



Thomas Vollmer, Torben Karges, Tim Richter,
Britta Schlömer, Sören Schütt-Sayed (Hg.)



Digitalisierung mit Arbeit und Berufsbildung nachhaltig gestalten

Digitalisierung mit Arbeit und Berufsbildung nachhaltig gestalten

Thomas Vollmer, Torben Karges, Tim Richter,
Britta Schlömer, Sören Schütt-Sayed (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 zwei Schwerpunkte gegliedert:

- Berufsbildung, Arbeit und Innovation (Hauptreihe)
- Dissertationen/Habilitationen (Unterreihe)

Reihenherausgebende:

Prof.in Dr.in habil. Marianne Friese

Justus-Liebig-Universität Gießen
Institut für Erziehungswissenschaften
Professur Berufspädagogik/Arbeitslehre

Prof. Dr. paed. Klaus Jenewein

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut I: Bildung, Beruf und Medien; Berufs- und Betriebspädagogik
Lehrstuhl Ingenieurpädagogik und gewerblich-technische Fachdidaktiken

Prof.in Dr.in Susan Seeber

Georg-August-Universität Göttingen
Professur für Wirtschaftspädagogik und Personalentwicklung

Prof. Dr. Dr. h. c. Georg Spöttl M. A.

Zentrum für Technik, Arbeit und Berufsbildung an der Uni Campus GmbH
der Universität Bremen und Steinbeis-Transferzentrum InnoVET in Flensburg

Wissenschaftlicher Beirat

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



Weitere Informationen finden
Sie auf wbv.de/bai

**Thomas Vollmer, Torben Karges, Tim Richter,
Britta Schlömer, Sören Schütt-Sayed (Hg.)**

Digitalisierung mit Arbeit und Berufsbildung nachhaltig gestalten



Berufsbildung, Arbeit und Innovation –
Hauptreihe, Band 55

© 2020 wbv Publikation
ein Geschäftsbereich der
wbv Media GmbH & Co. KG
Bielefeld 2020

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

Umschlagmotiv: 1expert, 123rf

Bestellnummer: 6004722
ISBN (Print): 978-3-7639-5833-7
DOI: 10.3278/6004722w

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 verfü-
gbar 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.

Die freie Verfügbarkeit der E-Book-Ausgabe dieser Publikation wurde ermöglicht durch ein Netzwerk wissenschaftlicher Bibliotheken und Institutionen zur Förderung von Open Access in den Sozial- und Geisteswissenschaften im Rahmen der *wbv OpenLibrary 2020*.

Die Publikation beachtet unsere Qualitätsstandards für Open-Access-Publikationen, die an folgender Stelle nachzulesen sind:

https://www.wbv.de/fileadmin/webshop/pdf/Qualitaetsstandards_wbvOpenAccess.pdf

Großer Dank gebührt den Förderern der OpenLibrary 2020 in den Fachbereichen Erwachsenenbildung und Berufs- und Wirtschaftspädagogik:

Freie Universität **Berlin** | Humboldt-Universität zu **Berlin** | Universitätsbibliothek **Bielefeld** | Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) **Bonn** | Deutsches Institut für Erwachsenenbildung Leibniz-Zentrum für Lebenslanges Lernen e. V. **Bonn** | Staats- und Universitätsbibliothek **Bremen** | Universität **Duisburg-Essen** | Universitäts- und Landesbibliothek **Düsseldorf** | Goethe-Universität **Frankfurt am Main** | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation (DIPF) **Frankfurt am Main/Berlin** | Pädagogische Hochschule **Freiburg** | Georg-August-Universität **Göttingen** | Karl-Franzens-Universität **Graz** | Martin-Luther-Universität **Halle-Wittenberg** | Universitätsbibliothek **Hagen** (FernUni Hagen) | **Karlsruher** Institut für Technologie (KIT) | Universitätsbibliothek **Kassel** | Zentral- und Hochschulbibliothek **Luzern** (ZHB) | Universitätsbibliothek **Magdeburg** | Max Planck Digital Library München | Universitäts- und Landesbibliothek **Münster** | Landesbibliothek **Oldenburg** | Universitätsbibliothek **Osnabrück** | Universitätsbibliothek **St. Gallen** | Universität **Vechta** | Pädagogische Hochschule **Zürich** | Zentralbibliothek **Zürich**

Inhalt

| | |
|---|-----------|
| Vorwort | 9 |
| Ressourcenfokussierte Facharbeit als Gegenstand beruflicher Bildung | 15 |
| <i>Thomas Vollmer</i> | |
| Digitalisierung und Nachhaltigkeit – Chancen und Risiken | 17 |
| <i>Stefan Nagel</i> | |
| Nachhaltigkeitsorientiertes Fachkräftehandeln im Kontext einer Green Economy und zunehmender Digitalisierung | 37 |
| Handling oder Handlung – Wege zum „smarten“ Lernen im Unterricht gewerblich-technischer Schulen | 59 |
| <i>Susanne Thimet</i> | |
| Interdisziplinäre Ausbildung von Lehrkräften zu Industrie 4.0 | 61 |
| <i>Hartmut Müller, Folene Nannen-Gethmann</i> | |
| Berufliche Qualifizierung 4.0 – Konzepte und Ziele für die gewerblichen Berufe | 73 |
| <i>Martin D. Hartmann, Eric J. Wendkouni Sawadogo, Dirk Wohlrahe</i> | |
| Komplexität technisch-kommunikativer Vorgänge im Rahmen der Digitalisierung und Konsequenzen für Kompetenzprofile und Unterricht | 85 |
| <i>Tanja Mansfeld</i> | |
| Gehört das deutsche System der Berufsbildung bald „zum alten Eisen“? | 107 |
| <i>Britta Schlömer</i> | |
| Technische Produktdesignerinnen und -designer: Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeitsprozesse und Konsequenzen für eine zukunftsgerechte Unterrichtsentwicklung | 119 |
| <i>Andreas Lindner, Anna-Lisa Krause</i> | |
| „Smartes Lernen“ – „Lernen 4.0“ – oder einfach nur „Programmiertes Lernen – reloaded“? | 135 |

Lars Windelband

Berufliche Handlungsfähigkeit in digitalisierten Arbeitsumgebungen verlangt
Prozesskompetenz und neue didaktische Ansätze in der beruflichen Bildung .. 149

Informatik verändert die gewerblich-technische Berufsbildung 161

Axel Grimm

Neues zur beruflichen Fachrichtung „Informationstechnik/Informatik“ 163

Simone Opel, Michael Schlichtig

Data Science und Big Data in der beruflichen Bildung: Konzeption und
Erprobung eines Projektkurses für die Sekundarstufe II 175

Tamara Riehle

Welche informatischen Kenntnisse oder Kompetenzen brauchen Fachkräfte
in der gewerblich-technischen Domäne im Zeitalter der Digitalisierung? 195

Maik Jepsen

Netzwerktechnik in nicht IT-spezifischen Bildungsgängen 207

Vorwort

Digitalisierung mit Arbeit und Berufsbildung nachhaltig gestalten

Beiträge der 29. Fachtagung der BAG Elektrotechnik, Informationstechnik, Metalltechnik, Fahrzeugtechnik im Rahmen der Hochschultage Berufliche Bildung am 11. und 12. März 2019 in Siegen.

Die Digitalisierung der Arbeitswelt und Gesellschaft ist aktuell ein „Hype-Thema“, das seinen Ausdruck findet mit Begriffen wie „Industrie 4.0“, „Arbeit 4.0“ oder „Bildung 4.0“. Das „4.0“ nimmt in den Medien breiten Raum ein, wird viel diskutiert, lässt Beschäftigungseinbußen befürchten und ist mit Ängsten verbunden, eröffnet aber auch Perspektiven für effizienteres Arbeiten, naturverträglicheres Wirtschaften und neue Formen des Lernens. Das Thema „Digitalisierung mit Arbeit und Berufsbildung nachhaltig gestalten“ haben die Bundesarbeitsgemeinschaften Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik¹ mit ihrer Fachtagung 2019 in Siegen aufgegriffen, weil es absehbar wird, dass wir uns am Anfang eines durchgreifenden gesellschaftlichen Transformationsprozesses mit globalen Dimensionen befinden, dessen Richtung noch nicht absehbar ist, der jedoch sozial- und naturverträglich gestaltet werden muss. Die Entwicklungen der Digitalisierung durchdringen die elektro- und informationstechnischen ebenso wie die metall- und fahrzeugtechnischen Berufe – weil sich einerseits ihre Tätigkeiten und Anforderungen deutlich verändern werden, sie aber andererseits mit der Installation und Integration digitaler Technologien die gesellschaftliche Transformation mit vorantreiben.

Die Informationstechnologien verursachen schon seit Längerem Veränderungsprozesse, die sich aber in jüngster Zeit mit einer zunehmenden Dynamik entfalten. Damit sind Chancen und Risiken verbunden, auf welche die Berufsbildung reagieren muss, um die Beschäftigten für eine Zukunft zu befähigen, die von einer radikalen Abkehr von konventionellen Energie-, Produktions- und Dienstleistungsformen gekennzeichnet sein wird. Einerseits kann eine Steigerung der Ressourceneffizienz zur Erhaltung der Lebensgrundlagen ohne Digitalisierung nicht gelingen, andererseits ist darauf zu achten, dass die Digitalisierung hinsichtlich Beschäftigungsperspektiven und Arbeitsinhalten sozialverträglich gestaltet wird. Mit diesem Spannungsfeld ist die gewerblich-technische Berufsbildung insofern besonders konfrontiert, als die Fachkräfte sowohl mit der Implementation digitaler Technologien in die Arbeitswelt befasst sind als auch die Weiterentwicklung der Produktions- und Dienstleistungsprozesse eine zentrale Aufgabe sein wird. Dieser Band dokumentiert Beiträge der BAG-Fachtagung in Siegen, die in drei Themenbereichen gegliedert sind.

1 www.bag-elektrometall.de

Ressourcenfokussierte Facharbeit als Gegenstand beruflicher Bildung

Mit der Digitalisierung sind sowohl Chancen für Ressourceneinsparungen als auch die Gefahr von weiter steigendem Material- und Energiebedarf aufgrund von Reboundeffekten möglich. Deshalb wird es auch eine zentrale Aufgabe der Facharbeit sein, die sich rasant verändernden Möglichkeiten für eine ressourcenfokussierte Mitgestaltung von Produktions-, Service- und Reparaturprozessen zu nutzen und so einen Beitrag zur Erhaltung der Lebensgrundlagen zu leisten. Mit diesem Aspekt der gewerblich-technischen Berufsbildung setzen sich die Beiträge von Thomas Vollmer und Stefan Nagel auseinander.

Thomas Vollmer macht in seinem Beitrag „Digitalisierung und Nachhaltigkeit – Chancen und Risiken“ deutlich, dass eine Digitalisierung einerseits zu großen Problemen hinsichtlich des Ressourcenverbrauchs führen kann, wenn sie sich ungesteuert entfaltet, sie aber andererseits für die gesellschaftliche Transformation zur Erreichung der politisch gesetzten Nachhaltigkeitsziele unerlässlich ist. Vor diesem Hintergrund fordert er, berufliche Bildung müsse sich wieder stärker auf den gestaltungsorientierten Ansatz besinnen und sich nicht nur damit befassen, welche Kompetenzen in einer digitalisierten Arbeitswelt zu erwarten sein werden und wie diese gefördert werden können. Er erachtet es vielmehr als notwendig, auch die Chancen und Risiken der Digitalisierung in der beruflichen Bildung zu thematisieren, um Aus- und Weiterzubildende zur Mitgestaltung der Arbeitswelt und Gesellschaft in sozialer, ökonomischer, ökologischer und individueller Verantwortung zu befähigen.

Stefan Nagel befasst sich mit seinem Beitrag „Nachhaltige Entwicklung im Berufsfeld Metalltechnik – Transformatives Facharbeiterhandeln im Kontext einer Green Economy und zunehmender Digitalisierung“ mit einer nachhaltigkeitsorientierten Planung, Umsetzung und Optimierung von Wertschöpfungs- und Unterstützungsprozessen durch erfahrene Facharbeiter:innen auf der operativen Ebene in der Industrie. Am Beispiel des Ausbildungsberufs Industriemechaniker:in setzt er sich damit auseinander, wie sich nachhaltiges Handeln in beruflichen Arbeitsprozessen industrieller Metallberufe in Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes äußern kann. Ausgehend vom Verständnis einer nachhaltigen Entwicklung, einer Green Economy und einer Corporate Social Responsibility (CSR) beschäftigt er sich mit den Sach- und Sinnzusammenhängen der beruflichen Aufgaben und Anforderungen an die Facharbeit. Nach einer analytisch-deduktiven Erläuterung nachhaltigen Handelns im Berufsfeld Metalltechnik werden im Anschluss empirisch gewonnene Erkenntnisse und exemplarische berufs- und berufsfeldspezifische Nachhaltigkeitskompetenzen mit konkretem Fachbezug vorgestellt.

Handling oder Handlung – Wege zum „smarten“ Lernen im Unterricht gewerblich-technischer Schulen

Mit der Digitalisierung und der damit zu erwartenden maschinengenerierten Steuerung vollständiger Wertschöpfungsketten wächst die Gefahr, dass berufliche Handlungen als Merkmal qualifizierter Facharbeit von technisch vorgegebenen Handling-Prozessen abgelöst werden. Die Berufsbildung steht somit im Spannungsfeld zwischen Anpassen und Mitgestalten. Die in diesem Themenfeld gebündelten Beiträge befassen sich mit der Frage, wie durch didaktische Transformation von Arbeitsprozessen hin zu Lernsituationen auf diese Entwicklung vorbereitet werden kann und welche unterrichtsmethodischen Ansätze geeignet sind, um „smarteres Lernen“ zu ermöglichen, das zur Einflussnahme auf Digitalisierungsprozesse befähigt.

Die Beantwortung einer solchen Frage fängt mit der Ausbildung der Lehrenden an. *Susanne Thimet* stellt mit ihrem Beitrag „Interdisziplinäre Ausbildung von Lehrkräften zu Industrie 4.0“ die Ergebnisse der zweimaligen Durchführung des am Beruflichen Seminar Karlsruhe erarbeiteten Konzepts „Lehrerausbildung 4.0“ vor, mit dem angehende Lehrkräfte unterschiedlicher Fächer bzw. Fachrichtungen befähigt werden sollen, die fachlichen und überfachlichen Kompetenzen künftiger „Facharbeiterinnen und Facharbeiter 4.0“ an den beruflichen Schulen zu fördern. Im Rahmen sogenannter interdisziplinärer Fachdidaktiktage können sie sich zunächst mit einer labormäßigen Automatisierungsanlage in der kooperierenden Carl-Benz-Schule Gaggenau vertraut machen, um anschließend mit Unterstützung von Fachausbildern in die Fertigungsprozesse einzugreifen und darauf aufbauend Sequenzen für ihren jeweiligen Fachunterricht zu entwickeln, ihre Unterrichtsentwürfe zu präsentieren und sich darüber interdisziplinär auszutauschen.

Die Kompetenzen der Lehrenden und der Lernenden in der Beruflichen Bildung vor dem Hintergrund der Digitalisierung sind Inhalt des Beitrages „Berufliche Lehrerfortbildung 4.0 – Konzepte und Ziele für die gewerblich-technischen Berufe“ von *Folene Nannen-Gethmann* und *Hartmut Müller*. Sie gehen der Fragestellung „Handling oder Handlung“ mit Blick auf die Praxis der Berufsbildung einerseits und einem europäischen Projekthintergrund andererseits nach. Da es weder einheitliche curriculare Vorgaben noch eine vergleichbare, gute digitale Ausstattung der Schulen gibt und somit sehr unterschiedliche Wege existieren, den Herausforderungen der Digitalisierung zu begegnen, können die Ergebnisse aus einem europäischen Erasmus+ Projekt zur beruflichen Bildung 4.0 Anstöße geben, die Schulen für „smarteres Lernen“ zu befähigen und die damit verbundenen didaktischen Herausforderungen zu bewältigen. Die Autoren stellen Ergebnisse des Projekts „Vocational Education and Training in the Working World 4.0“ vor, das sich mit den Veränderungen der Arbeitswelt in den Bereichen Elektrotechnik und Mechatronik und den damit einhergehenden Veränderungen der Kompetenzanforderungen für Lernende und Lehrende befasste.

Dirk Wohlrabe, *Eric Sawadogo* und *Martin D. Hartmann* stellen in ihrem Beitrag „Komplexität technisch-kommunikativer Vorgänge im Rahmen der Digitalisierung

und Konsequenzen für Kompetenzprofile und Unterricht“ ein Konzept der Planung von lernfeldstrukturiertem Unterricht vor, mit dem sich Studierende des Lehramts der beruflichen Fachrichtungen Metall- und Maschinentechnik sowie Elektrotechnik und Informationstechnik das Potenzial und die Problemfelder der Digitalisierung für Lernprozesse mittels einer Modellfabrik erschließen. Es wird dabei der Fokus auf die zunehmende Vernetzung gerichtet, die sich im Zusammenhang mit der Digitalisierung größerer Anlagen auch für die berufliche Bildung ergibt. Die Ausprägung von Vernetzung bzw. Komplexität in der beruflichen Arbeit wird am Beispiel technisch-kommunikativer Vorgänge dargestellt und daraus Folgerungen für Kompetenzprofile künftiger Fachkräfte abgeleitet.

Tanja Mansfeld setzt sich in ihrem Beitrag „Gehört das deutsche System der Berufsbildung bald ‚zum alten Eisen‹?“ damit auseinander, welche Tätigkeiten in Zukunft von Rechnern und Robotern übernommen und welche Fähigkeiten von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern dann erwartet werden könnten. Anschließend diskutiert sie, wie sich Berufsbildung in der Metall- und Elektrotechnik nachhaltig gestalten lässt und welches Potenzial das deutsche System der Berufsbildung bietet. Ihr Ausgangspunkt ist die Debatte, in der das deutsche Berufsbildungssystem in Hinblick auf die Automatisierung und Entwicklung künstlicher Intelligenz (KI) sowie zunehmende Bedeutung der Robotik infrage gestellt wird. Dabei bezieht sie sich auf Publikationen, die in den Berufsfeldern der Metallerzeugung und -bearbeitung, den Elektroberufen und bei den Industrie- sowie Werkzeugmechaniker:innen ein sehr hohes Substituierbarkeitspotenzial bei Tätigkeiten mit sich häufig wiederholenden oder sehr strukturierten Arbeiten in einer vorhersehbaren Umgebung sehen.

Britta Schlömer wendet in ihrem Beitrag „Technische Produktdesignerinnen und -designer: Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeitsprozesse und Konsequenzen für eine zukunftsgerechte Unterrichtsentwicklung“ den Blick auf die Ausbildung von „Technischen Produktdesignerinnen und -designern“, welche die Ausbildung zu „Technischen Zeichnerinnen und Zeichnern“ aufgrund der Digitalisierung abgelöst hat. Insofern kann diese Berufsausbildung als ein Exempel für eine frühzeitige Adaption der Digitalisierung in der gewerblich-technischen Domäne betrachtet werden. In diesem Beitrag wird am Beispiel der Technischen Produktdesigner:innen aufgezeigt, welche Auswirkungen die Digitalisierung auf die Arbeitsprozesse in diesem Beruf bereits hatte und welche weiteren Entwicklungen prognostiziert werden können. Gestützt werden die Ausführungen durch empirische Befunde aus Arbeitsprozessanalysen und durch aktuelle Thesen und Szenarien zur Digitalisierung von Beruf und Arbeit. Ausgehend von „digital transformierten“ Arbeitsprozessen und Aufgabenanforderungen werden schließlich konzeptuelle Überlegungen, Prinzipien und Annahmen zur Unterrichtsentwicklung vorgestellt.

Andreas Lindner und *Anna-Lisa Krause* befassen sich mit Tools zur Erstellung von Lernarrangements, die mit dem Aufkommen der Begriffe wie „Smartes Lernen“, „Digitale Bildung“ oder „Lernen 4.0“ zunehmend im Internet – teils kostenfrei – zur Verfügung stehen. In ihrem Beitrag „‚Smartes Lernen‘ – ‚Lernen 4.0‘ – oder einfach nur ‚Programmiertes Lernen – reloaded‘?“ stellen sie eine Unterrichtssequenz vor,

die an der Städtischen Berufsschule für Fertigungstechnik in München in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität München entwickelt wurde und es Lernenden ermöglicht, mithilfe eines CAD-Systems (hier: SolidWorks) die Kenntnisse des technischen Zeichnens zu vertiefen und zu verbessern. Die damit gemachten unterrichtspraktischen Erfahrungen werden vorgestellt und reflektiert.

Lars Windelband geht in seinem Beitrag „Berufliche Handlungsfähigkeit in digitalisierten Arbeitsumgebungen verlangt Prozesskompetenz und neue didaktische Ansätze in der beruflichen Bildung“ der Fragestellung nach, wie der notwendige Perspektivwechsel in der beruflichen Bildung hin zu einem veränderten Prozessverständnis, bei dem die Vernetzung in den Mittelpunkt der beruflichen Bildung rückt, entwickelt und gefördert werden kann. Aus einem Modellvorhaben werden Möglichkeiten der Neuausrichtung der schulischen und betrieblichen Ausbildung in einer durch digitale Medien gestützten Lernortkooperation aufgezeigt, die berufsübergreifendes Lernen eröffnet sowie das Denken und Handeln in vernetzten Systemen, in Prozesszusammenhängen und in interdisziplinären Zusammenhängen fördert, um den Anforderungen von „Industrie 4.0“ zu entsprechen.

Informatik verändert die gewerblich-technische Berufsbildung

Informatik ist die Querschnittsdisziplin, die in sämtlichen Digitalisierungsprozessen Anwendung findet. Auf drei Ebenen, berufsunspezifisch (Anwendung), berufsspezifisch (IT-Berufe) und akademisch (Informatikstudium), ergeben sich im Zuge der Digitalisierung Kompetenzerwartungen, welche eine Anpassung von Bildungsprozessen erforderlich erscheinen lassen. Nachfolgend sind Beiträge zusammengefasst, die sich mit der Frage befassen, wie informatische Bildung berufsspezifisch und -unspezifisch gestaltet werden kann, angesichts der Situation, dass Informatik kein bundesweites Pflichtfach an allgemeinbildenden Schulen ist.

Axel Grimm nähert sich in seinem Beitrag „Neues zur beruflichen Fachrichtung ‚Informationstechnik/Informatik‘“ aus verschiedenen Perspektiven einer beruflichen Fachrichtung Informationstechnik und ihrer Didaktik und zeigt auf, dass sich die Informationstechnik einerseits als eigenständiges interdisziplinäres Beschäftigungsfeld mit einer eigenen Berufsfamilie der IT-Berufe und andererseits als breites Beschäftigungsfeld im Lehrkräftenhandeln sowie als eigenständiges Forschungsfeld etabliert hat. Vor diesem Hintergrund zeigt der Beitrag, dass die berufliche Fachrichtung Informationstechnik/Informatik – unter den aktuellen Herausforderungen – dringend mit einem eigenständigen Profil in der Lehramtsausbildung und als Forschungsgebiet sichtbar werden muss, nicht zuletzt weil die Informationstechnik mit der Digitalisierung weitestgehend alle Lebens- und Arbeitsbereiche durchdrungen hat und politisch, gesellschaftlich und wirtschaftlich zu einem Megathema geworden ist. Einer Fachdidaktik Informationstechnik käme auch die Aufgabe zu, auf individuelle, gesellschaftliche und wirtschaftliche Fragestellungen Antworten zu geben.

Vor dem Hintergrund, dass für die Ausbildung in den IT- und IT-nahen Berufen „Big Data“, „Künstliche Intelligenz“ und „Data Science“ schon heute Herausforderungen sind, beleuchtet *Simone Opel* in ihrem Beitrag „Data Science und Big Data in der beruflichen Bildung – Konzeption und Erprobung eines Projektkurses für die Sekundarstufe II“, welche Aspekte hiervon für Schule und Ausbildung von Wichtigkeit sind und wie diese Themen sinnstiftend und gewinnbringend in die informatische Ausbildung in verschiedenen Bildungsgängen integriert werden können. Ausgehend von einem Symposium mit verschiedenen Fachexperten, die relevante Facetten des Themas „Data Science“ erörterten, um Kernelemente für den Unterricht zu identifizieren, wurde ein experimenteller Projektkurs entwickelt und mit Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe II im Schuljahr 2018/19 an der Universität Paderborn durchgeführt mit dem Ziel, in weiteren Schritten ein umfassendes Curriculum zu entwickeln. Die Autorin stellt im Beitrag exemplarische Modulbausteine und Materialien des Projekts ProDaBi vor.

Mit Bezug auf die Diskussion über den Stellenwert von Informatikunterricht in den allgemeinbildenden Schulen geht *Tamara Riehle* in ihrem Beitrag „Welche informatischen Kenntnisse oder Kompetenzen braucht eine Fachkraft in der gewerblich-technischen Domäne im Zeitalter der Digitalisierung?“ der Frage nach, inwieweit die Lehrinhalte der allgemeinbildenden Schulen zur Informatik als Voraussetzung für die Berufsausbildung ausreichen oder ob zusätzliche Lehreinheiten in der beruflichen Bildung benötigt werden. Daran schließt sie die Frage an, ob Inhalte aus der Informatik aktuell in den Lehrplänen der gewerblich-technischen Bildung ex- oder implizit bereits enthalten sind und welche Informatik-Kenntnisse und -Fertigkeiten in den nächsten Jahren für eine berufliche Handlungsfähigkeit relevant werden. Zur Beantwortung dieser Fragen nutzt sie eine Dokumentenanalyse von Lehrmaterialien, Lehrplänen und Empfehlungen für den metalltechnischen und den Informatikunterricht sowie die Ergebnisse einer explorativen Expertenbefragung von Personal- und Ausbildungsverantwortlichen.

Maik Jepsen befasst sich in seinem Beitrag „Netzwerktechnik in nicht IT-spezifischen Bildungsgängen“ mit neuen Kompetenzerwartungen außerhalb der IT-Kernberufe und erachtet darauf ausgerichtete Lernarrangements in der Aus- und Weiterbildung als erforderlich, die inhaltlich und methodisch freilich auf die jeweilige Berufsgruppe, z. B. in der Produktion, der Automatisierung oder der Logistik, abzustimmen sind. Von dieser Grundüberlegung ausgehend geht er der Frage nach, inwieweit das weit verbreitete Lernangebot „Networking Essential“ der Cisco-Networking-Academy geeignet ist, IT-Netzwerkkompetenzen außerhalb einschlägiger IT-Qualifikationen weiter zu fördern. Neben der curricularen Analyse werden erste Erfahrungen aus der Unterrichtspraxis an der Fachschule am Beispiel der Ausbildung staatlich geprüfter Techniker:innen der Mechatronik vorgestellt.

Thomas Vollmer, Torben Karges, Tim Richter, Britta Schlömer, Sören Schütt-Sayed

Ressourcenfokussierte Facharbeit als Gegenstand beruflicher Bildung

Digitalisierung und Nachhaltigkeit – Chancen und Risiken

THOMAS VOLLMER

Abstract

Die Themen der Berichterstattung und der politischen Diskussionen wie auch die Demonstrationen der „Fridays For Future“-Bewegung machen deutlich: Wir befinden uns am Anfang eines durchgreifenden globalen Transformationsprozesses. Die zwei Begriffe Digitalisierung und Nachhaltigkeit markieren ein Spannungsfeld. Mit der zunehmenden Digitalisierung aller Lebensbereiche einerseits und der Auseinandersetzung mit Maßnahmen gegen den Klimawandel andererseits sind sowohl Chancen für eine sozial- und umweltverträgliche Zukunftsentwicklung als auch große Probleme etwa des Arbeitsplatzrückgangs oder der Zerstörung unserer Lebensgrundlagen verbunden, wenn dieser Transformationsprozess nicht bewusst gestaltet wird. Dies ist nicht nur eine Aufgabe der Politik und der Eliten, sondern bedarf der Mitwirkung aller Bürger, neben deren politischem Engagement auch durch ihre Berufsarbeit. Der Berufsbildung kommt dabei die Aufgabe zu, Mitwirkungsmöglichkeiten durch die Berufsarbeit aufzuzeigen, die dafür notwendigen Kompetenzen zu fördern und die Zusammenhänge von individuellem und kollektivem Handeln mit Blick auf lokale, regionale, nationale und globale Entwicklungen zu verdeutlichen, einschließlich der damit einhergehenden Widersprüche und Entscheidungsdilemmata. Nachfolgend werden, von einer kritischen Betrachtung der aktuellen Diskussion ausgehend, die Chancen und Risiken der Digitalisierung im Zusammenhang mit der Ressourcenproblematik und der Energiewende beleuchtet, um daran anknüpfend Ansatzpunkte für eine Berufsbildung vorzustellen, die eine Ausbildung für die „Fridays For Future“-Generation attraktiver machen könnten.

The topics of reporting and political discussions as well as the demonstration of the “Fridays For Future”-movement make it clear that we are at the beginning of a sweeping global transformation process. The two terms digitalization and sustainability mark a field of tension. With the increasing digitalization of all areas of life on the one hand and the debate about measures to combat climate change on the other hand, there are opportunities for socially and environmentally compatible future development as well as major problems such as a loss of jobs or the destruction of our livelihoods if this transformation process is not consciously designed. This is not only a task of the politics of the elites, but also requires the participation of all citizens, in addition to their political commitment, also through their professional work. Vocational education has the task of demonstrating opportunities for participation

through professional work, promoting the necessary skills and clarifying the connections between individual and collective action with a view to local, regional, national and global developments, including the associated contradictions and decision dilemmas. Starting from a critical view of the current discussion, the chances and risks of digitization in connection with the resource problem and the energy transition are examined in order to present approaches to Vocational Education that could make training more attractive for the “Fridays For Future”-generation.

1 Digitalisierung – quo vadis

Die Digitalisierung ist ein Prozess, der sich mit der Produktionsautomatisierung, dem Internet, den neuen Medien, der Produktvernetzung usw. schon über mehrere Dekaden vollzieht, ein Zeitraum, der durch kontinuierlich wachsenden Naturverbrauch und zunehmende Umweltbelastung gekennzeichnet ist. Die technischen Entwicklungen haben zum Wohlstand beigetragen, aber auch Produktions- und Konsummuster befördert, die zu immer weiter steigenden Energie- und Ressourcenverbräuchen mit massiven Belastungen der Ökosysteme geführt haben. Vor solchen Folgen wird schon seit Jahrzehnten mit Hinweis auf die begrenzte Biokapazität der Erde als Lebensgrundlage der Menschheit gewarnt. Die „Grenzen des Wachstums“ sind zwar nicht so schnell erreicht worden, wie vor fast 50 Jahren vom Club of Rome (vgl. Meadows u. a. 1972) prognostiziert, aber mittlerweile zeichnet sich die Gefährdung der Lebensgrundlagen der Menschheit immer deutlicher ab – die Existenz der Bevölkerung in Teilen der Welt ist schon in naher Zukunft infrage gestellt. Die Ursachen dieser Probleme sind bekannt, ebenso sind Ansätze und Konzepte entwickelt worden, dem entgegenzusteuern. Es mangelt jedoch an Bewusstsein und Willen, entscheidende Schritte hin zu einer nachhaltigen Entwicklung zu gehen, die schon seit Längerem hätten gegangen werden müssen. Unter anderem hat der *Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen* (WBGU) die Zusammenhänge benannt und Szenarien einer „Großen Transformation“ der Bundesrepublik hin zu einer dekarbonisierten Gesellschaft entworfen, die ohne klimaschädigende Nutzung fossiler Rohstoffe auskommt (vgl. WBGU 2011). Es gibt zahlreiche Initiativen für einen fairen Welthandel und für naturverträglicheren Konsum, es existieren globale, nationale und lokale Beschlüsse und Pläne für nachhaltige Entwicklung – ein wirklich durchgreifender Wandel ist aber noch immer nicht vollzogen worden.

Es besteht vielmehr die Gefahr, dass sich mit der Geschwindigkeit und der Tiefe technologischer Entwicklungen und deren ungesteuerter Nutzung Eigendynamiken durchsetzen, die nicht nur die Lebensgrundlagen der Menschheit weiter zerstören und klimabedingte Völkerwanderungen bisher ungekannten Ausmaßes verursachen werden, sondern auch weltweit zu radikalen Änderungen im persönlichen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Leben führen können. Beispiele sind die Zunahme von „Fake News“ und die Erosion zivilisatorischer Standards im Internet, die zu

Vertrauensverlust führen und eine Gefahr für das demokratische Zusammenleben darstellen, die totale Bevölkerungskontrolle (wie in China mit sogenannten „Social Credit Scores“), die Beherrschung der Zugänge zu Märkten, zu Wissen, zu Kommunikation und zu Information, die Entwicklung von Monopolen, die sich nationalen politischen Regulierungen entziehen, die Machtlosigkeit gewählter Regierungen, Unternehmen angemessen zu besteuern und sozial- und umweltverträgliche Wirtschaftspolitik zu betreiben und vieles andere mehr. Der WBGU hat dies in seinem Gutachten *Unsere gemeinsame digitale Zukunft* „pathologische Effekte ungehemmter Entwicklungen“ genannt. Er stellt fest: „Derzeit scheinen unsere Gesellschaften eher durch die Geschwindigkeit und Tiefe technologischer Umbrüche und deren Nutzung durch mächtige, insbesondere private, aber auch staatliche Akteure überfordert zu sein“ (WBGU 2019, S. 13). Vor diesem Hintergrund fordert er ein „Konzept der digitalisierten Nachhaltigkeitsgesellschaft [...], weil das künftige Schicksal der planetarischen Umwelt massiv vom Fortgang der digitalen Revolution abhängen wird“ (ebd., S. 1).

Der WBGU versucht, mit dem Gutachten „Antworten auf Kernfragen zu finden – Fragen nach der mittelfristigen Zukunft, ja sogar nach dem schieren Fortbestand des *Anthropos* auf der Erde. Nur wenn es gelingt, die digitalen Umbrüche in Richtung Nachhaltigkeit auszurichten, kann die Nachhaltigkeitstransformation gelingen. Digitalisierung droht ansonsten als Brandbeschleuniger von Wachstumsmustern zu wirken, die die planetarischen Leitplanken durchbrechen“ (ebd.; Hervorh. i. Orig.). Das Gutachten des WBGU warnt nicht nur vor den Risiken ungezügelter Technikentwicklung und -anwendung, sondern verdeutlicht auch,

„dass Digitalisierung dazu beitragen kann, planetarische Leitplanken einzuhalten. Dekarbonisierung, Kreislaufwirtschaft, umweltschonendere Landwirtschaft, Ressourceneffizienz und Emissionsreduktionen, Monitoring und Schutz von Ökosystemen könnten durch digitale Innovationen leichter und schneller erreicht werden als ohne sie. Die rasche und umfassende Mobilisierung dieser Möglichkeiten einer digital getriebenen Nachhaltigkeitstransformation ist daher ein Imperativ. Digitalisierung kann zudem gesellschaftliche Modernisierungspotenziale erschließen. Weltumspannendes Wissen, weltumspannende Kommunikation, weltgesellschaftliche Vernetzung in virtuellen und hybriden Räumen können Nachhaltigkeitstransformationen beschleunigen, menschliche Teilhabe verbessern, Weltumweltbewusstsein stärken und eine transnational vernetzte Gesellschaft hervorbringen, in der sich globale Kooperationskulturen entwickeln.“ (WBGU 2019, S. 9)¹

Mit den Entwicklungen der Digitalisierung werden sich die gesellschaftlichen Veränderungsprozesse vermutlich in einer Art und Weise beschleunigen, die es erschwert, die Chancen und Risiken in ihrer Tragweite abzuschätzen und von vornherein steuernd eingreifen zu können, um notwendigerweise gesetzte Ziele sicher und vollumfänglich zu erreichen. Zudem können positive Absichten mit ungewollten Ne-

¹ Auf das WBGU-Gutachten kann hier nicht weiter eingegangen werden, da dieses den Rahmen des Artikels sprengen würde, die hier zitierte Kurzfassung gibt aber einen guten Überblick. Die Langfassung des Gutachtens und weitere Informationen sind im Internet unter <https://www.wbgu.de/de/schlagwortseiten/digitalisierung> zu finden.

benwirkungen verbunden sein. Dies kann dazu führen, dass die zu treffenden Entscheidungen – im Großen wie im Kleinen – in einem Spannungsfeld mit spezifischen Widersprüchen getroffen werden müssen, sodass von den Handelnden Dilemmasituationen zu bewältigen sind, während die Folgen der zu treffenden Entscheidungen nicht vollständig absehbar sind. Hier zu handeln erfordert, sich mit den verfügbaren Informationen auseinanderzusetzen, die widersprüchlichen Gesichtspunkte abzuwägen und in diesem Bewusstsein Verantwortung zu übernehmen.

2 Die Ressourcenfrage – wir leben auf Pump

Wie oben angemerkt, hat die Digitalisierung in den letzten Dekaden nicht zu weniger Umweltinanspruchnahme geführt, sondern ging mit einem rasanten Anstieg des Ressourcenverbrauchs einher. Bis Anfang der 1970er Jahre hielt sich die jährliche Ressourceninanspruchnahme noch im Rahmen der weltweit vorhandenen Kapazitäten, die auf der Erde innerhalb eines Jahres nachwachsen können und uns damit nachhaltig zur Verfügung stehen. Die Zeiten, in denen noch Reserven übrig blieben, sind seitdem vorbei, der jährliche Verbrauch übersteigt die global zur Verfügung stehenden Ressourcen in steigendem Maße. Am 29. Juli 2019 – dem sogenannten Erdüberlastungstag – waren die Ressourcen, die die Erde für das Leben in diesem Jahr bereithielt, bereits erschöpft. Die restliche Zeit des Jahres lebte die Weltbevölkerung quasi „auf Pump“, weil sie die Biokapazität der Erde aufbrauchte (UBA 2019a). Dieser Raubbau bleibt nicht folgenlos, sondern führt zur Zerstörung von Biosphären, zu Klimawandel, Artensterben, Grundwasserkontaminierung, Plastikmüll in den Meeren und Giften in der Nahrungskette, um nur einiges zu nennen.

Der Ressourcenverbrauch wird vom Global Footprint Network seit geraumer Zeit als ökologischer Fußabdruck errechnet.² Der ökologische Fußabdruck ist ein Flächenmaß, das weltweit, aber auch national und lokal die Inanspruchnahme der Biosphäre durch die Menschen erfasst und den Ressourcenverbrauch ins Verhältnis zu der regenerativen Kapazität des Planeten setzt, der Biokapazität (vgl. UBA 2007). Damit wird sinnbildlich veranschaulicht, dass die Weltbevölkerung – vor allem die Menschen in den Industrienationen – zurzeit auf Kosten der zukünftigen Generationen und der ärmeren Länder existiert. Aktuell lebt die Menschheit so, als würden 1,75 Erden zur Verfügung stehen. Wenn die gesamte Weltbevölkerung auf dem hohen Konsumniveau von Deutschland leben wollte, wären sogar mehr als drei Erden erforderlich (vgl. UBA 2019a). Wenn die Ressourcenverknappung nicht wie vom Club of Rome bereits vor fast 50 Jahren prognostiziert erfolgte (vgl. Meadows u. a. 1972), ist dies auf die Erschließung weiterer Energie- und Rohstoffquellen und auf die technische Verbesserung der Ressourcenproduktivität zurückzuführen, die die „Grenzüberschreitung“ lediglich verzögert, aber nicht verhindert haben. Bis Mitte

2 Siehe: <https://www.footprintnetwork.org/>

der 1970er Jahre lag der globale Ressourcenverbrauch noch im Rahmen der Regenerationsfähigkeit des weltweiten Ökosystems, seitdem ist er jedoch kontinuierlich angestiegen. Lag der Erderschöpfungstag seinerzeit noch im Dezember, so ist er seitdem immer früher erreicht worden (Abb. 1).

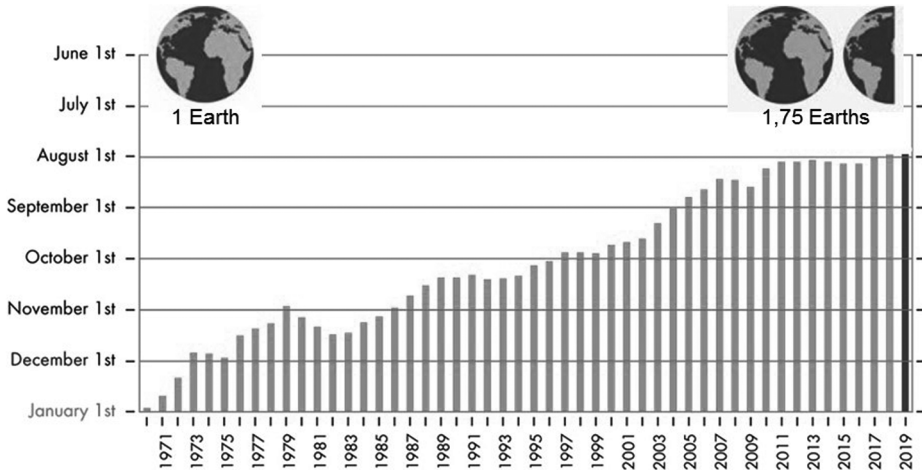


Abbildung 1: Globaler Erderschöpfungstag 1970 bis 2019 (overshootday.org³)

Der deutsche Erdüberlastungstag war im Jahre 2019 sogar schon am 3. Mai erreicht (vgl. UBA 2019a). Insofern hat die Bundesrepublik – wie andere Industrienationen auch – aufgrund des sehr hohen „Erdverbrauchs“ im Vergleich zu anderen Ländern eine besondere Verantwortung für eine deutliche Reduktion der Ressourceninanspruchnahme. Diese Verantwortung liegt auch darin begründet, dass Deutschland als rohstoffarmes Land auf Importe angewiesen ist. Der Konsum zahlloser Produkte, bspw. Elektronikartikel, Haushaltsgeräte und Fahrzeuge, basiert überwiegend auf Rohstoffen, die in anderen Ländern gewonnen werden. „Dies bedeutet, dass der zunehmende internationale Handel zu einer Verlagerung der Rohstoffentnahme ins Ausland geführt hat. Im Jahr 2011 lag der ausländische Anteil am Rohstoffkonsum bereits bei 71%, mit weiter ansteigender Tendenz“ (UBA 2016, S. 46 f.). Mit diesen Rohstoffentnahmen sind in den Ländern häufig auch soziale und ökologische Probleme verbunden, die hier kaum wahrgenommen werden.

Maßnahmen zur Reduktion des deutschen Fußabdrucks sind eine nachhaltige Ressourcengewinnung, eine Steigerung der Ressourceneffizienz in der Produktion, eine ressourcenschonendere Produktgestaltung und ein Ausbau einer ressourceneffizienten Kreislaufwirtschaft, die im Ressourceneffizienzprogramm der Bundesregierung als Bausteine angestrebt werden (vgl. BMU 2016, S. 44 ff.). Damit ist die Absicht einer stärkeren Entkoppelung der wirtschaftlichen Entwicklung von der Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen verbunden, oder mit anderen Worten, die

3 <https://www.overshootday.org/newsroom/press-release-june-2019-german/> (01.10.2019)

Verbesserung der Rohstoffproduktivität. Es ist allerdings umstritten, ob eine Verdopplung der Ressourcenproduktivität bis 2020 gegenüber dem Jahr 1994, wie von der Bundesregierung beschlossen, ausreicht, um die Inanspruchnahme der Natur nachhaltig zu begrenzen.

3 Digitalisierung für den Umbau der Stoffkreislaufsysteme

Weiter geht der Designansatz „Cradle to Cradle“ („von der Wiege bis zur Wiege“; C2C), der in den 1990er Jahren entwickelt wurde (vgl. Braungart & McDonough 2014). Ihm liegt eine sichere und potenziell unendliche Zirkulation von Materialien und Nährstoffen in Kreisläufen nach dem Vorbild der Natur zugrunde. Der C2C-Ansatz unterscheidet sich insofern von herkömmlichem Recycling und der Ressourceneffizienz, weil es sich hier um biologische und technische Kreislaufsysteme handelt. **Im biologischen Kreislauf** zirkulieren Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen, die nach ihrem Gebrauch zu Kompost oder anderen Nährstoffen werden, aus denen wieder neue Produkte entstehen. **Im technischen Kreislauf** zirkulieren Gebrauchsgüter aus abiotischen Materialien, die jedoch bereits im Entwicklungs- und im Herstellungsprozess als Ressourcen für die nächste Nutzungsphase optimiert werden. Auch in diesem Kreislauf gehen Rohstoffe und Materialien nicht verloren, sondern werden nach ihrem Gebrauch zurückgewonnen und im Idealfall unendlich oft wiederverwertet (Abb. 2).

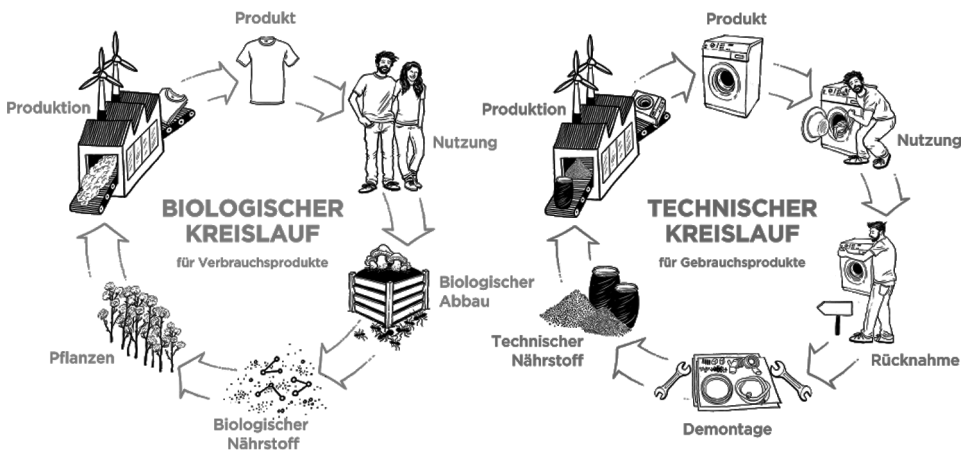


Abbildung 2: Geschlossene Materialkreisläufe nach dem Designansatz „Cradle to Cradle“ („von der Wiege bis zur Wiege“) (Cradle to Cradle e. V. n. Bierwirth 2016)

Beim herkömmlichen Recycling erfolgt hingegen meist ein „Downcycling“, wodurch minderwertigere Stoffe entstehen. Dabei erfasst die Ökobilanz die Umweltwirkung von Produkten von der Herstellung bis zu ihrer Nutzung (Cradle to Grave). Ressourceneffizient ist somit ein Produkt, das wenige Ressourcen verbraucht und wenige

Schadstoffe beinhaltet oder während der Produktion erzeugt. Ein Produkt ist demgegenüber ökoeffizient, wenn es sich vollständig in den biologischen oder technischen Kreislauf zurückführen lässt. C2C erfordert letztlich, dass alle Produkte gemäß diesem Designansatz „neu erfunden“ werden müssen. Die herkömmliche Kreislaufwirtschaft mit ihrer Entwicklungs- und Recyclingphilosophie verhindert dies jedoch. Vor diesem Hintergrund wird die vielgelobte deutsche Recyclingwirtschaft als innovationshemmend angesehen: „Die neuen Dinge kommen nicht auf den Markt, weil die alten optimiert werden. Das Falsche wird perfekt – und dadurch perfekt falsch. Wir haben die Abfallwirtschaft perfektioniert statt bessere Produkte zu entwickeln. [...] Bei Cradle to Cradle geht es nicht um Moral, sondern um Innovation und Qualität: Alles ist nützlich statt weniger schädlich“ (Braungart 2018). Mittlerweile werden jedoch neben Textilien, Baumaterialien, Chemieprodukten beispielsweise auch Fahrzeugteile, Leuchten, Haushaltsgeräte, Unterhaltungselektronik und andere Waren nach dem C2C-Konzept hergestellt (vgl. Boeing 2012).

Die fortschreitende Digitalisierung unterstützt C2C-Prozesse, weil hierfür detaillierte Informationen der in den Produkten verwendeten Materialien und deren Rückverfolgung erforderlich sind und diese Informationen mit dem Produktdesign, den Logistikkonzepten und den neuen Recyclingmethoden verknüpft werden müssen, um die Kreisläufe überhaupt zu ermöglichen. Und ebenso benötigt die fortschreitende Digitalisierung der Produktionsprozesse detaillierte Produktinformationen, da nichts digitalisiert werden kann, wenn nicht genau bekannt ist, was es ist und was es enthält. Insofern besteht eine Wechselbeziehung zwischen Digitalisierung und „Cradle to Cradle“: Die Digitalisierung erfordert Produktinformationen, die C2C bietet, und C2C benötigt umfassende Informationsverarbeitung, die ohne Digitalisierung nicht möglich ist (vgl. Braungart 2018). Es handelt sich also um ein positives Beispiel der Nützlichkeit der Digitalisierung für eine nachhaltige Entwicklung.

In diesem Prozess wird die gewerblich-technische Facharbeit ebenfalls von Bedeutung sein, ihre Mitwirkung wird substanziell sein für den Umbau des Produktions- und Kreislaufsystems. In industriellen wie in handwerklichen Arbeitsprozessen werden zunehmend auch nachwachsende Materialien zum Einsatz kommen (vgl. Vollmer 2018, S. 156 ff.). Die Nutzung solcher Werkstoffe wird durch neue Produktionstechnologien, wie bspw. „Additive Fertigungsverfahren“, erst ermöglicht (vgl. Zeidler 2019). Für die gewerblich-technische Aus- und Weiterbildung sind vor diesem Hintergrund neue Inhalte in schulischen sowie betrieblichen Lehrplänen zu integrieren und mit entsprechenden technischen Ausstattungen umzusetzen. Damit verbunden ist notwendigerweise die Förderung eines veränderten Bewusstseins, das grundlegend geprägt sein muss vom Denken in technischen und biologischen Stoffkreisläufen, wenn C2C-Prozesse konsequent gestaltet werden sollen. Dies betrifft jedoch nicht nur die Verwendung von Rohstoffen und vorgefertigten Materialien, sondern natürlich auch im hohen Maße die Energienutzung.

4 Digitalisierung und Energieversorgung

Der Umbau des Energieversorgungssystems hat in Deutschland eine herausragende Bedeutung für die Verringerung des ökologischen Fußabdrucks, da dieses für über 50 % des CO₂-Ausstoßes verantwortlich ist (vgl. WWF 2014, S. 13; UBA 2007, S. 20). Der Energienutzung kommt dabei eine Schlüsselrolle zu. Die CO₂-Emissionen sind seit 1990 zwar schon deutlich zurückgegangen, aber dieser Rückgang ist zu einem Großteil auf die Wiedervereinigung und die damit verbundene drastische Reduktion der Braunkohleverfeuerung in Ostdeutschland zurückzuführen. Mit den Verlagerungen ganzer Produktionszweige ins Ausland wurden zudem auch deren Emissionen in Länder exportiert, in denen weniger strenge Sozial- und Ökologiestandards gelten.⁴ Eine der Hauptquellen der klimaschädlichen Emissionen ist die Verbrennung fossiler Energieträger. Eine signifikante Senkung des Primärenergieverbrauchs ist allerdings bisher nicht gelungen. In den Jahren 2014 bis 2017 ist dieser sogar wieder angestiegen. Der Ausbau erneuerbarer Energien, Energie einsparen und Energie effizienter einsetzen sind zentrale Maßnahmen für den Klimaschutz. Der Anteil der erneuerbaren Energien in Deutschland am Bruttoendenergieverbrauch für Strom, Wärme und Verkehr insgesamt stieg im Jahr 2018 auf 16,6 % und näherte sich damit dem verbindlichen Ziel von 18 % im Jahr 2020 gemäß der aktuellen EU-Erneuerbare-Energien-Richtlinie 2009/28/EG – ein weiterer Ausbau ist aber dringend erforderlich. (vgl. UBA 2019b) Die Abkehr von der Verbrennung fossiler Energieträger ist eine vordringlich Maßnahme intergenerationeller Gerechtigkeit, denn

„das kohlenstoffbasierte Weltwirtschaftsmodell ist auch ein normativ unhaltbarer Zustand, denn es gefährdet die Stabilität des Klimasystems und damit die Existenzgrundlagen künftiger Generationen. Die Transformation zur Klimaverträglichkeit ist daher moralisch ebenso geboten wie die Abschaffung der Sklaverei und die Ächtung der Kinderarbeit.“ (WBGU 2011, S. 1)

Die verstärkte Nutzung des mittels Fotovoltaik, Windkraft und Wasserkraft erzeugten Stroms wird nach Expertenmeinung dazu führen, dass künftig auch die Wärmeerzeugung zu einem Großteil mittels elektrischer Wärmepumpen in Kombination mit solarthermischen Anlagen erfolgen wird. Infolge dieser Substitution und der prognostizierten Zunahme der Elektromobilität wird der Stromverbrauch trotz erheblicher Effizienzsteigerungen im Jahr 2050 insgesamt kaum niedriger sein als im Jahr 2005, jedoch wird der Strom dann fast ausschließlich aus regenerativen Quellen gewonnen (vgl. UBA 2010, S. 21). Dazu wird es erforderlich sein, künftig die bisher getrennten Netze für Strom, Wärme und Gas einerseits zur Stromversorgung, zur Wärmebereitstellung und für den Verkehr energetisch zu verknüpfen und andererseits zur Steuerung der Energieflüsse datentechnisch zu „Smart Grids“ auszubauen (Abb. 3). Wenn hierüber Biogas-, Windkraft-, Solar- und andere regenerative Strom-

4 Dramatische Folgen der Verlagerungen dieser globalisierten Wirtschaftssysteme sind Hungerlöhne, schlechte Arbeitsbedingungen und Umweltzerstörungen etwa bei Elektrogeräteverschrottung; siehe: <https://germanwatch.org/stichwort/makeitfair> (01.10.2019).

erzeugungsanlagen datentechnisch vernetzt als sogenannte Kombikraftwerke⁵ zusammenwirken, können unter Nutzung von Wetterprognosedaten die Stromerträge der Erzeugungsanlagen hinreichend zeit- und gebietsgenau prognostiziert und mit dem tageszeitlich schwankenden Bedarf abgestimmt werden.

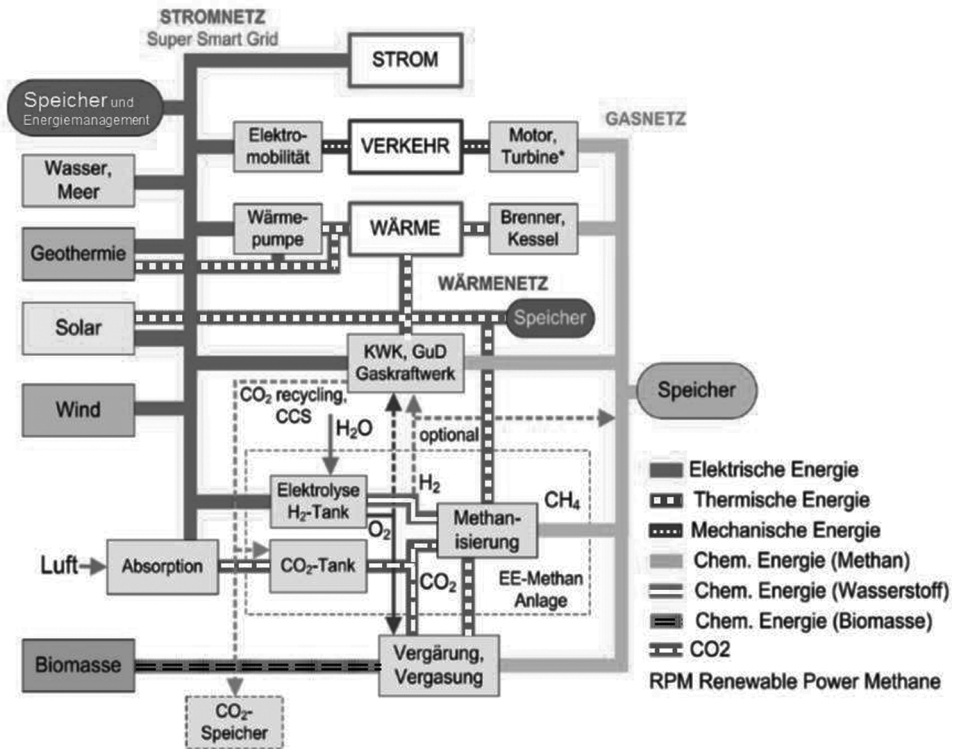


Abbildung 3: Strukturdesign einer 100 % regenerativen Energieversorgung für Strom, Wärme und Verkehr mit Speichern und Netzen für Strom, Wärme und Gas (Sterner & Specht 2010, S. 57)

Zudem können bisherige Energiekonsumenten als Energieproduzenten in die Lage versetzt werden, eigenproduzierten Strom selbst zu nutzen oder ins Netz einzuspeisen bzw. fremderzeugten Strom dann zu gebrauchen, wenn er günstig ist (vgl. Kunze, Müller & Saßning 2012). Dazu bedarf es „Smart Metering“ mittels intelligenter Stromzähler, also dem digitalisierten Messen, Ermitteln und Steuern von Energieverbrauch und -zufuhr. Für die erforderliche datentechnische Vernetzung von Energieerzeugung und -verbrauch im intelligenten Haus (Smart Home) ist mit dem sogenannten EE-Bus ein offener und herstellernerutraler Kommunikationsstandard entwickelt worden, der im Haus installierte Geräte wie Fotovoltaik-Anlagen, Wärmepumpen, Klima- und Kühlgeräte, Wasch- und Spülmaschinen u. a. unabhängig vom Hersteller zu kommunizierenden Einheiten datentechnisch verbinden kann. (Abb. 4)

5 Weitere Informationen sind verfügbar unter: <http://www.kombikraftwerk.de> (01.10.2019).

Die Zukunft der technischen Berufe sichern

Von der Berufsfindung bis zur Berufsschullehrerbildung

➔ wbv.de/bai



Wie können Lehrkräfte die Berufsorientierung und -wahl in gewerblich-technischen Berufen strukturieren und begleiten? Darüber informieren die Beiträge des Tagungsbandes der Arbeitsgemeinschaft Gewerblich-Technische Wissenschaften und ihre Didaktiken (gtw).

Die Themen reichen von der Berufsorientierungsphase in allgemeinbildenden Schulen bis zu Entscheidung für ein technisches Berufsfeld. Ein weiterer Schwerpunkt ist die aktuelle Situation der Lehrerbildung für das Lehramt an beruflichen Schulen und Möglichkeiten der Lehrkräftegewinnung. Die Bestandsaufnahme internationaler Entwicklungen in der Konzeption der Berufsbildung runden den Band ab.

Frank Bünning, Martin Frenz,
Klaus Jenewein, Lars Windelband (Hg.)

Übergänge aus der Perspektive der Berufsbildung

**Akademisierung und Durchlässigkeit
als Herausforderungen für gewerblich-
technische Wissenschaften**

Berufsbildung, Arbeit und Innovation, 54
2019, 332 S., 34,90 € (D)
ISBN 978-3-7639-6082-8
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



Fachdidaktiken in den gewerblich-technischen Berufsfeldern

➤ wbv.de/bai



In dem Tagungsband werden verschiedene Aspekte des digitalen Wandels in Verbindung mit den Herausforderungen für das Lehr- und Ausbildungspersonal beleuchtet. Ein Schwerpunkt liegt auf den Fachdidaktiken in den gewerblich-technischen Berufsfeldern. Neben konkreten Lösungsansätzen für die Gestaltung und Unterstützung von Lernprozessen, wie Planspiele oder technologiebasierte Lernsysteme, wird auch die Weiterbildung älterer Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen als Teil der notwendigen Fachkräftesicherung thematisiert.

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

Digitalisierung und Fachkräftesicherung

**Herausforderung für die gewerblich-technischen Wissenschaften
und ihre Didaktiken**

Berufsbildung, Arbeit und Innovation, 53
2019, 428 S., 49,90 € (D)
ISBN 978-3-7639-6059-0
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



Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Durchlässigkeit

➔ wbv.de/bai



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

Gewerblich-technische Berufsbildung und Digitalisierung

Praxiszugänge – Unterricht und Beruflichkeit

Berufsbildung, Arbeit und Innovation, 51
2019, 305 S., 47,90 € (D)
ISBN 978-3-7639-6024-8
Als E-Book bei wbv.de

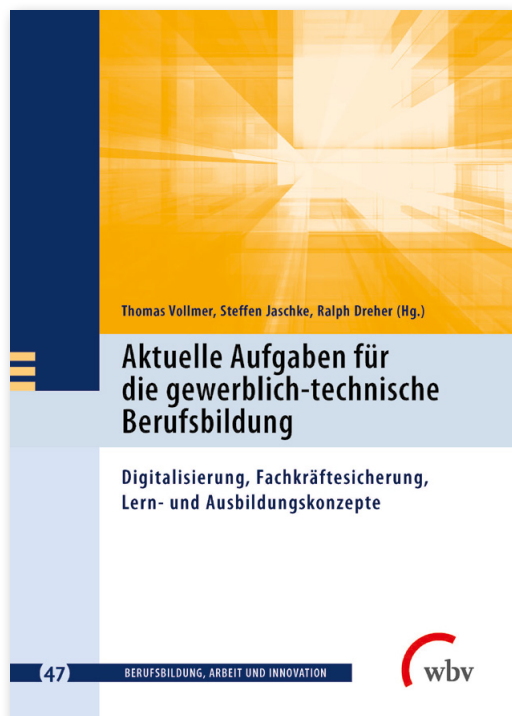
Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Durchlässigkeit in den technischen Berufen stehen im Fokus des Tagungsbandes. Die Autorinnen und Autoren betonen die zentrale Rolle der Beschäftigten in technischen Berufen bei der Gestaltung der aktuellen Lebens- und Arbeitswelt, besonders mit Blick auf die zukünftigen 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.

Wie Aus- und Weiterbildung nachhaltig aufgebaut und organisiert werden kann, ist einer der Schwerpunkte des Sammelbandes. In diesem Abschnitt geht es um die Bildung des Lehrpersonals ebenso wie um die praxisorientierte Unterrichtsgestaltung.

Abschließend diskutieren die Autorinnen und Autoren die Durchlässigkeit im Berufsbildungssystem sowie Möglichkeiten, Lehrpersonal für die gewerblich-technischen Berufe zu gewinnen.

Digitalisierung der Ausbildung

➔ wbv.de/bai



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

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.

Der Schwerpunkt des Sammelbandes liegt in der Bedeutung der Digitalisierung für die berufliche Aus- und Fortbildung der Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik.

Im ersten Teil geht es um die Gestaltung nachhaltiger Produktions-, Service- und Reparaturprozesse. Im zweiten Teil steht das „smarte Lernen“ im Fokus, d.h. das Gelingen der didaktischen Transformation und neue Unterrichtsmethoden für gewerblich-technische Schulen. Der dritte Teil beschäftigt sich mit der Informatik als Querschnittsdisziplin sämtlicher Bildungsprozesse.

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 war Professor an der Universität Hamburg und ist derzeit Vorsitzender der BAG ElektroMetall.

Dr. Torben Karges ist Gastprofessor am Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre der Technischen Universität Berlin.

Dr. des. Tim Richter ist Berufsschullehrer an der BBS Burgdorf in Burgdorf.

Dr. Britta Schlömer ist Berufsschullehrerin an den BBS Ammerland in Bad Zwischenahn.

Dr. Sören Schütt-Sayed ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (IBW) der Universität Hamburg.



ISBN: 978-3-7639-5833-7