges to Level 6 of the German Qualifications Framework, there has been intensive discussion about the orientation and profile of technology oriented technical colleges (simply called "Technikerschulen"). The debate focuses on the question of whether Technikerschulen" (technology related technical colleges) should continue to specify a vocational profile or whether a stronger academic orientation is required in order to prepare graduates for their entry into a course of study. The following article contributes to this discussion and arguments are provided for intensively professionalising the occupational orientation of the technology related technical colleges and their practical quality.

1 Einleitung

Der Artikel setzt sich mit der aktuellen und zukünftigen Rolle der Technikerausbildung in einer komplexer werdenden Bildungswelt auseinander und beleuchtet die Bedeutung der Technikerschulen für die Arbeitswelt.

Die Technikerschulen – nach Kultusministerkonferenz (KMK) werden die Technikerschulen „Fachschulen für Technik“[1] genannt – sind heute fester Bestandteil des beruflichen Bildungswesens. Die Existenz von Technikerschulen bzw. Fachschulen geht in die Anfänge des letzten Jahrhunderts zurück. Das Auffälligste in der rund *120-jährigen Entwicklungsgeschichte* der Technikerschulen ist deren immer stärker werdende *Ausdifferenzierung* vor allem in den *technischen* Bildungsgängen. Eine geschlossene und überzeugende Gesamtdarstellung der Entwicklungsgeschichte der Technikerschulen fehlt jedoch. Einen ersten Aufschlag, um die Lücke zu schließen, hat Jörg Pahl von der TU Dresden inzwischen in einem 700 Seiten umfassenden Band vorgelegt (vgl. Pahl 2010).

Es ist allerdings bis heute nicht gelungen, ein übergreifendes Konstrukt für Praxis und Theorie der Technikerschulen und deren weiteren Ausbau mit Blick auf vielfältige Weiterbildungsmöglichkeiten vorzulegen. Und das, obwohl sich die Technikerschulen bzw. Fachschulen für Technik gerade bei den sich heute in der Bildungslandschaft abzeichnenden Entwicklungen

- neu positionieren müssen und das
- aufgrund des vorhandenen Potenzials auch können.

Werden Studierende des „Lehramts für berufliche Schulen“ gefragt, ob ihnen eine „Fachschule für Technik“ bekannt ist, dann bleibt es sehr still im Raum.[2] Wird danach gefragt, ob sie eine Technikerschule kennen, dann gibt es dazu vereinzelte Handzeichen. Wird jedoch gefragt, ob sie Meisterschulen kennen, dann sind diese allen bekannt (vgl. Elmers 2016)!

Als ein Autorenteam unter Leitung des Verfassers dieses Artikels vor ein paar Jahren im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung den Status der Techniker- bzw. Fachschulen untersuchte (vgl. Tutschner/Strauss 2010), wurde Folgendes festgestellt:

- der Bekanntheitsgrad der Techniker und der Technikerschulen ist sehr gering und
- der formale Status, den der Absolvent einer Technikerschule erreicht, ist in vielen Fällen unbekannt,
- die Verbandslandschaft der Techniker und Technikerinnen sehr ist zersplittert.

Weiter konnte feststellt werden, dass Technikern eine kollektive berufliche Identität fehlt. Obwohl es in Deutschland um die 800.000 berufstätige Techniker und Technikerinnen gibt, wird das auch dadurch verhindert, dass Techniker/innen keinen *Sozialtyp* darstellen. Sie sind keine „Institution“ wie Meister oder Ingenieure, die in der Gesellschaft bekannt und anerkannt sind und über einen bestimmten Status und ein damit verbundenes hohes Berufsprestige verfügen (vgl. Tutschner/Strauss 2010).

1 Aus Gründen der Vereinfachung wird im Artikel schlicht von Technikerschulen gesprochen. Die Kultusministerkonferenz spricht in ihren Verlautbarungen nicht von Technikerschulen sondern von „Fachschulen“ bzw. „Fachschulen für Technik“ (KMK 2018).

2 Diese Frage stelle ich grundsätzlich bei einer der ersten Lehrveranstaltungen zum Beginn eines Studiums zum Lehramt für berufliche Schulen.

Für die Technikerverbände gibt es also noch einiges zu tun, um diese Situation zu verbessern und um sicherzustellen, dass die Techniker und Technikerinnen höhere Anerkennung erfahren als dieses bisher der Fall ist.

2 Berufliche Verankerung der Techniker

Die europäische Kommission, die über einen langen Zeitraum der akademischen Ausbildung höchste Priorität einräumte, stellt in der aktuellen „New Skills Agenda" fest: „Europe calls on us to make VET our first learning choice to ensure our future prosperity." (COM 2016)

Dass Berufsbildung als erste Wahl an die erste Stelle der bildungspolitischen Strategien gesetzt wird, ist eine markante Besonderheit! Das ist zweifellos eine neue Dimension in der Argumentationslinie, weil ansonsten immer die Steigerung der Akademisierungsraten im Vordergrund stand.

In Verbindung mit solchen Aussagen bekommt eine berufliche Erstausbildung, gefolgt von einer Technikausbildung, deutlich mehr Gewicht. Das relativiert die weit verbreitete Feststellung, dass *Hochtechnologie nur mit Hochschulbildung* geht.

Die Priorität für Hochschulbildung in Verbindung mit dem Pisa-Schock von 2001 führte zu dem Vorwurf, dass Deutschland zu wenig Abiturienten produziere. Heute, rund 17 Jahre später, wird an manchen Stellen festgestellt, dass es zu viele Abiturienten gibt.

Ob dieses jedoch zu einer Korrektur der bereits in den 1990er-Jahren eingeleiteten Entwicklungen hin zu mehr Abiturienten und mehr Hochschulabsolventen führt, ist sehr fraglich. Es handelt sich bei den neuerlichen Anstrengungen um Förderung von Durchlässigkeit und Gleichwertigkeit, was erklärte politische Ziele sind, die gesamtgesellschaftlich getragen werden und zumindest aktuell niemand in Frage stellen wird (vgl. Ahrens 2012; Kuda/Kaßebaum 2012).

Sollte es dazu kommen, dass die Berufsbildung wieder mehr Bedeutung gewinnt, so wie dieses in der oben genannten „New Skills Agenda" der Fall ist, dann könnte davon die Technikerausbildung erheblich profitieren. Zumindest wäre die Chance größer, die bundesweit leicht fallenden Zahlen von Technikerabsolventen wieder umzukehren.

Derzeit gilt allerdings, und das schon seit 2013, dass sich in einem Jahr 58 % eines Jahrgangs in Hochschulen einschreiben und nur noch etwas über 40 % im dualen Berufsbildungssystem ankommen. Dadurch wurde das Fundament der Technikerschulen seit den 1970er Jahren immer kleiner. Im letztgenannten Zeitraum waren es rund drei Viertel eines Jahrgangs, die in eine berufliche Erstausbildung mündeten.

Die Technikerausbildung baut auf eine Berufsausbildung auf. Sie konzentriert sich damit nicht nur auf Funktionen und Aufgaben im Beschäftigungssystem mit arbeitsteiligen Strukturen, sondern bereitet auf weitere Aufgaben gesellschaftlicher

Zuweisung und Verantwortungsübernahme vor. Der Beruf des Technikers ist letztlich

- ein Agent für Bildung mit Anwendungsbezug,
- ein Agent zur Stützung des Arbeitsmarktes,
- ein Agent zur Stabilisierung von Arbeitsmarktstrukturen in den Betrieben,
- ein Agent für die notwendige innerbetriebliche Dynamik,
- ein Agent für Innovationen,
- ein Agent zur sozialen Stabilisierung gesellschaftlicher Entwicklungen.

Trotz aller Kritik am Beruf geht der Autor davon aus, dass Beruf & Beruflichkeit auch weiterhin wichtiges organisierendes Prinzip von Arbeit und damit von Berufsausbildung sein werden, und die Techniker dazu einen wichtigen Beitrag leisten werden (vgl. Becker et al. 2017; Spöttl 2016).

Optimistisch stimmt eine Untersuchung, die im Auftrag von bayme vbm (vgl. Spöttl et al. 2016) zu Industrie 4.0 durchgeführt wurde. In den untersuchten Betrieben wurden den Facharbeitern, Technikern und Technikerinnen zentrale Aufgaben zugewiesen. In allen untersuchten Betrieben waren sie Leistungsträger und wichtige Akteure für die Implementierung von Industrie 4.0.

Nicht umsonst liegt derzeit die Erwerbslosenquote bei Technikern und Technikerinnen bei nur 1,8 %, deutlich niedriger also als bei Hochschulabsolventen mit 2,5 %, so die IAB-Zahlen (vgl. IAB 2016).

3 Was zeichnet Technikerschulen und Techniker aus? Wo sind sie besonders leistungsfähig?

3.1 Einordnung der Technikerschulen

Technikerschulen sind in der Regel nach Fachbereichen organisiert. Fachschulen gibt es für folgende Fachbereiche (vgl. KMK 2018):

- Agrarwirtschaft,
- Gestaltung,
- Technik,
- Wirtschaft und
- Sozialwesen

Eine weitere Ausdifferenzierung erfolgt nach Fachrichtungen, was zu einer heterogenen Struktur der Technikerschulen im Lande führt.

In Einzelfällen weisen Technikerschulen auch mehrere Studienfächer aus wie zum Beispiel in Bremen:

- Elektrotechnik,
- Maschinentechnik,
- Lebensmitteltechnik,
- Chemietechnik.

Der inhaltliche Zuschnitt der Strukturen der Technikerschulen mit der Ausrichtung auf Fachrichtungen ist konventionell und orientiert sich an den Rahmenvereinbarungen der KMK zu Fachschulen, die 2018 erneuert wurden (vgl. KMK 2018). Mit dieser Struktur wird ein Kompromiss versucht hin zur Berufsstruktur auf der einen Seite und hin zu dominierenden Strukturen an den Hochschulen auf der anderen Seite.

3.2 Leistungsfähigkeit der Technikerschulen

Techniker und Technikerinnen verfügen über ein enormes praktisches Wissen, das theoretisch gut untermauert ist. Sie sind in der Lage, das *Unplanbare* zu bewältigen, Prozesse am Laufen zu halten, zu organisieren, schnell zu reagieren, zu reparieren usw. Diese Kompetenz bringt bspw. ein Bachelor nicht mit in ein Unternehmen.

Die Berufsbildungsforschung hat in den letzten Jahren die „alte" Erkenntnis bestätigt, dass es wichtig ist, dass sich theoretisches und praktisches Wissen wechselseitig aufeinander beziehen: Dort, wo beide Wissensdomänen – also die praktische und theoretische – organisatorisch verknüpft sind, entstehen erhebliche Qualitätsschübe in der betrieblichen Innovations- und Organisationsentwicklung. Die im internationalen Wettbewerb erforderliche Flexibilität, Dynamik und Qualität der Facharbeitsmärkte ist daher auf die Stärkung der Verknüpfung von Theorie und Praxis angewiesen.

Gut ausgebildete Techniker vereinen Theorie und Praxis und beherrschen das, was Computer nicht beherrschen. Und sie bringen nach einigen Jahren Erfahrung erhebliches Erfahrungswissen mit. Das macht sie zu wertvollen Kräften in den Betrieben.

Bei Befragungen zu Industrie 4.0, die der Autor 2016 in größerem Umfang im Auftrag der Arbeitgeber durchgeführt hat (vgl. Spöttl et al. 2016), wurde genau dieser Zusammenhang von den Betriebsvertretern bestätigt. Techniker wurden dabei als die Schlüsselfiguren zur Wahrnehmung von Aufgaben benannt, die diese enge Verbindung zwischen Theorie und Praxis erfordern.

Mit fortschreitender Verwissenschaftlichung der Fachhochschulen steht dort die Theorie-Praxis-Verschränkung auf dem Spiel. Diese Lücke könnte durch die Technikerausbildung geschlossen werden, indem die derzeitige Orientierung an der Praxis beibehalten wird und die theoretische Untermauerung weiter gestärkt wird.

Techniker und Technikerinnen zeichnen sich aus durch

- die Übernahme von Verantwortung,
- die Befähigung zur Personalführung sowie durch
- Innovationsfähigkeit.

Die Techniker und Technikerinnen fungieren mehrheitlich an betrieblichen „Schnittstellen", sie üben Funktionen als „Bindeglieder" aus und sie übernehmen „Brückenfunktionen".

Es geht um Schnittstellen, Verbindungen, Brücken zwischen den Abteilungen oder Arbeitsbereichen, an denen ohne Vermittlungsfunktionen Dysfunktionen, Rei-

bungsverluste, Missverständnisse usw. zu erwarten sind. Bekannte Beispiele sind Schnittstellen zwischen Konstruktion und Produktion, zwischen Entwicklung und Fertigung und zwischen Fertigungsbereichen mit unterschiedlichen (z. B. mechanischen, elektrischen und elektronischen) Schwerpunkten.

Absolventen von Technikerschulen zeichnen sich demnach durch ihr eigenes Profil aus. Die Zuordnung des Technikerabschlusses zu Niveau 6 des Deutschen Qualifikationsrahmens (und damit auch dem Europäischen) bestätigt das besondere Leistungsniveau der Techniker.

Techniker und Technikerinnen haben also ein deutlich anderes Profil als es bspw. Bachelor-Absolventen mitbringen, die eher theoretisch und konzeptionell geprägt sind.

4 Das Streben der Technikerschulen nach Höherem

Weiterbildung hat heute als zentrales Element des lebenslangen Lernens Konjunktur. Es ist deshalb erstaunlich, dass es mit Ausnahme der Technikerschulen/Fachschulen bis heute kaum Ansätze zur beruflichen Weiterbildung in den beruflichen Schulen gibt.

Interessant ist, dass bis in die 1960er Jahre des letzten Jahrhunderts hinein es üblich war, die Techniker- bzw. Fachschulen *als höhere Fachschulen* zu bezeichnen. 1968 wurde im Rahmen der Einführung der Fachhochschulen diese Bezeichnung aufgegeben. Da stellt sich natürlich die *Frage, ob die heute noch bestehenden Fachschulen nun niederer Art* sind!

Dass die Antwort hier nur „Nein“ sein kann, liegt auf der Hand. Die Technikerschulen bzw. Fachschulen stehen an der Spitze von Karriereoptionen für Absolventen des dualen Systems.

Auch hinsichtlich der bildungspolitischen Anerkennung haben die Fachschulen und deren Verbände in den vergangenen Jahren einiges erreicht. Zu nennen sind:

- Beim Deutschen Qualifikationsrahmen (und damit auch beim Europäischen), wird der Technikerabschluss seit 2012 dem Niveau 6, also dem Bachelor-Niveau zugeordnet.
- Seit März 2009 ermöglicht die KMK per Beschluss den Technikern den allgemeinen Hochschulzugang.
- National und International wird der Techniker-Abschluss inzwischen dem tertiären Bildungsbereich zugeordnet.
- Dem BVT[3] ist es gelungen, mit einigen Hochschulen Kooperationsvereinbarungen zu treffen, um den Technikerabschluss für Bachelorstudien umfänglich anrechnen zu lassen.

3 Bundesverband höherer Berufe der Technik, Wirtschaft und Gestaltung

5 Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Technikerschulen

Eine Technikerausbildung kann der Kategorie der „Höheren Berufsbildung" zugeordnet werden. Es handelt sich dabei um eine vertikale Karrieremöglichkeit für Absolventen einer beruflichen Erstausbildung. *Sie bewährt sich nach wie vor neben der akademischen Ausbildung zum Bachelor.*

Das *Markenzeichen* der Technikerausbildung ist

- Arbeitsmarktorientierung,
- Übernahme von Führungsaufgaben und
- fachübergreifende Handlungskompetenz.

Dieses Markenzeichen gilt es zu erhalten, weil es von der Industrie hoch akzeptiert ist. Gerade jetzt, in einer Zeit, in der die Fachhochschulen immer näher an die Universitäten heranrücken, tun sich für Technikerschulen viele Chancen auf, das inhaltliche Vakuum neben der theoriebasierten akademischen Ausbildung zu schließen.
Für die Technikerschulen liegt es auf der Hand, gemeinsam mit der Industrie und dem Handwerk zu überlegen, welches Profil der Technikerabsolventen und Absolventinnen Zukunftschancen in den Augen der Abnehmer hat.

Für die Imagebildung ist es naheliegend, über lukrative Titel für die Abschlüsse nachzudenken. Dabei wird man nicht an einer Annäherung an die akademischen Abschlussbezeichnungen vorbeikommen.

Um den besonders befähigten Absolventen der Technikerschulen weitere Karriereoptionen anbieten zu können, ist es erforderlich, dass Technikerschulen Anerkennungsverfahren und Anerkennungsmechanismen mit den Hochschulen erarbeiten und diese per Kooperationsverträge festschreiben. In einigen Regionen wie beispielsweise in Bremen mit der hohen Dichte an Hochschulen ist dieses bereits gelungen.

Die Zuordnung der Technikerabschlüsse auf Niveau 6 des Qualifikationsrahmens ist nur ein vordergründiger Erfolg. Gewonnen haben damit die Technikerabsolventen weder die Gleichstellung mit den akademischen Abschlüssen noch eine systematische Anrechnung der in den Technikerschulen erbrachten Leistungen bei Hochschulstudiengängen. Um eine Gleichstellung zu erreichen, wären intensivere und vollständigere Qualitätsabgleiche beispielsweise über Kompetenzfeststellungen anzustreben. Dieser Weg wird jedoch bisher noch nicht beschritten.

Eine andere oder weitere Strategie wäre, vertikale Karrierepfade aufzubauen, die direkt aus dem Technikerabschluss heraus Bachelor- und Masterstudiengänge mit beruflicher Ausrichtung ermöglichen. Das würde bedeuten, dass es Studiengänge geben muss, die nicht mit den klassischen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen (Mathe, Mechanik ...) beginnen, sondern mit dem bei Technikern vorherrschenden Anwendungsbezug starten. Erst bei fortgeschrittenem Studium, so die Überlegung in diesem Falle, sollte dann das Studium mit Hilfe der klassischen Disziplinen vertieft werden. *Das Studium wäre also vom „Kopf auf die Beine" zu stellen.*

An manchen Stellen wird in diesem Zusammenhang bereits von „Beruflichen Hochschulen“ gesprochen wie beispielsweise in den Ausführungen bei Schwenger im Artikel „Technikerabschluss – Kompetenzmerkmal im nationalen und europäischen Kontext?“ (Schwenger 2017)

Die Techniker, die Technikerverbände und die Technikerschulen haben die einmalige Chance,

- den Techniker-Abschluss besonders industrietauglich zu machen, so dass sie die Bachelor-Abschlüsse als potentielle Konkurrenten nicht zu fürchten brauchen;
- sie haben die Chance, der praktischen Qualität der Technikerausbildung europaweit das notwendige Gewicht zu verschaffen und
- sie haben die Chance, die Durchlässigkeit für Techniker im deutschen Bildungssystem zu forcieren.

Literatur

Ahrens, D. (2012): Bildungstypen und ihr Habitus: Von der Durchlässigkeit zur sozialen Öffnung der Hochschule. In: bwp@Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, Ausgabe 23, 1–14. Online: http://www.bwpat.de/ausgabe23/ahrens_bwpat23.pdf (12-12-2012).

Becker, M.; Kammermann, M.; Spöttl, G.; Balzer, L. (Hrsg.) (2017): Ausbildung zum Beruf. Internationaler Vergleich der berufsförmigen Ausbildungskonzepte für benachteiligte Jugendliche. Frankfurt am Main: Lang Verlag.

Elmers, S. (2016): 576 neue Meisterinnen und Meister. In: Zeitschrift „Ausbildung“. Hamburg: Kfz-Innung, S. 26.

Kuda, E.; Kaßebaum, B. (2012): Bologna- und Kopenhagen-Prozess: Auf dem Weg zu einem neuen Verhältnis von beruflicher und akademischer Bildung. In: KUDA, E. et al. (Hrsg.): Akademisierung der Arbeitswelt. Zur Zukunft der beruflichen Bildung. Hamburg, S. 68–96.

IAB – Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) (2016): Pressemitteilung. Nürnberg.

KMK 2018: Rahmenvereinbarung über Fachschulen. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.11.2002 i. d. F. vom 23.02.2018.

COM (2016): A new skills agenda for Europe: Working together to Strengthen Human Capital, Employability and Competitiveness. Brussels, 10.06.2016, 381 final.

Pahl, J.-P. (2010): Fachschule. Praxis und Theorie einer beruflichen Weiterbildungseinrichtung. Bielefeld: W. Bertelsmann.

Schwenger, U. (2017): Technikerabschluss – Kompetenzmerkmal im nationalen und europäischen Kontext? lernen & lehren 32(127), S. 101–106.

Spöttl, G. (2016): Das Duale System der Berufsausbildung als Leitmodell. Struktur, Organisation und Perspektiven der Entwicklung und europäische Einflüsse. Frankfurt am Main: Lang Verlag.

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.

Tutschner, R.; Strauss, J. (2010): Techniker/innen und Interessensvertretungen. Zur Arbeitssituation und beruflichen Identität von Technikern. Bremen: ITB-Forschungsberichte, Nr. 49, Oktober 2010.

Autor

Prof. Dr. Dr. h. c. Georg Spöttl
University Bremen und Steinbeis Transferzentrum
spoettl@uni-bremen.de
www.uni-bremen.de

Gelingensbedingungen für einen erfolgreichen Übergang von beruflich qualifizierten Studierenden in die Studieneingangsphase ingenieurpädagogischer Studiengänge

Julia Arnold, Florian Winkler

Abstract

Der Artikel gibt einen Einblick über individuelle Problemlagen beim Studieneinstieg beruflich qualifizierter Studierender in ein ingenieurpädagogisches Studium und möchte zugleich mögliche Lösungsansätze aufzeigen, die es ermöglichen, solchen entgegenzuwirken. Es werden dazu auf theoretischer Ebene zielgruppenspezifische Erfolgsfaktoren herausgearbeitet, welche anschließend anhand empirischer Ergebnisse einer qualitativ angelegten Studie flankiert und in Bezug gebracht werden, um daraus erforderliche und wirksame Gestaltungsmaßnahmen für einen erfolgreichen Übergang abzuleiten.

The article provides insight into individual problems of vocationally qualified persons during study entry phase studying engineering pedagogy, along with possible solutions to counteract these. For this purpose, target group-specific success factors are identified on a theoretical level, subsequently flanked and referenced with empirical results of a qualitative study to derive necessary and effective measures for a successful transition.

Hintergrund

Der berufsbildende Bereich steht vor der großen Herausforderung, ausreichend viele Lehrkräfte gut auszubilden, um dem gravierend ansteigenden Lehrerbedarf entgegenzuwirken. Dass es sich beim Mangel an Lehrerinnen und Lehrern um ein deutschlandweit flächendeckendes Problem handelt, zeigt die Altersstruktur der Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen für das Schuljahr 2016/2017 (s. Abb. 1). Im Durchschnitt ist jede zweite Lehrkraft im berufsbildenden Bereich in Deutschland über 50 Jahre alt. In Sachsen-Anhalt sind im Schuljahr 2016/2017 lediglich 40 % der Lehrkräfte unter 50 Jahre alt, wodurch in den nächsten 15 Jahren 60 % der Lehrkräfte aus dem berufsbildenden Bereich den Schuldienst verlassen werden.

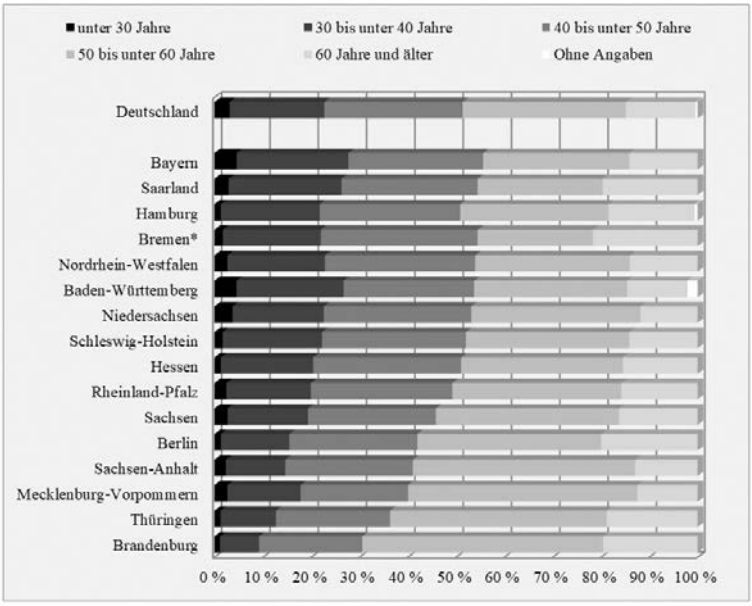


Abbildung 1: Altersstruktur der Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen Schuljahr 2016/17, *Datengrundlage Bremen aus Schuljahr 2013/14 (eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2018)

Besonders die Fachrichtungen der Elektro- und Metalltechnik sind verstärkt betroffen. Eine Analyse der Fachrichtungen in der Ingenieurpädagogik in Sachsen-Anhalt zeigt einen massiven Einbruch in der Versorgung mit Lehrkräften in den Jahren 2016 bis 2030. Innerhalb dieser 15 Jahre gehen in der Elektrotechnik ca. 80 % und in der Metalltechnik ca. 75 % der Lehrkräfte in den Ruhestand (vgl. Zechiel 2017, S. 106). Diese Situation spitzt sich mit Blick auf die Studierendenzahlen zu. Eine Analyse der Studierendenzahlen an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg offenbart, dass die bisherigen Studierendenzahlen den wachsenden Bedarf an Lehrkräften nicht annähernd decken können (vgl. Arnold 2017, S. 19ff). Dieses erhebliche Nachwuchsproblem in den ingenieurpädagogischen Fachrichtungen erzeugt einen dringenden Handlungsbedarf. Einen Beitrag leistet der Lehrstuhl für Ingenieurpädagogik und gewerblich-technische Fachdidaktiken, indem er in der Akquise potentieller Lehramtsstudenten und -studentinnen vermehrt die Zielgruppe der beruflich qualifizierten Fachkräfte anwirbt.

Seit dem Jahr 2009 wird den Absolventen einer beruflichen Aufstiegsfortbildung (z. B. Staatlich geprüfte Techniker/-innen, Meister/-innen) die allgemeine Hochschulzugangsberechtigung zugesprochen (vgl. KMK 2009). Dies ermöglicht eine freie Studienwahl an Fachhochschulen und Universitäten ohne vorherigen Erwerb einer fachgebundenen bzw. allgemeinen Hochschulreife und ohne das Ablegen einer Begabtenprüfung.

Beruflich qualifizierte Fachkräfte weisen aufgrund ihrer betrieblichen Berufserfahrung und beruflichen Bildungsbiografie bedeutsame Kompetenzen auf (vgl.

Zechiel 2017, S. 107), welche sie zu vielversprechenden Lehramtsstudenten/-studentinnen für den berufsbildenden Bereich machen. Vor allem durch ihre praktischen Erfahrungen, welche im Studium durch umfangreiche Theorie ergänzt werden, weisen sie einen Vorteil gegenüber traditionell Studierenden bei der Umsetzung des Lernfeldkonzeptes in der beruflichen Bildung auf. Die Aufstiegsfortbildung zum/zur Staatlich geprüften Techniker/-in beinhaltet durch ihre hohe Formalisierung und dem hohen Stundenumfang zudem Potentiale, die Studienzeit über Anrechnungsverfahren zu verkürzen und somit das Studium für diese Studierendengruppe attraktiver zu gestalten. Dieses Ziel wird zurzeit intensiv im Pilotprojekt *Techniker studieren Lehramt* verfolgt (vgl. ebd., S. 107 ff).

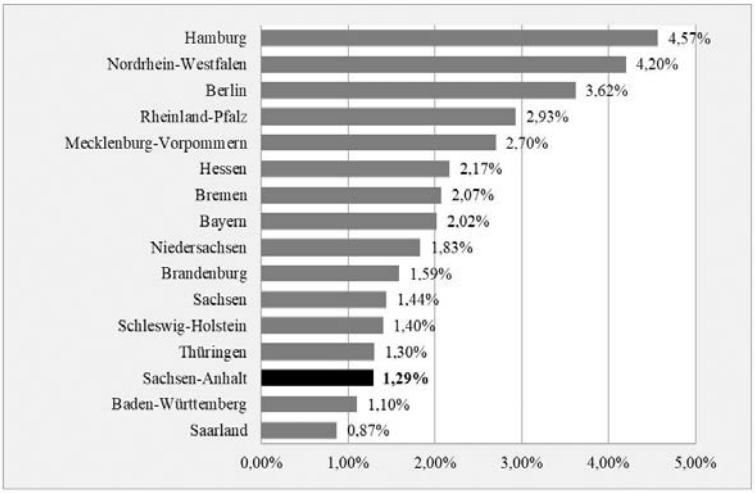


Abbildung 2: Anteil der Studienanfänger/-innen ohne Abitur nach Bundesländern im Jahr 2016 (eigene Darstellung nach CHE 2018a))

Trotz der Berechtigung, beispielsweise mit einer beruflichen Aufstiegsfortbildung studieren zu dürfen, ist der Anteil an Studienanfänger/-innen ohne allgemeines oder fachgebundenes Abitur in Deutschland relativ gering. Der höchste Wert wurde im Jahr 2014 mit einem Anteil von 2,8 % erreicht. Während der Anteil im Jahr 2015 auf 2,5 % sank, stieg er 2016 wieder leicht auf 2,6 % an (vgl. CHE 2018b). Bezüglich der einzelnen Bundesländer ist eine heterogene Verteilung der Studienanfänger/-innen ohne Abitur und fachgebundene Hochschulreife zu verzeichnen (s. Abb. 2). Während Hamburg, Nordrhein-Westfalen, Berlin, Rheinland-Pfalz und Mecklenburg-Vorpommern oberhalb des Bundesdurchschnitts von 2,6 % liegen, belegt Sachsen-Anhalt im Jahr 2016 mit einem Anteil von 1,29 % zwar nicht mehr den letzten Platz im Länderranking, befindet sich jedoch immer noch weit unter dem Bundesdurchschnitt (vgl. CHE 2018a).

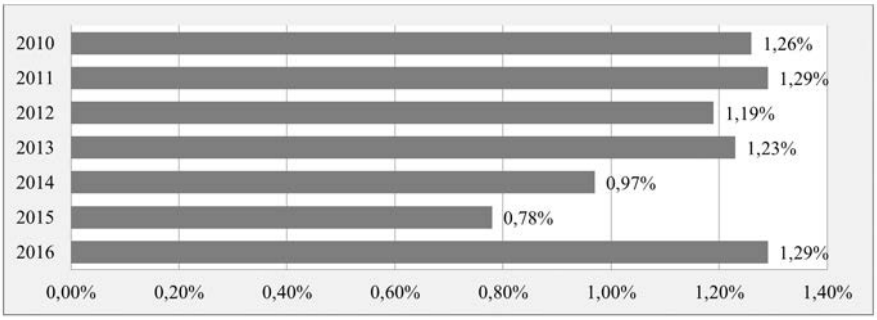


Abbildung 3: Quantitative Entwicklung der Studienanfänger/-innen in Sachsen-Anhalt (eigene Darstellung nach CHE 2018a)

Die quantitative Entwicklung der Studienanfänger/-innen ohne Abitur und Fachhochschulreife in Sachsen-Anhalt (s. Abb. 3) zeigt einen deutlichen Abwärtstrend in den letzten Jahren. Der Anstieg im Jahr 2016 muss aufgrund der geänderten Datengrundlage des Centrums für Hochschulentwicklung vorsichtig interpretiert werden (vgl. CHE 2018a).

Die wesentlich höheren Anteile an Studienanfänger/-innen ohne Abitur in anderen Bundesländern zeigen, dass der Übergang zwischen beruflicher Bildung und Hochschulsystem in Sachsen-Anhalt bisher zwar formal besteht, jedoch kaum genutzt wird. Vor dem Hintergrund die Studierendenzahlen in ingenieurpädagogischen Studiengängen auch unter Einbezug dieser potentiellen Studierendengruppe zu erhöhen und langfristig zu stabilisieren, sollen im Nachfolgenden solche Erfolgsfaktoren in den Blick genommen werden, die sich an Hochschulen bewährt haben, welche bereits auf Erfahrungen mit dieser speziellen Zielgruppe zurückgreifen können.

Erfolgsfaktoren

Hochschulen, welche besonders von beruflich qualifizierten Studierenden nachgefragt werden, reagieren durch hohe Anteile an Distance- bzw. E-Learning-Angeboten auf die besonderen Lebensumstände beruflich qualifizierter Studierender, wie etwa familiäre und erwerbstätige Verpflichtungen (vgl. Nickel & Püttmann 2015, S. 95 ff.). Zudem richten sich Unterstützungsangebote in der Studieneingangsphase und Brückenkurse direkt an diese Studierendengruppe, um Wissens- und Kompetenzdefizite aufzuarbeiten (vgl. ebd.). Hierbei soll die Ausgestaltung zielgruppenspezifischer Unterstützungsangebote betont werden. Allgemein orientieren sich Unterstützungsangebote zu Beginn des Studiums am Abiturwissen traditionell Studierender und zielen auf dessen Wiederholung ab. Eine Aufarbeitung von Defiziten von Studierenden ohne Abitur wird dabei kaum möglich sein (vgl. Banscherus et al. 2016, S. 305 f.).

Otto & Kamm (2016, S. 219) weisen darauf hin, dass potentielle beruflich qualifizierte Studierende oftmals nicht über die Studienmöglichkeit informiert sind. Stark nachgefragte Hochschulen füllen diese Informationslücke durch eine aktive Kommunikation nach außen und einer Profilierung im Studieren ohne Abitur (vgl. Banscherus et al. 2016 S. 219). Zusätzlich stellen einige Hochschulen ein umfangreiches Informationsangebot in Form von Checklisten, Leitfäden, Merkblättern, FAQ`s, Informationsbroschüren sowie Musterklausuren und Beispielaufgaben zur Verfügung (vgl. ebd., S. 297 f.).

Zum Teil lassen sich rein onlinebasierte Informations-, Beratungs- und Unterstützungsangebote finden. Beispielsweise gleichen Online-Self-Assessements individuelle Interessen, Erwartungen und das Kompetenzprofil eines Interessierten mit den Leistungsanforderungen eines Studienfachs ab und sprechen Empfehlungen zu Vorkursen aus (vgl. ebd., S. 307ff). Teilweise werden online durchgeführte Brückenkurse tutoriell begleitet und flexible Übungsbausteine zur Verfügung gestellt (vgl. ebd.). Ein solches Format bedarf jedoch einem hohen Betreuungsaufwand und einer entsprechenden Finanzierung. Eine Herausforderung rein virtueller Lehr-Lern-Formate besteht zudem darin, die Motivation der Teilnehmenden aufrechtzuhalten (vgl. ebd.).

Andere Formate verbinden Online- und Präsenzangebote. Hierbei können sich Interessierte, zum Beispiel über ein Online-Studienberatungsportal, zielgruppenspezifisch informieren und werden dann gezielt auf qualifizierte persönliche Beratungsgespräche verwiesen. Durch den Einsatz von Blended-Learning Formaten – auch in Beratungs- und Unterstützungsangeboten – wird Studierenden und Studieninteressierten mit beruflichen und familiären Verpflichtungen eine flexible Nutzung ermöglicht. Jedoch erwies es sich als schwierig, bei der Gestaltung von Präsenzveranstaltungen Termine zu finden, bei denen alle Interessierten hätten teilnehmen können (vgl. ebd., S. 310f).

Ein weiterer Ansatzpunkt liegt in der Gestaltung niedrigschwelliger Orientierungsangebote, wie z. B. das Absolvieren eines Schnupperstudiums, mit dem Ziel bei den Studieninteressierten eine Vorstellung über Anforderungen und Aufwand eines Studiums zu entwickeln (vgl. ebd., S. 311f). Einige Hochschulen richten zielgruppenspezifische Tutorien oder gesonderte Einführungswochen für beruflich qualifizierte Studierende aus. An anderen Hochschulen besteht die Möglichkeit, an einem Schnupperstudium teilzunehmen, welches in unterschiedlichen Formen angeboten wird. Zum einen kann die Teilnahme an Kursen und Modulen vor Ort stattfinden, ohne immatrikuliert zu sein. Vereinzelt besteht dann auch die Möglichkeit an Prüfungen teilzunehmen und sich diese Leistungen bei der Aufnahme des Studiums anrechnen zu lassen. Zum anderen finden sich auch hier onlinebasierte Angebote, bei denen Studieninteressierten Informationsvideos, Podcasts, Diskussionsforen etc. bereitgestellt werden (vgl. ebd., S. 311 f).

Kritisch sehen Banscherus et al. (2016) die zumeist online ausgestalteten Angebote. Zwar ermöglichen diese räumliche und zeitliche Flexibilität, jedoch führt dies auch zu fehlender Individualität hinsichtlich der Chance, Studieninteressierte in per-

sönlichen Gesprächen zu einem Studium zu ermutigen und wertzuschätzen (vgl. ebd., S. 314 f).

Die Vielfalt an möglichen zielgruppenspezifischen Maßnahmen zeigt die Notwendigkeit einer standortspezifischen Analyse der Studierendengruppe, um daraus erforderliche und wirksame Gestaltungsmaßnahmen abzuleiten.

Beruflich qualifizierte Studierende in der Studieneingangsphase am Beispiel der Metalltechnik

Beruflich qualifizierte Studierende stehen im Vergleich zu traditionell Studierenden differenten Herausforderungen gegenüber. Um eine nachhaltige Erhöhung und Stabilisierung der Studierendenzahlen im ingenieurpädagogischen Bereich zu erreichen, ist es notwendig, die Bedürfnisse dieser Studierendengruppe zu verstehen und bei der Gestaltung von Studienbedingungen zu berücksichtigen. In einer explorativen Studie wurden Studierende des Lehramts an berufsbildenden Schulen mit der beruflichen Fachrichtung Metalltechnik unter anderem hinsichtlich der Problemlagen in der Studieneingangseingangsphase befragt. Das Sample umfasst dabei alle im Bachelor immatrikulierten beruflich qualifizierten Studierenden (n = 4). Davon haben drei Studenten eine berufliche Aufstiegsfortbildung als „Staatlich geprüfte Techniker" absolviert und ein Student erwarb seine Hochschulzugangsberechtigung über einen Meisterabschluss.

Die Ergebnisse dieser Befragung legen nahe, dass bestimmten Bedenken, die gegen die Aufnahme eines Studiums sprechen, bereits bei der Akquise entgegengewirkt werden sollte. Das betrifft zum einen Unsicherheiten hinsichtlich der formalen Zulassung für ein Studium. Hierbei ist zwischen denjenigen Aspiranten/-innen zu differenzieren, die ihre Zulassung an den Fachschulen für Technik erworben haben und denen, die über andere Zugangswege (beispielsweise Meisterschule) verfügen. Während die Gruppe der Techniker/-innen sich diesbezüglich gut informiert sieht, bestehen bei der zweiten Gruppe dahingehend erhebliche Unsicherheiten. Die Gründe hierfür sind: Der Studiengang wird an den Fachschulen für Technik vom verantwortlichen Lehrstuhl stark beworben. Die entsprechende Berufsbildende Schule ist gleichzeitig Partnerschule des Lehrstuhls und zudem auch regional in unmittelbarer Nähe angesiedelt. In diesem Zuge wird auch die Zulassung zu einem Studium über den Weg einer Aufstiegsfortbildung thematisiert, wodurch Bedenken von vornherein eher gering ausgeprägt sind. Ein solches Beratungsangebot ist analog für beruflich qualifizierte Aspiranten/-innen mit alternativen Zugangsvoraussetzungen nicht ohne weiteres zu realisieren. Dennoch zeigt dieses Ergebnis, dass die Bemühungen, über den Studiengang und seinen Zulassungen zu informieren, bereiter gestreut werden sollten, um eine möglichst große Menge potentieller Studentinnen und Studenten – z. B. in Rahmen von Informationsveranstaltungen – zu erreichen.

Drei der befragten Studenten verweisen auf ihr eigenes Lebensalter als stark bedenklichen Faktor, wenn es um die Abwägung zur Aufnahme eines Studiums und den Einstieg in das Studium geht. Konkret beschreiben diese Studierenden verstärkt einen Nachteil bzw. Bedenken bezüglich der Fragen, inwiefern sie Kontakt zu jüngeren Kommilitonen aufbauen, das Lernpensum bewältigen und ihre eigene Lebensführung an die neuen Herausforderungen anpassen können. Auch dieses Ergebnis spricht dafür, die Bemühungen innerhalb der Akquise zu intensivieren und im Rahmen von Informationsveranstaltungen Vorbehalte gegenüber des „eigenen Alters" zu thematisieren, um potentiellen Bedenken zu begegnen. Hierbei sollten z. B. die Vorteile des bisherigen Berufs- und Lebensweges für die Tätigkeit als Lehrkraft an Berufsbildenden Schulen herausgestellt werden.

Ein zentrales Problem stellt die Studienfinanzierung dar. Hierbei ist anzumerken, dass diese nicht nur eine positive Entscheidung zum Studium determiniert, sondern auch den Studienerfolg beeinflusst. Sobald es notwendig ist, dass die Studierenden ihr Studium durch Nebenjobs finanzieren, führt dies ggf. zur Abwesenheit an Lehrveranstaltungen und reduziert unter Umständen die vorhandene Lernzeit oder auch die zur Verfügung stehende Freizeit. Zusätzlich erwähnten die Studierenden in diesem Zuge auch eine reduzierte Teilnahme am gesellschaftlichen Leben. Hinsichtlich der Finanzierungsmöglichkeiten fühlten sich die Studierenden vor ihrem Studium nicht hinreichend beraten. Zum einen bedarf es an dieser Stelle einer umfassenden Schulung der Mitarbeiter in den verschiedenen Beratungsstellen der Universität, damit diese zumindest ein Spektrum an Finanzierungsmöglichkeiten offenlegen und auf zuständige Stellen verweisen können. Zum anderen sollte die Zusammenarbeit mit entsprechenden Stiftungen verstärkt werden, um über die Wichtigkeit der finanziellen Förderung dieser Studierendengruppe zu informieren und eine Bereitschaft zu fördern, zielgruppenspezifische Stipendien hervorzubringen.

Organisatorische Probleme ergaben sich beim Einstieg in das Studium hinsichtlich der Stundenplanerstellung – es ist anzunehmen, dass dieser Aspekt nicht nur diese Zielgruppe, sondern alle Studienanfänger/-innen vor eine Herausforderung stellt – und der Fragen, welche Lehrveranstaltungen zu besuchen und inwiefern Zulassungsbedingungen für anstehende Prüfungen zu erfüllen sind. Ein Grund dafür könnten die sehr unterschiedlichen Informationsstrukturen der Fakultäten darstellen, die an der Lehramtsausbildung beteiligt sind. Bei den Studierenden besteht durchweg der Wunsch nach mehr Ansprechpartnern und -partnerinnen sowie Bezugspersonen für verschiedene Bereiche, insbesondere zu Personen, die für die fachwissenschaftlichen Lehrgebiete zuständig sind. Insgesamt mangelt es am Standort jedoch nicht an vorhandenen Ansprechpersonen. Zielführend erscheint deshalb die fakultätsübergreifende Überprüfung gegebener Beratungsstrukturen und Informationsmittel hinsichtlich Transparenz, Vollständigkeit sowie vor allem Verständlichkeit und Zugänglichkeit des Informationsmaterials für Studieneinsteiger/-innen.

Von zentraler Bedeutung ist die Betrachtung des intellektuellen Anspruchs des Studiums. Bisher besuchen beruflich qualifizierte Studierende die gleichen Vorbe-

reitungskurse wie traditionell Studierende. In der Befragung kritisierten die Studierenden, die bereits im vorherigen Abschnitt aufgezeigten Defizite dieser Unterstützungsform. Da die Vorkurse vor offiziellem Semesterbeginn angeboten werden, können diese oftmals aufgrund zeitlicher Überschneidung mit der vorherigen beruflichen Tätigkeit nicht wahrgenommen werden. Andernfalls führte der Besuch dieser Veranstaltung dazu, dass Defizite erkannt wurden, jedoch standen der kurze Zeitrahmen und die fehlende individuelle Unterstützung einer Aufarbeitung entgegen. Als spezielles Angebot für die Lehramtsstudent/-innen im gewerblich-technischen Bereich gestaltet der Lehrstuhl für Ingenieurpädagogik und gewerblich-technische Fachdidaktiken bereits mehrere Tutorien zu grundlegenden Bachelorveranstaltungen. Vor dem Hintergrund der aufgezeigten Problematik besteht hier ein deutliches Verbesserungspotential. Da die Termine individuell mit den Interessierten abgestimmt werden und somit zunächst der Stundenplan bei allen Interessierten feststehen muss, beginnen die Tutorien meist erst in der 3. Vorlesungswoche. Besonders in den Mathematiktutorien besteht dann ein zeitliches Problem dahingehend, mathematische Grundlagen aufzuarbeiten und den Vorlesungs- und Übungsstoff parallel zu begleiten. Um dem entgegenzuwirken, empfiehlt sich in einem ersten Schritt, ein studiengangspezifischer Mathematikvorbereitungskurs mit individuellen Terminen zur Aufarbeitung mathematischer Grundlagen zu Beginn des Studiums. Mit Hinblick auf die noch überschaubare Anzahl beruflich qualifizierter Studierender im Studiengang sollte eine gemeinsame Terminfindung möglich sein und eine Finanzierung über die vorhandenen Mittel für Tutorien abgedeckt werden können. In einem zweiten Schritt sollte ein für alle Studiengänge ausgerichteter Onlinevorbereitungskurs mit individuellen Übungsbausteinen aufgebaut werden und durch Tutoren individuell begleitet werden.

Neben den wahrgenommenen Defiziten in mathematischen Grundlagen, verfügen die befragten beruflich qualifizierten Studierenden aufgrund ihres Berufs- und Bildungsweges über ein umfangreiches fachspezifisches Vorwissen in der Metalltechnik. An der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg wird für einige Module eine Anrechnung bereits erbrachter Leistungen aus der Aufstiegsfortbildung vorgenommen (vgl. Zechiel 2017) und eine Erweiterung der Anrechnung intensiv diskutiert. Ausbaufähig, vor allem vor dem Hintergrund der Lehrerbildung im gewerblich-technischen Bereich, ist die Steigerung der Kenntnisrelevanz beruflicher Vorerfahrungen durch praxisnahe und anwendungsbezogene Lehrveranstaltungen. Im Zentrum der Diskussionen sollte neben der Aufarbeitung von Defiziten – insbesondere im mathematischen Bereich – vor allem die aktive Einbindung des fachspezifischen Vorwissens und der berufsbiographisch erworbenen Kompetenzen in ein ingenieurpädagogisches Studium stehen.

Fazit

Die Ergebnisse der studiengangspezifischen explorativen Studie hinsichtlich der Problemlagen beruflich qualifizierter Studierender beim Einstieg in das ingenieurpädagogische Studium zeigen einen besonderen Handlungsbedarf in der Ausgestaltung des Übergangs zwischen dem beruflichen und hochschulischen Bildungssystem. Zunächst bedarf es einer aktiven Kommunikation bezüglich der Studiermöglichkeit nach außen, gefolgt von einer durchgehenden Informationstransparenz.

Zentral für die Studienentscheidung und den Studienerfolg ist ein umfangreiches Finanzierungsangebot. Bereits hier sowie in den nachfolgenden Aspekten muss die Heterogenität der Studierenden betrachtet werden. Beruflich qualifizierte Studierende besitzen teilweise langjährige Berufserfahrungen und haben sich aufbauend auf ihren finanziellen Möglichkeiten einen entsprechenden Lebensstandard aufgebaut, an dem ggf. auch ihre Familien teilhaben. Um ein Studium attraktiv zu machen, müssen neben der eigentlichen Bereitstellung von Finanzierungsmöglichkeiten auch die differenten Lebensumstände gegenüber traditionell Studierenden berücksichtigt werden.

Eine zunehmend heterogene Studierendenschaft bedarf auch heterogener Veranstaltungsangebote. Gerade hier sind sowohl die Vorbereitungs- und Unterstützungsangebote sowie die Lehrveranstaltungen innerhalb des ingenieurpädagogischen Studiums ausbaufähig. Im Rahmen der Ausgestaltung eines solchen Studiums sollten die Kompetenzen, welche beruflich qualifizierte Studierende aufgrund ihres Berufs- und Bildungsweges mitbringen, einerseits aktiv eingebunden und andererseits bereits erbrachte Leistungen vermehrt auf das Studium angerechnet werden.

Resümierend bleibt festzuhalten, dass ein erfolgreicher Übergang von beruflich qualifizierten Studierenden in die Studieneingangsphase ingenieurpädagogischer Studiengänge durch Bemühungen beteiligter Akteure gefördert und unterstützt werden kann. Dabei sind die Interventionsmöglichkeiten mannigfach und reichen von Maßnahmen, die bereits bei der Akquise von Studierenden ansetzen, über Maßnahmen, die direkt beim Studieneinstieg zu tragen kommen, bis hin zu solchen, welche die Gelingensbedingungen in der Studieneingangsphase steigern können.

Literatur

Arnold, J. (2017): Studienmotive, Problemlagen sowie Stärken und Defizite beruflich qualifizierter Studierender in der Studieneingangsphase ingenieurpädagogischer Studiengänge. Masterarbeit, Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität.

Banscherus U.; Kamm C.; Otto A. (2016): Gestaltung von Zu- und Übergängen zum Hochschulstudium für nicht-traditionell Studierende. In: Wolter, A.; Banscherus, U.; Kamm, C. (Hrsg.): Zielgruppen Lebenslangen Lernens an Hochschulen. Münster: Waxmann, S. 295–319.

CHE – Centrum für Hochschulentwicklung (2018a): Quantitative Entwicklung in den Bundesländern. Abrufbar unter: http://www.studieren-ohne-abitur.de/web/information/daten-monitoring/quantitative-entwicklung-in-den-bundeslaendern-tableau/. (letzter Zugriff: 19.06.2018).

CHE – Centrum für Hochschulentwicklung (2018b): Quantitative Entwicklung in Deutschland gesamt. Abrufbar unter: http://www.studieren-ohne-abitur.de/web/information/daten-monitoring/quantitative-entwicklung-in-deutschland-insgesamt/. (letzter Zugriff: 19.06.2018).

KMK – Kultusministerkonferenz (2009): Hochschulzugang für beruflich qualifizierte Bewerber ohne schulische Hochschulzugangsberechtigung. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 06.03.2009.

Nickel S.; Püttmann V. (2015): Erfolgsfaktoren für die Durchlässigkeit zwischen beruflicher und akademischer Bildung am Beispiel des Studierens ohne Abitur. In: Elsholz, U.: Beruflich Qualifizierte im Studium. Analysen und Konzepte zum Dritten Bildungsweg. Bielefeld: wbv, S. 87–102.

Otto A.; Kamm C. (2016): "Ich wollte einfach noch eine Stufe mehr". In: Wolter, A.; Banscherus, U.; Kamm, C.: Zielgruppen Lebenslangen Lernens an Hochschulen. Münster: Waxmann, S. 197–223.

Statistisches Bundesamt (2018): Lehrkräfte nach Altersgruppen und Bundesländern. Abrufbar unter: https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/BildungForschungKultur/Schulen/Tabellen/AllgemeinBildendeLehrkraefteAlterBundeslaender.html (letzter Zugriff: 03.06.2018).

Zechiel, O. (2017): Übergänge aus der Fachschule für Technik in das ingenieurpädagogische Studium. In: Lernen und Lehren. Jahrgang 32 (127), S. 106–111.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Altersstruktur der Lehrkräfte an berufsbildenden Schulen Schuljahr 2016/17, *Datengrundlage Bremen aus Schuljahr 2013/14 296

Abb. 2 Anteil der Studienanfänger/-innen ohne Abitur nach Bundesländern im Jahr 2016 297

Abb. 3 Quantitative Entwicklung der Studienanfänger/-innen in Sachsen-Anhalt 298

Autorin und Autor

M. Ed. Julia Arnold
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Lehrstuhl für Ingenieurpädagogik und gewerblich-technische Fachdidaktiken
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
julia.arnold@ovgu.de

M. A. Florian Winkler
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Lehrstuhl für Ingenieurpädagogik und gewerblich-technische Fachdidaktiken
florian.winkler@ovgu.de

Digitalisierung der Ausbildung

↗ wbv.de/bai

- Digitalisierung der Ausbildung
- Kompetenzentwicklung für Industrie 4.0
- Integration von Migrant:innen

Der Sammelband fasst Beiträge aus Berufsbildungspraxis und -forschung zu den Metathemen Digitalisierung und Fachkräftesicherung zusammen. Aus unterschiedlichen Blickwinkeln gehen die Autor:innen auf Veränderungen in der Berufsbildung ein, stellen Konzepte zur Digitalisierung der Ausbildung in gewerblich-technischen Berufen vor und diskutieren die Kompetenzentwicklung für Lehrkräfte.

Der Band ist in drei Themenblöcke gegliedert. Zentrale Themen des ersten Blocks sind: die Rolle der Migrantinnen und Migranten bei der Lösung des Fachkräftemangels, Aufgaben für die Berufsbildung sowie erfolgreiche Modelle zur Integration von Migrant:innen an Berufsschulen. Der zweite Block stellt die Gestaltung beruflicher Lehr-Lernprozesse sowie die Implementierung von Medien in gewerblich-technischen Ausbildungsberufen in den Mittelpunkt. Die Beiträge des dritten Themenblocks behandeln die Bildung von Lehrkräften in gewerblich-technischen Fachrichtungen, die Förderung der Professionalisierung sowie deren Kompetenzentwicklung im Kontext von Industrie 4.0.

Thomas Vollmer, Steffen Jaschke, Ralph Dreher (Hg.)

Aktuelle Aufgaben für die gewerblich-technische Berufsbildung

Digitalisierung, Fachkräftesicherung, Lern- und Ausbildungskonzepte

Berufsbildung, Arbeit und Innovation, 47
2018, 312 S., 47,90 € (D), ISBN 978-3-7639-1197-4
Als E-Book bei wbv.de

wbv Media GmbH & Co. KG · Bielefeld
Geschäftsbereich wbv Publikation
Telefon 0521 91101-0 · E-Mail service@wbv.de · Website wbv.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 drei Schwerpunkte gegliedert:

- Berufsbildung, Arbeit und Innovation (Hauptreihe)
- Dissertationen/Habilitationen (Unterreihe)
- Studientexte (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

Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Durchlässigkeit in den technischen Berufen stehen im Fokus des Tagungsbandes. Die Autorinnen und Autoren betonen die zentrale Rolle der Beschäftigten in technischen Berufen bei der Gestaltung der aktuellen Lebens- und Arbeitswelt, besonders mit Blick auf die zukünftigen technologischen Umwälzungen. Insbesondere die Aus- und Weiterbildung wird und muss sich deutlich verändern. Ausbildungsinhalte können immer seltener prozessorientiert vermittelt werden und der technologische Wandel erfordert eine kontinuierliche berufliche Weiterbildung für alle Beschäftigten.

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. Thomas Vollmer – Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik an der Universität Hamburg

Dr. Steffen Jaschke – Arbeitsgruppe Didaktik der Informatik an der Universität Siegen

Prof. Dr. Martin Hartmann – Institut für Berufspädagogik und Berufliche Didaktiken an der TU Dresden

Dipl.-Ing. Bernd Mahrin – Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre an der TU Berlin

StD Ulrich Neustock – Bereich Mechatronik und Metallbautechnik an der Max-Eyth-Schule Kassel

ISBN 978-3-7639-6024-8

wbv Publikation

wbv.de/bai