



FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

FACHBEREICH WIRTSCHAFTS-
WISSENSCHAFTEN

Industrie 4.0

Herausforderungen für die kaufmännische Bildung

Karl Wilbers

Texte zur Wirtschaftspädagogik und
Personalentwicklung

Herausgegeben von Karl Wilbers

Band 19



Texte zur Wirtschaftspädagogik und Personalentwicklung
Herausgegeben von Karl Wilbers
Band 19

Karl Wilbers

Industrie 4.0

Herausforderungen für die kaufmännische Bildung

Texte zur Wirtschaftspädagogik und Personalentwicklung
Band 19

Herausgeber

Prof. Dr. Karl Wilbers

Lehrstuhl für Wirtschaftspädagogik und Personalentwicklung

Fachbereich Wirtschaftswissenschaften

Rechts- und Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Lange Gasse 20 | D-90403 Nürnberg

karl.wilbers@fau.de | www.wirtschaftspaedagogik.de

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

© Karl Wilbers. Das Werk wird durch das Urheberrecht und/oder einschlägige Gesetze geschützt. Jede Nutzung, die durch diese Lizenz oder Urheberrecht nicht ausdrücklich gestattet ist, ist untersagt. Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ „Namensnennung-Nicht Kommerziell-Keine Bearbeitung 3.0 Unported“ zugänglich. Um eine Kopie dieser Lizenz einzusehen, konsultieren Sie <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.de> oder wenden Sie sich brieflich an Creative Commons, 444 Castro Street, Suite 900, Mountain View, California, 94041, USA.

Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen zu den folgenden Bedingungen:



Namensnennung

Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.



Keine kommerzielle Nutzung

Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden.



Keine Bearbeitung

Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Druck und Verlag
epubli GmbH, Berlin, 2017
www.epubli.de

ISBN 978-3-7450-0595-0

Vorwort

Dieser Band dokumentiert die Fachtagung „Wirtschaft und Verwaltung“ zum Thema „Industrie / Wirtschaft 4.0: Die Digitalisierung als Herausforderung der kaufmännischen Bildung“ auf den 19. Hochschultagen Berufliche Bildung an der Universität zu Köln. In der Fachtagung geht es um die Gestaltung der Berufsbildung im kaufmännischen Bereich. Dabei stehen folgende Leitfragen im Vordergrund: Was bedeutet „Industrie 4.0“ / „Wirtschaft 4.0“ im kaufmännischen Bereich? Welche Auswirkungen werden „Industrie 4.0“ / „Wirtschaft 4.0“ auf die Inhalte bzw. Ziele der kaufmännischen Bildung haben? Welche Auswirkungen werden „Industrie 4.0“ / „Wirtschaft 4.0“ auf die Methoden und Bedingungen der kaufmännischen Bildung haben?

In der Fachtagung werden verschiedene Facetten der Fragestellung aufgegriffen. Die Digitalisierung kaufmännischer Prozesse und die Veränderungen des Profils von kaufmännischen Tätigkeiten und Qualifikationsanforderungen hat im Blick Lutz Bellmann, Professor an der Universität Erlangen-Nürnberg und am Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit. Der Aspekt der Kompetenzanforderungen wird beleuchtet am Beispiel eines Unternehmens, nämlich Siemens von Jürgen Hollatz, und am Beispiel eines Berufs, nämlich der Industriekaufleute von Gabriele Jordanski, Bundesinstitut für Berufsbildung.

Der weitere Teil der Fachtagung fokussiert stärker auf die methodischen Gestaltungsfragen kaufmännischer Berufsbildung. Kaufmännische Perspektiven der Lernfabriken in Baden-Württemberg reflektiert Ralf Scheid vom Landesinstitut für Schulentwicklung, Stuttgart. Eine besondere Form der Zusammenarbeit einer kaufmännischen und einer gewerblich-technischen Schule beleuchten Hasan Gencel, Kevin Molter, Jürgen Klose und Oliver Mothes. Die Veränderung von E-Learning durch Industrie 4.0 skizziert Welf Ring von der Universität Erlangen-Nürnberg. Im abschließenden Beitrag erörtert Mandy Hommel von der Universität Dresden geschäftsprozess- und funktionsorientiertes Lernen am Beispiel von SAP ERP HCM.

Insgesamt wird deutlich, dass die Auseinandersetzung um die Auswirkungen auf die kaufmännische Bildung zwar auf einige Befunde aufbauen kann, aber noch am Anfang steht. Hier tut sich ein großes, und wie ich meine auch wichtiges, Aufgabenfeld für die Gestaltung der kaufmännischen Berufsbildung auf.

Nürnberg, Juni 2016

Karl Wilbers

Inhalt

Vorwort	5
Inhalt	7
Industrie 4.0 und Wirtschaft 4.0: Eine Chance für die kaufmännische Berufsbildung (<i>Karl Wilbers</i>).....	9
Digitalisierung kaufmännischer Prozesse, Veränderungen des Profils von kaufmännischen Tätigkeiten und Qualifikationsanforderungen (<i>Lutz Bellman</i>)	53
Kaufmännische Berufsausbildung im Kontext von Industrie 4.0 (<i>Jürgen Hollatz</i>)	69
Berufsausbildung 4.0 -Wirkung der Digitalisierung auf die Tätigkeiten der Industriekaufleute (<i>Gabriele Jordanski</i>).....	79
Kaufmännische Perspektiven der Lernfabriken in Baden-Württemberg (<i>Ralf Scheid</i>)	93
Kooperation von kaufmännischen und gewerblichen Bereichen im Zeitalter von Industrie 4.0 (<i>Kevin Molter / Oliver Mothes / Jürgen Klose / Hasan Gencel / Martin Siegert</i>).....	109
Corporate E-Learning in Industrie 4.0 – E-Learning on-the-job in Form von Performance Sup- port realisieren (<i>Welf Ring</i>)	143
Geschäftsprozess- und funktionsorientiertes Lernen am Beispiel von SAP ERP HCM (<i>Mandy Hommel</i>)	155
Autorenverzeichnis	187

Karl Wilbers

Industrie 4.0 und Wirtschaft 4.0: Eine Chance für die kaufmännische Berufsbildung

1 Abgrenzung von Industrie 4.0 und Wirtschaft 4.0

„Industrie 4.0“ und „Wirtschaft 4.0“ sind Vokabeln, die unterschiedlich präzisiert werden und verschiedene Anschlussmöglichkeiten eröffnen.

1.1 Industrie 4.0: Integration von cyber-physischen Systemen (CPS) in industrielle Prozesse

„Industrie 4.0“ ist eine Kurzform, die die vierte industrielle Revolution bezeichnen soll. Hinter dieser Bezeichnungsweise steht folgende Nummerierung (Bauernhansl, 2017; Röben, 2017).

- Am Beginn der ersten industriellen Revolution ab etwa 1750 steht die Erfindung der Dampfmaschine.
- Die zweite industrielle Revolution ist geprägt durch das Konzept der arbeitsteiligen Massenfertigung mit Hilfe elektrischer Energie ab etwa 1870.
- Die dritte industrielle Revolution ab etwa 1960 ist getrieben durch IT und Elektronik, die eine Rationalisierung und eine variantenreiche Serienproduktion ermöglichte.
- Die vierte industrielle Revolution – Industrie 4.0 – steht für die Integration sog. cyber-physischer Systeme in industrielle Prozesse (Kagermann u. a., 2013, S. 18).

Der Begriff „Cyber-physisches System (CPS)“ ist abstrakt. Zugrunde liegen sog. intelligente Produkte, sog. intelligente Maschinen sowie assistierte Bedienerinnen bzw. assistierte Bediener (Schlick, Stephan, Loskyll & Lappe, 2017). Ohne hier den Begriff der Intelligenz problematisieren zu wollen: Eine Intelligenz von Produkten im gemeinten Sinne ist bereits heute Alltag. Der heute allgegenwärtige Barcode wurde in den 1970er Jahren eingeführt. Er erlaubte es, ein Produkt – oder ein Werkstück – schnell und vergleichsweise sicher zu identifizieren. Allerdings sind die Möglichkeiten von Barcodes beschränkt. So ist eine Sichtverbindung notwendig, es können nur wenige Daten gespeichert werden und es ist in der Regel ein Hand-scannen notwendig. Einen Fortschritt – bildlich gesprochen ein ‚Mehr an Intelligenz‘ – brachte RFID (radio-frequency identification). Auch diese Funketiketten (RFID-Transponder) identifizieren wie ein Barcode ein Produkt, aber sie sind wiederbeschreibbar, brauchen – wegen der Funkübertragung – keinen Sichtkontakt, bieten mehr Speichermöglichkeiten und lassen sich stapelweise scannen. Allerdings hat auch diese Technik Einschränkungen. So ist es zwar möglich, Daten weiterzureichen, aber nicht, diese auch zu verarbeiten. Diese Einschränkungen

entfallen bei Cyber-physischen Systemen. Diese bestehen aus einer virtuellen und einer physischen Komponente, die über Sensoren und Aktoren vermittelt werden (Gorecky, Schmitt & Loskyll, 2014).

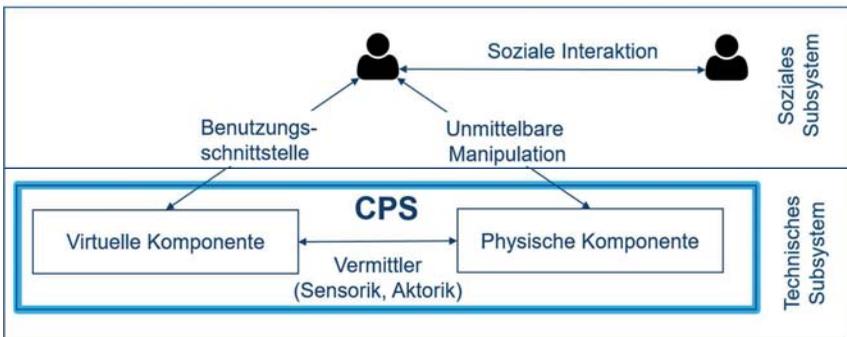


Abbildung 1: Cyber-physische Systeme. Erweitert nach Gorecky, Schmitt und Loskyll (2014)

CPS sind Systeme, die eingebettet sind. Sie sind integriert in Vor-, Zwischen- und Endprodukte, Maschinen und Anlagen oder Transportsysteme etc. Über Sensoren erfassen sie ihre Umwelt. Sie werten Daten aus und speichern diese. Über Aktoren wirken sie aktiv oder reaktiv auf ihre Umwelt ein, zum Beispiel über Motoren oder Regler. Die Systeme sind über digitale Netze sowohl lokal als auch global verbunden. Dabei werden weltweit verfügbare Daten und Dienste genutzt. Für die Kommunikation und Steuerung verfügen sie über vergleichsweise ausgeklügelte Mensch-Maschine-Schnittstellen, etwa Sprach- oder Gestensteuerung (Geisberger & Broy, 2012).

Industrie 4.0 baut auf bestimmten Technologien auf. Diese lassen sich verschiedenen Feldern zuordnen: Kommunikation, Sensorik, Mensch-Maschine-Schnittstelle, Software bzw. Systemtechnik, Standards und Normung, Aktorik und eingebettete Systeme (Bischoff, S. 33).

Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Echtzeitfähige Bus-Technologie ▪ Echtzeitfähige drahtlose Kommunikation ▪ Drahtgebundene Hochleistungs-Kommunikation ▪ IT-Sicherheit ▪ Selbstorganisierende Kommunikationsnetze ▪ Mobile Kommunikationskanäle
Sensorik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Miniaturisierte Sensorik ▪ Intelligente, konfigurierbare und rekonfigurierbare Sensorik

Mensch-Maschine Schnittstelle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vernetzte bzw. vernetzbare Sensorik ▪ Sensorfusion ▪ Neuartige Sicherheitssensorik
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sprachsteuerung ▪ Gestensteuerung ▪ Intuitive Bedienelemente ▪ Wahrnehmungsgesteuerte Schnittstellen ▪ Fernwartung ▪ Verhaltensmodelle des Menschen ▪ Kontextbasierte Informationspräsentation ▪ Semantik-Visualisierung ▪ Virtual Reality
Software/System-Technik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Multi-Agenten-Systeme ▪ Maschinelles Lernen und Mustererkennung ▪ Big-Data Speicher- und Analyseverfahren ▪ Cloud-Computing (inkl. Speicher und Zugriffsverfahren) ▪ Web Services bzw. Cloud- Dienste ▪ Ontologien ▪ Simulationsumgebung ▪ Multikriterielle Situationsbewertung
Standards und Normung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kommunikationsstandards ▪ Semantische Standards ▪ Standardisierung von Systemelementen ▪ Identifikationsstandards
Aktorik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intelligente Aktoren ▪ Vernetzte Aktoren ▪ Sichere Aktoren
Eingebettete Systeme	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intelligente eingebettete Systeme ▪ Miniaturisierte eingebettete Systeme ▪ Energy-Harvesting ▪ Identifikationsmittel

Tabelle 1: Industrie 4.0-Technologien nach Bischoff u.a. (2016)

CPS bilden zusammen mit dem sozialen System – also den Beziehungen der Menschen zu einander – ein soziotechnisches System. Die Technik allein führt – im Sinne eines Technikdeterminismus (Hirsch-Kreinsen, 2013) – nicht zu eindeutigen sozialen Auswirkungen. Vielmehr zeigt die Forschung: The „relationship between ICT and the economy becomes less strictly technological in nature, less linear and deterministic, and mediated by a variety of contextual (economic, social and cultural) factors affecting the ways, and the extent to which, the new opportunities offered by ICT can be actually appropriated and exploited by individuals, organizations, economies and societies at large“ (Evangelista, Guerrieri & Meliciani, 2014, S. 803). Mit der Vorstellung des sozio-technischen Systems (Hirsch-Kreinsen & Hompel, 2017) wird es möglich, „Technikentwicklung als ein Prozess der Ko-Konstitution technischer und sozialer Bedingungen zu verstehen. Sein Ausgangspunkt ist eine je gegebene sozio-technische Konstellation und das Ergebnis dieses Prozesses ist wiederum eine neue oder veränderte sozio-technische Konstellation“ (Hirsch-Kreinsen, 2013, S. 457).

Das Konzept des sozio-technischen Systems war eine der Grundlagen der Diskussion um die Humanisierung der Arbeitswelt in den 1970er Jahren (Hartmann, 2015). Die Diskussion um Industrie 4.0 hat außerdem einige Parallelen zur älteren Diskussion um künstliche Intelligenz (KI) und den Konzepten zur Computerintegrierten Fertigung (Computerintegrated Manufacturing, CIM). Allerdings lässt sich die Diskussion um Industrie 4.0 deutlich davon abgrenzen (Hartmann, Apt, Shajek, Stamm & Wischmann, 2017, 60 ff.). Im Gegensatz zu diesen früheren Diskussionen wird die Vorstellung des sozio-technisches System von vornherein berücksichtigt. So werden beispielsweise die Handlungsfelder „Arbeitsorganisation und Arbeitsgestaltung“ ebenso wie „Aus- und Weiterbildung“ in den Umsetzungsempfehlungen der Plattform Industrie 4.0 als zentral erachtet (Kargermann u. a., 2013).

Der Arbeitskreis „Industrie 4.0“ sieht folgende Potentiale von Industrie 4.0 (Kargermann u. a., 2013, 19 f.):

- Individualisierung der Kundenwünsche (z. B. Losgröße 1),
- Flexibilisierung (z. B. Ausfälle kompensieren),
- Optimierte Entscheidungsfindung (z. B. frühzeitige Absicherung Entwurfsentscheidungen),
- Ressourcenproduktivität und -effizienz (z. B. während Produktion Ressourcenverbrauch optimieren),
- Wertschöpfungspotenziale durch neue Dienstleistungen (z. B. aufgrund von big data),
- Demografie-sensible Arbeitsgestaltung (z. B. Einsatz unterstützender Roboter),
- Work-Life-Balance (z. B. aufgrund der erhöhten Flexibilität der Arbeitsorganisation)

Eine umfassende Bewertung des Einsatzes von CPS in industriellen Prozessen bzw. von Industrie 4.0 nach ökonomischen, ökologischen und sozialen Gesichtspunkten (Beckmann & Schaltegger, 2014), steht noch aus.

„Industrie 4.0“ beschreibt eine industriepolitische Initiative. Vergleichbare Anstrengungen gibt es auch in vielen anderen europäischen Ländern (Lansen, 2016), aber auch außerhalb Europas, etwa die Initiativen „Industrial Internet Consortium“ bzw. „Smart Manufacturing Leadership Coalition“ in den USA oder die chinesische Aktivität „Made in China 2025“. Zum Teil wird behauptet, dass Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern bereits ins Hintertreffen geraten sei (Elstner, Feld & Schmidt, 2016; Zühlke, 2015).

Der Begriff „Industrie 4.0“ ist eine deutsche Wortschöpfung. Sie ist jedoch inzwischen auch international verständlich. Alternativ werden Begriffe wie „industrial internet“ oder „Internet of Things“ in ähnlicher Weise verwendet.

1.2 Wirtschaft 4.0: CPS und Digitalisierung auch außerhalb industrieller Prozesse

CPS können in Unternehmen in allen Feldern integriert werden (Lucke, Görzig, Kacir & Volkmann, 2014). Außerdem können CPS nicht nur in industriellen Prozesse eingesetzt werden. Sie finden auch Einsatz – um nur wenige Beispiele zu nennen – in der Hausautomatisierung (Smart Home), bei intelligenten Stromnetzen (Smart Grid), in der Medizin (E-Health) oder in Verkehr und Logistik (Smart Mobility). Dazu gehört auch der Einsatz von Service-Robotern, beispielsweise als altersgerechte Assistenzsysteme in der Pflege alter Menschen (Geisberger & Broy, 2012, S. 30). Entsprechend sind auch alle Teile der Berufsbildung betroffen (Esser, 2015b). Wirtschaft 4.0 kann verstanden werden als Integration von CPS in betriebliche Prozesse in verschiedenen Branchen.

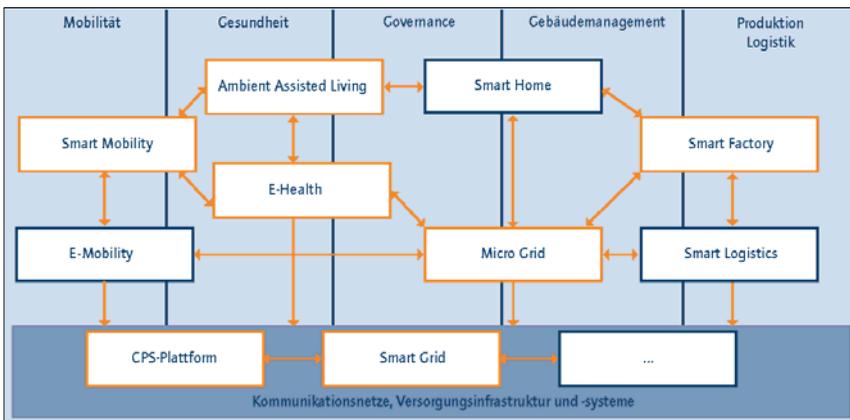


Abbildung 2: Einsatzfelder von CPS nach der integrierten CPS-Forschungsagenda (Geisberger & Broy, 2012, S. 29)

E-Health meint den Einsatz von IT zur Verbesserung der Behandlungs- und Betreuungsprozesse von Patientinnen und Patienten. Dies umfasst ein breites Spektrum von Anwendungsbereichen: Telemedizin (z. B. Telemonitoring oder Telediagnostik), E-Health in der Prävention, Gesundheitsförderung und Versorgung (z. B. Unterstützung von Demenzkranken zum Ver-

bleib im häuslichen Umfeld), E-Health-Ökonomie (z. B. elektronische Patientenakte), Digitalisierung von Informationen und Inhalten (z. B. E-Learning im Gesundheitsbereich) sowie E-Health in Forschung und Gesundheitsberichterstattung (Fischer, Aust & Krämer, 2016). Die Digitalisierung in diesem Bereich scheint sich deutlich von anderen Bereichen zu unterscheiden (West, 2015).

Mit dem Begriff „Wirtschaft 4.0“ wird allgemeiner die Digitalisierung von Prozessen in verschiedenen Branchen der Wirtschaft angesprochen. Die Expertenkommission Forschung und Innovation, die die Bundesregierung berät, kritisiert die innovationspolitische Verengung des Bundes auf die Produktion. „Die starke Fokussierung der Bundesregierung auf einen relativ kleinen Bereich der Digitalisierung ist nicht zielführend. So wird mit Industrie 4.0 einseitig auf Effizienzsteigerungen im Bereich der Produktionstechnik abgehoben. Auch andere industrie- bzw. anwendungsspezifische Initiativen wie Smart Service Welt oder E-Health sind in ihren Möglichkeiten beschränkt, positive Fördereffekte in der Breite der digitalen Anwendungen zu erzeugen. Hier bedarf es dringend einer überzeugenden Gesamtstrategie“ (EFI 2016, S. 15).

2 Makroebene: Gesellschaftliche Auswirkungen, insbesondere Veränderungen des Arbeitsmarkts

Die mit der Digitalisierung umschriebenen Veränderungen lassen sich auf verschiedenen Ebenen erörtern: Veränderungen der Beschäftigungsstrukturen ebenso wie Veränderung der Geschäftsmodelle von Unternehmen oder aber Änderungen der Arbeitssituationen und der didaktischen Situationen. In diesem Beitrag werden in Anlehnung an Modelle aus der Soziologie (Preisendörfer, 2016, 177 ff.) drei Ebenen unterschieden: Die Makroebene, die Mesoebene sowie die Mikroebene.

2.1 Facetten der Diskussion auf der Makroebene

Auf der gesellschaftlichen Ebene werden vielfache Auswirkungen der Digitalisierung erörtert (Widuckel, 2017). Die Digitalisierung dürfte positive Auswirkungen auf das Konsumniveau und die Konsumvielfalt haben. Sie wird Beiträge zur Produktivitätssteigerungen leisten, und verursacht regionale Verschiebungen – in dem etwa Billiglohnländer ihren Vorteil durch Automatisierung verlieren und Rückverlagerungen der Produktion (reshoring) erfolgen. Die Digitalisierung steht in der Gefahr, die Konzentration von Märkten zu verschärfen und Gesellschaften zu

spalten (Brynjolfsson & McAfee, 2016). Ein besonderes Gewicht auf der Makroebene haben Diskussionen um die Effekte der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt (Möller, 2016), d. h. eines gesellschaftlichen Teilsystems.

2.2 Skizze des Forschungsstandes im Task-Approach

Grundsätzlich lassen sich mehrere Veränderungen des Arbeitsmarktes festmachen, nämlich die Schaffung neuer Arbeitsplätze, die Vernichtung von Arbeitsplätzen sowie der Wandel von Arbeitsplätzen (Degryse, 2016, S. 17). In der arbeitsmarktökonomischen Diskussion im Rahmen des sogenannten Task-Approachs (Autor, 2013a, 2013b; Frey & Osborne, 2013) dominiert die Frage nach den Beschäftigungswirkungen der Automatisierung. „Das zentrale Argument besteht darin, dass Routinetätigkeiten, die leicht programmierbar und automatisierbar sind, teilweise von computergesteuerten Maschinen übernommen werden können“ (Bellmann, 2017). Zugrunde liegt den Untersuchungen eine Klassifikation von Tätigkeiten (Rohrbach-Schmidt & Tiemann, 2013), die wie folgt skizziert werden kann.

Routine	Manuell	Abstrakt
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Messen, Prüfen oder Qualität kontrollieren ▪ Schreibarbeiten, Schriftverkehr oder Formulararbeiten ▪ Kalkulieren, Berechnen oder Buchen ▪ Überwachen oder Steuern von Maschinen, Anlagen oder technischen Prozessen ▪ Manuelle Tätigkeiten zum Herstellen oder Produzieren von Waren ▪ Transportieren, Lagern oder Versenden 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reparieren, Warten oder Instandsetzen ▪ Bewirten, Bedienen oder Beherbergen ▪ Pflegen, Betreuen oder Heilen ▪ Reinigen, Abfall beseitigen oder Recyceln ▪ Sichern, Schützen oder Bewachen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informationen sammeln, Recherchieren, Dokumentieren ▪ Organisieren, Planen und Vorbereiten von Arbeitsprozessen ▪ Entwickeln, Forschen oder Konstruieren ▪ EDV-Tätigkeiten, Programmieren ▪ Gesetze oder Vorschriften anwenden oder auslegen ▪ Ausbilden, Lehren, Unterrichten oder Erziehen ▪ Beraten oder Informieren ▪ Einkaufen, Beschaffen oder Verkaufen ▪ Werben, Marketing, Öffentlichkeitsarbeit, Public Relations ▪ Personal einstellen, Mitarbeiter anleiten, kontrollieren, beurteilen ▪ Verhandeln

Tabelle 2: Einteilung von Tätigkeiten (Arntz, Gregory, Janssen & Zierahn, 2016; Rohrbach-Schmidt & Tiemann, 2013)

Immer wird auf die Studie von Frey und Osborne „The Future on Employment: How susceptible are jobs to computerisation?“ (2013) zu den Auswirkungen der Automatisierung auf die Beschäftigung in den USA abgehoben.

Werden die Ergebnisse auf Deutschland übertragen, sind etwa sechzig Prozent der Arbeitsplätze in der jetzigen Form durch die Digitalisierung bedroht: Im Bereich der Dienstleistungs- und Verkaufsberufe ebenso so viel Arbeitsplätze wie im Bereich der Anlagen- und Maschinenbediener und der Montageberufe. Im kaufmännisch-verwaltenden Bereich kommen weitere gefährdete Arbeitsplätze im Bereich der Bürokräfte und der verwandten Berufe in etwa gleicher Höhe hinzu (Brzeski & Burk, 2015). Auch mit Blick auf die Beschäftigungsaspekte – der Einzel- und Großhandel beschäftigt in Deutschland fast viermal mehr Menschen wie der Maschinenbau – scheint es wirtschaftspolitisch ratsam, die Themenstellung „Industrie 4.0“ breiter unter der Perspektive „Wirtschaft 4.0“ anzugeben.

Die Untersuchungen der Beschäftigungswirkungen von Industrie 4.0 kommen jedoch keineswegs zu einem einheitlichen Ergebnis. So betont eine Studie des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), dass die Veränderungen der Anzahl der Erwerbstätigen viel geringer ausfallen wird als die Bewegungen zwischen Branchen und Berufen. In der modellbasierten Wirkungsabschätzung zeigt sich durch Industrie 4.0 eine erhöhte Wertschöpfung, erhöhte Anforderungen an die Arbeitskräfte und dadurch ein erhöhtes Lohnvolumen. Eine Verschleppung oder Verzögerung kehrt diese positiven wirtschaftlichen Effekte ins Gegenteil (Wolter et al., 2015). Auch eine Betriebsbefragung kommt zu einem vergleichbaren Ergebnis (Lehmer & Matthes, 2017).

Dengler und Matthes haben 2015 die Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt erörtert (Dengler & Matthes, 2017; Jung, 2017). Sie haben dazu das Substituierbarkeitspotenzial in verschiedenen Berufssegmenten und Anforderungsniveaus berechnet. Dabei nehmen sie die Einteilung von Substituierbarkeitspotentialen aus der immer wieder zitierten Studie von Frey und Osborne (2013) auf, verwenden aber deutsche Daten, vor allem die Berufenet-Datenbank. Die Studie aus 2015 wird von Dengler und Matthes durch genderspezifische Betrachtungen (Dengler & Matthes, 2016) ergänzt. Sie zeigen erhebliche Differenzen bezüglich des Substituierbarkeitspotentials auf. Männer arbeiten generell eher in Berufen mit einem hohen Anteil von Tätigkeiten, die schon heute von Computern übernommen werden könnten. D. h. Männer haben ein stärkeres Substituierbarkeitspotential. Das gilt für alle Anforderungsniveaus der Be-

rufe. Besonders stark sind jedoch die Differenzen im Bereich der Berufe mit niedrigem Anforderungsniveau. Es wird deutlich, dass eine differentielle Betrachtung der Chancen und Risiken von Industrie 4.0 notwendig ist (Dengler & Matthes, 2016; Matthes & Weber, 2017).

2.3 Würdigung des Forschungsstandes

Die Studien zu den Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt im Allgemeinen und die Studien im Task-Approach im Besonderen kommen nicht zu einheitlichen Ergebnissen. Die Studien sind – hinsichtlich der zugrunde gelegten Daten, der Methodik, der nationalen Bezüge und der Rolle der Berufsbildung in den Studien – unterschiedlich angelegt (Bellmann, 2017). Für pädagogische Erörterungen bleiben die Studien aufgrund ihrer makroskopischen Betrachtung oft zu allgemein.

Die Studien im Task-Approach fokussieren sich stark auf die Vernichtung von Arbeitsplätzen. Positive Nachfrageeffekte werden oft nicht berücksichtigt (Vogler-Ludwig, Düll & Kriechel, 2016). Der Abbau von Arbeitsplätzen wird meist implizit nicht bewertet oder als gesellschaftspolitisch bedrohlich gesehen und hat dann meist eine negative Konnotation. Allerdings kann sich die Automatisierung auch auf sog. 3-D-Tätigkeiten (dirty, dangerous, demanding) beziehen (Hirsch-Kreinsen & Ittermann, 2017, S. 136), die unter Umständen gesellschaftspolitisch anders zu bewerten sind.

Gleichwohl kann versucht werden, zentrale Hypothesen aus den arbeitsökonomischen Studien aufzustellen. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Routine-Anteil im Tätigkeitsprofil voraussichtlich weiter sinken wird, d. h. die relative Bedeutung von Nicht-Routine-Tätigkeiten steigen wird. Festzuhalten ist außerdem, dass sich das Rationalisierungspotential nach Qualifikationsebenen, nach Regionen und nach Branchen unterscheidet.

Die Folgen der Veränderungen auf den Arbeitsmärkten durch die Digitalisierung für Berufsbildung sind noch unklar. Das Angebotsprofil dürfte sich verschieben: Wahrscheinlich sind horizontale Verschiebungen des Angebotsprofils, d. h. dass die relative Bedeutung einzelner Berufe und Branchen sich verändern wird. Wahrscheinlich sind auch vertikale Verschiebungen, d. h. dass die relative Bedeutung der Qualifikationsebenen sich verändern und damit der dominante Fokus auf die mittlere Qualifikationsebene abgeschwächt wird. Recht wahrscheinlich erscheinen auch Verschmelzungen, d. h. dass langfristig neue Berufe entstehen, die sich nicht zwangsläufig innerhalb der Schnittstellen der alten bewegen und die zum Beispiel kaufmänni-

sche und gewerblich-technische Kompetenzen miteinander kombinieren, wie etwa auf akademischer Ebene im Modell des Wirtschaftsingenieurwesens. Angesichts dieser Situation scheint es notwendig, die Agilität der Institutionen in der Berufsbildung, d. h. die Fähigkeit zur schnellen Gestaltung der Institution in einer komplexen Umwelt (Foegen & Kaczmarek, 2016) auszubauen.

3 Mesoebene: Veränderungen auf der institutionellen Ebene

3.1 Facetten der Diskussion auf der Mesoebene

Auf der Mesoebene liegen die Institutionen und ihre Verflechtungen zueinander. Zunächst wird auf die Veränderungen in den Unternehmen dann auf die Veränderungen in den weiteren Institutionen der beruflichen Bildung eingegangen.

3.2 Veränderungen in Unternehmen

3.2.1 Industrie 4.0: Veränderung von Geschäftsmodellen

Die Integration von CPS in Unternehmen führt sowohl zu Prozessinnovationen – im innerbetrieblichen Einsatz – als auch zu Produktinnovationen – also zu neuen marktlichen Verwertbarkeiten (Obermaier, 2016, 23 ff.; Reichwald, Piller & Ihl, 2009, 120 f.). Industrie 4.0 ermöglicht neue Geschäftsmodelle (Burmeister, Lüttgens & Piller, 2016), zum Beispiel Dienste für die Aggregation von Daten. Arnold, Kiel und Voigt (2016) zeichnen die Änderungen im Geschäftsmodell in verschiedenen Branchen nach. Zur Darstellung von Geschäftsmodellen wird dabei das weitverbreitete Modell von Osterwalder und Pigneur u. a. (2011) verwendet, die sog. Business Model Canvas. Die Ergebnisse zeigen branchenübergreifend vor allem Effekte auf das Wert- bzw. Nutzen-Versprechen (value proposition). Ein zweiter Faktor, der branchenübergreifend stark angesprochen wird, sind die Schlüsselressourcen (key resources bzw. core competencies). "To put it straight, we emphasise the highly significant role of human resources and corporate culture for a future-oriented maintenance of BMs subject to the IIoT" (Arnold, Kiel & Voigt 2016, S. 12). Arnold, Kiel und Voigt heben folgende Empfehlung für das Management hervor: "The changing role of the workforce from operators to problem-solvers has to be paralleled by adequate human resource development activities. Companies should make an

effort concerning an enhanced interdisciplinary education in the areas of economics, engineering, informatics, and mathematics, e. g., with university educational institutions" (2016, S. 18).

3.2.2 Industrie 4.0: Prozessinnovationen

Bezüglich der Prozessinnovationen verändern CPS die Automatisierung in Unternehmen grundlegend. Ein Grundkonzept der Automatisierung in Unternehmen ist die sogenannte Automatisierungspyramide (Gronau, 2016).

In dieser Pyramide werden typische Anwendungssysteme in Unternehmen angeführt. Auf den unteren Ebenen der Pyramide liegen speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS). SPS werden im industriellen Umfeld für die Steuerung von Maschinen eingesetzt. Sie sind aus verschiedenen Modulen aufgebaut und frei programmierbar. Ab den 1970er Jahren lösten sie die ‚fest verdrahteten‘ Steuerungen ab. SPS können – auf der nächsten Ebene der Automatisierungspyramide – an Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) angebunden werden (Kief, Roschiwal & Schwarz, 2017, 177 ff.). SCADA ist „eine Software-Kategorie, die der Datenaufnahme, der Prozesssteuerung und der Prozessvisualisierung dient“ (Lerch, 2016, S. 595). Der Begriff „SCADA-System“ wird häufig als Synonym für „Leitsystem“ verwendet. Eine wichtige Mittlerfunktion übernimmt auf der nächsten Ebene das Manufacturing Execution System (MES) (Obermaier, Hofmann & Kellner; Obermaier & Kirsch, 2016; Obermaier, 2016, 16 ff.). An der Spitze werden Enterprise-Resource-Planning-Systeme (ERP) zugeordnet. Ein ERP-System ist eine betriebswirtschaftliche Standardsoftware, die Geschäftsprozesse unterstützt (Abts & Mülder, 2017, 193 ff.). Typisch für ERP-Systeme sind Module für Beschaffung, Produktion, Vertrieb oder Rechnungswesen und Personalwirtschaft. Größere Anbieter von ERP-Software sind SAP und Oracle. ERP-Systeme haben eine größere Bedeutung für die kaufmännische Bildung (Pongratz, Tramm & Wilbers, 2010), besonders in einzelnen Berufen wie dem Industriekaufmann/frau (Jordanski, 2017).

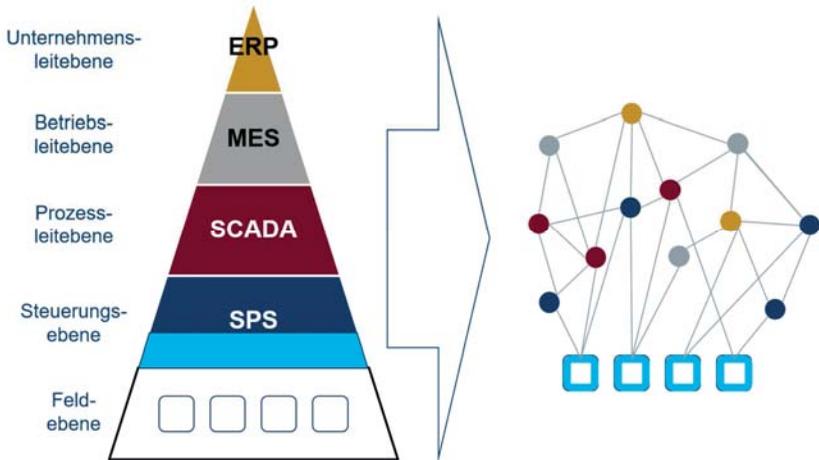


Abbildung 3: Automatisierungspyramide und ihre Auflösung durch CPS, verändert nach VDI/VDE (2013)

Die Automatisierungspyramide wird für Industrie 4.0 in Form des Referenzarchitekturmodells Industrie 4.0 (RAMI 4.0) erweitert (Kellermann-Langenhagen, 2017; VDI/VDE & ZVEI, 2015). Dort werden u. a. das Produkt sowie die „Connected World“ als eigenständige Hierarchieebenen berücksichtigt.

Entsprechend der Automatisierungspyramide sind die fünf aufgeführten Ebenen hierarchisch strukturiert und klar voneinander getrennt. Mit der Integration von CPS wird diese Automatisierungspyramide jedoch aufgelöst. Im Gegensatz zu früheren Formen der Digitalisierung der Produktion erfolgt die Steuerung nicht mehr zentral, sondern dezentral und in Echtzeit (Kleinemeier, 2017; VDI/VDE, 2013).

Durch die Integration von CPS verschiebt sich die Produktion von der auftragsanonymen Produktion (make-to-stock) hin zur individualisierten Produktion, d. h. der sog. Kundenentkopplungspunkt wird in der Wertschöpfungskette nach vorne verschoben. Damit steigt der Anteil kundenauftragsbezogener Abläufe am gesamten Produktionsprozess (Grabner, 2017, 198 ff.).

Im Fokus von Industrie 4.0 steht oft der Fertigungsprozess im engeren Sinne, d. h. die Prozesse auf dem shop floor. Aber auch vor- und nachgelagerte Aktivitäten erfahren grundlegende Veränderungen.

Die Marktforschung steht an einer frühen Position in der Wertschöpfungskette. Die klassische Marktforschung steht angesichts der zukünftigen breiten Verfügbarkeit von Unternehmensdaten vor einer Identitätskrise. „Traditionell schließt die Marktforschung die Lücke zwischen den Unternehmen und ihren Kunden. Je größer und kundenferner die Unternehmenssteuerung agiert, desto höher ist der Bedarf an Marktforschung“ (Müller-Peters & Lübbert, 2015, S. 7). Software für das Customer-Relationship-Management (CRM) verringert die Distanz zum Kunden und erfasst Feedbacks, Such- und Kaufverhalten usw. Dies erlaubt nicht nur eine nachträgliche Analyse der Daten sondern die Verbindung von Daten bzw. Informationen mit Aktionen. Moderne Unternehmensplattformen – wie SAP HANA – unterstützen u. a. die Auswertung von Transaktionen auf einem Online-Marktplatz und zwar in Verbindung mit Internet-of-Things-Anwendungsszenarien wie der Vorhersage von Maschinenfehlern (Prassol, 2015). Marktforschungsinstitute arbeiten daher zurzeit an alternativen Produkten wie die Emotionsanalyse bzw. Mimikererkennung, Analyse von Social Media oder Beobachtungen mit Hilfe von virtueller Realität (Gaspar, Neus & Buder, 2016). Eine Marktforschung mit Hilfe eines mit einem Textverarbeitungsprogramm erstellten Fragebogens – wie es etwa das Lernfeld „Kunden akquirieren und binden“ der aktuellen Richtlinien für Kaufmann/Kauffrau für Büromanagement vorsieht – mutet dabei als stark aus der Zeit gefallen an.

Auch der Einkauf verändert sich grundlegend. Der operative Einkauf wird stark automatisiert – bis hin zum autonomen Einkauf (Henke & Feldmann, 2016; Kleemann & Glas, 2017). Derweil steigt die relative Rolle des strategischen Einkaufes und die schon bestehende hohe Bedeutung persönlicher Kommunikation wird relativ bedeutsamer. Diese Änderungen sind für einige Berufe von zentraler Bedeutung, etwa bei Industriekaufleuten (Jordanski, 2017).

Am Ende der Wertschöpfungskette steht die Distribution. Die Distribution verschiebt sich durch die Digitalisierung, was unmittelbare Folgen auch für den Handel hat (Gerling, 2017; Gläß & Leukert, 2017; Hillebrand & Finger, 2015). Diese Veränderungen werden – allerdings nur zum Teil – über das Stichwort „E-Commerce“ beschrieben. „Eine – wenn nicht die größte – Herausforderung für den Handel ist E-Commerce. Er verändert die Branche in einem Ausmaß, das in seiner Dimension seit Einführung der Selbstbedienung – in Deutschland erfolgte dies im Jahr 1938 – nicht mehr zu beobachten war“ (Atzberger & u.a., 2016, S. 23). Dabei geht es inzwischen nicht mehr um „online“ oder „stationär“, sondern um Omnichannel, d. h. die Verbindung der Vorteile von Online-Handel und stationärem Handel (Rigby, 2011). Technologien wie das Smart-Phone oder Augmented Reality haben die bislang recht klaren Grenzen zwischen „online“ und „stationär“ aufgelöst (Byrnjolfsson, Hu & Rahman, 2013). Ein Beispiel ist

die Strategie „Click & Collect“ (Beck & Rygl, 2017). Die Omnichannel-Strategie stellt Handelsunternehmen vor große Herausforderungen (Picot-Coupey, Huré & Piveteau, 2016).

Auch bei Supportprozessen wird ein großes Digitalisierungspotential gesehen, vor allem im Recruiting und Assessment (Kanning, 2016), in der Personaladministration, dem HR-Berichtswesen, der operativen Personalplanung, der Aus- und Weiterbildung, dem Performance- und Kompetenzmanagement sowie im Bereich der Vergütung (Holthaus, Park & Stock-Homburg, 2015; Weigert, Bruhn & Strenge, 2017).

Auch für Partner in der Wertschöpfungskette führt die Digitalisierung zu großen Änderungen. Ein Beispiel sind Steuerberater. Unter dem Stichwort „Steuerberatung 4.0“ wird die Veränderung der Prozesse in der Kanzlei, zum Mandanten und zu externen Organisationen, insbesondere der Finanzverwaltung, diskutiert (Verholen, 2016). Die Bundessteuerkammer hat schon 2014 das Konzept „Steuerberatung 2020“ (BStBK 2014) vorlegt. Der Gesetzgeber zielt auf eine weitgehende Automation des Besteuerungsverfahrens, etwa mit dem Gesetz zur Modernisierung des Besteuerungsverfahrens (Steuermodernisierungsgesetz, StModG). Darin ist die vollautomatische Bearbeitung von Steuererklärungen unter Einsatz von Risikomanagementsystemen vorgesehen, es werden Belegvorlagepflichten gelockert und die von dritter Seite elektronisch übermittelten Daten geregelt (Ortmann-Babel & Franke, 2016).

3.2.3 Industrie 4.0: Produktinnovationen

Für digitalisierte Unternehmen öffnen sich die Unternehmensgrenzen, wie es oben am Beispiel der Verschiebung des Kundenentkopplungspunktes aufgezeigt wurde. Dies ermöglicht eine interaktive Wertschöpfung, d. h. die „Vergabe einer Aufgabe, die bislang intern durch die Mitarbeiter eines Unternehmens oder einer anderen Institution erstellt wurde, an ein undefiniertes, großes Netzwerk von Kunden, Nutzern und/oder anderen externen Akteuren in Form eines offenen Aufrufs zur Mitwirkung. Offener Aufruf heißt dabei, dass die zu lösende Aufgabe offen verkündet wird und die externen Problemlöser durch Selbstselektion entscheiden, ob sie mitwirken oder nicht“ (Reichwald et al., 2009, S. 51). Dabei können idealtypisch – je nach Stellung im Wertschöpfungsprozess – zwei Formen unterschieden werden: Produktindividualisierung (Mass Customization) und Open Innovation.

Mass Customization meint die Kombination der Massenfertigung mit der kundenindividuellen Einzelfertigung. Sie begründet eine Zusammenarbeit mit externen Akteuren in der Produktion

(Franke & Piller, 2004; Pollard, Chuo & Lee, 2016). Das Produkt wird dabei Teil eines umfassenden Produkt-Dienstleistungssystems, das im Rahmen eines umfassenden Service-Systems-Engineerings (Böhmman, Leimeister & Möslin, 2014) gestaltet wird.

Open Innovation bezieht sich auf die Zusammenarbeit zwischen dem Unternehmen und den externen Akteuren im Innovationsprozess. Kunden und Nutzende werden aktiv in die Prozesse des Unternehmens integriert. Eine Möglichkeit sind zum Beispiel Online-Communities für Open Innovation. Auf diese Weise sollen Informationen zu Bedürfnissen und Lösungen besser ermittelt werden als mit klassischen Methoden der Marktforschung (Huff, Möslin & Reichwald, 2013). Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter werden damit zunehmend zum Mitarbeitenden mit Kundenkontakt (Frontline Employee) und übernehmen dabei als boundary spanner die Funktion des Brückenbaus zu Kundinnen und Kunden (Hessenkamp, Neumann & Holzmüller, 2009).

3.2.4 Arbeit 4.0: Arbeit und Personal in Industrie/Wirtschaft 4.0

Die Veränderung der Arbeitswelt wird unter dem Stichwort „Arbeiten 4.0“ vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) diskutiert. Dabei ist die Digitalisierung nur ein Treiber neben anderen, neben der Globalisierung, dem demographischen Wandel sowie dem kulturellen Wandel. In Arbeiten 4.0 löse sich das sog. Normalarbeitsverhältnis auf (Apt, Bovenshulte, Hartmann & Wischmann, 2016), und zwar durch interne und externe Flexibilisierung sowie räumliche Dezentralisierung und Virtualisierung.

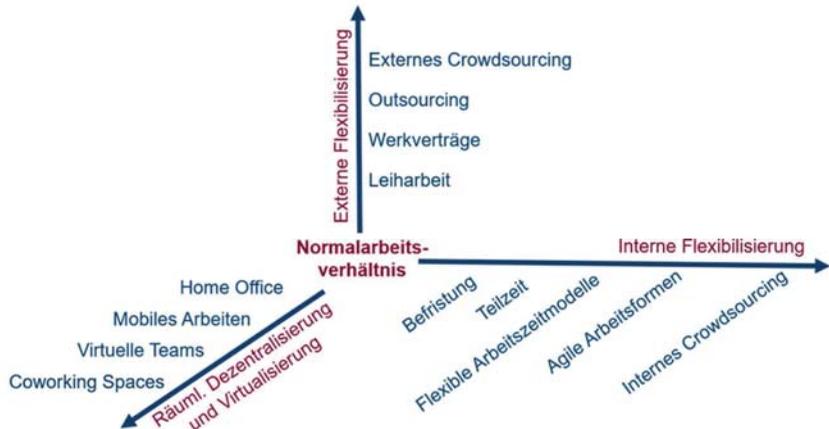


Abbildung 4: Auflösung des Normalarbeitsverhältnisses nach BMAS (2016, S. 86)

Gemäß dem Weißbuch „Arbeiten 4.0“ (BMAS 2016) werden Konzepte für die Arbeitswelt gesucht, die folgenden Zielen gerecht werden:

- Leistungsgerechte Einkommen und soziale Sicherheit
- Integration in gute Arbeit, die sicher ist und gutes berufliches Fortkommen ermöglicht
- Vielfalt als neue Normalität: Lebensphasenorientierung statt starrer Arbeitszeitmodelle
- Qualität der (Produktions-)arbeit erhalten: Umgang mit mehr Flexibilität, Zusammenspiel Mensch-Maschine, neue Organisationsformen und big data
- Mitbestimmung, Partizipation und Unternehmenskultur zusammen denken

Bei der Erörterung der zukünftigen Beschäftigungsstrukturen in den Unternehmen werden von verschiedenen Autoren mehrere Szenarien unterschieden (Hirsch-Kreinsen, 2015; Hirsch-Kreinsen & Ittermann, 2017; Pfeiffer, Lee, Zirnic & Suphan, 2016; Windelband & Spöttl, 2012). Der prominenteste Ansatz unterscheidet das Polarisierungsmodell vom Schwarmmodell (Hirsch-Kreinsen, 2015). Im Polarisierungsmodell finden sich in der industriellen Produktion nur noch wenige einfache Tätigkeiten mit geringen Handlungsspielräumen. Sie werden ergänzt durch anspruchsvolle Tätigkeiten einer stark angewachsenen Gruppe hoch qualifizierter

Experten. Die klassische mittlere Ebene der Facharbeit – und damit langfristig auch die Ausbildung im Dualen System – erodiert. Das Schwarmmodell hingegen zeichnet eine lockere Vernetzung gleichberechtigter Experten, die sich flexibel selbst organisieren und mit technischen Systemen dezentral interagieren. Welches Modell sich durchsetzen wird, ist weitgehend offen. Oder um es mit Hirsch-Kreinsen und Ittermann zu sagen: „Alles ist möglich“ (2017, S. 132). Gleichwohl sprechen Gründe aus der Arbeitsforschung für das Schwarmmodell (Hirsch-Kreinsen & Hompel, 2017, 367 f.).

3.3 Veränderungen von Bildungsinstitutionen

Die Gestaltung von Institutionen der beruflichen Bildung in Industrie 4.0 bzw. Wirtschaft 4.0 erweist sich als ein facettenreiches Vorhaben. Dies wird auch an den unlängst veröffentlichten Handlungsfeldern der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (2016) sowie an den sich auf die betriebliche Bildung beziehenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des Bundesinstituts für Berufsbildung (Padur & Zinke, 2015, 2016) deutlich. Folgende Bereiche können unterschieden werden.

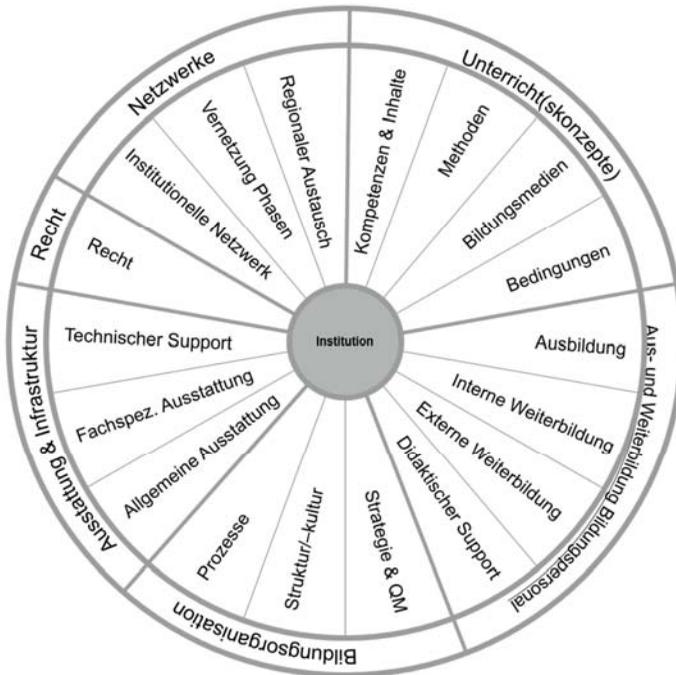


Abbildung 5: Gestaltung von Bildungsinstitutionen in Wirtschaft 4.0

- **Unterricht(skonzepte):** Als Teil des Unterrichtskonzepts wird die Frage aufgeworfen, welche Kompetenzanforderungen mit Industrie 4.0 bzw. Wirtschaft 4.0 verbunden sind bzw. wie sich die Kompetenzanforderungen in einzelnen Berufen verändern. Das gilt sowohl für die Fachkompetenz als auch für die überfachlichen Kompetenzen. Außerdem stellt sich die Herausforderung, mit welchen methodischen Konzepten die Kompetenzen entwickelt werden sollen, wie Bildungsmedien produziert bzw. bereitgestellt werden können und wie sich die Bedingungen des Unterrichts, etwa das IT-Vorwissen der Lernenden, verändert.
- **Aus- und Weiterbildung:** Industrie 4.0 bzw. Wirtschaft 4.0 stellt Anforderungen an das pädagogische Bildungspersonal in Schulen, Betrieben oder anderen Bildungsinstitutionen, die im Rahmen der Ausbildung als auch der Weiterbildung entwickelt werden müssten.
- **Organisation von Bildungsinstitutionen:** Institutionen der beruflichen Bildung sind ist als Institutionen selbst, d. h. mit ihren Verantwortlichkeiten, ihren Abläufen und ihren Veränderungskonzepten, Teil der digitalen Welt. Dies wirft etwa die Frage nach der digitalen Unterstützung administrativer Prozesse in Bildungsinstitutionen auf.

- **Ausstattung und Infrastruktur:** Die Institutionen der beruflichen Bildung brauchen eine digitale Ausstattung und Infrastruktur. Dies betrifft die allgemeine IT-Ausstattung, etwa die Breitbandanbindung oder die WLAN-Ausstattung, aber auch die fachspezifische Ausstattung, etwa in Form von Multifunktionsräumen, ERP-Systemen, Lernfabriken oder E-Health-Ausstattungen. Dies erfordert auch einen entsprechenden technischen Support für die jeweilige Institution.
- **Netzwerke:** Die Bewältigung der Anforderungen verlangen umfangreiche Formen der Zusammenarbeit, etwa in Form von gemeinsamen Projekten für die Entwicklung von Unterrichtskonzepten. Dazu gehören auch Unterrichtsprojekte, in denen durch Auszubildende im kaufmännischen und gewerblichen-Bereich mit Blick auf T-Shape-Kompetenzen gemeinsam unterrichtet werden (Molter, Mothes, Klose, Gencel & Siegert, 2017). Es stellt sich auch die Frage der Zusammenarbeit mit anderen Bundesländern sowie der Phasen der Bildung von Lehrkräften.
- **Recht:** Die Prozesse in Bildungsinstitutionen – seien es Unterrichtsprozesse oder administrative Prozesse – sind rechtlich durchsetzbar. Die aktuelle Rechtslage scheint mit Unsicherheiten verbunden, die Innovationen in diesem Bereich lähmen. Beispielhaft anzuführen sind Fragen des Urheberrechts oder des Datenschutzes bei der Digitalisierung administrativer Prozesse.

Die Gestaltung von Bildungsinstitutionen erweist sich als komplexe Herausforderung. Einzelne Facetten herauszugreifen – etwa die Frage der technischen Ausstattung für Industrie 4.0 bzw. Wirtschaft 4.0 – greift zu kurz.

4 Mikroebene: Die Veränderung der institutionell eingebetteten Situationen des Arbeitens und Lernens

Auf der Mikroebene werden Situationen betrachtet. In diesem Beitrag sind dies die Situationen des Arbeitens und des Lernens bzw. des Lehrens und Lernens. Situationen sind eingebettet in institutionelle Zusammenhänge, d. h. hier in Unternehmen und berufliche Schulen. Durch diese Einbettung wirken die Ziele der Institutionen, aber auch Beschränkungen in Form von Bedingungen in die Situationen hinein.

4.1 Die Veränderung der Arbeitssituationen: Eine branchenübergreifende Betrachtung

Auf der Grundlage der bisherigen Überlegungen zur Integration von CPS kann der Versuch übernommen werden, arbeitsplatz- und branchenübergreifend Veränderungen der Arbeitssituationen aufzuzeigen.

Veränderte technische Interaktionen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neue Mensch-Maschine-Interaktionen (z. B. humanoide Roboter) ▪ Neue Interfaces (z. B. Virtual Reality, Gesten-, Sprachsteuerung)
Erhöhte Rolle sozialer Interaktionen (Mensch-Mensch-Interaktion)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erhöhte Rolle persönlicher Kommunikation in Wertschöpfungsnetzwerken als frontline employee, z. B. mit Kunden und Lieferanten ▪ Erhöhte Rolle interner Kommunikation
Dezentralisierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teamorientiert, interdisziplinär, hierarchieübergreifend ▪ Erhöhte Bedeutung dezentrale Verantwortung / Entscheidungen
Ent-Routinisierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringere Bedeutung von Routine-Aufgaben ▪ Erhöhte Rolle anspruchsvoller Entscheidungssituationen ▪ Zunehmender Anteil von Arbeiten ‚am System‘ (Interpretation von Daten, Systemdiagnose, Pflege/Wartung, Innovationen) statt Arbeiten ‚im System‘

Tabelle 3: Merkmale der veränderten Arbeitssituationen

Die Arbeitssituationen zeichnen sich durch eine veränderte technische Interaktion aus. Standardisierte Kommunikationsvorgänge, etwa Bestellungen, werden zunehmend automatisiert. Außerdem steigt die Rolle sozialer Interaktion im Rahmen von Open Innovation und Mass Customization, d. h. der Anteil der Tätigkeiten mit Kundinnen und Kunden (frontline) für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter steigt.

Durch die Integration von CPS wandelt sich die Planung bzw. die Koordination in Richtung auf eine Dezentralisierung. Die Arbeitssituation ist durch eine interdisziplinäre und hierarchieübergreifende Zusammenarbeit geprägt. ‚Vor Ort‘ sind Entscheidungen zu treffen, die vormals zentralisiert geplant bzw. koordiniert wurden.

Aufgrund der Automatisierung haben Routine-Aufgaben – im Sinne einer Ent-Routinisierung – im Aufgabenportfolio eine geringere Bedeutung. Im Gegenzug steigt die relative Bedeutung anspruchsvollerer Entscheidungssituationen. Dabei nimmt der Anteil der Aufgaben zu, die sich

auf das Arbeitssystem selbst beziehen, d. h. der Anteil von Aufgaben, die sich mit der Diagnose des Arbeitssystems, der Pflege und Wartung, der innovativen Fortentwicklung beziehen, nimmt zu.

4.2 Veränderung der Situationen des Lernens bzw. des Lehrens und Lernens

Die Veränderungen der Situationen des Lernens bzw. des Lehrens und Lernens – in beruflichen Schulen und Betrieben – finden in drei Feldern statt: Veränderung der Kompetenzanforderungen, Veränderung der Methoden sowie die hier nicht weiter erörterten Veränderung der Bedingungen des Lernens.

4.2.1 Veränderung der Kompetenzanforderungen

Industrie 4.0 bzw. Wirtschaft 4.0 führt zu veränderten Kompetenzanforderungen. Diese betreffen sowohl die Fachkompetenz als auch die überfachlichen Kompetenzen.

4.2.1.1 Fachkompetenz

Gehaltvolle wissenschaftliche Erörterungen zu den Veränderungen der Kompetenzanforderungen aufgrund von Industrie 4.0 liegen zurzeit nur für gewerblich-technischen Berufe im Bereich der Industrie vor. Sowohl die Studie der Gruppe um Spoetl und Windelband (VBM 2016) im Auftrag des Verbands der Bayerischen Metall- und Elektro-Industrie als auch die Studie um Pfeiffer (2016) im Auftrag des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) kommen – mit etwas anderen Akzentuierungen beim Beruf des Produktionstechnologen – zum Urteil, dass die Landschaft der gewerblich-technischen Berufe gut aufgestellt für Industrie 4.0 ist, dass es keine neuen Berufe braucht, aber deutlicher – und in den Studien näher erläuteter – Aktualisierungen bedarf. In der VBM-Studie werden sog. domänenbezogene Kompetenzen bei Industrie 4.0 für die Ordnungsarbeit in den Metall- und Elektroberufen unterschieden.

Domänenbezogene Kompetenzen bei Industrie 4.0

- Produktionsnetzwerke und -systeme analysieren, überwachen, optimieren und erweitern
- IT-gestützte Assistenz- und Diagnosesysteme anwenden und mitgestalten
- Daten aus der Produktion analysieren, interpretieren und dokumentieren
- Prozesszusammenhänge mit allen vor- und nachgelagerten Bereichen und deren Vernetzung verstehen und optimieren
- Anlageninbetriebnahme durchführen und Prozessoptimierung sicherstellen
- Störungsbehebung durchführen und Anlagen in Stand halten

Tabelle 4: Domänenbezogene Kompetenzen bei Industrie 4.0

Für die Metall- und Elektroberufe werden inzwischen konkrete Änderungen der Ausbildung diskutiert (Gesamtmetall, IGM, VDMA & ZVEI, 2017).

Zur Veränderung der Kompetenzanforderungen in anderen Bereichen der beruflichen Bildung, nämlich im kaufmännischen Bereich sowie im sozial-pflegerischen Bereich, liegen kaum wissenschaftliche Erörterungen vor.

Bei dem Versuch, die branchenübergreifenden Änderungen der Kompetenzanforderungen (Acatech, 2016) zu systematisieren, lassen sich zwei Aspekte hervorheben: T-Shape-Fachkompetenz und Einbettung in Geschäftsprozesse.

Das Konzept T-förmiger Kompetenzprofile geht auf lansiti bei der Beobachtung erfolgreicher Teams in Innovationsprozessen zurück (lansiti, 1993): Die Mitglieder dieser Teams sind einerseits Spezialistin bzw. Spezialist mit einer tiefen Fachkompetenz in einem spezifischen Feld – was durch den vertikalen Strich des T angedeutet wird. Andererseits haben die Mitglieder ein Verständnis dafür, dass ihr Bereich mit anderen Bereichen interagiert – was durch den horizontalen Strich des T symbolisiert wird. Für die interprofessionelle Zusammenarbeit dürfte das Metawissen als Form des T-Shaped Kompetenzprofils (Busch, 2009) zentral sein. D. h. zum Beispiel, dass die kaufmännische Fachkraft neben ihrer Spezialistenkompetenz beispielsweise ein Überblick über die Kompetenzprofile der Mitarbeitenden und die technischen Produktionsprozesse hat, ohne diese selbst zu beherrschen. Das Konzept der T-Shaped Fachkompetenz hat enge Verbindungen zur Sozial- und Selbstkompetenz (Demirkan & Spohrer, 2015) und Interdisziplinarität als Ziel der kaufmännischen Berufsbildung (Hollatz, 2017). Für die deutsche Berufsbildung könnte auch von einer doppelten T-Shape-Kompetenz gesprochen werden. Die Ausbildung im Dualen System sieht eine breite Kompetenzentwicklung vor

und wird oft kombiniert mit Spezialisierungen beispielsweise in einem beruflichen Einsatzgebiet vor. Sie ist insofern selbst T-Shaped. Hinzu kommen jedoch berufsübergreifende Anschlusspunkte, also sozusagen ein zweites T.

Aus didaktischer Perspektive ergibt sich bei der Fachkompetenz auch die Frage, welche der oben genannten Basistechnologie, welche der angeführten betrieblichen Informationssysteme bzw. allgemeiner welche IT im jeweiligen Berufsfeld relevant sind. Die Kultusministerkonferenz hat – bildungsbereichsübergreifende - Kompetenzen für die digitale Welt vorgelegt (KMK, 2016). Der Anhang gibt diese Kompetenzen im Detail wieder.

Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Suchen und Filtern ▪ Auswerten und Bewerten ▪ Speichern und Abrufen
Kommunizieren und Kooperieren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interagieren ▪ Teilen ▪ Zusammenarbeiten ▪ Umgangsregeln kennen und einhalten (Netiquette) ▪ An der Gesellschaft aktiv teilhaben
Produzieren und Präsentieren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entwickeln und Produzieren ▪ Weiterverarbeiten und Integrieren ▪ Rechtliche Vorgaben beachten
Schützen und sicher Agieren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sicher in digitalen Umgebungen agieren ▪ Persönliche Daten und Privatsphäre schützen ▪ Gesundheit schützen ▪ Natur und Umwelt schützen
Problemlösen und Handeln	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Technische Probleme lösen ▪ Werkzeuge bedarfsgerecht einsetzen ▪ Eigene Defizite ermitteln und nach Lösungen suchen ▪ Digitale Werkzeuge und Medien zum Lernen, Arbeiten und Problemlösen nutzen ▪ Algorithmen erkennen und formulieren
Analysieren und Reflektieren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medien analysieren und bewerten ▪ Medien in der digitalen Welt verstehen und reflektieren

Tabelle 5: Kompetenzen für die digitale Welt der KMK (2016) – Kurzfassung

In der Berufsbildung kann es nicht um ein sog. Bedienungswissen – im Sinne einer reinen Beherrschung der Technik oder des Arbeitsprozesses gehen. Notwendig ist aus einer berufs- und wirtschaftspädagogischen Perspektive vielmehr eine Einbettung in Geschäftsprozesse (Hommel, 2017; Schlicht, 2017; Tramm, 2014).

4.2.1.2 Sozial- und Selbstkompetenz

Aus der oben angeführten Charakterisierung der Arbeitssituationen ergibt ein erhöhter Stellenwert der Sozial- und der Selbstkompetenz. Diese Einschätzung ergibt sich auch aus Experteninterviews im kaufmännischen Bereich (Sachs, Meier & McSorley, 2016), anderen empirischen Studien (Arntz et al., 2016) sowie maßgebenden Projekten, vor allem dem Siemens-Projekt „Industrie 4.0@SPE“ (Kunz, 2015, 2016). Sozial- und Selbstkompetenz lassen sich – branchenübergreifend – nach den Vorstellungen des DQR (AK-DQR, 2011) für den Qualifikationstyp „Duale Berufsausbildung“ beschreiben (Koordinierungsstelle, 2013).

Sozialkompetenz	▪ Bereitschaft und Befähigung, soziale Beziehungen zu leben und zu gestalten, Zuwendungen und Spannungen zu erfassen und zu verstehen sowie sich mit Anderen rational und verantwortungsbewusst auseinander zu setzen und zu verständigen
	▪ Eigenschaften wie soziale Verantwortung und Solidarität
	▪ Bereitschaft und Befähigung, kommunikative Situationen zu verstehen und zu gestalten
	▪ Kompetenzen, eigene Absichten und Bedürfnisse sowie die der Partner wahrzunehmen, zu verstehen, darzustellen und punktuell Unterstützung anzubieten
	▪ Bereitschaft und Befähigung, die Lern- oder Arbeitsumgebung mitzugestalten sowie Abläufe und Ergebnisse adressatenbezogen darzustellen
Selbstkompetenz	▪ Bereitschaft und Befähigung, sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten
	▪ Bereitschaft und Befähigung, als individuelle Persönlichkeit die Entwicklungschancen, Anforderungen und Einschränkungen in Familie, Beruf und öffentlichem Leben zu klären, zu durchdenken und zu beurteilen, eigene Begabungen zu entfalten sowie Lebenspläne zu fassen und fortzuentwickeln
	▪ Eigenschaften wie Eigenständigkeit, Kritikfähigkeit, Selbstvertrauen, Zuverlässigkeit, Verantwortungs- und Pflichtbewusstsein sowie durchdachte Wertvorstellungen und die selbstbestimmte Bindung an Werte
	▪ Bereitschaft und Befähigung, auch in weniger bekannten Kontexten selbständig und verantwortungsbewusst zu lernen oder zu arbeiten sowie das Handeln anderer einzuschätzen

Tabelle 6: Sozialkompetenz und Selbstkompetenz

Teil der Selbst- und Sozialkompetenz ist auch die Kompetenz zur Reflexivität. Dehnbostel (Dehnbostel, 2015, S. 10) unterscheidet in Anlehnung an Lash (1996) strukturelle Reflexivität und Selbst-Reflexivität. Strukturelle Reflexivität ist dabei für Dehnbostel (2015, S. 22) das „Hinterfragen und Mitgestalten von Arbeit, Arbeitsumgebungen, Arbeitsstrukturen“ und Selbst-Reflexivität die „Reflexion über eigene Kompetenzen (beruflich Veränderung der Lernmethoden bzw. der Lehr-/Lernmethoden und privat), Gestaltung der eigenen Kompetenzentwicklung“.

4.2.2 Die Veränderung des Lernens bzw. der Lehr-/Lernmethoden

Die Veränderungen des Lernens bzw. der Lehr-/Lernmethoden werden durch die Veränderung der Kompetenzen, aber auch durch die Veränderungen der Bedingungen der Lernenden sowie die technischen Möglichkeiten getrieben. Hier werden drei Bereiche erörtert: Lernfabriken, E-Learning und Lernen am Arbeitsplatz.

4.2.2.1 Lernfabriken

Lernfabriken stellen eine praxisnahe, veränderbare Lernumgebung aus aktuellen industriellen Arbeitsmitteln dar, bei der zu Lernzwecken ein physisches Produkt – etwa eine Handhabschale – produziert werden kann, wobei nicht einzelne Anlagen eingesetzt werden, sondern verschachtelte Prozesse ermöglicht werden (Abele et al., 2015). Dabei geht es nicht um einen Übungsraum für ingenieurwissenschaftliche Praxis. „Vielmehr wird damit eine Lernumgebung bereitgestellt, die ein vielfältiges Alternieren von Verständnis-, Erkenntnis-, Anwendungs- und Reflexionsprozessen im fachspezifischen Kontext ermöglicht“ (Abele, Tenberg, Wennemer & Cachay, 2010, S. 909). Lernfabriken haben eine längere, bis in die 1990er Jahre zurückführbare Tradition in der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung, vor allem in der Ausbildung im Maschinenbau (Abele et al., 2015).

Das Konzept hat in den letzten Jahren auch in den beruflichen Schulen Verbreitung gefunden (Windelband & Faßhauer, 2016; Zinn, 2014). Aktuell sind Lernfabriken an beruflichen Schulen noch mit erheblichen Problemen verbunden (Scheid, 2017; Tisch et al., 2013; Zinn, 2014):

- Mangelhafte Breitenwirkung: Der Einsatz von Lernfabriken ist auf kleine Teile der beruflichen Bildung, vor allem auf die Ausbildung in M+E-Berufen sowie Technikerschulen, begrenzt. Außerdem sind die Anlagen so teuer, dass eine flächendeckende Bereitstellung für alle beruflichen Schulen wenig realistisch erscheint.
- Hohe Komplexität und Starrheit: Die Anlagen folgen der Logik industrieller Prozesse mit einer enormen Komplexität, die zu erheblichen Anforderungen an die Personalentwicklung in der Schule führt und damit die Gefahr von Inselbildung – auch innerhalb der Schule – birgt. Außerdem müsste das Anspruchsniveau mit Blick auf weitere Zielgruppen – etwa kaufmännische Berufe oder den Einsatz in P-Seminaren – systematisch reduziert werden können.
- Hohe Unterschiedlichkeit der Anlagen: Die vorhandenen Anlagen scheinen dem Eindruck nach – wissenschaftliche Bestandsaufnahmen meines Wissens – stark voneinander abzuweichen. Das erschwert die Aus- und Fortbildung der Lehrkräfte und deren Unterstützung – etwa in Form von Handreichungen – erheblich.

- Mangelhafte technische Integration von Lernfabriken: Auch führenden Anbietern von Lernfabriken gelingt es zurzeit nicht, die Lernfabriken an kaufmännische Anwendungssysteme, vor allem ERP-Systeme, anzudocken. Dies führt nicht nur zu einer mangelhaften Breitenwirkung sondern auch dazu, dass für Industrie 4.0 interessante Anwendungsszenarien – etwa die partiell gemeinsame Beschulungen von Industriekaufleuten und Industriemechaniker(inne)n – erschwert wird.
- Mangelhafte didaktische Integration von Lernfabriken: Von einer „Didaktik der Lernfabrik“ kann noch keine Rede sein. Überzeugende, wissenschaftlich fundierte Konzepte zur Bestimmung der in Lernfabriken relevanten Kompetenzerfordernungen, zur Erfassung der vorliegenden Kompetenzen der Lernenden in Lernfabriken und zur Entwicklung von Kompetenzen in Lernfabriken, einschließlich der Förderung des Transfers der erworbenen Kompetenzen in die Realität von Unternehmen, fehlen weitgehend. Diese didaktischen Defizite bedeuten eine erhebliche Anforderung an die Lehrkräfte.
- Mangelhafte Integration in die Schulentwicklung: Gerade bei Lernfabriken scheint es notwendig, diese Veränderung in der Ausstattung systematisch in ein umfassendes Veränderungsprojekt einzubetten. Die Ausstattung ist jedoch, wie oben dargelegt, nur eines der Gestaltungsfelder.

Für die kaufmännische Berufsbildung sind Ansätze interessant, in denen Lernfabriken vor allem im Zusammenspiel mit ERP-Systemen (Scheid, 2017) genutzt werden oder aber im Zusammenhang von Unterrichtsprojekten, in denen kaufmännische und technische Auszubildende gemeinsam unterrichtet werden (Molter et al., 2017).

4.2.2.2 E-Learning

Im Kontext von Industrie 4.0 werden Veränderungen des E-Learning aufgezeigt (Ring, 2017). Die Mobilfunktechnik ist eine Basistechnologie für CPS. Mit dem zunehmenden Einsatz von CPS wird sich die Mobilfunktechnik in Unternehmen noch weiter verbreiten. Auch für das Lernen steht damit eine neue Infrastruktur zur Verfügung. Mobiles Lernen (Stoller-Schai, 2009) wird heute meist als eine Variante des E-Learnings verstanden, nämlich wenn Lernende beim Lernen auf mobile Informationstechnik zurückgreifen. Seit dem Durchbruch von Smartphones ab 2007 steht M-Learning oft gleichbedeutend als Lernen mit Smartphones. Mit Blick auf die weite Verbreitung von Tablet-Computern ab 2010 werden auch diese als mobile Informationstechnik im Kontext von mobilem Lernen verstanden. Mobile Informationstechnik kann jedoch heute nicht mehr auf Smartphones und Tablets begrenzt werden, sondern umfasst auch den weiten Bereich der am Körper tragbaren Geräte (Wearables), etwa Smartwatches, intelligenter (Berufs-)Kleidung oder Datenbrillen (Stoller-Schai, 2015).

Ein typisches Merkmal mobiler Informationstechnik ist die Ausstattung mit Sensoren und Empfängern, beispielsweise einem GPS-Empfänger, einem Kompass oder einem Bewegungssensor. Dies ermöglicht die Positionsbestimmung eines Lernenden im Raum bzw. in einer raumgebundenen Situation. Der spezifische Raum bzw. die spezifische Situation kann dann zentrales Merkmal der Gestaltung einer Lernumgebung sein („Kontextualisierung“). Andere Verständnisse von M-Learning stellen derartige neue Merkmale des Lehr- bzw. Lernprozesses direkter in den Vordergrund. So stellt die Advanced Distributed Learning (ADL) Initiative zwei Merkmale von M-Learning heraus, nämlich die Realitätsanreicherung (augmentation) sowie den Performance Support (ADL Initiative).

Performance Support meint die Unterstützung – just in time – im Rahmen eines Lern-, aber auch Arbeitsprozesses (Gery, 1991; Rossett & Schafer, 2007; Steinhübel, 2016). So kann zum Beispiel bei der Wartung einer Anlage ein Experte aus der Zentrale zugeschaltet werden (Metzger, Niemöller & Thomas, 2016). Typische Unterstützungssituationen betreffen die Diagnose von Zuständen, die Interpretation von Daten oder die Planung von Aktionsfolgen. Performance Support Systeme weisen große Überschneidungen zu Entscheidungsunterstützungssystemen (EUS) bzw. Decision Support Systemen und Expertensystemen (Bielawski & Metcalf, 2003; Villachica, Stone & Endicott, 2007) sowie Ambient Assisted Working (Teucke, Werthmann, Marco Lewandowski & Thoben, 2017) auf. Eine Sonderform sind technische Assistenzsysteme (Deuse, Busch, Weisner & Steffen, 2015; Weisner et al., 2016).

Eine weitere Spielart von Performance Support sind Learnstruments bzw. Lernzeuge (McFarland, Reise, Postawa & Seliger, 2013). Sie werden im Umfeld der Plattform Industrie 4.0 diskutiert und als Zusammenführung von Arbeitssystemen und Lernsystemen verstanden. Ein Beispiel ist ein Arbeitssystem für die manuelle Montage von elektrischen Fahrrädern, die mit einem Lernsystem kombiniert wurde, d. h. das Lernzeug kombiniert Montage- und Lehr- bzw. Lernmittel. Typisch ist die Anpassung des Systems an Nutzende, d. h. es handelt sich um adaptive Systeme (Nguyen, McFarland, Kleinsorge, Krüger & Seliger, 2015).

Im Kontext von Industrie 4.0 wird die Nutzung von virtueller Realität und erweiterter Realität zu Lernzwecken diskutiert (Guo, 2015; Jost, Kirks, Mättig, Sinsel & Trapp, 2017). Das Konzept der virtuellen Realität (virtual reality, VR) hat eine längere Geschichte (Burdea & Coiffet, 2003, 2 ff.). Beispielhaft anzuführen ist der von Morton Heilig entwickelte multimodal angelegte Kinoprojektor Sensorama aus dem Jahre 1962. Wichtige Beiträge lieferte auch der Internetpionier Jaron Lanier, der 1984 die Firma VPL Research gegründet hat – die erste Firma, die

kommerziell VR-Anwendungen vertreibt. Zu den Produkten von VPL Research zählt ein Datenhandschuh (dataglove) und eine Datenbrille (EyePhone). Virtuelle Realität wird gelegentlich über die Hardware definiert: „Virtual reality—VR for short—comprises a collection of technologies: 3D displays, motion tracking hardware, input devices, software frameworks, and development tools” (Parisi, 2016, S. 3). Angesichts der Dynamik der Technik scheint dies wenig sinnvoll. Andere Autoren lösen sich daher von einer hardwarebezogenen Definition von VR. In Anlehnung an Burdea und Coiffet (2003) sowie können folgende Merkmale virtueller Realität bestimmt werden:

- Virtuelle Welt: Grundlage der virtuellen Realität ist eine Menge von virtuellen Objekten, die untereinander in spezifischen Beziehungen stehen. In anderer Sichtweise handelt es sich um eine Simulation, die mehrere Sinnesmodalitäten anspricht.
- (Realtime) Interaktivität: Eine Eingabe, etwa eine Veränderung der Kopfposition oder eine Eingabe über einen Datenhandschuh, verändert ohne merkbare zeitliche Verzögerung die Repräsentation der virtuellen Welt.
- Immersion: Insbesondere durch die Interaktivität entsteht für Nutzende der Eindruck in die virtuelle Welt einzutauchen, d. h. ein Teil dieser virtuellen Welt zu sein.

Bei erweiterter Realität (augmented reality, AR) werden reale und virtuelle Informationen kombiniert, wobei sich die Präsentation dieser Informationen in Echtzeit ändern und in 3D erfolgen (Kipper & Rampolla, 2012). Zum Beispiel wird bei einer AR-Datenbrille die Darstellung der realen Welt mit graphischen Elementen überlagert, beispielsweise mit zusätzlichen Informationen. Bei virtueller Realität (VR) steht hingegen das möglichst vollständige Eintauchen des Nutzenden in die virtuelle Realität (Immersion) im Vordergrund. Virtuelle Realität wird durch Hardware unterstützt, die Nutzende zumindest in einer Sinnesmodalität vollständig abblockt bzw. 'eintauchen' lässt. Bei VR-Brillen sehen die Nutzenden nur noch die virtuelle Realität auf dem Display - und nicht mehr die 'reale' Umgebung. Augmented Reality (AR) wird durch Hardware unterstützt, die die übliche Sinneswahrnehmung ergänzt, zum Beispiel durch nicht vollständig geschlossenen Brillen ('smart glasses'). Die Methoden der virtuellen Realität werden schon seit vielen Jahrzehnten diskutiert. Im Gegensatz zu früher scheinen jedoch leistungsfähige Produkte für den Massenmarkt kurz vor dem Durchbruch zu stehen.

4.2.2.3 Lernen am Arbeitsplatz (Lernen on-the-job)

Mobiles Lernen, Performance Support und virtuelle Realität verstärken das Lernen am Arbeitsplatz bzw. das Lernen on-the-job. Lernen im Prozess der Arbeit hat mit den neuen Produktionskonzepten an Bedeutung gewonnen (Bretschneider, 2012, S. 10). Typisch für das Lernen on-the-job sind mehrere Merkmale (siehe Übersicht).

Lernen-on-the-job	Lernen-off-the-job
Wenig bis keine ausgewiesene Lernzeit	Ausgewiesene Lernzeit
Oft keine Unterstützung durch pädagogische Professionals	Oft Unterstützung durch pädagogische Professionals
Unterstützungsbedarf definiert aus Situation	Unterstützungsbedarf aus normativen Vorstellungen, z. B. Bildungsvorstellungen
On-Time-Lernen	Vorratslernen
Hohe Bedeutung der Kasuistik (Lernen am Problem, Auftrag, ...)	Hohe Bedeutung der Systematik
Hohe Situationsabhängigkeit	Situationsübergreifend
Reflexion als Gestaltungsproblem (z. B. Gültigkeit des Erlernten in anderen Situationen)	Transfer als Gestaltungsproblem (z. B. Anwendung in spezifischer Situation)
Erfahrungsbezogene didaktische Modelle (z. B. Erfahrungslernen nach Kolb)	Klassische didaktische Modelle (z. B. ADDIE)

Tabelle 7: Lernen on-the-job und Lernen off-the job

Dehnbostel unterscheidet drei Modelle des arbeitsbezogenen Lernens (arbeitsgebundenes Lernen, arbeitsverbundenes Lernen, arbeitsorientiertes Lernen) (Bretschneider, 2012, 31 ff.). In der berufs- und wirtschaftspädagogischen Diskussion hat die Erörterung von Möglichkeiten und Grenzen des Lernens am Arbeitsplatz eine lange Tradition. Mit neuen Formen des Lernens am Arbeitsplatz wird die Frage nach der methodischen Verbindung des Lernens am Arbeitsplatz mit dem formellen Lernen aufgeworfen. So kann beispielsweise das Unterstützungssystem via erweiterter Realität im Performance Support auf Konstruktionsdaten aus dem Produktionsprozess beruhen. Die Bearbeitung dieser Situation und ggf. die spätere Nachbesprechung werden aufgezeichnet und können später als Fall in einen Prozess formellen Lernens eingehen. Gängige Grenzziehungen zwischen den Institutionen werden damit brüchig bzw. – in einer positiven Sichtweise – überwunden.

5 Industrie 4.0 und Wirtschaft 4.0: Eine Chance

Industrie 4.0 und Wirtschaft 4.0 wird meinem Eindruck nach – gerade wenn es um die makroskopische Betrachtung geht – als Bedrohung der Berufsbildung erlebt. Industrie 4.0 bzw. Wirtschaft 4.0 erhebt Gestaltungsansprüche – Notwendigkeit, aber eben auch Möglichkeiten. Oder wie der Präsident des Bundesinstituts für Berufsbildung es ausdrückt: „Wirtschaft 4.0 ist vielmehr momentan die herausragende Chance überhaupt, um die berufliche Bildung attraktiver und zukunftsfest zu machen“ (Esser, 2015a).

6 Anhang

Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren	Suchen und Filtern	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeits- und Suchinteressen klären und festlegen ▪ Suchstrategien nutzen und weiterentwickeln ▪ In verschiedenen digitalen Umgebungen suchen ▪ Relevante Quellen identifizieren und zusammenführen
	Auswerten und Bewerten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informationen und Daten analysieren, interpretieren und kritisch bewerten ▪ Informationsquellen analysieren und kritisch bewerten
	Speichern und Abrufen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Informationen und Daten sicher speichern, wiederfinden und von verschiedenen Orten abrufen ▪ Informationen und Daten zusammenfassen, organisieren und strukturiert aufbewahren
	Interagieren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mit Hilfe verschiedener digitaler Kommunikationsmöglichkeiten kommunizieren ▪ Digitale Kommunikationsmöglichkeiten zielgerichtet- und situationsgerecht auswählen
Kommunizieren und Kooperieren	Teilen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dateien, Informationen und Links teilen ▪ Referenzierungspraxis beherrschen (Quellenangaben)
	Zusammenarbeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Digitale Werkzeuge für die Zusammenarbeit bei der Zusammenführung von Informationen, Daten und Ressourcen nutzen ▪ Digitale Werkzeuge bei der gemeinsamen Erarbeitung von Dokumenten nutzen
	Umgangsregeln kennen und einhalten (Netiquette)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verhaltensregeln bei digitaler Interaktion und Kooperation kennen und anwenden ▪ Kommunikation der jeweiligen Umgebung anpassen ▪ Ethische Prinzipien bei der Kommunikation kennen und berücksichtigen ▪ Kulturelle Vielfalt in digitalen Umgebungen berücksichtigen
	An der Gesellschaft aktiv teilhaben	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Öffentliche und private Dienste nutzen ▪ Medienerfahrungen weitergeben und in kommunikative Prozesse einbringen ▪ Als selbstbestimmter Bürger aktiv an der Gesellschaft teilhaben

Produzieren und Präsentieren	Entwickeln und Produzieren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mehrere technische Bearbeitungswerkzeuge kennen und anwenden ▪ Eine Produktion planen und in verschiedenen Formaten gestalten, präsentieren, veröffentlichen oder teilen
	Weiterverarbeiten und Integrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inhalte in verschiedenen Formaten bearbeiten, zusammenführen, präsentieren und veröffentlichen oder teilen ▪ Informationen, Inhalte und vorhandene digitale Produkte weiterverarbeiten und in bestehendes Wissen integrieren
	Rechtliche Vorgaben beachten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bedeutung von Urheberrecht und geistigem Eigentum kennen ▪ Urheber- und Nutzungsrechte (Lizenzen) bei eigenen und fremden Werken berücksichtigen ▪ Persönlichkeitsrechte beachten
Schützen und sicher Agieren	Sicher in digitalen Umgebungen agieren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risiken und Gefahren in digitalen Umgebungen kennen, reflektieren und berücksichtigen ▪ Strategien zum Schutz entwickeln und anwenden
	Persönliche Daten und Privatsphäre schützen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahmen für Datensicherheit und gegen Datenmissbrauch berücksichtigen ▪ Privatsphäre in digitalen Umgebungen durch geeignete Maßnahmen schützen ▪ Sicherheitseinstellungen ständig aktualisieren ▪ Jugendschutz- und Verbraucherschutzmaßnahmen berücksichtigen
	Gesundheit schützen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Suchtgefahren vermeiden, sich Selbst und andere vor möglichen Gefahren schützen ▪ Digitale Technologien gesundheitsbewusst nutzen ▪ Digitale Technologien für soziales Wohlergehen und Eingliederung nutzen
	Natur und Umwelt schützen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umweltauswirkungen digitaler Technologien berücksichtigen
Problemlösen und Handeln	Technische Probleme lösen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anforderungen an digitale Umgebungen formulieren ▪ Technische Probleme identifizieren ▪ Bedarfe für Lösungen ermitteln und Lösungen finden bzw. Lösungsstrategien entwickeln
	Werkzeuge bedarfsgerecht einsetzen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eine Vielzahl von digitalen Werkzeugen kennen und kreativ anwenden ▪ Anforderungen an digitale Werkzeuge formulieren ▪ Passende Werkzeuge zur Lösung identifizieren ▪ Digitale Umgebungen und Werkzeuge zum persönlichen Gebrauch anpassen
	Eigene Defizite ermitteln und nach Lösungen suchen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eigene Defizite bei der Nutzung digitaler Werkzeuge erkennen und Strategien zur Beseitigung entwickeln ▪ Eigene Strategien zur Problemlösung mit anderen teilen
	Digitale Werkzeuge und Medien zum Lernen, Arbeiten und Problemlösen nutzen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Effektive digitale Lernmöglichkeiten finden, bewerten und nutzen ▪ Persönliches System von vernetzten digitalen Lernressourcen selbst organisieren können

Analysieren und Reflektieren	Algorithmen erkennen und formulieren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Funktionsweisen und grundlegende Prinzipien der digitalen Welt kennen und verstehen ▪ Algorithmische Strukturen in genutzten digitalen Tools erkennen und formulieren ▪ Eine strukturierte, algorithmische Sequenz zur Lösung eines Problems planen und verwenden
	Medien analysieren und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestaltungsmittel von digitalen Medienangeboten kennen und bewerten ▪ Interessengeleitete Setzung, Verbreitung und Dominanz von Themen in digitalen Umgebungen erkennen und beurteilen ▪ Wirkungen von Medien in der digitalen Welt (z. B. mediale Konstrukte, Stars, Idole, Computerspiele, mediale Gewaltdarstellungen) analysieren und konstruktiv damit umgehen
	Medien in der digitalen Welt verstehen und reflektieren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vielfalt der digitalen Medienlandschaft erkennen ▪ Chancen und Risiken des Mediengebrauchs in unterschiedlichen Lebensbereichen erkennen, eigenen Mediengebrauch reflektieren und ggf. modifizieren ▪ Vorteile und Risiken von Geschäftsaktivitäten und Services im Internet analysieren und beurteilen ▪ Wirtschaftliche Bedeutung der digitalen Medien und digitaler Technologien kennen und sie für eigene Geschäftsideen nutzen ▪ Die Bedeutung von digitalen Medien für die politische Meinungsbildung und Entscheidungsfindung kennen und nutzen ▪ Potenziale der Digitalisierung im Sinne sozialer Integration und sozialer Teilhabe erkennen, analysieren und reflektieren

Tabelle 8: Kompetenzen für die digitale Welt der KMK (2016) - Langfassung

Literaturverzeichnis

- Abele, E., Metternich, J., Tisch, M., Chryssolouris, G., Sihn, W., ElMaraghy, H. et al. (2015). Learning Factories for Research, Education, and Training. *Procedia CIRP*, 32, 1–6.
- Abele, E., Tenberg, R., Wennemer, J. & Cachay, J. (2010). Kompetenzentwicklung in Lernfabriken für die Produktion. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF)* (10), 909–913.
- Abts, D. & Müller, W. (2017). *Grundkurs Wirtschaftsinformatik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Acatech (Hrsg.). (2016). *Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0. Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen*. München.
- ADL Initiative. *Mobile Learning*. Verfügbar unter <http://adlnet.gov/adl-research/mobile-augmented-reality-performance-support/mobile-learning/>
- AK-DQR (Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen). (2011). *Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen. Verabschiedet vom Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen (März 2011)*.
- Apt, W., Bovenschulte, M., Hartmann, E. A. & Wischmann, S. (2016). *Foresight-Studie „Digitale Arbeitswelt“*. Berlin.
- Arnold, C., Kiel, D. & Voigt, K.-I. (2016). How the Industrial Internet of Things changes business models in different manufacturing industries. *International Journal of Innovation Management*, 20 (08), 1640015.
- Arntz, M., Gregory, T., Janssen, S. & Zierahn, U. (2016). *Tätigkeitswandel und Weiterbildungsbedarf in der digitalen Transformation*. Im Auftrag der acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaft, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung (IAB). Mannheim: ZEW - Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.
- Atzberger, M. & u.a. (2016). *Trends im Handel 2025: KPMG*.
- Autor, D. H. (2013a). *The "Task Approach" to labor markets. An Overview*. Cambridge.
- Autor, D. H. (2013b). *The "Task approach" to labor markets: An overview*. *Journal for Labour Market Research*, 46 (3), 185–199.
- Bauernhansl, T. (2017). *Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma*. In B. Vogel-Heuser, T. Bauernhansl & M. ten Hompel (Hrsg.), *Handbuch Industrie 4.0. Band 4: Allgemeine Grundlagen* (S. 1–31). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Bayme vbm. (2016). *Industrie 4.0. Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. Eine bayme vbm Studie, erstellt von der Universität Bremen*. München: bayme vbm.
- Beck, N. & Rygl, D. (2017). *Click & Collect als mögliches Bindeglied 26 zwischen stationärem Einzelhandel und E- und M-Commerce. Kann der stationäre Einzelhandel durch Click & Collect vom E- und M-Commerce profitieren?* In D. Schallmo, A. Rusnjak, J. Anzengruber, T. Werani & M. Jünger (Hrsg.), *Digitale Transformation von Geschäftsmodellen*.

- Grundlagen, Instrumente und Best Practices (Schwerpunkt, S. 613–642). Wiesbaden: Springer Gabler.
- Beckmann, M. & Schaltegger, S. (2014). Unternehmerische Nachhaltigkeit. In H. Heinrichs & G. Michelsen (Hrsg.), *Nachhaltigkeitswissenschaften* (S. Im Druck). Berlin: Springer.
- Bellmann, L. (2017). Digitalisierung kaufmännischer Prozesse, Veränderungen des Profils von kaufmännischen Tätigkeiten und Qualifikationsanforderungen. In K. Wilbers (Hrsg.), *Industrie 4.0: Herausforderung für die kaufmännische Berufsbildung*. Berlin: Epubli.
- Bielawski, L. & Metcalf, D. (2003). *Blended elearning. Integrating knowledge, performance, support, and online learning*. Amherst, Mass.: HRD Press.
- Bischoff, J. (Hrsg.). *Erschließen der Potenziale der Anwendung von "Industrie 4.0" im Mittelstand. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)*. Mülheim an der Ruhr: agiplan GmbH.
- BMAS (Bundesministerium für Arbeit und Soziales). (2016). *Weißbuch Arbeiten 4.0. Diskussionsentwurf*. Berlin.
- Böhmman, T., Leimeister, J. M. & Möslin, K. M. (2014). Service-Systems-Engineering. *Wirtschaftsinformatik*, 56 (2), 83–90.
- Bretschneider, U. (2012). *Die Ideen-Community zur Integration von Kunden in den Innovationsprozess. Empirische Analysen und Implikationen (Research)*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2016). *The second machine age. Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird* (6. Aufl.). Kulmbach: Börsenmedien AG.
- Brzeski, C. & Burk, I. (2015). *Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt*. Frankfurt: IngDiBa Economic Research.
- BStBK (Bundessteuerberaterkammer). (2014). *Steuerberatung 2020. Veränderungsnotwendigkeit, Veränderungsmöglichkeiten und Handlungsfelder (BStBK)*: Berlin.
- Burdea, G. & Coiffet, P. (2003). *Virtual reality technology* (2. Aufl.). Hoboken, N.J.: J. Wiley-Interscience.
- Burmeister, Lüttgens & Piller. (2016). Business Model Innovation for Industrie 4.0. Why the "Industrial Internet" Mandates a New Perspective on Innovation. *Die Unternehmung*, 70 (2), 124–152.
- Busch, M. W. (2009). T-Shaped Skills. Der Spezialist mit überfachlichen Antennen. *Organisationsentwicklung : Zeitschrift für Unternehmensentwicklung und Change Management*, 28 (4), 73–80.
- Byrnjolfsson, E., Hu, Y. J. & Rahman, M. S. (2013). Competing in the age of omnichannel retailing. *MIT Sloan Management Review*, 54 (4), 23–29.
- Degryse, C. (2016). *Digitalisation of the economy and its impact on labour markets. Working-paper 2016.2*. Brüssel: European trade union institute.
- Dehnpostel, P. (2015). *Betriebliche Bildungsarbeit. Kompetenzorientierte Aus- und Weiterbildung im Betrieb* (2. Aufl.). Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Demirkan, H. & Spohrer, J. (2015). T-shaped Innovators. Identifying the right talent to support service innovation. *Research technology management*, 58 (5), 12–15.

- Dengler, K. & Matthes, B. (2016). Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt. Substituierbarkeitspotenziale nach Geschlecht. Aktuelle Berichte 24/2016. Nürnberg: IAB.
- Dengler, K. & Matthes, B. (2017). Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: Welche Berufe sich potenziell durch Computer ersetzen lassen. In J. Möller & U. Walwei (Hrsg.), Arbeitsmarkt kompakt. Analysen, Daten, Fakten (S. 116–117). Bielefeld: Bertelsmann, W.
- Deuse, J., Busch, F., Weisner, K. & Steffen, M. (2015). Gestaltung sozio-technischer Arbeitssysteme für Industrie 4.0. In H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann & J. Niehaus (Hrsg.), Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen (S. 147–164). Berlin: Nomos.
- Elstner, S., Feld, L. P. & Schmidt, C. M. (2016). Bedingt abwehrbereit: Deutschland im digitalen Wandel. Arbeitspapier, Sachverständigenrat zur Begutachtung der Gesamtwirtschaftlichen Entwicklung.
- Esser, F. H. (2015a). "Wer vorsieht, ist Herr des Tages" - Digitalisierung erfordert vorausschauendes Handeln. Editorial. Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 44 (6), 3.
- Esser, F. H. (2015b). Ausbildung und Qualifizierung für die Fabrik 4.0. Wirtschaft & Beruf, 67 (2/3), 44–46. Verfügbar unter http://www.w-und-b.com/downloads/2015_02-03_wub_044-046_esser.pdf
- Evangelista, R., Guerrieri, P. & Melicani, V. (2014). The economic impact of digital technologies in Europe. Economics of Innovation and New Technology, 23 (8), 802–824.
- Expertenkommission Forschung und Innovation. (2016). Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2016. Berlin: EFI.
- Fischer, F., Aust, V. & Krämer, A. (2016). eHealth. Hintergrund und Begriffsbestimmung. In F. Fischer & A. Krämer (Hrsg.), eHealth in Deutschland (S. 3–23). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Foegen, J. M. & Kaczmarek, C. (2016). Organisation in einer digitalen Zeit. Ein Buch für die Gestaltung von reaktionsfähigen und schlanken Organisationen mit Hilfe von Scaled Agile & Lean Mustern (3. Aufl.). Darmstadt: Wibas GmbH.
- Franke, N. & Piller, F. (2004). Value Creation by Toolkits for User Innovation and Design. The Case of the Watch Market. Journal of Product Innovation Management, 21 (6), 401–415.
- Frey, B. C. & Osborne, M. A. (2013). The Future of Employment. How susceptible are jobs to computerisation. Oxford: University of Oxford.
- Gaspar, C., Neus, A. & Buder, F. (2016). Von Mauern und Windmühlen: Warum sich die Marktforschung neu erfinden muss. Die fünf Elemente der Veränderung und Ideen für die Zukunft. In B. Keller, H.-W. Klein & S. Tuschl (Hrsg.), Marktforschung der Zukunft - Mensch oder Maschine? Bewährte Kompetenzen in neuem Kontext (S. 1–27). Wiesbaden: Springer Gabler.
- Geisberger, E. & Broy, M. (2012). AgendaCPS. Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems (Acatech STUDIE, März 2012, Bd. 1). Berlin, Heidelberg: Springer.

- Gerling, M. (2017). Vom Barcode zu Mobile Commerce – Moderne Handels-IT stellt Kundennutzen in den Mittelpunkt. In R. Gläß & B. Leukert (Hrsg.), *Handel 4.0* (S. 117–127). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Gery, G. (1991). *Electronic performance support systems. How and why to remake the workplace through the strategic application of technology* (1st ed.). Boston: Weingarten Publications.
- Gesamtmetall, IGM, VDMA & ZVEI. (2017). *Ausbildung und Qualifizierung für Industrie 4.0 - Den Wandel erfolgreich gestalten. Handlungsempfehlungen der Sozialpartner*.
- Gläß, R. & Leukert, B. (Hrsg.). (2017). *Handel 4.0*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Gorecky, D., Schmitt, M. & Loskyll, M. (2014). Mensch-Maschine-Interaktion im Industrie 4.0-Zeitalter. In T. Bauernhansl, M. ten Hompel & B. Vogel-Heuser (Hrsg.), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik* (S. 525–542). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Grabner, T. (2017). *Operations Management. Auftragserfüllung bei Sach- und Dienstleistungen* (3. Aufl.). Wiesbaden: Springer.
- Gronau, N. (2016). Industrie 4.0. In N. Gronau, J. Becker, E. J. Sinz, L. Suhl & J. M. Leimeister (Hrsg.), *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik*. Berlin.
- Guo, Q. (2015). Learning in a Mixed Reality System in the Context of 'Industrie 4.0'. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 3 (2).
- Hartmann, E. (2015). Arbeitsgestaltung für Industrie 4.0. Alte Wahrheiten, neue Herausforderungen. In A. Bothof & E. A. Hartmann (Hrsg.), *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0* (S. 9–20). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Hartmann, E. A., Apt, W., Shajek, A., Stamm, I. & Wischmann, S. (2017). Perspektiven: Industrie 4.0 - Hype oder echte Revolution. In G. Spöttl & L. Windelband (Hrsg.), *Industrie 4.0 Risiken und Chancen für die Berufsbildung?* (S. 49–74). Bielefeld: W. Bertelsmann.
- Henke, M. & Feldmann, C. (Hrsg.). (2016). *Einkauf 4.0 – Digitalisierung des Einkaufs. Vorstudie*. Fraunhofer IML und BME.
- Hessenkamp, V., Neumann, D. & Holzmüller, H. H. (2009). „Idea Fishing“ an der Anbieter-Kundenschnittstelle - Konzept, Implementierung und Stolpersteine. In A. T. Herrmann, U. Kleinbeck & C. Ritterskamp (Hrsg.), *Innovationen an der Schnittstelle zwischen technischer Dienstleistung und Kunden 2: Methoden und Strategien* (S. 19–31). Heidelberg: Physica-Verlag HD.
- Hillebrand, R. & Finger, L. (2015). Einkaufen in der Zukunft. Wie die Digitalisierung den Handel verändert. In T. Becker & C. Knop (Hrsg.), *Digitales Neuland* (S. 89–101). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2013). Techniksoziologie. In H. Hirsch-Kreinsen & H. Minssen (Hrsg.), *Lexikon der Arbeits- und Industriesoziologie* (S. 454–461). Berlin: Ed. Sigma.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2015). Gestaltungsperspektiven von Produktionsarbeit bei Industrie 4.0. In C. M. Schlick (Hrsg.), *Arbeit in der digitalisierten Welt* (S. 25–34). Frankfurt, M. [u.a.]: Campus-Verl.

- Hirsch-Kreinsen, H. & Hompel, M. ten (2017). Digitalisierung industrieller Arbeit: Entwicklungsperspektiven und Gestaltungsansätze. In B. Vogel-Heuser, T. Bauernhansl & M. ten Hompel (Hrsg.), *Handbuch Industrie 4.0. Band 3: Logistik* (S. 357–376). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Hirsch-Kreinsen, H. & Ittermann, P. (2017). Drei Thesen zu Arbeit und Qualifikation. In G. Spöttl & L. Windelband (Hrsg.), *Industrie 4.0 Risiken und Chancen für die Berufsbildung?* (S. 131–151). Bielefeld: W. Bertelsmann.
- Hollatz, J. (2017). Kaufmännische Berufsausbildung im Kontext von Industrie 4.0. In K. Wilbers (Hrsg.), *Industrie 4.0: Herausforderung für die kaufmännische Berufsbildung*. Berlin: Epubli.
- Holthaus, C., Park, Y.-k. & Stock-Homburg, R. (2015). People Analytics und Datenschutz. Ein Widerspruch? *Datenschutz und Datensicherheit*, 39 (10), 676–681. <https://doi.org/10.1007/s11623-015-0497-2>
- Hommel, M. (2017). Geschäftsprozess- und funktionsorientiertes Lernen am Beispiel von SAP ERP HCM. In K. Wilbers (Hrsg.), *Industrie 4.0: Herausforderung für die kaufmännische Berufsbildung*. Berlin: Epubli.
- Huff, A. S., Möslin, K. M. & Reichwald, R. (2013). Introduction to Open Innovation. In A. S. Huff, K. M. Moslein & R. Reichwald (Hrsg.), *Leading Open Innovation* (S. 3–18). The MIT Press.
- Iansiti, M. (1993). Real-World R&D. Jumping the Product Generation Gap. *Harvard Business Review*, 71 (3), 138–147.
- Jordanski, G. (2017). Berufsbildung 4.0 – Wirkung der Digitalisierung auf die Tätigkeiten der Industriekaufleute. Methodisches Vorgehen und Zwischenergebnisse. In K. Wilbers (Hrsg.), *Industrie 4.0: Herausforderung für die kaufmännische Berufsbildung*. Berlin: Epubli.
- Jost, J., Kirks, T., Mättig, B., Sinsel, A. & Trapp, T. U. (2017). Der Mensch in der Industrie. Innovative Unterstützung durch Augmented Reality. In B. Vogel-Heuser, T. Bauernhansl & M. ten Hompel (Hrsg.), *Handbuch Industrie 4.0. Band 1: Produktion* (2. Aufl., S. 153–173). Berlin: Springer Vieweg.
- Jung, H. (2017). *Personalwirtschaft* (de Gruyter Studium, 10. Aufl.). Berlin, Boston: De Gruyter Oldenbourg.
- Kagermann, H. & u.a. (Hrsg.). (2013). Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Hrsg. von der Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft und acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. Frankfurt/Main.
- Kanning, U. P. (2016). Personalauswahl im 21. Jahrhundert. E-Recruitment & E-Assessment. In H. Klaus & H. J. Schneider (Hrsg.), *Personalperspektiven* (S. 293–314). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Kellermann-Langenhagen, C. (2017). Einführung in das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0. In G. Spöttl & L. Windelband (Hrsg.), *Industrie 4.0 Risiken und Chancen für die Berufsbildung?* (S. 109–127). Bielefeld: W. Bertelsmann.

- Kief, H. B., Roschiwal, H. A. & Schwarz, K. (2017). CNC-Handbuch (30. Aufl.). München: Carl Hanser Verlag GmbH et Co. KG.
- Kipper, G. & Rampolla, J. (2012). Augmented reality. An emerging technologies guide to AR. Waltham, MA: Syngress.
- Kleemann, F. C. & Glas, A. H. (2017). Einkauf 4.0 (Essentials). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Kleinemeier, M. (2017). Von der Automatisierungspyramide zu Unternehmenssteuerungsnetzwerken. In B. Vogel-Heuser, T. Bauernhansl & M. ten Hompel (Hrsg.), Handbuch Industrie 4.0. Band 1: Produktion (2. Aufl., S. 219–226). Berlin: Springer Vieweg.
- KMK (Kultusministerkonferenz). (2016). Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. Berlin.
- Koordinierungsstelle (Bund-Länder-Koordinierungsstelle für den Deutschen Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen). (2013). Handbuch zum Deutschen Qualifikationsrahmen. Struktur – Zuordnungen – Verfahren – Zuständigkeiten.
- Kunz, C. (2015). Next generation competencies for a digital world. Erfahrungen aus dem Siemens-Projekt "Industrie 4.0@SPE". Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 44 (6), 33–35.
- Kunz, C. (2016). Next generation competencies for a digital world. Erfahrungen aus dem Siemens-Projekt "Industrie 4.0@SPE". Die Österreichische Volkshochschule (258), 11–13.
- Lansen, J. (2016). Industrie 4.0 interaktiv und auf Europäisch. Verfügbar unter <https://www.ke-next.de/infografiken/industrie-4-0-interaktiv-und-auf-europaeisch-102.html>
- Lash, S. (1996). Reflexivität und ihre Doppelungen: Struktur, Ästhetik und Gemeinschaft. In U. Beck, A. Giddens, S. Lash & P. Rang (Hrsg.), Reflexive Modernisierung. Eine Kontroverse (S. 195–286). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Lehmer, F. & Matthes, B. (2017). Auswirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigungsentwicklung in Deutschland. Nürnberg: IAB.
- Lerch, R. (2016). Elektrische Messtechnik. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Lucke, D., Görzig, D., Kacir, M. & Volkman, J. (2014). Strukturstudie "Industrie 4.0 für Baden-Württemberg" - Baden-Württemberg auf dem Weg zur Industrie 4.0. Studie Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg: Stuttgart : Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg [u.a.].
- Matthes, B. & Weber, E. (2017). Veränderungen der Arbeitswelt. IAB Stellungnahme 1/2017. Nürnberg.
- McFarland, R., Reise, C., Postawa, A. & Seliger, G. (2013). Learnstruments in value creation and learning centered work place design. In G. Seliger (Hrsg.), GCSM Proceedings. 11th Global Conference on Sustainable Manufacturing (S. 624–629). Berlin: Univ.-Verl. der TU.
- Metzger, D., Niemöller, C. & Thomas, O. (2016). Hybride Aus- und Weiterbildung – wie Datenbrillen die Lern- und Arbeitsumgebung von morgen verändern. In K. Wilbers (Hrsg.),

- Handbuch E-Learning (62. Erg.-Lfg. April 2016, Abschnitt 5.24, S. 1–17). Köln: Verlag Deutscher Wirtschaftsdienst.
- Möller, J. (2016). Industrie 4.0 - Risiko oder Chance? Die berufsbildende Schule, 68 (9), 287–289.
- Molter, K., Mothes, O., Klose, J., Gencel, H. & Siegert, M. (2017). Kooperation von kaufmännischen und gewerblichen Bereichen im Zeitalter von Industrie 4.0. Ein Projekt der Berufsschule 2 und 4 der Stadt Nürnberg. In K. Wilbers (Hrsg.), Industrie 4.0: Herausforderung für die kaufmännische Berufsbildung. Berlin: epubli.
- Müller-Peters, H. & Lübbert, C. (2015). Bitte forschen Sie weiter! Ein Rück-, Ein- und Ausblick auf die Marktforschung. In B. Keller, H.-W. Klein & S. Tuschl (Hrsg.), Zukunft der Marktforschung (S. 1–13). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Nguyen, T. D., McFarland, R., Kleinsorge, M., Krüger, J. & Seliger, G. (2015). Adaptive Qualification and Assistance Modules for Manual Assembly Workplaces. Procedia CIRP, 26, 115–120.
- Obermaier, R. (2016). Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe. Strategische und operative Handlungsfelder für Industriebetriebe. In R. Obermaier (Hrsg.), Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe (S. 3–34). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Obermaier, R., Hofmann, J. & Kellner, F. Webbasierte Fertigungssteuerung in der Praxis. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, 47 (2), 49–59.
- Obermaier, R. & Kirsch, V. (2016). Betriebswirtschaftliche Wirkungen digital vernetzter Fertigungssysteme – Eine Analyse des Einsatzes moderner Manufacturing Execution Systeme in der verarbeitenden Industrie. In R. Obermaier (Hrsg.), Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe (S. 191–217). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Ortmann-Babel, M. & Franke, V. (2016). Gesetz zur Modernisierung des Besteuerungsverfahrens. Der Betrieb (26-27), 1521.
- Osterwalder, A. & Pigneur, Y. (2011). Business Model Generation. Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer. Frankfurt: Campus Verlag.
- Padur, T. & Zinke, G. (2015). Digitalisierung der Arbeitswelt. Perspektiven und Herausforderungen für eine Berufsbildung 4.0. Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 44 (6), 30–32.
- Padur, T. & Zinke, G. (2016). Berufsbildung im Kontext der Digitalisierung der Arbeitswelt. Aktivitäten des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB). Berufsbildung, 70 (159), 18–19.
- Parisi, T. (2016). Learning virtual reality. Developing immersive experiences and applications for desktop, web, and mobile. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
- Pfeiffer, S., Lee, H., Zirinig, C. & Suphan, A. (2016). Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025. Studie im Auftrag des VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau). Frankfurt/Main: VDMA.

- Picot-Coupey, K., Huré, E. & Piveteau, L. (2016). Channel design to enrich customers' shopping experiences. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 44 (3), 336–368.
- Pollard, D., Chuo, S. & Lee, B. (2016). Strategies For Mass Customization. *Journal of Business & Economics Research (JBER)*, 14 (3), 101–110.
- Pongratz, H., Tramm, T. & Wilbers, K. (Hrsg.). (2010). *Prozessorientierte Wirtschaftsdidaktik und Einsatz von ERP-Systemen im kaufmännischen Unterricht*. Aachen: Shaker.
- Prassol, P. (2015). SAP HANA als Anwendungsplattform für Real-Time Business. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 52 (3), 358–372.
- Preisendörfer, P. (2016). *Organisationssoziologie. Grundlagen, Theorien und Problemstellungen* (4. Aufl.). Wiesbaden: Springer VS.
- Reichwald, R., Piller, F. & Ihl, C. (2009). *Interaktive Wertschöpfung. Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung* (2. Aufl.). Wiesbaden: Gabler.
- Rigby, D. (2011). The Future of Shopping. *Harvard Business Review*, 89 (12), 64–75.
- Ring, W. (2017). Die Veränderung von E-Learning durch Industrie 4.0. In K. Wilbers (Hrsg.), *Industrie 4.0: Herausforderung für die kaufmännische Berufsbildung*. Berlin: Epubli.
- Röben, P. (2017). Industrie 4.0: Eine Revolution mit Ankündigung. In G. Spöttl & L. Windelband (Hrsg.), *Industrie 4.0 Risiken und Chancen für die Berufsbildung?* (S. 23–47). Bielefeld: W. Bertelsmann.
- Rohrbach-Schmidt, D. & Tiemann, M. (2013). Changes in workplace tasks in Germany? Evaluating skill and task measures. *Journal for Labour Market Research*, 46 (3), 215–237.
- Rossett, A. & Schafer, L. (2007). *Job aids and performance support. Moving from knowledge in the classroom to knowledge everywhere*. San Francisco, CA: Pfeiffer.
- Sachs, S., Meier, C. & McSorley, V. (2016). *Digitalisierung und die Zukunft kaufmännischer Berufsbilder – eine explorative Studie. Schlussbericht*. Zürich.
- Scheid, R. (2017). Kaufmännische Perspektiven der Lernfabriken in Baden--Württemberg. In K. Wilbers (Hrsg.), *Industrie 4.0: Herausforderung für die kaufmännische Berufsbildung*. Berlin: Epubli.
- Schlicht, J. (2017). Die soziale Dimension von Geschäftsprozessen: Problemaufriss und Forschungsdesiderata. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 113 (1), 9–32.
- Schlick, J., Stephan, P., Loskyll, M. & Lappe, D. (2017). Industrie 4.0 in der praktischen Anwendung. In B. Vogel-Heuser, T. Bauernhansl & M. ten Hompel (Hrsg.), *Handbuch Industrie 4.0. Band 2: Automatisierung* (Springer Reference Technik, 2. Aufl., S. 3–29). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Steinhübel, N. (2016). Performance Support - oder wie Sie Ihre Mitarbeiter am »Point of Doing« arbeitsplatzgerecht qualifizieren. In K. Wilbers (Hrsg.), *Handbuch E-Learning* (62. Erg.-Lfg. April 2016, Abschnitt 6.29, S. 1–13). Köln: Verlag Deutscher Wirtschaftsdienst.
- Stoller-Schai, D. (2009). Mobiles Lernen - die Lernform des Homo Mobilis. In A. Hohenstein & K. Wilbers (Hrsg.), *Handbuch E-Learning* (Bd. 4.39, S. 1–20). Köln: Deutscher Wirtschaftsdienst.

- Stoller-Schai, D. (2015). Mobile Learning Beyond Tablets and Smartphones: How Mobile and Networked Devices Enable New Mobile Learning Scenarios. In Y. Zhang (Hrsg.), *Handbook of Mobile Teaching and Learning* (S. 953–971). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Teucke, M., Werthmann, D., Marco Lewandowski, M. & Thoben, K.-D. (2017). Einsatz mobiler Computersysteme im Rahmen von Industrie 4.0 zur Bewältigung des demografischen Wandels. In B. Vogel-Heuser, T. Bauernhansl & M. ten Hompel (Hrsg.), *Handbuch Industrie 4.0. Band 2: Automatisierung* (Springer Reference Technik, 2. Aufl., S. 575–600). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Tisch, M., Hertle, C., Cachay, J., Abele, E., Metternich, J. & Tenberg, R. (2013). A Systematic Approach on Developing Action-oriented, Competency-based Learning Factories. *Procedia CIRP*, 7, 580–585.
- Tramm, T. (2014). Ökonomisches Systemverständnis und systemisches Denken als Dimension kaufmännischer Bildung. In H.-H. Kremer, T. Tramm & K. Wilbers (Hrsg.), *Kaufmännische Bildung? Sondierungen zu einer vernachlässigten Sinndimension* (S. 95–116). Berlin: epubli GmbH.
- VDI/VDE. (2013). *Cyber-Physical Systems. Chancen und Nutzen aus Sicht der Automation. VDI/VDE*.
- VDI/VDE & ZVEI. (2015). *Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0). VDI/VDE*.
- Verholen, R. (2016). Digitalisierung in der Steuerberatung. Chancen, Potenziale, Risiken. *Der Betrieb*, 69 (29), 5.
- Villachica, S. W., Stone, D. L. & Endicott, J. (2007). Performance Support Systems. In J. A. Pershing (Hrsg.), *Handbook of human performance technology. Principles, practices, and potential* (S. 539–566). Princeton, N.J.: Recording for the Blind & Dyslexic.
- Vogler-Ludwig, K., Düll, N. & Kriechel, B. (2016). *Arbeitsmarkt 2030 - Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter. Prognose 2016* (1. Aufl.): Bielefeld : wbv.
- Weigert, M., Bruhn, H.-D. & Strenge, M. (2017). Digital HR oder HR Digital – Die Bedeutung der Digitalisierung für HR. In W. Jochmann, I. Böckenholt & S. Diestel (Hrsg.), *HR-Exzellenz* (S. 323–337). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Weisner, K., Knittel, M., Enderlein, H., Wischniewski, S., Jaitner, T., Kuhlang, P. et al. (2016). Assistenzsystem zur Individualisierung der Arbeitsgestaltung. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 111 (10), 598–601.
- West, D. M. (2015). *What happens if robots take the jobs? The impact of emerging technologies on employment and public policy*. Washington: The Brookings Institution.
- Widuckel, W. (2017). Die vierte industrielle (R)Evolution. *Politikum*, 2 (1), 32–42.
- Windelband, L. & Faßhauer, U. (2016). Industrie 4.0 als Herausforderung für die regionale Berufsschulentwicklung. *Lernfabriken in Baden-Württemberg. Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis*, 70 (159), 23–35.
- Windelband, L. & Spöttl, G. (2012). Diffusion von Technologien in die Facharbeit und deren Konsequenzen für die Qualifizierung am Beispiel des "Internet der Dinge". In U. Faßhauer & B. Fürstenau (Hrsg.), *Berufs- und wirtschaftspädagogische Analysen. Aktuelle Forschungen zur beruflichen Bildung* (S. 205–219). Opladen [u.a.]: Budrich.

- Wolter, M. I., Mönning, A., Hummel, M., Schneemann, C., Weber, E., Zika, G. et al. (2015). Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- Zinn, B. (2014). Lernen in aufwendigen technischen Real-Lernumgebungen. Eine Bestandsaufnahme zu berufsschulischen Lernfabriken. Die berufsbildende Schule, 66 (1), 23–26.
- Zühlke, K. (2015). Deutschland hat die erste Halbzeit verloren. funkschau. Verfügbar unter <http://www.funkschau.de/telekommunikation/artikel/116899/>

Lutz Bellmann

Digitalisierung kaufmännischer Prozesse, Veränderungen des Profils von kaufmännischen Tätigkeiten und Qualifikationsanforderungen

Vorliegende Studien zu den Potenzialen für die Automatisierung, Substituierbarkeit und der Programmierbarkeit in verschiedenen Tätigkeiten und Berufen zeigen, dass diese für Helfer- und Fachkräfteberufe größer sind als in Spezialisten- und Expertenberufen. Dies gilt im allgemeinen auch für die kaufmännischen Berufe, wie in den Handelsberufen, den Berufen in Unternehmensführung und -organisation sowie in unternehmensbezogenen Dienstleistungsberufen, die aber nicht zu den am stärksten betroffenen Bereichen gerechnet werden. Der vorliegende Beitrag diskutiert den theoretischen Hintergrund, die Datengrundlagen und das methodische Vorgehen dieser Studien und enthält Anregungen für die weitere Forschung.

1 Einleitung

Neueste Ergebnisse des IAB-Betriebspanels 2016 zeigen, dass die fortschreitende Verbreitung moderner Digitalisierungs- und Automatisierungstechnologien in den Betrieben dazu führt, dass die Betriebe sich stärker bei der betrieblichen Weiterbildung engagieren: Fördern jeweils rund 70 Prozent der Betriebe, die sich intensiv mit modernen Technologien beschäftigen, hier ein großes Einsatzpotenzial sehen bzw. nach eigener Ansicht bereits gut damit ausgestattet sind, die Weiterbildung ihrer Mitarbeiter, gilt diese nur für 40 Prozent der Betriebe, die in diesem Bereich eher schlecht aufgestellt sind. Dieser Zusammenhang lässt sich für Betriebe aller Branchen und Größenklassen beobachten (Möller 2017).

In der Linked Personnel Panel (LPP)-Beschäftigtenbefragung 2014/2015 wurde auf die Frage nach den Folgen des technologischen Wandels von (hochgerechnet) 78 Prozent der Befragten die Notwendigkeit der Weiterentwicklung ihrer Fähigkeiten und Kompetenzen zustimmend beantwortet. Eine höhere Arbeitsbelastung mit 56 Prozent und die Notwendigkeit des Multitasking mit 65 Prozent wurden ebenfalls sehr oft genannt, während die körperliche Erleichterung (29 Prozent), größere Entscheidungsfreiheit (32 Prozent) und verringerte Anforderungen (15 Prozent) weniger Nennungen erfuhren. Mehrfachantworten waren möglich.

Altersgruppe	2013	2015	Differenz
unter 25 Jahre	32	36	4
25-39 Jahre	36	49	13
40-54 Jahre	35	41	6
über 55 Jahre	24	32	8

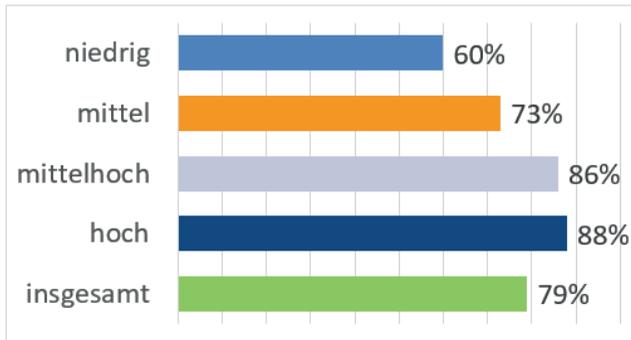
Tabelle 1: Entwicklung der Weiterbildungsbeteiligung 2013 – 2015 (Anteile der betreffenden Altersgruppe in Prozent und Differenzen in Prozentpunkten) (Quelle: IAB-Uni Köln-ZEW-Studie „Arbeitsqualität und wirtschaftlicher Erfolg“)

Damit zeigt sich auch bei den Beschäftigten selber, dass sie dem Thema „Weiterbildung“ ein großes Gewicht beimessen, weil sich v. a. durch die Digitalisierung Herausforderungen – auch im Hinblick auf die zukünftige Beschäftigungsfähigkeit – ergeben. Für die betriebliche Berufsausbildung fehlen vergleichbare empirische Belege. Es ist davon auszugehen, dass sich durch den Prozess der Digitalisierung in Deutschland die Inhalte der Berufe verändern. „Es ist aber

wenig wahrscheinlich, dass Berufe gänzlich verschwinden“, betonen Dengler & Matthes (2015a, 1). Oder entstehen neue Berufe, wie es Deville (2015) sieht? In welche Richtung sich die Inhalte verändern ist eine Frage der Ausgestaltung (Widuckel 2016, 2017). Ob diejenigen, die über verringerte Anforderungen als Folge des technologischen Wandels berichten, zukünftig interessantere und anspruchsvollere Tätigkeiten ausüben, ist zumindest zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht bestimmbar: Die neuen digitalen Technologien legen lediglich den Rahmen fest, in dem sich auch neue Freiräume für den Zuschnitt von Arbeitsplätzen und Berufen bieten.

2 Was kennzeichnet die Digitalisierung?

In der einschlägigen Literatur finden sich verschiedene Abgrenzungen des Begriffs der Digitalisierung bzw. von Industrie 4.0. Möller (2015) betont die Rolle der Hochleistungs-Informationstechnologie mit erstmals umfassender und interaktiver Vernetzung und Speicherkapazität. Weiterhin ist die umfassende Vernetzung von Maschinen und Menschen hervorzuheben. Dengler & Matthes (2015a) und Deville (2015) weisen darauf hin, dass diese Möglichkeiten der Vernetzung auch im Dienstleistungsbereich weitreichende Veränderungen auslösen. Beispiele für neue Dienstleistungen sind die Analyse von kaufmännischen Daten und von Big Data, auch im Sinne einer neuen Kundenorientierung (Deville 2015). Um den vollen Nutzen aus solchen und anderen Anwendungen zu erzielen, ist die Veränderung der Arbeitsorganisation unumgänglich (Deville 2015). Die Veränderungen der technologischen Ausstattung der Arbeitsplätze erstrecken sich nicht nur auf Arbeitsplätze von niedrig Qualifizierten, sondern steigen mit dem Niveau der (Aus-)Bildung. Die Abbildung 1 zeigt, dass 88 Prozent der Hochqualifizierten, 86 Prozent der Personen mit Qualifikationen als Meister oder Techniker u. ä., 73 Prozent der Personen mit mittlerer Qualifikation und 60 Prozent der Niedrigqualifizierten angeben, dass sich in den letzten fünf Jahren die technologische Ausstattung ihres Arbeitsplatzes verändert hat.



Definition der Ausbildungslevel:
Niedrig = kein Abschluss
Mittel = Lehre/Berufsfach- oder Handelsschule, sonstiger Abschluss
Mittelhoch = Meister- oder Technikerschule, Fachschule, Berufs- oder Fachakademie
Hoch = Universität /FH

Abbildung 1: Veränderungen der technologischen Ausstattung des Arbeitsplatzes nach (Aus-)Bildungsniveau in den letzten 5 Jahren (Anteile in %) (Quelle: IAB-Uni Köln-ZEW-Studie „Arbeitsqualität und wirtschaftlicher Erfolg“)

Auf die Veränderung der Inhalte von Berufen und der betrieblichen Berufsausbildung will ich an dieser Stelle nicht eingehen, weil diese Themen den Schwerpunkt anderer Beiträge dieser Fachtagung bilden.

3 Der „Task Approach“ als theoretischer Hintergrund

Von großem Interesse ist die Frage der Ersetzung von Berufen oder Tätigkeiten. Diese Überlegungen wurden vom so genannten „Task Approach“ angestoßen und seither weiterentwickelt (Autor et al. 2003, Spitz-Oener 2006, Acemoglu & Autor 2011, Autor 2013). Das zentrale Argument besteht darin, dass Routinetätigkeiten, die leicht programmierbar und automatisierbar sind, teilweise von computergesteuerten Maschinen übernommen werden können. Zu Recht weist Tiemann (2016) darauf hin, dass der Gegenpol von Routine, also interaktive Aufgaben oder solche, die etwa eine höhere Autonomie oder eine Weiterentwicklung der Fähigkeit und Kompetenzen erfordern, unbesetzt bleibt. In der Einleitung zu diesem Beitrag wurde gerade auf diesen Punkt hingewiesen: Bei der LPP-Beschäftigtenbefragung 2014/15 geben 32 Prozent der Beschäftigten an, dass sie als Folge des technologischen Wandels eine grö-

Bere Entscheidungsfreiheit hätten; 78 Prozent berichten über die Notwendigkeit der Weiterentwicklung ihrer Fähigkeiten und Kompetenzen. Frey & Osborne (2013) sprechen in diesem Zusammenhang von nicht-ersetzbaren Aufgaben (non-susceptible labor inputs), die soziale und/oder kreative Intelligenz verlangen, besondere Wahrnehmungs- oder feinmotorische Fähigkeiten voraussetzen.

Non-routine tasks	analytische, interaktive (Bsp. Management und Beratung)	IT kann unterstützen
	manuelle (Bsp. Fahren eines Autos)	IT kann teilweise ersetzen
Routine tasks	kognitive (Bsp. Buchhaltung)	Können durch IT ersetzt werden
	manuelle (Bsp. Sortieren)	Können durch IT ersetzt werden
Nicht ersetzbare Aufgaben / Non-susceptible tasks		IT kann unterstützen

Tabelle 2: Definition von Tasks (nach Autor et al. 2003 und Frey & Osborne 2013)

Auf Basis der Daten der BiBB/BAuA bzw. der BiBB/IAB-Erwerbstätigenbefragungen (Hall et al. 2014) 1979, 1988, 1992, 1999, 2006 und 2012 hat Tiemann (2016) einen Routineindex für die (Kern-) Erwerbstätigen in Westdeutschland entwickelt. Dafür wurden die in der Tabelle 3 dargestellten Merkmale, die sich auf bestimmte Aspekte von Routine beziehen, mittels einer Faktorenanalyse auf einen Index verdichtet. Der Wertebereich geht von -2,97 für sehr wenig Routine bis zum 1,55 für viel Routine.

Merkmals	Aspekt von Routine
Arbeitsgänge bis ins Detail vorgeschrieben	Programmierbarkeit
Arbeitsdurchführung bis ins Detail vorgeschrieben	
Reparieren und Instandsetzen	Wahrnehmung und Handhabung
Verfahren verbessern und Neues ausprobieren	Kreativität
Ausbilden, Lehren, Unterrichten	Soziale/gesellschaftliche Intelligenz

Tabelle 3: Routinemerkmale in der BIBB-BAuA-Erwerbstätigenerhebung und den Aspekten von Routine nach Frey & Osborne (2013)

Berücksichtigt werden dafür die Angaben der Beschäftigten, ob die Details bei den Arbeitsgängen und der Arbeitsdurchführung vorgeschrieben werden und ob das Reparieren und Instandsetzen zu den Arbeitsaufgaben gehören. Damit werden die Programmierbarkeit sowie die Wahrnehmung von Problemen u. ä. und Handhabung von Werkzeugen als Aspekt der Routine angesprochen. Die Fragen zur Verbesserung von Verfahren und zum Ausprobieren von Neuem betreffen die kreative Intelligenz von Beschäftigten wie sie von Frey & Osborne (2013) betont werden. Die Übernahme von Lehrtätigkeiten bezieht sich auf die soziale Intelligenz, die ebenfalls von diesen Autoren erwähnt werden.

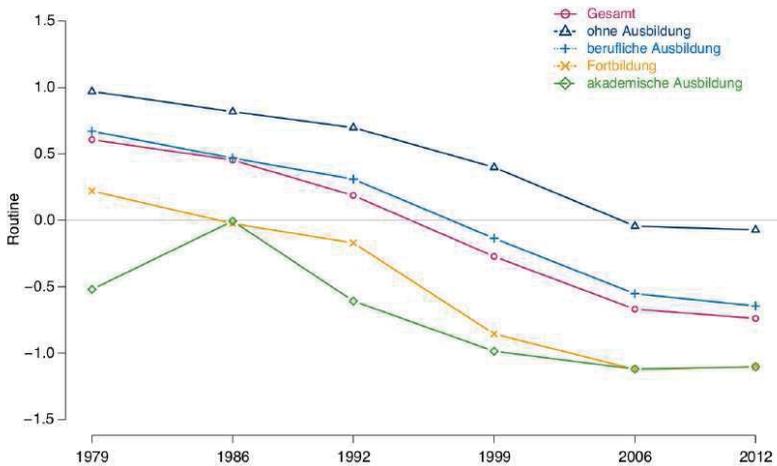


Abbildung 2: Entwicklung des Routineindex nach Qualifikationsniveaus
(Quelle: Tiemann (2016) nach den Daten der Erwerbstätigenbefragungen 1979-2012, gewichtete Werte)

Die Abbildung 2 zeigt, dass im Beobachtungszeitraum 1979 bis 2012 die Indexwerte für die betrachteten Qualifikationsgruppen der der Erwerbsfähigen ohne beruflicher Ausbildung, mit beruflicher Ausbildung, der Fortgebildeten und der Akademiker gesunken sind (zumindest bis zum Jahr 2006).

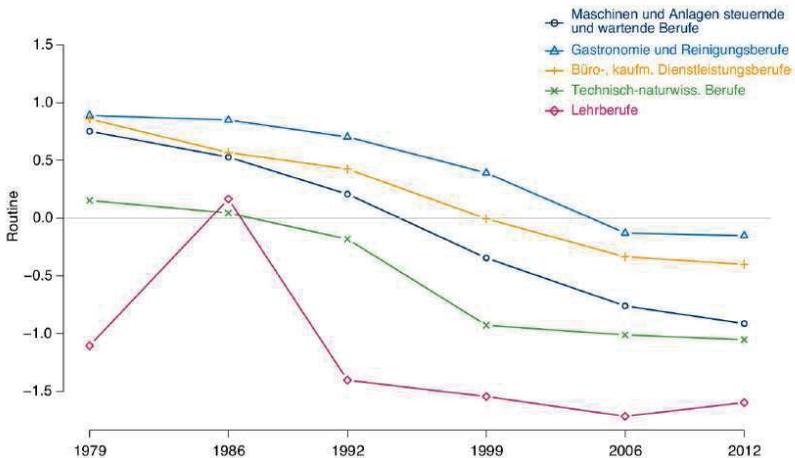


Abbildung 3: Entwicklung des Routineindex nach Berufshauptfeldern 1979-2012 (Quelle: Tiemann 2016 nach den Daten der Erwerbstätigenbefragungen 1979-2012, gewichtete Werte)

Die Entwicklung des Routineindex nach Berufshauptfeldern, für den Zeitraum 1979 bis 2012 wird in der Abbildung 3 präsentiert. Dabei wird deutlich, dass der Spike bei der Entwicklung des Routineindex bei den Akademikern auf die Sonderentwicklung bei den Lehrern Ende der 80er Jahre zurückzuführen ist, die damals aufgrund schlechter Einstellungschancen in andere, stärker mit Routineaufgaben „belasteten“ Jobs ausgewichen sind. In allen Berufshauptfeldern – außer bei den Lehrern – ist der Routineindex im Beobachtungszeitraum deutlich gefallen. Dies gilt auch für die Büro- und kaufmännischen Dienstleistungsberufe.

4 Routine-, Substitutions- und Automatisierungsindizes

Als Ausgangs- und Referenzpunkt für Studien, die den Wandel von non-routine tasks zu routine tasks, also die zukünftige Ersetzbarkeit von menschlichen Tätigkeiten betrachten, ist die Untersuchung von Frey & Osborne (2013) zu betrachten. Die beiden Autoren nutzen objektive Variablen über die erforderliche Ausbildung und Kompetenzen und subjektive Informationen („Expertenurteile“) über die Art der Tätigkeit. Da sie Vor- und Nachteile der objektiven und subjektiven Variablen sehen, versuchen sie beide Informationsquellen zu verbinden. Im ersten

Schritt bestimmen sie in einem Workshop gemeinsam mit Experten für 70 Berufe, ob sie automatisierbar sind oder nicht. Anschließend nutzen sie den kompletten Kranz der ihnen vorliegenden Variablen, um die Automatisierungswahrscheinlichkeiten für 702 einzelne Berufe zu bestimmen, wobei - wie gesagt - bereits im ersten Schritt die Wahrscheinlichkeiten für 70 Berufe in einem Workshop festgelegt worden waren. Dabei werden die Modellparameter in der Weise bestimmt, dass die ex-post bestimmte Modellanpassung für die 70 bereits festgelegten Berufe am besten ist.

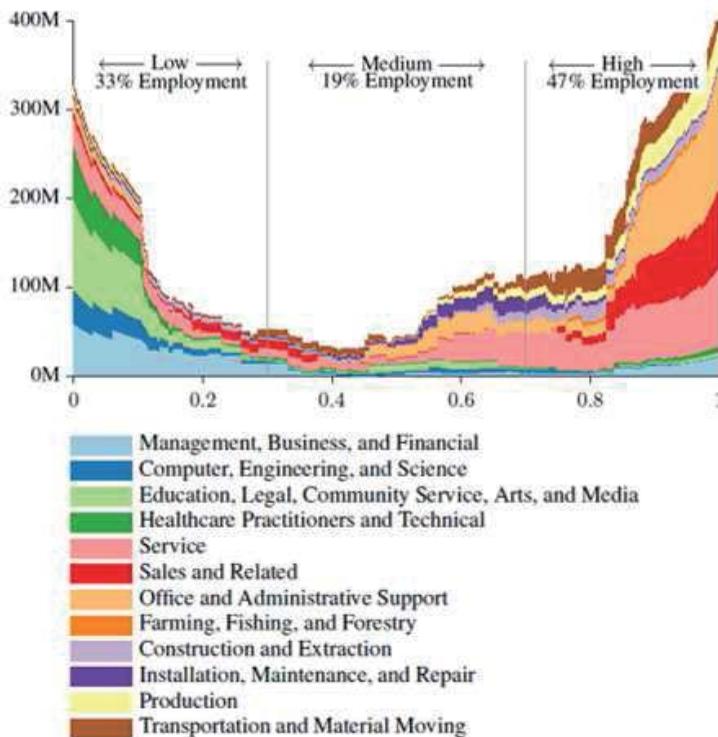


Abbildung 4: Automatisierungswahrscheinlichkeit und Beschäftigung (Quelle: Frey & Osborne 2013)

Im Ergebnis, das in Abbildung 4 präsentiert wird, zeigt sich, dass für Managementtätigkeiten im Finanz- und Versicherungswesen (Management, Business and Financial Services) größtenteils geringe Automatisierungswahrscheinlichkeiten (um 20 Prozent herum) vorhergesagt

werden. Dagegen haben nur wenige Verkaufsberufe derart niedrige Automatisierungswahrscheinlichkeiten, sondern meistens solche, die über 80 Prozent liegen. Bei den Kaufleuten für Büromanagementtätigkeiten (Office and Administrative Support), wie es seit dem 1. August 2014 in Deutschland heißt, sind diese Wahrscheinlichkeiten ähnlich hoch, wobei es auch einige Ausnahmen gibt. Als Beispiele dafür lassen sich die elektronische Bearbeitung des Rechnungseingangs, die automatisierte Belegerfassung und Rechnungserstellung sowie ein automatisiertes Reporting, aber auch die Auswertung von Daten aus verschiedenen Unternehmensbereichen z. B. mit einem Business Intelligence-System nennen. Vorteile der Digitalisierung kaufmännischer Prozesse von den Betrieben im vereinfachten Datenzugriff, zusätzlichen Auswertungsmöglichkeiten und einer größeren Aktualität der Daten und des Reporting gesehen werden. Widuckel (2017) sieht als gemeinsames Merkmal von Aufgaben, die durch Computer ersetzbar sind, eine hohe Wiederholungsrate und die Möglichkeit, die zu bearbeitenden Sachverhalte nach wenigen gut vorhersehbaren Kriterien entscheiden zu können.

Die Autoren ermitteln unter Verwendung einer vom Bureau of Labor Statistics erstellten Beschäftigungsprognose für den Zeitraum 2010 bis 2020, dass in den USA für 47 Prozent der Beschäftigten die Wahrscheinlichkeit der Automatisierung ihrer Tätigkeit größer als 70 Prozent ist und damit ihre Arbeitsplätze durch Maschinen ersetzt werden könnten. Die Studie von Frey & Osborne (2013) wurden in einer Reihe von Studien auf andere Länder übertragen, indem die amerikanischen Berufscodes in solche für andere Länder übertragen wurden. In diesen Untersuchungen wurden auch die berufsspezifischen Automatisierungswahrscheinlichkeiten, die Frey & Osborne (2013) ermittelt haben, verwendet und „nur“ die jeweils nationale Beschäftigtenstruktur zur Hochrechnung herangezogen. Brzeski & Burk (2015) ermitteln für Deutschland einen Anteil von 59 Prozent für die Arbeitsplätze in Deutschland, die durch Maschinen in den nächsten 70 Jahren ersetzt werden könnten. Bonin et al. (2015) finden mit 42 Prozent einen deutlich niedrigeren Schätzwert. Bowles (2014) überträgt die Ergebnisse von Frey & Osborne (2013) auf eine Reihe von europäischen Ländern und erhält Automatisierungswahrscheinlichkeiten, die im Rahmen der in der amerikanischen Studie ermittelten liegen.

Im Unterschied dazu betrachten Bonin et al. (2015) aber auch auf Basis der Daten des Programme for the International Assessment of Adult Competences (PIAAC) und eines ökonomischen Modells auf der Ebene von Tätigkeiten Automatisierungswahrscheinlichkeiten. Für die USA erhalten sie einen Wert von 9 Prozent und für Deutschland 12 Prozent, d. h. diese Werte sind wesentlich niedriger als die von Frey & Osborne (2013) und Nachfolgestudien ermittelten. Unter der Voraussetzung, dass nicht Berufe, sondern Tätigkeiten durch Maschinen

ersetzt werden, sind sie als realistischer anzusehen. Auf die mit der internationalen Übertragbarkeit von Automatisierungswahrscheinlichkeiten verbundenen Problemen wird in diesem Beitrag noch eingegangen werden.

Dengler & Matthes (2015a, 2015b) verwenden für ihren Ansatz berufskundliche Informationen aus der Expertendatenbank BERUFENET (<https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index?path=null>) der Bundesagentur für Arbeit, die online und kostenlos Informationen über alle in Deutschland bekannten Berufe zur Verfügung stellt. Beispiele dafür sind die zu erledigenden Aufgaben, die verwendeten Arbeitsmittel, über die Gestaltung von Arbeitsbedingungen, die notwendige Ausbildung oder rechtliche Regelungen. Mit diesen Daten werden die Anforderungen der einzelnen Berufe verknüpft. Im Zentrum stand dabei die Frage, ob die jeweiligen Arbeitsanforderungen im Jahr 2013 von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden können und damit ersetzbar sind. Dabei wurde auf die so genannten Kernanforderungen abgestellt und ermittelt, wie hoch der Anteil der durch Computer oder computergesteuerte Maschinen ersetzbaren Kernanforderungen an allen Kernanforderungen in den betrachteten Berufen ist.

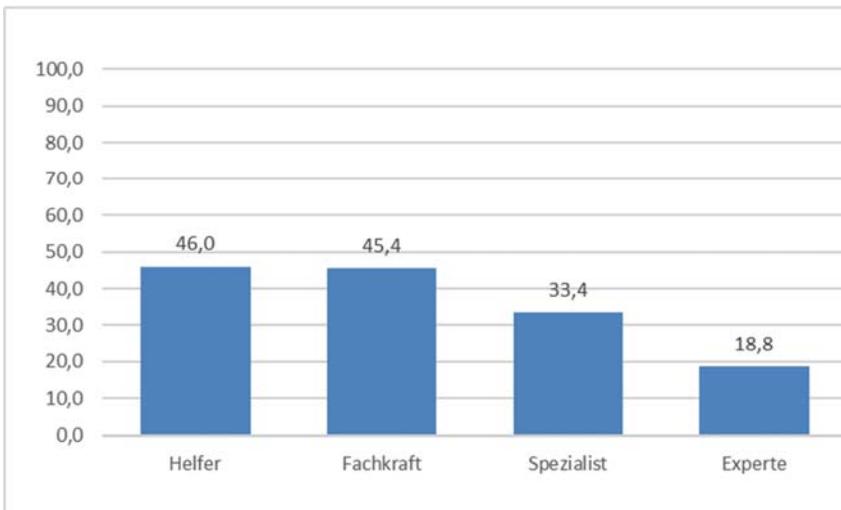


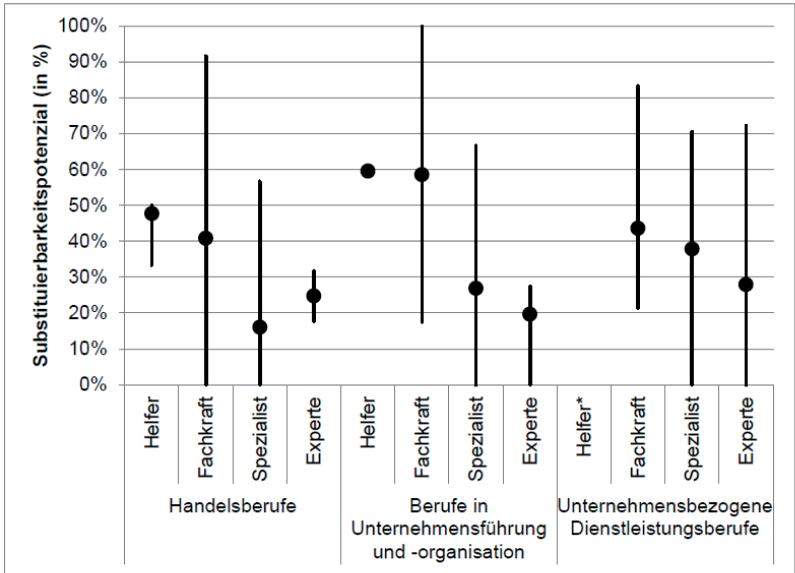
Abbildung 5: Substituierbarkeitspotenziale nach Anforderungsniveau in Prozent (Quelle: Dengler & Matthes 2015a auf der Basis der Daten des BERUFENET (2013))

Zu den wichtigsten Ergebnissen von Dengler & Matthes (2015a, 2015b) gehören die für die unterschiedlichen Anforderungsniveaus ermittelten Substituierbarkeitspotentiale. Aus der Abbildung 5 ist zu entnehmen, dass für die Helfer und Fachkräfte mit ca. 46 Prozent das Substituierbarkeitspotenzial etwa gleich hoch ist, während für die Spezialisten mit 33,4 Prozent und für die Experten mit 18,8 Prozent wesentlich niedrigerer Werte ermittelt werden. Als Experten werden Hochschulabsolventen mit mindestens vierjährigem Studium bezeichnet, während als Spezialisten Absolventen einer Meister- oder Technikerschule, Fachschule, Berufs- oder Fachakademie oder Bachelorstudiengängen betrachtet werden.



Abbildung 6: Substituierbarkeitspotenzial nach Berufssegmenten
(Quelle: Dengler & Matthes (2015b) auf der Basis der Daten des BERUFENET (2013))

Die Abbildung 6 zeigt das Substituierbarkeitspotenzial nach Berufssegmenten. Danach haben die Berufssegmente im Fertigungsbereich die höchsten Werte für das Substituierbarkeitspotenzial. Berufe in der Unternehmensführung und -organisation gehören ebenfalls zum Spitzentrio, während Handelsberufe mit ca. 35 Prozent sich im Mittelfeld befinden. Die erhaltenen Ergebnisse von Dengler & Matthes (2015a, 2015b) für das Substituierbarkeitspotenzial in den kaufmännischen und unternehmensbezogenen Dienstleistungsberufen sind in der Abbildung 7 dargestellt.



* Es existieren keine Berufe für diese Berufssegment-Anforderungsniveau-Kombination

Abbildung 7: Substituierbarkeitspotenzial in den kaufmännischen und unternehmensbezogenen Dienstleistungsberufen (Quelle: Dengler & Matthes 2015a auf der Basis der Daten des BERUFENET (2013))

Das bereits in der Abbildung 5 für die Anforderungsniveaus gefundene Muster eines für alle Berufe höheren Substituierbarkeitspotenzials bei Helfer und Fachkräfte als Spezialisten und Experten findet sich auch bei separater Betrachtung von Handelsberufen, Berufe in Unternehmensführung und -organisation sowie Unternehmensbezogenen Dienstleistungsberufen. Allerdings zeigt sich – abweichend von den anderen Ergebnissen – bei den Handelsberufen ein höheres Substituierbarkeitspotenzial bei den Experten als bei den Spezialisten, was die Autoren damit erklären, dass beispielsweise Verkaufs- oder Vertriebsleiter derzeit noch sehr viele Aufgaben übernehmen, die schon heute von Computern erledigt werden könnten. Im Zusammenhang mit der Erörterung des theoretischen Hintergrunds im 3. Abschnitt dieses Beitrags ist bereits der Routineindex von Tiemann (2016) vorgestellt worden. An dieser Stelle kann deshalb die Verteilung des Routineindex in den Berufshauptfeldern in der Abbildung 8 präsentiert werden. Die Büro- und kaufmännischen Dienstleistungsberufe haben einen „mittleren“ Routineindex, der durch die Kerbe der Box symbolisiert wird. Der untere und der obere Quartilspunkt der Verteilung, der durch die Kanten der Box dargestellt wird, liegen näher zusammen

als bei einigen anderen Berufen; der Abstand der Kanten ist aber auch größer als z. B. in den Lehrberufen.

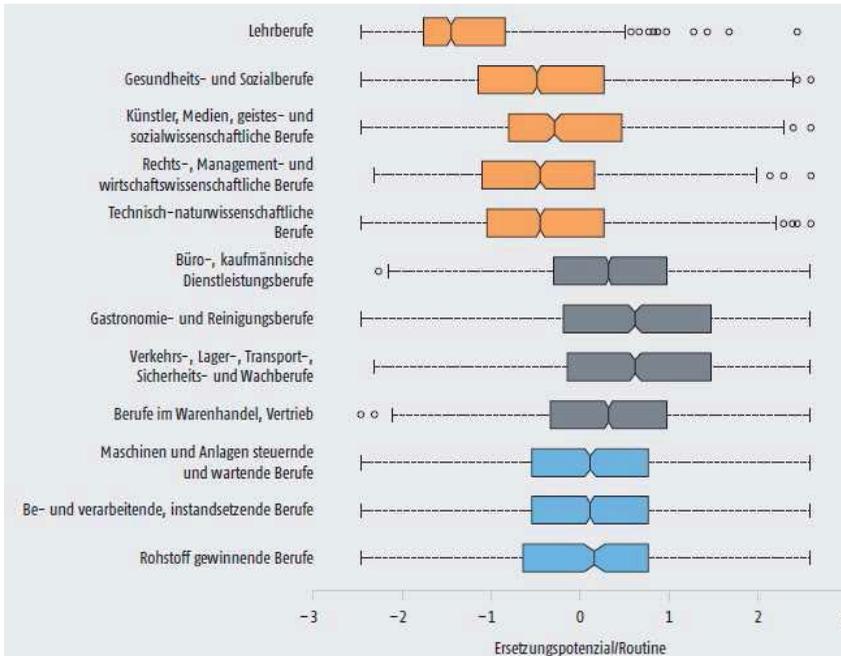


Abbildung 8: Verteilung des Routineindex in den Berufshauptfeldern (Quelle: Helmrich et al. (2016) nach Berechnungen der BiBB/BAU-A-Erwerbstätigenbefragung 2012)

In der Einleitung wurde bereits darauf hingewiesen, dass automatisierte Tätigkeiten und damit bestimmte Arbeitsplätze entfallen können, aber nicht unbedingt müssen. Möglich ist aber auch dass die Betroffenen den Schritt in die Höherqualifizierung schaffen und zukünftig interessantere und anspruchsvollere Tätigkeiten ausüben. Das mit einzelnen Berufen verbundene Tätigkeitsbündel wird sich wahrscheinlich ändern, aber gänzlich verschwinden werden Berufe wohl nicht (Dengler & Matthes 2015a), neue Berufe können aber entstehen (Deville 2015).

5 Diskussion und Ausblick

Die Ausführungen dieses Beitrags haben gezeigt, dass die Potenziale für die Automatisierung, Substituierbarkeit und der Programmierbarkeit bzw. Routinisierung von Tätigkeiten und Berufen in den verschiedenen vorliegenden Studien sehr unterschiedlich eingeschätzt werden. Diese Unterschiede sind auch auf verschiedene Datengrundlagen, methodische Ansätze und unterschiedliche Systeme der beruflichen Bildung in den USA und in europäischen Ländern zurückzuführen.

Kaufmännische Berufe gehören nicht zu den Berufssegmenten mit dem höchsten Substituierbarkeitspotenzial, sondern liegen im Vergleich zu anderen Berufssegmenten im Mittelfeld. Die Büro- und kaufmännischen Dienstleistungsberufe erreichen auch mittlere Werte beim Routineindex, wenn Berufshauptfelder betrachtet werden.

Für die kaufmännischen Tätigkeiten gilt generell, dass für die Helfer- und Fachkräfteberufe ein größeres Substituierbarkeitspotenzial als für die Spezialisten- und Expertenberufe existiert. Bei letzteren werden die Automatisierungswahrscheinlichkeiten für die Experten als geringer eingeschätzt als für die Spezialisten mit der Ausnahme der Handelsberufe.

Grundsätzlich besteht ein Problem der bislang vorliegenden Studien, dass die Daten für anderen Zwecke erhoben wurden und dafür nicht immer für die Abschätzung von Substituierbarkeits- oder Automatisierungswahrscheinlichkeiten geeignet sind. Computer- und Technologieexperten, deren fachliche Einschätzungen berücksichtigt werden, können in Abhängigkeit vom Stadium der Diskussion Entwicklungen überschätzen (Stichwort: Gardner Hype). Auf die Problematik subjektiver Einschätzungen wurde bereits bei der Vorstellung der Untersuchung von Frey & Osborne (2013) hingewiesen. Das pragmatische methodische Vorgehen der Autoren sollte aber mit anderen methodischen Ansätzen überprüft werden.

Schließlich ist die Erfassung von zusätzlichen Anforderungen durch den Einsatz von neuen Technologien wichtig, wie sie in der eingangs bezeichneten Befragung von Beschäftigten zum Ausdruck kommt, die zunehmende Entscheidungsspielräume und neue Anforderungen an die Weiterentwicklung von Fähigkeiten und Kompetenzen häufig als Begleiterscheinungen des Einsatzes von neuen Technologien nennen. Die zur Bewältigung dieser Anforderungen erforderlichen Kompetenzen werden noch nicht systematisch in den vorliegenden Studien erfasst.

Literaturverzeichnis

- Acemoglu, D., & Autor, D. H. (2011). Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. In D. Card & O. Ashenfelter (eds.), *Handbook of Labor Economics* (pp. 1043-1171). Philadelphia: Elsevier.
- Autor, D. H. (2013). The „task approach“ to labor markets: an overview. *Journal for Labour Market Research* 46(3), 185–199.
- Autor, D. H., Levy, F., Murnane, R. J. (2003). Computer-based technological change and skill demands: Reconciling the perspectives of economists and sociologists. In E. Appelbaum, A. Bernhardt, R.J. Murnane (eds.), *Low-wage America: How employers are reshaping opportunity in the workplace* (pp. 121-154). New York: Russel Sage Foundation.
- Bonin, H., Gregory, T., Zierahn, U. (2015). Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. ZEW – Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung/Center for European Economic Research. Mannheim 2015. (Kurzexpertise des ZEW, 57). Abgerufen von <http://www.zew.de/de/publikationen/7937>.
- Bowles, J. (2014). The computerisation of European jobs. Abgerufen von <http://bruegel.org/2014/07/the-computerisation-of-european-jobs/>.
- Brzeski, C., & Burk, I. (2015). Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt. ING DiBa Economic Research. Frankfurt. Abgerufen von <https://www.ing-diba.de/pdf/ueber-uns/presse/publikationen/ing-diba-economic-research-die-roboter-kommen.pdf>.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2016). Monitor „Digitalisierung am Arbeitsplatz“: Aktuelle Ergebnisse einer Betriebs- und Beschäftigtenbefragung. Projektpartner: IAB, ZEW, Universität zu Köln. Berlin.
- Dengler, K., & Matthes, B. (2015a). Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt - Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. IAB-Forschungsbericht 11/2015, Nürnberg.
- Dengler, K., & Matthes, B. (2015b). Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt - In kaum einem Beruf ist der Mensch vollständig ersetzbar. IAB-Kurzbericht 24/2015, Nürnberg.
- Deville, V. (2015). The future of labor. IAB-Workshop “Workability in times of digitalisation and demographic change in the private and public sector, Nürnberg, 23.11.2015.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation. Abgerufen von http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf.
- Hall, A., Siefer, A., Tiemann, M. (2014). BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012 – Arbeit und Beruf im Wandel. Erwerb und Verwertung beruflicher Qualifikationen. suf_2.0; Forschungsdatenzentrum im BIBB (Hrsg.); GESIS Köln (Datenzugang); Bonn 2014.
- Helmrich, R., Tiemann, M., Troltsch, K., Lukowski, F., Neuber-Pohl, C., Lewalder, A. C., Günstürk-Kuhl, B. (2016). Digitalisierung der Arbeitslandschaften – keine Polarisierung der

Arbeitswelt, aber beschleunigter Strukturwandel und Arbeitsplatzwechsel. Bundesinstitut für Berufsbildung – Wissenschaftliche Diskussionspapiere 180, Bonn.

- Möller, J. (2015). Verheißung oder Bedrohung? Die Arbeitsmarktwirkungen einer vierten industriellen Revolution. IAB-Diskussionspapier 18, Nürnberg.
- Möller, J. (2017). Die Bedeutung der betrieblichen Weiterbildung hat zugenommen. Bundespressekonferenz am 22.03.2017. Abgerufen von: <http://www.iab.de/UserFiles/File/downloads/presse/Statements.pdf>
- Spitz-Oener, A. (2006). Technical change, job tasks, and rising educational demands: Looking outside the wage structure. *Journal of Labour Market Economics* 24(4), 235-270.
- Tiemann, M. (2016). Routine bei der Arbeit. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis* 45(2), 18–22.
- Widuckel, W. (2016). Die vierte industrielle (R)Evolution. *Politikum* 2(1), 32-42.
- Widuckel, W. (2017). Veränderungen müssen mit Bildung gestaltet werden. Interview zu Industrie 4.0 und beruflichen Qualifikationsanforderungen. WAP-das Berufsbildungsportal der IG Metall am 21.03.2017. Abgerufen von: <https://wap.igmetall.de/interview-zu-industrie-4-0-und-beruflichen-16735.htm>

Jürgen Hollatz

Kaufmännische Berufsausbildung im Kontext von Industrie 4.0

Digitalisierung und Industrie 4.0 erweisen sich als wichtige Themenfelder der vierten industriellen Revolution, und stehen damit besonders auch im Blickfeld der Berufsausbildung. Das Lehren und Lernen ist verantwortlich für den Erwerb der Handlungskompetenzen im Bereich der digitalen Transformation, die dort heute und zukünftig benötigt werden. Des Weiteren bereitet die Ausbildung für eine immer flexiblere und agilere Arbeitskultur vor. Auch die kaufmännische Berufsausbildung ist von der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung von Produkten, Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodellen betroffen. Ein Projekt aus der Datenanalyse und der Geschäftsmodellierung veranschaulicht dies exemplarisch.

1 Digitalisierung bei Siemens

Die vierte industrielle Revolution ist gekennzeichnet durch eine zunehmende Digitalisierung und Vernetzung von Produkten, Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodellen. Ein wesentlicher Treiber für den Vormarsch von Industrie 4.0 – Lösungen ist beispielsweise in der Möglichkeit zur besseren Steuerung von horizontalen und vertikalen Wertschöpfungsketten, sowie die Digitalisierung und Vernetzung der eigenen Produkte und Dienstleistungen, welche zur Sicherung bzw. Auf- und Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit beiträgt. Oftmals entstehen schließlich neue, häufig disruptive digitale Geschäftsmodelle, welche an den Kunden mit individuellen Lösungen angepasst sind und so einen signifikanten Zusatznutzen bringen (pwc, 2016). So hat Siemens zum Beispiel eine Industriesoftware für das Zusammenwachsen von virtuellen und realen Produktionswelten als Erfolgsgarant für Industrieunternehmen entwickelt. Die Digitalisierung setzt hierfür ein detailliertes Know-how der Schlüsselprozesse in jeder einzelnen Branche voraus (Siemens AG, 2016).

Um dies zu erreichen bedarf es einem Auf- und Ausbau individueller und vor allem neuer Kompetenzen und Know-how bei Mitarbeitern und Führungskräften sowie der Etablierung einer agilen Kultur um schnell auf Veränderungen, Kundenwünsche oder neuen Herausforderungen reagieren zu können. Zudem muss Siemens insbesondere durch den digitalen Wandel eine Transformation der Business Modelle erzielen.

Die Anpassung und Ausrichtung der Aus- und Weiterbildungssysteme im Unternehmen stellen dabei einen wesentlichen Erfolgsfaktor dar. Es gilt neben der Vermittlung zukünftig benötigter Kompetenz die Systeme auch didaktisch-methodisch auf die Generationen Baby Boomer, X, Y und Z auszurichten (Leubner et al., 2016).

2 Einfluss der Digitalisierung auf die berufliche Erstausbildung

2.1 Siemens Professional Education (SPE) und Ausbildung 4.0

Ein weiterer Begriff zieht seit 2015 durch die deutsche Bildungslandschaft – Ausbildung 4.0. Eine Metapher, wie viele andere auch, unter dem jeder etwas anderes versteht. Oft wird leider

in der Politik, in der Wirtschaft aber auch in den Kultusministerien Ausbildung 4.0 auf den Einsatz neuer Medien und den Einsatz von Software und Apps reduziert.

In der Ausbildung liegt der Fokus nicht nur darauf was vermittelt wird, sondern auch wie man die Dinge vermittelt. Die Lehr- und Lernprozesse spielen für die Zielgruppe der Auszubildenden eine wichtige und prägende Rolle. Dabei ist es relevant die Punkte im Prozess zu finden, bei denen der Einsatz von digitalen Medien zu einer Steigerung der Effektivität und Effizienz führt. Bei der Siemens Ausbildung wurden im Zuge der Digitalisierung beide Fragestellungen beleuchtet: WAS ändert sich an den betrieblichen Ausbildungsplänen (Inhalte) und WIE ändern sich die didaktischen Prozesse unter dem Aspekt „Digitalization of Learning“. Im Fokus dabei steht die Zielgruppe der Generation Z. Empirische Untersuchungen zeigen, dass diese Generation in vielen Bereichen gar nicht so digital ist, sondern das analoge Lernen durchaus seine Berechtigungen hat. Beides, das „Was“ und „Wie“ fließt verzahnt in die „Siemens Ausbildung 4.0“ ein.

Unsere Leuchtturmprojekte und Recherchen haben gezeigt, dass es nicht notwendig ist auf BiBB Ebene neue Berufsbilder zu entwickeln oder bestehende Verordnungen massiv zu verändern. Die Ausbildung muss interdisziplinärer werden. Damit kann sichergestellt werden, dass Fachleute „die gleiche Sprache“ sprechen. Vor allem im überfachlichen Bereich gilt es, in der Ausbildung die Basis für das weitere Berufsleben zu legen (Leubner et al., 2016).

2.2 Praxisbeispiele: Digitalisierung findet Anwendung in der Ausbildung

Ein Minicomputer und das Internet der Dinge

Herausfordernde Projektarbeiten dienen zur Wissenserweiterung und sind fester Bestandteil der Ausbildung bei Siemens. Vor allem die Digitalisierung fördert die domänenübergreifende Zusammenarbeit durch neue Arbeitsstrukturen und -methoden.

Duale Studenten entwickeln z. B. eine Messbox zur Erfassung, Speicherung und Auswertung relevanter Raumklimadaten am Arbeitsplatz. Der sogenannte „MultiMeasurePi“ bestimmt auf Basis eines Minirechners und selbstentwickelter Messelektronik Temperatur, Luftfeuchte, Heligheit und CO₂-Gehalt. Diese Daten werden über ein Touchscreendisplay angezeigt. Als Programmiersprache wird Python verwendet. Es können jederzeit Sensorplatinen ergänzt werden, die Anforderungen hinsichtlich Modularität, Flexibilität und Kompaktheit wird folglich erfüllt.

Die Box erfasst in Standardkonfiguration pro Monat rund 350.000 objektiv verwendbare Messwerte. Mit einer grafisch gestützten automatisierten Auswertung lassen sich unkompliziert und schnell Trends ablesen und - falls erforderlich - Maßnahmen ergreifen. Diese können nachhaltig zur Verbesserung des Arbeitsklimas für alle Mitarbeiter sowohl in den Produktionshallen als auch in den Büroräumen beitragen.

Additive Manufacturing

AM in der Ausbildung – Einsatz von 3D Druckern

Da sich die Fertigungstechnik, aufgrund der Digitalisierung und den speziellen Kundenwünschen, in den letzten Jahren rasant geändert hat, hat die Siemens Ausbildung beschlossen, neue Fertigungsverfahren in der Ausbildung zu integrieren. Additiv Manufacturing (AM) wird gerade im Prototypenbau verstärkt eingesetzt. Im Jahr 2013 wurden die ersten 3D Drucker angeschafft. Der Einsatz des 3D Druckers ist mittlerweile sehr vielfältig. Vor allem bei Projektarbeiten ist der Vorteil des AM enorm. Über das 3D Zeichenprogramm NX können die Auszubildenden Bauteile konstruieren und direkt mit dem 3D Drucker ausdrucken. Das Bauteil kann sofort in das jeweilige Ausbildungsprojekt eingebunden werden. Der Bau von Prototypen ist dadurch schneller und kostengünstiger geworden.

RFID und der Einsatz in der Ausbildung

Eine weitere Gruppe Lernender überlegte, wie man das Laptop- und Werkzeugmanagement im Haus verbessern kann. Bisher mussten Auszubildende immer zu Ausbildungskollegen gehen und sich einen Laptop ausleihen. Das wurde schriftlich festgehalten. Der Aufwand war relativ hoch. Es entstand die Idee, den Firmenausweis beim Ausleihen eines Laptops oder eines speziellen Werkzeuges zu nutzen. Mit Hilfe der RFID-Technologie und einer große Sigmatic HMI-Station wurde diese umgesetzt. Jetzt kann jeder Auszubildende, der vom Ausbilder registriert wurde, sich einen Laptop ausleihen. Der Firmenausweis wird vor der HMI-Station gehalten und somit wird registriert, wer den Rechner hat und wann er ausgeliehen wurde. Alle Daten werden gespeichert und können direkt am Touchpad ausgelesen werden (Leubner et al., 2016).

2.3 Das Fundament der Erfolge – die Kompetenzentwicklung der Ausbilder

Die Erweiterung bekannter Technologien, die Verzahnung bestehender Technologien und die rasanten und komplexen Entwicklungen im Bereich „Digitalization of Learning“ sind wesentliche Treiber der Digitalisierung im Bildungsbereich. Die Siemens Professional Education hat hierzu ein dreistufiges Kompetenzentwicklungsmodell aufgesetzt. Im ersten Qualifizierungsschritt wurde ein „Digitalisierung Awareness Training“ angeboten, um allen Mitarbeitern einen kompakten und praxisorientierten Überblick über die Visionen, Konzepte und Bausteine von Industrie 4.0 zu verschaffen. Im Zuge des SPE Projektes „Digitalisierung@SPE wurden 25 neue Kompetenzen identifiziert. Für die Erstellung der neuen Lerninhalte wurden für jede Kompetenz entsprechende Trainings konzipiert, um die Kompetenzen der Entwickler spezifisch weiter zu entwickeln. Im dritten Schritt werden die Trainer geschult. Ziel dieser verschiedenen Qualifizierungsbausteine ist es, die fachliche Expertise für die Transformation der Arbeitswelt durch die Digitalisierung praxisnah, handlungs- und methodenkompetent sicherzustellen (Leubner et al., 2016).

Die aus der Bildungsbedarfsanalyse identifizierten neuen Kernkompetenzen gewinnen durch die Einführung von Industrie 4.0 besondere Relevanz. Diese sind nicht nur fachlicher Art, sondern auch aus dem Bereich Methoden-, Individual- und Sozialkompetenzen. Über einen Soll-/Ist-Vergleich wurden dann in den einzelnen Berufsbildern die Inhalte ergänzt oder zusätzlich eingeführt. Eine ähnliche Analyse ist in der bayme/vbm-Studie (2016) beschrieben.

3 Industrie 4.0 in der kaufmännischen Ausbildung – ein Projekt

3.1 Fachkompetenzen

Auch wenn es auf den ersten Blick in der Metall- und Elektroindustrie so erscheint, dass sich die größten Veränderungen in den technischen Berufen vollziehen, werden sich auch in den kaufmännischen Berufen ausgelöst durch den Digitalisierungstrend Anpassungen und Neuerungen durchsetzen. Dies bezieht sich in großen Teilen auf überfachliche Kompetenzen, sowie auf Methodenkompetenzen. Allerdings sind auch neue Fachkompetenzen in den kaufmännischen Berufsbildern von wachsender Bedeutung. Ein typisches Beispiel sind Kenntnisse über Funktion und Umgang bei Entscheidungsunterstützungssystemen.

In dem folgenden Beispiel ist ein Projekt zusammengefasst, das Fachkenntnisse über Datenanalyse und Geschäftsmodellierung vermittelt und anwendet.

Industrie 4.0 beinhaltet neben technischen Innovationen in besonderem Maße auch einen Fokus auf die Geschäftsmodelle. Dabei gilt es diese stets auf ihren Kern und auf ihren Kundennutzen heute und in Zukunft konstruktiv kritisch zu hinterfragen. So gewinnt neben dem klassischen Product-Life-Cycle-Management (PLM) das Innovationsmanagement mit der Einführung der Digitalisierung und ihren Möglichkeiten eine viel größere Rolle.

3.2 Prognose des Kupferpreises

Themen aus der Datenanalyse und der Geschäftsmodellierung sind neue Inhalte der Ausbildung im Rahmen der Digitalisierungsoffensive.

In diesem Ausbildungsprojekt wird untersucht, wie sich durch die Auswertung von großen Datenmengen Geld verdienen lässt. Und wodurch sich anhand von Datenanalysen Geschäftsprozesse neu generieren und optimieren lassen. Die Thematik für diese Untersuchung entstand direkt aus dem Ausbildungsumfeld in der technischen Bildung. Die Verarbeitung von Kupferdraht in Motoren und Transformatoren ist essentieller Bestandteil der technischen Ausbildungsberufe an einigen Fertigungsstandorten. Dabei wird Kupferdraht als Rohstoff eingekauft und entstandener Schrott wieder verkauft. So entstand die Idee: Durch präzise Analyse von Einflussfaktoren lässt sich der an der Börse gehandelte Kupferpreis näherungsweise prognostizieren. Kupferdraht könnte dann zu niedrigen Preisen einkauft werden und der entstandene Metallschrott zu, hoffentlich, Höchstpreisen veräußert werden.

3.3 Vorgehensweise

Zuerst ist zu definieren von welchen wesentlichen Faktoren der Kupferpreis abhängig sein könnte? Dies ist durch Fachwissen, Recherche, aber dann auch durch mathematische Methoden wie zum Beispiel Korrelationen, Faktorenanalyse und Hauptkomponentenanalyse möglich. Je nach Zeit, Einstiegsqualifikation, und Bedarf an mathematischer Tiefe kann dieser erste Schritt im Projekt gestaltet werden.

In unserem Fall wurden unsere Simulationen zunächst in einem Modell mit zwei Parametern durchgeführt: dem Dow-Jones-Index und dem Dollar-Kurs. Danach wurde das Prädiktionsmodell um zwei weitere Parameter erweitert: Kupferlagerbestände (Lagerbestände als Indiz für

Überkapazitäten bzw. Knappheit an Kupfer), und Shanghai Stock Exchange 50 (Chinesische Wirtschaft als wichtigster Abnehmermarkt).

Auf Basis eines bereinigten Quelldatensatzes dieser Parameter inklusive des zugehörigen Kupferpreises wird nun über den Zeitraum der letzten sieben Jahre eine Locally Weighted Regression („lokal gewichtete Regression“) (Aha, 1997) durchgeführt, um daraus ein Modell zur statistischen Prognose der zukünftigen Kupferpreise abzuleiten.

Die einfache lineare Regression aus dem Mathematikunterricht ist vielen dualen Studenten und Auszubildenden noch bekannt. In einer Lerneinheit, werden Gradientenabstieg und Gauss'sche Fehlerquadrate als Grundlage des algorithmischen Lernens und angepasst auf die Einstiegsqualifikation thematisiert. Auch der Occams Razor findet hier seine Reflektion. Die Erweiterung der Regression um höhere Dimensionen und um stückweise gewichtete Linearisierung führt zu den finalen theoretischen Grundlagen.

Die Methode der „Locally Weighted Regression“

Anhand der Datensätze, wird der Funktionswert über eine lokal gewichtete Regression berechnet. In diesem Projekt ist es die Berechnung des Kupferpreises (Trainingsbeispiele). Der Nichtlinearität des Problems wird durch die Gewichtung gemäß des euklid'schen Abstands Rechnung getragen.

Zehn Prozent des zuvor eingelesenen Quelldatensatzes wird als Testdatensatz verwendet und somit aus dem Quelldatensatz entfernt. Mittels Cross Validation wird das Modell mit den gewählten Eingangsparametern bewertet. Und als Modellmessgröße wird das Gütemaß MSE (mean squared error, durchschnittlicher quadratischer Fehler) verwendet.

3.4 Resultat

Innerhalb des Projektzeitraumes konnte ein einfaches Simulationsmodell auf Basis von vier Eingabeparameter und Locally Weighted Regression erstellt werden, das relativ präzise Prognosen der Kupferpreisentwicklung für ein kurzes Zukunftsintervall ermöglicht.

Das Grundgerüst des Modells kann durch Erweiterung des Quelldatensatzes um weitere Werte bzw. Parameter erweitert werden. Als zusätzlich prognostizierte Ausgabegröße könnte auch ein Wert für die Kauf- und Verkaufsentscheidung errechnet werden.

Dieses einfache Analysemodell erweitert das bekannte Regressionsverfahren zu einem leistungsfähigen Datenanalyseansatz und thematisiert die Bildung eines Geschäftsmodells in unterschiedlichen Facetten. Des Weiteren ist je nach Einstiegsqualifikation der Auszubildenden eine Anpassung der Komplexität der Aufgabenstellung und des algorithmischen Lernens möglich.

4 Fazit

Um als Konzern weiter international wettbewerbsfähig zu bleiben, bedarf es internationale Standards in der Aus- und Weiterbildung, sowie dem schnellen Aufbau von Kompetenzen, insbesondere einem Digitalisierungswissen. Der Markt ist permanenten Veränderungen unterworfen. Neben völlig neuen Wettbewerbern, der rasanten technologischen Entwicklung, der zunehmenden Globalisierung oder dem demografischen Wandel, dem Kampf um Talente, etc. gewinnt die Aus- und Weiterbildung an besonderer Bedeutung.

Eine der zentralen Herausforderungen ist die erforderte Geschwindigkeit zum Aufbau der Kompetenzen. Diese wird erreicht durch eine Bildungsbedarfsanalyse, einem kontinuierlichen PLM-Prozess der Ausbildungsinhalte, die Kompetenzentwicklung der Trainer und die notwendige Ausstattung der Ausbildungsstandorte. Dies gilt für technische Berufe, genauso wie für kaufmännische Berufsbilder. Als weitere Herausforderung gilt für den internen Aus- und Weiterbildungsbereich der Siemens AG die Sicherstellung der Nachhaltigkeit aller durchgeführten Aktivitäten. Langfristig muss ein nachhaltiger Erfolg im Business durch Aus- und Weiterbildungsinitiativen messbar sein (Leubner et al., 2016).

Literaturverzeichnis

- Aha, David W., (Hrsg.). (1997). Lazy Learning. Kluwer Academic Publishers
- bayme/vbm Studie (2016). Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. Verfügbar unter: https://www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbm_Studie_Industrie-4-0.pdf
- Leubner, Siebel, Liebert, Kinschel, Kunz, (2016). Industrie 4.0. internes Manuskript, Siemens AG
- pwc (2016). Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution. Verfügbar unter: <http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industrie-4-0.pdf>
- Siemens AG, (2016). Digitalisierung. Verfügbar unter: <http://www.siemens.de/digitalisierung>

Gabriele Jordanski

Berufsbildung 4.0 – Wirkung der Digitalisierung auf die Tätigkeiten der Industriekaufleute

Methodisches Vorgehen und Zwischenergebnisse

Eingebettet in die digitale Agenda startete in 2016 im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung das Projekt: „Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen“, in dessen Rahmen unter anderem Wirkung der Digitalisierung auf die Tätigkeiten der Industriekaufleute untersucht wird. Ziel ist es, Handlungsempfehlungen für die Gestaltung von Aus- und Weiterbildung auf Umsetzungsebene und für die Weiterentwicklung systemischer Rahmenbedingungen zu erarbeiten. In diesem Artikel werden der Projektrahmen, das methodische Vorgehen und, eingebettet in die Ausgangslage der Industriekaufleute, erste Zwischenergebnisse dargestellt.

1 Einleitung

Im kaufmännisch-betriebswirtschaftlichen Tätigkeitsfeld der Industriekaufleute werden digitale Technologien bereits seit vielen Jahren eingesetzt und die in diesem Zusammenhang in der Berufsausbildung zu vermittelnden Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten wurden anlässlich des letzten Neuordnungsverfahrens der Ausbildungsverordnung im Jahre 2002 umfassend diskutiert und verankert. Neuere technologische Entwicklungen erweitern das etablierte Spektrum jedoch um wesentliche Dimensionen. Die digitalen Technologien ermöglichen inzwischen eine weitreichende internetgestützte Vernetzung, einen höheren Automatisierungsgrad durch selbstständige Kommunikation untereinander verbundener Systeme bis hin zur intelligenten Vernetzung von Menschen, Ressourcen, Informationen, Objekten auf Basis von cyberphysischen Systemen (CPS). Sie eröffnen Unternehmen große Gestaltungsspielräume für Veränderungen ihrer Kooperationsformen, Geschäfts- und Produktionsprozesse, Geschäftsmodelle sowie der Unternehmensorganisation und -steuerung. Aus diesen Entwicklungen ergeben sich auch Konsequenzen für die Berufsbildung, denn die strukturellen Veränderungen in der industriellen Produktion führen in Abhängigkeit von Branche und Berufsprofil zu unterschiedlichen Veränderungen im Qualifizierungsbedarf. In welcher Art und Weise sich dies auf die Tätigkeitsfelder und Qualifikationsanforderungen der Industriekaufleute auswirkt, wird im Rahmen eines umfassend angelegten aktuell laufenden Projektes im Bundesinstitut für Berufsbildung untersucht. In diesem Beitrag wird der Projektrahmen und die methodische Vorgehensweise erläutert sowie erste Zwischenergebnisse vorgestellt.

2 Projektrahmen und Forschungsfragen

Eingebettet in die digitale Agenda startete in 2016 im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung das Projekt: „Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen“, welches abteilungsübergreifend im Bundesinstitut für Berufsbildung durchgeführt wird (Bundesinstitut für Berufsbildung, 2016a). Aufgrund der umfassenden Problematik besteht das Projekt aus drei Säulen mit jeweils eigenen Schwerpunkten und Perspektiven. Im Mittelpunkt von Säule 1 steht das Screening ausgewählter Ausbildungsberufe, Fortbildungsregelungen und Branchen. Hier ist auch die Untersuchung der Industriekaufleute angesiedelt, die im Weiteren näher beschrieben wird. Säule 2 thematisiert Medienkompetenz als Eingangsvoraussetzung in der Berufsbildung, wobei Medien- und IT-

Kompetenz als Schlüsselkompetenz angesehen wird. Säule 3 betrachtet, auf Basis gegenwärtig auf dem Arbeitsmarkt sichtbarer Entwicklungen, Zukunftserwartungen hinsichtlich neuer bzw. veränderter beruflicher Anforderungen in der digitalisierten Arbeitswelt. Hierzu wird u.a. ein Monitoring- und Projektionssystem zu Qualifizierungsnotwendigkeiten entwickelt, indem Szenarien der quantitativen Arbeitsmarktauswirkungen projiziert werden (Bundesinstitut für Berufsbildung, 2017). Im Berufe-Screening werden 11 Ausbildungsberufe aus dem gewerblich-technischen, handwerklichen und kaufmännischen Bereich untersucht. Ziel ist es, Handlungsempfehlungen für die Gestaltung von Aus- und Weiterbildung auf Umsetzungsebene und für die Weiterentwicklung systemischer Rahmenbedingungen zu erarbeiten.

Folgende Forschungsfragen sollen im Rahmen des Berufe- und Branchenscreenings beantwortet werden:

1. Welche Digitalisierungs- und Vernetzungsansätze finden sich in der betrieblichen Praxis?
2. Welche Tätigkeiten bzw. Tätigkeitsprofile entstehen durch die Digitalisierung in den zu untersuchenden Berufen/Berufsfeldern?
3. Welche Kompetenzen sind für Fachkräfte künftig erforderlich?
4. Inwiefern passen diese Tätigkeiten und Kompetenzen zu bestehenden Ausbildungsberufen und Fortbildungen?
5. Welche Folgen zeichnen sich in Bezug auf akademische Abschlüsse und Anlernertätigkeiten ab?
6. Welche fördernden und hemmenden Faktoren ergeben sich für die Gestaltung von Berufsbildung?
7. Welche Folgen haben die Ergebnisse für das Berufsverständnis allgemein?

3 Methodisches Vorgehen

Um ein differenziertes Bild der Veränderungen im Tätigkeitsbereich der zu untersuchenden Berufe und der zukünftigen Qualifizierungsanforderungen der Unternehmen an Fachkräfte zu ermitteln, wird ein explorativer Ansatz verfolgt und ein mehrstufiges Forschungsdesign bestehend aus systematischer Literatur- und Dokumentenanalyse, betrieblichen Fallstudien, Expertengesprächen, Gruppendiskussionen sowie einer quantitativen Online-Befragung gewählt.

Durch eine zeitliche Verzahnung der einzelnen Forschungsetappen und Rückkopplungsschleifen im Projektverlauf wird es ermöglicht, explorativ ermittelte Erkenntnisse gestaltend in den Forschungsprozess einfließen zu lassen. Nachfolgend werden die qualitativen Projektanteile bezogen auf die Untersuchung der Industriekaufleute näher erläutert.

3.1 Einbindung von Experten

Aufgrund der umfassenden bei Berufsbildung 4.0 zu berücksichtigenden Faktoren und der Heterogenität der Ausgangslage für Industriekaufleute hinsichtlich der Einsatzgebiete, Branchen und Betriebe ist es erforderlich, Experten und Expertinnen aus verschiedenen Bereichen auf differenzierte Art einzubinden. So wird eine berufsbezogene Expertengruppe das Projekt beratend und unterstützend begleiten, vor allem hinsichtlich der Vorgehensweise bei den betrieblichen Fallstudien, der Bewertung der Ergebnisse und ihrer Übertragung in die quantitative Befragung. Ergänzend werden anlässlich besonderer, vertiefter zu bearbeitender Untersuchungsfragestellungen sogenannte „thematische Workshops“ mit spezifisch zusammengesetzten Expertenrunden veranstaltet. Hierzu sind auch telefonische Experteninterviews, z. B. mit Kammervorteiler/innen, Fach- und Führungskräften, Sozialparteienvorteiler/innen, Hochschullehrer/innen sowie Berufsschullehrer/innen, geplant. Des Weiteren ist eine Gruppendiskussion der Ergebnisse mit kaufmännischen Berufsschullehrkräften vorgesehen, um Impulse aus den Berufsschulen vor allem hinsichtlich von Lehr- und Lernanforderungen sowie Schnittmengen zwischen kaufmännischen Ausbildungsberufen zu erhalten.

3.2 Betriebliche Fallstudien

Aufgrund der komplexen und explorativen Fragestellungen wird die Fallstudienmethode herangezogen, bei der ausgewählte Fälle orientiert an den Prinzipien der Datenerhebung nach Yin (2009) umfassend untersucht werden. Hierzu gehört, dass Daten aus möglichst vielen unterschiedlichen Quellen herangezogen, relevante Kontextfaktoren aufgenommen und erhobene Daten mit den Forschungsfragen in einer Matrix strukturiert verknüpft werden. Alle Rohdaten werden in einer umfassenden Datenbank zusammengeführt. Die betrieblichen Fallstudien werden in Form integrierter Mehrfall-Studien durchgeführt, bei der mehrere Fachbereiche eines Unternehmens einbezogen werden.

3.2.1 Unternehmensauswahl

Es ist vorgesehen, 10 bis 12 Fallstudien durchzuführen. Wichtig für die Unternehmensauswahl ist es, dass es sich um Ausbildungsbetriebe und „Schrittmacherunternehmen“ handelt. Dies sind Unternehmen, die in besonderem Maße die Möglichkeiten der Digitalisierung in typischen Einsatzbereichen der zu untersuchenden Ausbildungsberufe nutzen und bei denen bereits Arbeitsplätze auf mittlerem Qualifikationsniveau von diesen Entwicklungen unmittelbar betroffen sind. Das Feld der Ausbildungsbetriebe für Industriekaufleute ist sehr breit aufgestellt, da dieser Beruf in allen Industriebranchen sowie in Betrieben unterschiedlichster Größe und Organisationsform ausgebildet wird. Da die Komplexität der Branchenstruktur im Rahmen der Fallstudien nicht abgebildet werden kann, muss eine Reduzierung auf einige zu betrachtende Branchen vorgenommen werden. Als Kriterien für die Auswahl wurden u.a. Beschäftigtenzahlen in der Berufsgruppe der Industriekaufleute, Aktivitäten bei der Weiterentwicklung von Berufsausbildung und Bezugsstärke zu digitalen Technologien herangezogen. Im Ergebnis wird die Maschinen- und Anlagenbau-Branche stärker berücksichtigt, hier werden Betriebe unterschiedlicher Größen, Organisationsformen, Produktionskonzepte und Leistungsangebote einbezogen. Zu einigen weiteren Branchen werden lediglich einzelne Unternehmen betrachtet und vergleichend zu den Ergebnissen aus dem Maschinen- und Anlagenbau analysiert. Bei etwaigen großen branchenspezifischen Unterschieden in den Ergebnissen werden zusätzliche Fallstudien zur weiteren Analyse ergänzt.

3.2.2 Durchführung der Fallstudien

In den Fallstudien werden verschiedene qualitative Erhebungs- und Auswertungsmethoden eingesetzt. Im Zentrum stehen hier leitfadengestützte Experteninterviews mit Fachkräften aus verschiedenen Einsatzgebieten, die ausgebildete Industriekaufleute oder Personen mit vergleichbaren Tätigkeiten sind, mit strategischen und operativen Führungskräften, Zuständigen für die Gestaltung oder Planung der Ausbildung für den kaufmännischen Bereich sowie ggf. weiteren Personen mit besonderer Kenntnis hinsichtlich des Digitalisierungsthemas. Basis der Interviews sind teilstrukturierte Interviewleitfäden die verschiedenen Gesprächsanforderungen genügen müssen. Die im Leitfaden operationalisierten Fragestellungen des Projektes haben einerseits die explorative Informationsgenerierung zum Ziel, da noch unbekannte Perspektiven auf die Entwicklungen des Arbeitsfeldes der Industriekaufleute durch digitale Technologien und den konstruktiven Umgang bezogen auf Gestaltung von Geschäfts- und Produktionsprozessen und betrieblicher Organisation eruiert werden sollen. Dies erfordert die Form des

explorativen Experteninterviews (Kruse, 2015, S.167). Andererseits besteht in Teilen auch ein expertiseartiges, informationsorientiertes Interesse, welches teilweise konkrete direktive Fragen zu spezifischen Bereichen erfordert, mit denen Einschätzungen der Befragten eingeholt werden. Die Interviews realisieren sich an diesen Stellen eher als Fachgespräche (Kruse, 2015, S.166).

Bei den Arbeitsaufgaben der Industriekaufleute handelt es sich zum großen Teil um Computer unterstützte kognitive und koordinierende Tätigkeiten, die einer systematischen Arbeitsplatzbeobachtung nur begrenzt zugänglich sind. Daher kommt den gedanklichen Prozessen eine große Bedeutung zu, da sie in unmittelbarem Zusammenhang zu den Tätigkeiten stehen. Sie lassen sich als mentale Modelle abbilden, die jeder Tätigkeit zugrunde liegen und die es ermöglichen, die Arbeitssituation mit adäquaten Handlungsoptionen wahrzunehmen (Oppl, 2010, S.37). Um diese mentalen Modelle sichtbar zu machen, werden Strukturlegetechniken und das Concept-Mapping eingesetzt. Bei Strukturlegetechniken werden die mentalen Modelle durch grafische Abbildungen dargestellt. Hierzu werden Begriffsnetzwerke zur Darstellung der den Handlungen zugrunde liegenden Annahmen und Vorstellungen erarbeitet und unmittelbar visualisiert. Die Erarbeitung kann zum Beispiel in Form einer Gruppendiskussion oder im Rahmen eines Expertengesprächs erfolgen. Beim Concept-Mapping werden die Konzept-Netzwerke computerunterstützt strukturiert und visualisiert (Oppl, 2010, S.39). Für die Experteninterviews in den Betrieben wird auf Basis der Literatur- und Dokumentenanalyse eine Grafik vorbereitet, die die betriebliche Realität und Arbeitsumgebung standardmäßig und reduziert wiedergibt. Als bereits vorgegebene Elemente der Grafik bieten sich die betrieblichen Einsatzgebiete entlang des Wertschöpfungsprozesses, in den die Industriekaufleute eingebunden sind, sowie externe Rahmenbedingungen an. Während des Experteninterviews werden die verbal beschriebenen Arbeits- und Geschäftsprozesse, Kooperationsvorgänge, vernetzten Strukturen, Schnittstellen sowie Zuständigkeiten begleitend eingezeichnet, wodurch die komplexen Zusammenhänge übersichtlich modelliert werden. Im Gespräch erfolgt eine wechselseitige Abstimmung zu den visualisierten Inhalten zwischen den Beteiligten, wodurch eine laufende kommunikative Validierung des Verständnisses ermöglicht wird. Im Verlauf des Interviews entsteht schließlich eine grafische Abbildung des verbal Beschriebenen, die auch eine Diskussionsgrundlage für weitere Gesprächsinhalte sowie Möglichkeiten zum Vergleich verschiedener Modelle bietet. Es ist geplant, die Interviews digital aufzuzeichnen, zu verschriftlichen und mittels der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) systematisch zu analysieren.

3.3 Schnittmengen zu anderen kaufmännischen Ausbildungsberufen

Industriekaufleute sind als Sachbearbeiterinnen und Sachbearbeiter in Unternehmen in allen betrieblichen Funktionen beschäftigt, wo sie im Rahmen abgesteckter Kompetenz- und Verantwortungsbereiche selbständig alle Geschäftsvorfälle eines bestimmten Fachgebietes abwickeln können. Basis für einige dieser Sachbearbeitungstätigkeiten können auch andere kaufmännische Ausbildungsberufe sein, wie Kaufleute für Büromanagement, Kaufleute für Spedition und Logistikdienstleistung sowie Kaufleute im Groß- und Außenhandel. Daher bestehen gewisse Schnittmengen in den Tätigkeitsbereichen dieser Berufe. Im Rahmen des Projektes werden daher auch Auswirkungen der zunehmenden Digitalisierung auf die Berührungspunkte und parallele Anforderungsentwicklungen von diesen Ausbildungsberufen in den Blick genommen. Zu diesem Zweck soll dieses Thema, auf Basis vergleichender Analysen der entsprechenden Ausbildungsordnungen, innerhalb der betrieblichen Experteninterviews, in Form eines gesonderten thematischen Expertenworkshops sowie im Rahmen einer Gruppendiskussion mit Berufsschullehrerinnen und -lehrern bearbeitet werden.

4 Zwischenergebnisse

4.1 Ausgangslage der Industriekaufleute

Beim Ausbildungsberuf der Industriekaufleute handelt es sich um einen kaufmännisch betriebswirtschaftlich ausgerichteten generalistisch angelegten „Querschnittsberuf“ der in allen Branchen der Industrie ausgebildet wird. Die Auszubildenden erhalten Einblicke über alle Funktionsbereiche im Unternehmen, wie beispielsweise Einkauf, Marketing, Vertrieb, Controlling, Produktion oder Personalwesen. Im dritten Ausbildungsjahr wird die berufliche Handlungsfähigkeit in einem gewählten spezifischen Einsatzgebiet (vgl. Abb.1) über acht bis zehn Monate erweitert und vertieft, um zur „ganzheitlichen Durchführung komplexer Aufgaben zu befähigen“ (Bundesgesetzblatt 2002, §3, Abs.1).

Berufsausbildung der Industriekaufleute - Einsatzgebiete	
1.	Marketing und Absatz
2.	Beschaffung und Bevorratung
3.	Personalwirtschaft
4.	Leistungserstellung
5.	Leistungsabrechnung
6.	Andere Aufgaben (z. B. Produktmanagement, Elektronischer Handel (E-Commerce), Logistik, Controlling, Facility-Management, Franchising, Umweltschutz-Management, Supply Chain Management, Auslandseinsatz)

Tabelle 1: Einsatzgebiete in der Berufsausbildung der Industriekaufleute

Durch diese Ausbildungsstruktur werden Fachkräfte qualifiziert, die in einem Einsatzgebiet besonders befähigt sind und darüber hinaus als Generalisten den Überblick über die gesamten Geschäfts- und Produktionsprozesse besitzen. Sie können daher sämtliche Unternehmensprozesse im Rahmen der Planung und Steuerung aus betriebswirtschaftlicher Sicht unterstützen. Sie sind hierbei, meist in Sachbearbeiter-Funktionen, mit der Vorbereitung, Planung, Durchführung, Überwachung und Dokumentation industrieller Leistungsprozesse beschäftigt, was eine selbständige Sachbearbeitung in Form funktionsübergreifender Fall- und Vorgangsbearbeitung unter Anwendung der modernen Informations- und Kommunikationstechniken erfordert. Industriekaufleute sind gemeinsam mit anderen Erwerbstätigen im Bereich der Unternehmenssteuerung und -organisation, die auf gleichem Anforderungsniveau tätig sind, zu rund 60 Prozent in industriellen Produktionsbetrieben aller Branchen beschäftigt, wobei davon mit rund 19 Prozent die meisten im Maschinen- und Anlagenbau zu finden sind, gefolgt von 13 Prozent im Metallbau, 10 Prozent in der KFZ- und 9 Prozent in der Elektroindustrie. Ein Viertel der Erwerbstätigen der hier betrachteten Berufsgruppe findet sich darüber hinaus im Großhandel und ein Sechstel im Einzelhandel.

Die Ausbildung der Industriekaufleute gehört zu den Ausbildungsberufen mit den höchsten Auszubildendenzahlen, sie liegt mit 17.934 Neuabschlüssen in 2016 auf dem fünften Platz der Rangliste (Bundesinstitut für Berufsbildung, 2016c), wobei die Ausbildungsanfänger/-innen unterschiedlich vorgebildet sind. So verfügen rund 70 Prozent über einen Schulabschluss mit Studienberechtigung, 28 Prozent über einen Real- und 1,5 Prozent über einen Hauptschulabschluss als höchsten allgemeinbildenden Schulabschluss (Bundesinstitut für Berufsbildung,

2016b). In den letzten Jahren ist die Zahl der Auszubildenden Industriekaufleute etwas rückläufig, nach einer Spitze von rund 55.000 im Jahre 2008 ist sie bis 2015 auf gut 50.000 Auszubildende gesunken.

Entsprechend der Vielfalt ihrer beruflichen Einsatzgebiete stehen den ausgebildeten Industriekaufleuten mehrere bundeseinheitliche und kammergeregelte berufliche Fortbildungen für den Aufstieg in gehobene Sachbearbeitungs- oder mittlere Führungspositionen zur Disposition. Diese können entweder ein breites Feld abdecken, wie zum Beispiel bei den Geprüften Industriefachwirten und –fachwirtinnen und der weitergehenden Fortbildung zum/zur Geprüften Betriebswirt/in, oder vertiefend auf ein spezielles Gebiet bezogen sein, wie bei den Geprüften Personalfachkaufleuten, den Geprüften Bilanzbuchhaltern und Bilanzbuchhalterinnen.

Die Ausbildungsverordnung der Industriekaufleute wurde in 2002 zum letzten Mal neu geordnet. In diesem Rahmen wurden für das Arbeitsgebiet der Industriekaufleute bereits grundlegende Veränderungen im Bereich der industriellen Produktion, massive Entwicklungen durch innovative Technologien, Globalisierung, zunehmende Kundenorientierung sowie Verkürzung von Entwicklungs- Produktions- und Absatzzeiten mit der Folge weitreichender Veränderungen der Organisationskonzepte, Arbeitsformen und Qualifikationsanforderungen konstatiert (Rein, 2003). Seitdem ist die Entwicklung kontinuierlich weiter fortgeschritten. Wie sich die neuen Entwicklungen für das Tätigkeitsfeld der Industriekaufleute darstellen, wird nachfolgend anhand der Ergebnisse der Literatur- und Dokumentenanalyse beschrieben.

4.2 Ergebnisse der Literatur- und Dokumentenanalyse

Schwerpunkte der Literaturanalyse liegen auf Digitalisierungs- und Vernetzungsansätzen im Tätigkeitsfeld der Industriekaufleute sowie den daraus erwachsenden Veränderungen von betrieblichen Geschäfts- und Produktionsprozessen sowie von Tätigkeits- und Qualifikationsanforderungen. Aktuellere Literatur, die das Thema Digitalisierung spezifisch auf kaufmännische Ausbildungsberufe oder auf Industriekaufleute bezieht, ist kaum vorhanden. Auf allgemeinerer Ebene findet sich eine Vielzahl an Veröffentlichungen zu Digitalisierungsentwicklungen in einzelnen Fachbereichen, in denen Industriekaufleute tätig sind. Sie enthalten umfassende Darstellungen verfügbarer digitaler Technologien und damit verbundenen Einsatzmöglichkeiten, aus denen sich Hinweise auf mögliche Tätigkeitsanforderungen ableiten lassen. Nachfolgend werden zunächst zentrale Ergebnisse zu den generellen Tendenzen und anschließend zu den spezifischen Entwicklungen beispielhaft für das Einsatzgebiet Beschaffungswesen dargestellt.

4.2.1 Generelle Tendenzen

Die verfügbaren digitalen Technologien reichen inzwischen von branchen- und berufsspezifischen PC-Programmen und -Systemen für alle Einsatzgebiete und Tätigkeitsbereiche mit interner und externer Vernetzung über bis hin zu cyber-physischen Systemen (CPS), die alle Etappen des Wertschöpfungsprozesses von der Planung bis zur Auslieferung an die Kunden umfassen können. Unter dem Schlagwort „Big Data“ werden sehr große Datenmengen in Echtzeit zur weiteren Analyse und Verarbeitung bereitgestellt und vereinfachte ortsunabhängige Zugriffe über internetbasierte Cloud-Anwendungen ermöglicht. Eine zentrale Technologie im Arbeitsfeld der Industriekaufleute stellen die Enterprise-Ressource-Planning-Systeme, kurz ERP-Systeme, dar. Es handelt sich hierbei um integrierte betriebswirtschaftliche Software in Form eines übergreifenden verbindenden Systems, das zur Steuerung sämtlicher in einem Unternehmen ablaufender Produktions- und Geschäftsprozesse eingesetzt werden kann (Hesseler & Görtz, 2007). ERP-Systeme können verschiedene Bereiche flexibel integrieren sowie unterschiedlich weitreichend vernetzt und automatisiert sein. Diese Technologien werden bereits seit Jahren eingesetzt; 2008 wurde im Zusammenhang mit dem Einsatz komplexer ERP-Systeme als eine zentrale kaufmännische Qualifikation die Fähigkeit gefordert, sich in komplexen Prozessstrukturen orientieren zu können und darin kompetent zu agieren (Pongratz, Tramm & Wilbers, 2010, 120).

Als mögliche Auswirkungen der Digitalisierung werden neue Geschäftsmodelle, veränderte Schnittstellen, sowohl inner- als auch außerbetrieblich, Verlagerung von Tätigkeitsorten und Veränderte Tätigkeitsanforderungen aufgeführt. Neue Qualifizierungsbedarfe werden vor allem in den Themenbereichen Sicherheit der IT-Infrastruktur und Datenschutz, Prozess-Knowhow, Prozessgestaltung, eCommerce, Online-Marketing und Kundenbeziehungsmanagement gesehen (Schumann, Assenmacher, Liecke, Reinecke & Sobania, 2014). Bezogen auf den Ausbildungsbereich liegt der Schwerpunkt auf IT-Kompetenzen, logischem und analytischem Denken, Prozessmanagement sowie strukturiertem Arbeiten (HK Region Stuttgart (2016, S. 6). Für die Weiterbildung werden bei den überfachlichen Kompetenzen die Gebiete systemisches Denken, Prozessmanagement und Selbstmanagement sowie für den betriebswirtschaftlichen Bereich die Geschäftsmodellentwicklung und Planung sowie Data Analytics hervorgehoben (HK Region Stuttgart, 2016, S. 6).

Die Schweiz verfügt über ein vergleichbares berufliches Bildungssystem mit den Lernorten Betrieb und Berufsfachschule ergänzt durch überbetrieblichen Kurse, daher kann eine aktu-

elle, auf den kaufmännischen Bereich konzentrierte Schweizer Studie wertvolle Hinweise liefern (Sachs, Meier, McSorley, 2016). Veränderungen in den kaufmännisch betriebswirtschaftlichen Tätigkeitsanforderungen durch Digitalisierung zeigen sich danach vor allem in vermehrt projektbasiertem Arbeiten, zunehmenden Schnittstellenfunktionen und Koordinationsaufgaben sowie zunehmender Kundenorientierung, womit eine steigende Relevanz des „Zwischenmenschlichen“ einhergeht (Sachs, Meier, McSorley, 2016, S.15). Die immer stärker von Dynamik und Schnellebigkeit gekennzeichneten strategischen Anforderungen müssen in operative Handlungsfelder übertragen und mittels Reflexion neue Vorgehensweisen entwickelt werden. Des Weiteren werden eine teilweise Verschmelzung von kaufmännischen Tätigkeiten mit Informatik und eine zunehmende Informationsüberflutung konstatiert.

Im Zuge dieser Entwicklungen werden folgende Kompetenzen als zunehmend wichtiger für die kaufmännische Ausbildung angesehen (Sachs, Meier & McSorley, 2016):

- Selbststeuerungsfähigkeit und Selbstreflexion
- Flexibilität
- Sozialkompetenz
- Kommunikationskompetenzen und Kundenorientierung
- Fähigkeit einer adressatengerechten Informationsvermittlung
- Interpretationsfähigkeit umfänglicher digital ermittelter Daten
- betriebswirtschaftliches Verständnis für die Funktionsweise eines Unternehmens
- interdisziplinäres, vernetztes Denken
- kritisches Hinterfragen kombiniert mit einer weiterhin sehr starken Handlungsorientierung
- kontextualisiertes und anwendungsorientiertes Fachwissen (kein Faktenwissen)
- Bedienungskompetenzen digitaler Instrumente, vor allem als Knowhow über die zur Verfügung stehenden Tools und deren mögliche Anwendung, um Lösungen herbeizuführen

Nachfolgend werden die zentralen Eckpunkte aus der Literatur beispielhaft für das Tätigkeitsfeld Beschaffung und Bevorratung dargestellt.

4.2.2 Beschaffung und Bevorratung

Kernthema für den Bereich Beschaffung und Bevorratung in der Ausbildung der Industriekaufleute ist die Planung, Steuerung und Kontrolle von Beschaffungsprozessen; berücksichtigt werden hierbei Tätigkeitsbereiche wie Bedarfsermittlung und Disposition, Bestelldurchführung, Vorratshaltung, Bestände-Verwaltung und spezifisch als wählbare Einsatzgebiete Ausschreibungsverfahren, Lagerlogistik, Logistik, Elektronische Beschaffung und Supply Chain Management. Für den Tätigkeitsbereich Beschaffung, zu dem auch der Einkauf gehört, stehen neben dem systemübergreifenden ERP-System weitere spezifische Technologien unterstützend zur Verfügung. Sowohl bei Großunternehmen als auch bei KMU sehr verbreitet sind elektronische Katalogsysteme in Form von elektronischen Verzeichnissen lieferbarer Produkte oder Dienstleistungen, mit Abbildungen, Preisinformationen und Produktbeschreibungen, welche in vorhandene Softwaresysteme, auch betriebsübergreifend, eingebunden sein können (Bogaschewsky & Müller, 2015). Eine weitere wichtige Technologie stellt das elektronische Lieferantenmanagement (E-SRM) dar, ein internetunterstütztes System, mit dem die Lieferanten-Leistung permanent gemessen und den Zielvorgaben entsprechend über den Produktlebenszyklus gesteuert werden kann, mit einem unterschiedlichem Vernetzungsgrad mit dem Lieferanten über das Partner-Portal. Ein umfassendes System bietet das elektronische Lieferkettenmanagement (SCM). In diesem prozessorientierten System werden alle Bewegungen von Informationen, Rohstoffen, Teilen, Halbfertig- und Endprodukten entlang der Wertschöpfungs- und Lieferkette vom Rohstofflieferanten bis zum Endkunden erfasst. Meist erfolgt dies in Echtzeitdarstellung der Lieferkette, die durch Erfassung der Güter an bestimmten Übergabepunkten mit Hilfe von Betriebsdatenerfassungs-Systemen, z. B. durch Scannen von Barcodes oder durch Lesen von RFID-Tags, ermöglicht wird. Darüber hinaus stehen vernetzte lieferantenverwaltete Lager, Rohstoffrechner sowie Additive Fertigungsverfahren in Form des 3D-Drucks zur Verfügung.

Mit Einsatz dieser Technologien sind Veränderungen und Entwicklungsmöglichkeiten im Tätigkeitsfeld Beschaffung verbunden, die laut aktuellen Veröffentlichungen den operativen und strategischen Bereich betreffen (Bogaschewsky & Müller, 2015). So könnten operative und administrative Einkaufsprozesse in zunehmendem Maß digitalisiert und automatisiert werden. Die frei werdenden Kapazitäten könnten für eine Verschiebung der Schwerpunkte und eine Verlagerung hin zu anderen Tätigkeiten hin wie Pflege und Kontrolle der digitalen Systeme, Intensivierung der persönlichen Betreuung von Lieferanten und internen Kunden. Man geht davon aus, dass die Anforderungen und Erwartungen an den strategischen Einkauf wachsen

werden. Es werden mehr Überwachungs-, Steuerungs- und Lenkungsarbeiten, zunehmende Datenanalyse- und Auswertungstätigkeiten für qualifiziertere Entscheidungen und Reflexion für ein frühzeitiges Erkennen von Handlungsbedarfen entlang der Wertschöpfungskette erwartet (Bogaschewsky & Müller, 2015). Durch neue Kooperationsformen und externe Vernetzung wird der Austausch mit anderen Unternehmen und Organisationen forciert, wodurch Einkäufer/innen die Funktion des „digitalen Schnittstellenmanagers nach innen und außen“ erhalten würden (Bogaschewsky & Müller, 2015, S.8). Die Entwicklung in der Produktion hin zur Kleinserienfertigung bis zur Losgröße 1, kürzere Produktlebenszyklen und dynamische Marktverhältnissen führen dazu, dass Fachkräfte in der Beschaffung künftig zunehmend in Echtzeit und flexibel reagieren müssen. Da sich die zu beschaffenden Güter, vor allem digitale und innovative Produkte und Komponenten, laufend weiterentwickeln, wird zunehmend technisches Knowhow notwendig. Insgesamt werden höhere Anforderungen an IT Kenntnissen, sozialen Kompetenzen und Überblickswissen, Analyse- und Entscheidungsfähigkeiten, Mitdenken und Transfer eingefordert.

5 Resümee und Ausblick

Mittels Literaturanalyse konnte ein Überblick über die Vielfalt innovativer digitaler Technologien und eine erste Orientierung hinsichtlich damit verbundener Entwicklungsmöglichkeiten für das Berufsfeld der Industriekaufleute verschafft werden. Aufgrund der Mannigfaltigkeit bestehen große Gestaltungsspielräume für Unternehmen sowohl hinsichtlich des Einsatzes der Technologien, der Geschäfts- und Produktionsprozesse und Geschäftsmodelle sowie der vertikalen und horizontalen Verantwortungsverteilung und Schnittstellen. Die Heterogenität der Betriebe, in denen Industriekaufleute erwerbstätig sind, und die unterschiedlichen Einsatzgebiete lassen differenzierte Entwicklungen und Perspektiven erwarten. Es ist anzunehmen, dass abhängig von Aspekten wie Betriebsgröße, Unternehmensform, Branche, Art der Produktion und Produktpalette sowie Einsatzgebiet eine unterschiedliche Ausgestaltung der zukünftigen Tätigkeitszuschnitte und –anforderungen des Berufsbildes der Industriekaufleute erfolgen kann. Daher werden die ab April 2017 startenden betrieblichen Fallstudien ein wichtiger Schritt zur Verifizierung und Ausdifferenzierung der Zwischenergebnisse sein.

Literaturverzeichnis

- Bogaschewsky, R. & Müller, H. (2015). Vorstudie Einkauf 4.0 Digitalisierung des Einkaufs. Verfügbar unter https://www.bme.de/fileadmin/_horusdam/4190-Vorstudie_Einkauf_40.pdf [08.04.2017].
- Bundesinstitut für Berufsbildung (2016a). Kurzbeschreibung des Projektes. Verfügbar unter https://www2.bibb.de/bibbtools/tools/dapro/data/documents/pdf/at_78154.pdf [08.04.2017].
- Bundesinstitut für Berufsbildung (2016b). BIBB, Datensystem Auszubildende - Datenblätter (DAZUBI) Verfügbar unter <https://www2.bibb.de/bibbtools/de/ssl/1871.php?fulltextSbmt=anzeigen&src=berufesuche&keyword=Industriekaufmann> [08.04.2017].
- Bundesinstitut für Berufsbildung (2016c). Rangliste 2016 der Ausbildungsberufe+ nach Neuabschlüssen in Deutschland. Verfügbar unter https://www.bibb.de/dokumente/pdf/naa309_2016_tab67_0bund.pdf [08.04.2017].
- Bundesinstitut für Berufsbildung (2017). QuBe - Qualifikation und Beruf in der Zukunft. Verfügbar unter <https://www.bibb.de/de/11727.php> [08.04.2017].
- Hesseler, M. & Görtz, M. (2007). Basiswissen ERP-Systeme: Auswahl, Einführung & Einsatz betriebswirtschaftlicher Standardsoftware. W3I GmbH.
- IHK Region Stuttgart (2016). Auswirkungen von Wirtschaft 4.0 auf die berufliche Aus- und Weiterbildung. IHK-Online Umfrage. Ergebnisse für das Land Baden-Württemberg, S.6
- Kruse, J. (2015). Qualitative Interviewforschung. Ein integrativer Ansatz. 2. Überarbeitete und ergänzte Auflage. Weinheim und Basel: Beltz Juventa.
- Mayring, P (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken (11. aktualisierte und überarbeitete Aufl.). Weinheim und Basel: Beltz.
- Oppl, S. (2010). Unterstützung expliziter Articulation Work durch Externalisierung von Arbeitswissen. In H. Risku & M. F. Peschl (Hrsg.), Kognition und Technologie im kooperativen Lernen. Vom Wissenstransfer zur Knowledge Creation (1., Aufl., S. 33–56). Göttingen: V & R unipress.
- Rein, V. (2003). Dokumentation des 4.BiBB Fachkongresses „Berufsausbildung für eine globale Gesellschaft – Perspektiven im 21. Jahrhundert. CD Beilage.
- Sachs, S.; Meier, C. & McSorley, V. (2016). Digitalisierung und die Zukunft kaufmännischer Berufsbilder – eine explorative Studie. Schlussbericht. Verfügbar unter http://www.kfmv.ch/data/docs/de_CH-1996/26326/Studie-Digitalisierung-und-die-Zukunft-kaufm%C3%A4nnischer-Berufsbilder.pdf [08.04.2017].
- Pongratz, H., Tramm, T. & Wilbers, K. (Hrsg.). (2010). Prozessorientierte Wirtschaftsdidaktik und Einsatz von ERP-Systemen im kaufmännischen Unterricht. Aachen: Shaker.
- Schumann, A.; Assenmacher, M.; Liecke, M.; Reinecke, J.; Sobania, K. (2014). Wirtschaft 4.0 - Große Chancen, viel zu tun * das IHK-Unternehmensbarometer zur Digitalisierung. Verfügbar unter www.dihk.de/.../ihk-unternehmensbarometer-digitalisierung.pdf [08.04.2017].
- Yin, R. K. (2009). Case study Research. Design and Methods. USA: Sage Publications.

Ralf Scheid

Kaufmännische Perspektiven der Lernfabriken in Baden-Württemberg

Industrie 4.0 hält Einzug in beruflichen Schulen. Bislang konzentrieren sich die Aktivitäten überwiegend auf den gewerblich-technischen Bereich. Kaufmännische Aspekte der Lernfabriken wurden bislang vernachlässigt. Daher müssen Lehrkräfte an Schulen bei der Umsetzung von kaufmännischen Inhalten im Unterricht mit Lernfabriken unterstützt werden. Das Landesinstitut für Schulentwicklung erarbeitet Handreichungen und Lehrmaterialien für die kaufmännischen Inhalte von Industrie 4.0 und zum Einsatz in Lernfabriken 4.0.

1 Aktivitäten des Landesinstituts für Schulentwicklung

1.1 Einleitung

Mit dem Begriff Industrie 4.0 wird der industriepolitisch motivierte Paradigmenwechsel hin zu einer digitalisierten Arbeitswelt beschrieben. Ziel ist es, die deutsche Industrie im internationalen Umfeld wettbewerbsfähiger zu machen. Vielfältige Treiber wie Globalisierungsdruck, kürzere Produktlebenszyklen, Fachkräftemangel sowie die zunehmende Vernetzung in der industriellen Produktion zwingen Produktionsbetriebe sich an die veränderten Bedingungen anzupassen (vgl. Tisch u. a., 2013). Voraussetzung für eine schnelle Anpassung an sich ständig verändernde Arbeitsbedingungen ist eine berufliche Kompetenzentwicklung, die sich an den Bedürfnissen der Arbeitswelt orientiert (Cachay & Abele, 2012). Lernfabriken haben sich daher als praxisnahe Lernumgebung in der Ingenieurausbildung an Universitäten und Hochschulen in den letzten Jahren etabliert (Abele u. a., 2015). Nun halten die Lernfabriken auch Einzug in die beruflichen Schulen, bedingt durch Förderungen aus Politik und Wirtschaft. Diese Lernfabriken verzahnen als praxisnahe Lernumgebungen industrielle Produktionsprozesse mit moderner Informations- und Kommunikationstechnik. Die Lernfabriken sollen außerdem zum problem- und handlungsorientierten Kompetenzerwerb insbesondere in den Bereichen der Produktions- und Automatisierungstechnik sowie der Informationstechnik beitragen (Löhr-Zeidler, 2016). Bislang konzentrieren sich die Anstrengungen in der Unterrichtsentwicklung für Lernfabriken hauptsächlich auf den gewerblich-technischen Bereich. Kaufmännische Aspekte der Lernfabriken wie die dahinterliegenden Geschäftsprozesse oder Anwendungen im Bereich der integrierten Unternehmenssoftware wurden bislang vernachlässigt. Hier herrscht für die kaufmännische Berufsbildung großer Nachholbedarf. Das Landesinstitut für Schulentwicklung (LS) versucht mit verschiedenen Angeboten diese Lücke zu schließen und bietet verschiedene Handreichungen und Unterrichtsmaterialien für Schulen an, die Lehrkräfte bei der Implementierung von Industrie 4.0 Inhalten im Unterricht unterstützen sollen. Der folgende Beitrag stellt die bisherigen Angebote des Landesinstituts für Schulentwicklung vor und geht auf die Herausforderungen ein die die Lernfabriken und Industrie 4.0 für die Schulen bereithalten. Davon ausgehend, werden verschiedene Ansätze und Projekte des Landesinstituts für Schulentwicklung vorgestellt, die den Lehrkräften in den Schulen den Unterricht im Industrie 4.0 Kontext und den Lernfabriken vereinfachen sollen.

1.2 Aktivitäten des Landesinstituts für Schulentwicklung im Bereich Integrierte Unternehmenssoftware

Das Landesinstitut für Schulentwicklung ist in Baden-Württemberg für die Weiterentwicklung der Schullandschaft in den Bereichen Bildungsplanarbeit, Qualitätsentwicklung Lernstandserhebungen, und der Erstellung von pädagogischen Umsetzungshilfen, den sogenannten Handreichungen tätig. Seit 1999 engagiert sich das Landesinstitut im Bereich des unterrichtlichen Einsatzes mit der integrierten Unternehmenssoftware Microsoft Navision (heute Microsoft Dynamics Nav). Hierzu wurden am Landesinstitut im Auftrag des Kultusministeriums Baden-Württemberg entsprechende Handreichungen zu unterschiedlichen Berufen und Funktionen erstellt. Der Einsatz der integrierten Unternehmenssoftware ist in vielen Lehrplänen in Baden-Württemberg fest verankert. So beispielsweise im kaufmännischen Berufskolleg, dem Wirtschaftsgymnasium, der Berufsfachschule Wirtschaft sowie in den kaufmännischen Berufsschulen. Ebenso ist die integrierte Unternehmenssoftware Bestandteil der Lehrerausbildung für angehende Wirtschaftspädagogen an den staatlichen Seminaren für Didaktik und Lehrerbildung. Durch die langjährigen Aktivitäten des Landesinstituts ist Baden-Württemberg Vorreiter und Marktführer beim Einsatz von integrierter Unternehmenssoftware im Unterricht. Mittlerweile verwenden ca. 250 Schulen in Baden-Württemberg die integrierte Unternehmenssoftware Microsoft Dynamics NAV und in ganz Deutschland etwa 500 Schulen. Die Arbeitsgruppe IUS am Landesinstitut erstellt eine Vielzahl von Handreichungen und Arbeitsmaterialien zum Einsatz integrierter Unternehmenssoftware im Unterricht. Diese Handreichungen decken eine Vielzahl betrieblicher Einsatzbereiche ab. Neben den Arbeitsmaterialien werden auch die in der integrierten Unternehmenssoftware benötigten Mandanten und Datenstände zur Verfügung gestellt. Schülerinnen und Schüler können auf Wunsch eine Zusatzprüfung in der integrierten Unternehmenssoftware ablegen und so ein Anwenderzertifikat erhalten.



Abbildung 1: Übersicht über die vom Landesinstitut herausgegebenen Handreichungen

Seit dem Schuljahr 2014/15 wurde das Angebot um die integrierte Unternehmenssoftware SAP erweitert. Das SAP ERP-System ist mit 48,1% Marktanteil Marktführer im Bereich ERP-Systeme und daher für die Bildungseinrichtungen ein weiterer Baustein für die praxisnahe Ausbildung der Lernenden. Durch eine Kooperation mit SAP und dem Landesinstitut konnte ein speziell auf Schulen abgestimmtes Curriculum (SAP4School) angeboten werden. Während die Microsoft Dynamics Nav integrierte Unternehmenssoftware lokal auf den Schulrechnern ausgeführt wird, wird SAP als Cloud Lösung vom SAP University Competence Center (UCC) in Magdeburg bereitgestellt. Der Ansatz des Landesinstituts für Schulentwicklung bei beiden Software Lösungen ist allerdings gleich. Zu den einzelnen Themenbereichen werden Handreichungen sowie Mandanten entwickelt und den Schulen zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus haben die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit im Rahmen einer freiwilligen Zusatzprüfung ein SAP- Anwenderzertifikat zu erwerben.

1.3 Haptische Simulation von Produktionsprozessen

Eine Herausforderung für die Schülerinnen und Schüler an kaufmännischen Schulen ist häufig das Verständnis der Abläufe in Produktionsprozessen. Im Gegensatz zu gewerblich-technischen Berufsfeldern haben Schülerinnen und Schüler in kaufmännischen Schulen oft keine Berührungspunkte mit der Produktion und Fertigung im Betrieb. Um die oft komplexen Prozesse im Bereich Produktion und Fertigung zu veranschaulichen, wurde daher 2007 vom Landesinstitut in Zusammenarbeit mit der Firma Fischertechnik ein Modellbaukasten zur haptischen Produktionssimulation entwickelt.

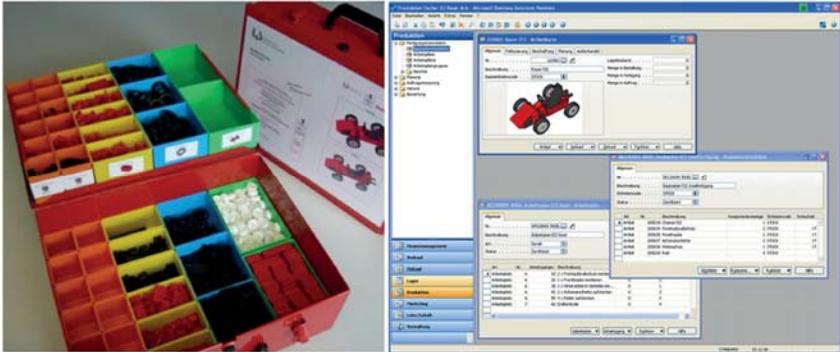


Abbildung 2: Haptische Simulation einer Fahrzeugproduktion mit Microsoft Dynamics

Diese Kofferlösung enthält Bauteile für 30 Modellautos, eine Lehrerhandreichung, Schülerarbeitsblätter, Testprotokolle und Situationskarten für Reihen- und Inselfertigung. Mit Hilfe dieser haptischen Simulation sollen unterschiedliche Organisationsformen der Fertigung und die damit verbundenen Schwierigkeiten haptisch simuliert werden. Zielgruppe dieses „roten Koffers“ sind berufliche Schulen, die das Thema Produktion und Fertigungsverfahren im Lehrplan haben. Die Besonderheit des „roten Koffers“ ist, dass es dazu einen passenden Mandanten und Datenstände für die Simulation und Abbildung in der integrierten Unternehmenssoftware Microsoft Dynamics Nav gibt. Für die allgemeinbildenden Schulen wurde für die Klassen 5-7 ein „weißer Koffer“, in gleicher Zusammenstellung, in Zusammenarbeit mit der Bildungsinitiative „genius“ der Daimler AG entwickelt. Ziel dieser Kooperation ist es, Begeisterung für Naturwissenschaft und Technik bei jüngeren Schülerinnen und Schülern zu wecken.

2 Lernfabriken in Baden-Württemberg

2.1 Lernfabriken 4.0

In Baden-Württemberg sind Unternehmen der Automobilbranche, des Maschinenbaus, der Automatisierungstechnik und Ausrüster der industriellen Informations- und Kommunikationstechnik traditionell stark vertreten. Die Landesregierung von Baden-Württemberg hatte es sich daher zur Aufgabe gemacht, die Chancen der Digitalisierung frühzeitig zu nutzen und eine führende Rolle in der Umsetzung von Industrie 4.0 einzunehmen. Neben der Förderung von

Industrie 4.0 Projekten für Klein- und Mittelständische Unternehmen sollte auch in den Bildungsbereich investiert werden. Der Paradigmenwechsel hin zu einer digitalisierten Arbeitswelt erfordert allerdings die Gestaltung eines komplexen Lernsystems welches Lernende für die Herausforderungen der Produktion der Zukunft vorbereitet (Abele u. a., 2015). Lernfabriken stellen hierzu eine didaktisch reduzierte Lernumgebung zur Verfügung mit denen realitätsnahe betriebliche Prozesse simuliert und die für den Kompetenzaufbau der Lernenden genutzt werden können (Tisch u. a., 2013, S. 1). Dazu stellte das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau 6,5 Millionen Euro für die Einrichtung von 15 Lernfabriken an beruflichen Schulen im Land bereit (vgl. Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg, 2016). Ziel dieser Investitionen soll es sein, zukünftige Fach- und Führungskräfte in möglichst praxisnahen Lernumgebungen auf den Umgang mit Industrie 4.0 vorzubereiten. Weiterhin sollen die Lernfabriken auch als regionale Demonstrationszentren für Industrie 4.0 Prozesse eingesetzt werden, die auch zur Fort- und Weiterbildung von Mitarbeitern von Klein- und Mittelständischen Unternehmen dienen. In Lernfabriken sollen abstrakte Konzepte von Industrie 4.0 für Lernende fassbar und deren Qualifizierung unter Einsatz einer möglichst praxisnahen Lernumgebung umgesetzt werden (Zinn, 2014).



Abbildung 3: Konzeption der Lernfabrik an der Carl-Benz-Schule Gaggenau (Festo, 2016)

Eine Lernfabrik ist hierbei ein Ort, mit realitätsnahen Fabrikumfeld und direktem Zugriff auf Produktionsprozesse und –bedingungen, welche ein Problem- und Handlungsorientiertes Lernen ermöglicht (Abele u. a., 2015). Insbesondere die Schulung von Handlungskompetenzen durch einen Praxis- und Handlungsorientierten Lehransatz ist ein wichtiges Ziel der Lernfabriken (Tisch u. a., 2013). Zielgruppe für Lernfabriken sind bislang vorwiegend Auszubildende in dualen Ausbildungsgängen der Fachbereiche Metall- und Elektrotechnik, Teilnehmerinnen

und Teilnehmer an Technikerschulen und Fort- und Weiterbildungsangebote für mittelständische Unternehmen die von den beruflichen Schulen angeboten werden. Lernende aus kaufmännischen Berufsfeldern stehen bislang noch nicht im Fokus der Lernfabriken.

2.2 Merkmale von Lernfabriken 4.0

Die Lernfabriken 4.0 sind typischerweise aus den folgenden Grundbestandteilen zusammengesetzt:

- Ein Grundlagenlabor im Bereich Automatisierungstechnik, Mechatronik, Elektrotechnik je nach Ausrichtung der beruflichen Schule. In diesem Grundlagenlabor, werden die Grundlagen einer industriellen Fertigung wie Sortieren, Verteilen oder Prüfen und der Umgang mit Steuerungs- und Regelungstechnik sowie Robotik eingeübt.
- Ein Cyber-Physisches-System (CPS), die eigentliche Lernfabrik 4.0 an dem das Verständnis von verketteten Industrie 4.0 Prozessen trainiert werden kann. Die Lernfabrik 4.0 entspricht im Aufbau und Komplexität wesentlich den industriellen Automatisierungslösungen und ermöglicht eine praxisnahe Ausbildung. Hier werden sämtliche Komponenten moderner Fertigung wie Hochregallager, Robotik, Wärmebehandlung, Steuerungstechnik, Energie- und Datenerfassung, CNC-Technik mit Hilfe eines Manufacturing Execution System (MES) vernetzt und ermöglicht eine durchgängige Steuerung und Erfassung der Werkstücke in der simulierten Produktion.

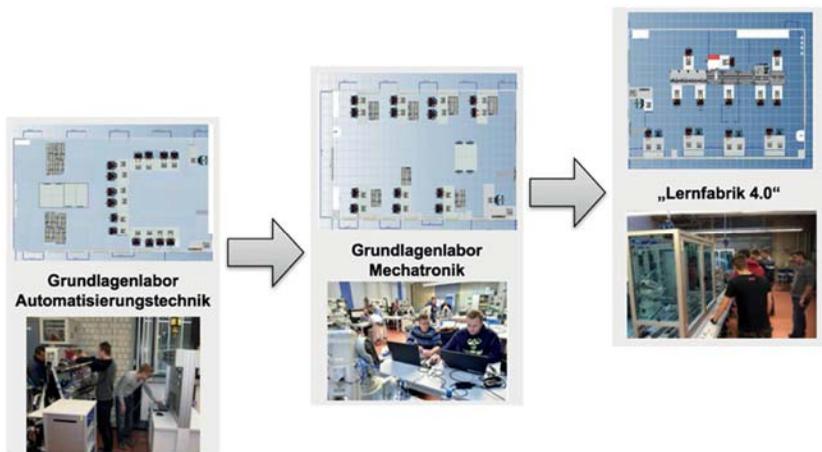


Abbildung 4: Raumkonzept der Lernfabrik 4.0 an der Gewerblichen-Schule Göppingen, (GS-GP, 2016)

Simuliert wird in den Lernfabriken 4.0 die Produktion am Beispiel von „Handyhalbschalen“, die in verschiedenen Fertigungsvarianten hergestellt werden können (Festo Didactic, 2016). Dabei liegt der Schwerpunkt der Anlage auf der Produktionssimulation und den verketteten Fertigungsprozessen. Beachtenswert ist der Umstand, dass eine Umstellung der zu produzierenden Produkte vom Hersteller grundsätzlich nicht vorgesehen und nur durch erhebliche Eingriffe in das System möglich ist. Die Herstellung von individuellen Bauteilen ist bislang ebenfalls nicht möglich.

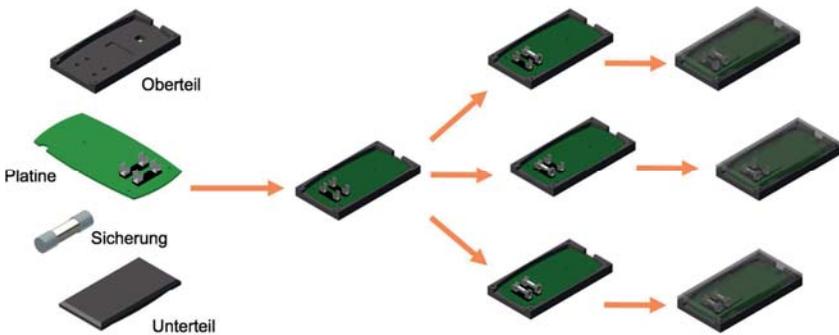


Abbildung 5: Produktionsprozess „Handyhalbschalen“, (Festo Didactic 2016)

2.3 Herausforderungen und Probleme der Lernumgebungsgestaltung

Die Einrichtung von Lernfabriken 4.0 als Lernumgebungen stellen die beruflichen Schulen vor verschiedene Herausforderungen und Probleme, die noch zu lösen sind (vgl. Tisch u. a., 2013, S. 581). Die auf dem Markt befindlichen Lernfabriken wurden von technischen Spezialisten aus Unternehmen der Automatisierungsbranche zur realitätsnahen Simulation Cyber-Physischer-Systeme und Anlagen entworfen. Der Fokus der Anlagen liegt daher auf einer authentischen Produktionsumgebung vernachlässigt überwiegend aber didaktische Fragestellungen. So fehlt bis heute eine didaktische Fundierung der Lernumgebung. Wie beispielsweise Lernfabriken 4.0 in schulischen Kontexten einzusetzen sind und welche Kompetenzen angebahnt werden sollen (Zinn, 2014, S. 24). Mit der Einrichtung der Lernfabriken 4.0 an den beruflichen Schulen in Baden-Württemberg ist nun Bewegung in diese Thematik gekommen. Müssen doch die Schulen die Lernfabriken 4.0 im Unterrichtsaltag einsetzen nun Unterrichtskonzepte für diese Anlagen entwickeln. Das Landesinstitut hat zunächst eine Handreichung Industrie

4.0 entwickelt, die Szenarien aufzeigt, in denen Industrie 4.0 Technologien an handlungsorientierten Aufgabenstellungen aufgezeigt werden (Löhr-Zeidler, 2016). Diese Szenarien zeigen Beispiele aus den Bereichen der Automatisierungstechnik, Fertigungstechnik und Informationstechnik. Kaufmännische Inhalte werden in dieser Handreichung nicht behandelt. Auch beinhaltet diese Handreichung keine methodisch-didaktischen Hinweise zum Einsatz von Lernfabriken 4.0.

Bislang gibt es noch keinen Ansatz für ein systematisches Instruktionsdesign für Lernfabriken (Tisch u. a., 2013, S. 581). Dies führt zu einer großen Unsicherheit in den 15 Lernfabrikschulen, da die Entwicklung von Unterricht zu großen Teilen auf der Expertise der einzelnen Lehrkräfte beruht. Hier fehlen bislang wissenschaftlich evaluierte pädagogische Konzepte zum Einsatz der Lernfabriken in schulischen Kontexten (Zinn, 2014, S. 24). Dazu kommt, dass häufig auch noch keine systematische Kompetenzentwicklung bzw. Orientierung stattfindet. Oft gibt es auch noch keine klare Vorstellung darüber, welche Kompetenzen mit der Lernfabrik eigentlich angebahnt werden sollen. Auch hier fehlen erprobte und validierte Konzepte die den Transfer der in Lernfabriken angebahnten Kompetenzen in reale Arbeitsprozesse sicherstellen. Hier ist es ebenfalls notwendig zu evaluieren, ob die im Unterricht eingesetzten Methoden zielführend waren und zum Kompetenzaufbau beigetragen haben. Bislang gibt es auch noch keine wissenschaftlich fundierten Instrumente wie Kompetenzen in Lernfabriken angebahnt und evaluiert werden können (Jan Cachay, Wennemer, Abele, & Tenberg, 2012). Auch ist noch nicht geklärt, wie effektiv der Transfer des Gelernten in reale Produktionsumgebungen ist. Können Lernende im Anschluss an die Ausbildung ihre erworbenen Kompetenzen einbringen? Diese Fragen müssen ebenfalls noch geklärt werden. Die Anlagen einer Lernfabrik sind zwangsläufig hoch komplex und vernetzt. So stellt der Betrieb ebenfalls große Herausforderungen an die beruflichen Schulen. Der Betrieb ist technisch und organisatorisch aufwendig und bindet viele Ressourcen der Schule. Zum einen personell, aber auch finanziell. Die hohe Komplexität der Lernfabriken 4.0 stellt auch große Anforderungen an die dort unterrichtenden Lehrkräfte (vgl. Zinn, 2014). Hier besteht in der Regel ein großer Qualifizierungsbedarf, der viel Zeit und Ressourcen bindet. Zeit die im Schulalltag in der Regel nicht im ausreichenden Maße vorhanden ist. Bis eine Lehrkraft hinreichend mit der Anlage vertraut ist um auch sinnvoll unterrichten zu können vergeht oft viel Zeit und erfordert meist auch große Eigeninitiative von den Lehrkräften. Auch laufen die Unterstützungs- und Qualifizierungsprogramme für die Lehrkräfte erst an. Eine systematische wissenschaftliche Begleitung fehlt ebenso auch hier (vgl. Zinn, 2014). Oft fehlen den beruflichen Schulen zusätzlich auch die Lehrkräfte die in einer Lernfabrik eingesetzt werden können. Hier müssen fehlende Ausbildung und Wissen durch

umfangreiche Schulungen und Qualifizierung der Lehrkräfte ausgeglichen werden. Ein weiteres Problem welches sich im Umfeld der Lernfabriken stellt, ist die Frage wie sich Schulen verhalten sollen, die keinen Zuschlag für eine Lernfabrik erhalten haben. Hier müssen Alternativen für die betroffenen Schulen gefunden werden, stellen doch Lernfabrik 4.0 Schulen eine Minderheit im Land dar.

3 Lernfabriken aus kaufmännischer Sicht

3.1 Lernfabriken und kaufmännischen Unterricht

Die Einrichtung von Lernfabriken an beruflichen Schulen war bislang überwiegend an gewerblich-technischen Prozessen und Problemstellungen im Bereich der Automatisierungstechnik, des Maschinenbaus, der Elektrotechnik und der Informationstechnik orientiert. Kaufmännische Aspekte und Sichtweisen wurden hierbei bislang meist ausgeblendet. Die Standorte der Lernfabriken in Baden-Württemberg sind an Schulen in den Berufsfeldern Metall- und Elektrotechnik sowie Fachschulen für Technik. Kaufmännische Inhalte sind in diesen Berufsfeldern eher zweitrangig und es finden sich dementsprechend auch noch keine curricularen Verankerungen von Industrie 4.0 Themen in den Lehrplänen der kaufmännischen Fächer in diesen Berufsfeldern. Eine Ausnahme stellt das Fach Produktionsmanagement in den Fachschulen für Technik dar (vgl. Landesinstitut für Schulentwicklung, 2017b). Hier finden sich kaufmännische Inhalte die im direkten Zusammenhang mit Industrie 4.0 Themen in der Lernfabrik aufgegriffen und behandelt werden können. So sollen Fachschülerinnen und Fachschüler Kompetenzen in der Produktionsplanung und –steuerung erwerben und den Produktionsprozess mit ERP-Software steuern und überwachen. Ebenso sollen Kompetenzen zur Optimierung von Produktionsprozessen Kenntnisse im Projektmanagement erworben werden. Viele dieser Themen eignen sich gut für den unterrichtlichen Einsatz in einer Lernfabrik. Auch können Inhalte der Kostenrechnung im Fach BWL an Industrie 4.0 Inhalte angepasst werden.

Besonders relevant für die kaufmännische Berufsbildung sind bei Lernfabriken insbesondere das Enterprise Resource Planning (ERP) und Manufacturing Execution System (MES), also die Produktions-Programmsteuerung und die Integrierte Unternehmenssoftware. Hier stehen viele berufliche Schulen vor dem Dilemma, dass die gewerblichen Schulen die eine Lernfabrik besitzen oft keine integrierte Unternehmenssoftware einsetzen. Andererseits setzen die kaufmännischen Schulen integrierte Unternehmenssoftware ein, verfügen aber nicht über eine

Lernfabrik. Für rein kaufmännische Schulen ist eine Ausrüstung mit einer Lernfabrik aufgrund der hohen Komplexität und Kosten unrealistisch. Hinzu kommt, dass für den kaufmännischen Einsatz die technischen Aspekte der Lernfabriken uninteressant sind. Zumal die Expertise zum Betrieb und Unterhaltung der Anlage in kaufmännischen Schulen in der Regel nicht vorhanden ist. Kaufmännische Schulen kommen daher nur in Lernortkooperationen mit gewerblichen Schulen in Berührung mit den Lernfabriken 4.0. Hier stellt sich die Frage, welche Angebote den kaufmännischen Schulen unterbreitet werden soll, die keinen solchen Zugang haben.

Der Einsatz einer Lernfabrik im kaufmännischen Bereich stellt die beruflichen Schulen aber noch vor weitere Herausforderungen. Wie auch schon im gewerblichen Bereich existiert noch keine didaktische Fundierung der Lernumgebung. Weiterhin ist noch nicht geklärt, welche Berufsbilder und Berufe überhaupt angesprochen werden sollen. Die Bandbreite für Industrie 4.0 Inhalte ist bei kaufmännischen Berufen geringer als im gewerblich-technischen Bereich. So gibt es auch noch keine curriculare Verankerung in den entsprechenden Lehrplänen. Eine Ausnahme für den gewerblich-technischen Bereich stellen die Markierungen Industrie 4.0 in den Lehrplänen für die Fachschule für Technik für die Berufsfelder Metall- und Elektrotechnik dar (vgl. Landesinstitut für Schulentwicklung, 2017b). Für kaufmännische Berufsfelder gibt es bislang keine vergleichbaren Angebote oder ein entsprechendes Kompetenzmodell. Weiterhin ist auch die Qualifizierung der kaufmännischen Lehrkräfte im Themenschwerpunkt Industrie 4.0 mit Problemen verbunden. Bislang zielen Fortbildungskonzepte für Industrie 4.0 vor allem auf den gewerblich-technischen Bereich und orientieren sich an den Fortbildungen in den Berufsfeldern Metall- und Elektrotechnik. Industrie 4.0 Fortbildungen, die sich an Lehrkräfte von kaufmännischen Schulen richten gibt es bislang noch nicht.

Im kaufmännischen Bereich wird die Hauptanwendung der Lernfabrik 4.0 die integrierte Unternehmenssoftware sein. Integrierte Unternehmenssoftware ist ein integraler Bestandteil von Industrie 4.0. Alle Geschäfts- und Fertigungsprozesse werden durch ERP und MES Lösungen in der Produktion abgedeckt. Daher ist die integrierte Unternehmenssoftware auch notwendig zum Verständnis von Geschäfts- und Fertigungsprozessen im Rahmen von Industrie 4.0. Die Anbindung der Lernfabriken 4.0 an die integrierte Unternehmenssoftware wird daher für die kaufmännische Berufsbildung von besonderer Bedeutung sein. Bislang gibt es noch keine Möglichkeit für Schulen die Lernfabrik mit integrierter Unternehmenssoftware zu steuern und zu überwachen. Festo als größter Hersteller von Lernfabriken bietet Schulen bislang nur ein

MES System zur Produktionssteuerung an. Schnittstellen für integrierte Unternehmenssoftware wie beispielsweise SAP sind bislang nur in der Planung aber noch nicht im Einsatz. Hier besteht weiterer Handlungsbedarf.

3.2 Industrie 4.0 im kaufmännischen Unterricht

Das Themenfeld Industrie 4.0 stellt kaufmännische Schulen insgesamt vor einige Herausforderungen. Intelligente Produktionsprozesse und verkettete Maschinensysteme zeichnen sich durch hohe technische Komplexität und umfangreiche Prozessstrukturen aus (Ahrens & Spöttl, 2015). Daraus resultieren hohe Anforderungen an das technische Verständnis der Lernenden. Schülerinnen und Schülern fehlt hier oft das Verständnis für technischen Vorgänge. Gerade Lernende in kaufmännischen Berufsfeldern sind oft nicht mit Produktionsprozessen und technischen Grundlagen vertraut. Umgekehrt sind auch die kaufmännischen Geschäftsprozesse im Industrie 4.0 Kontext oft komplex. Dies stellt hohe Anforderungen an die Lernumgebungen. Eine didaktische Reduktion ist hier oft notwendig um das Verständnis für Prozesse zu schaffen. Damit die abstrakten und komplexen Inhalte von Industrie 4.0 für die Lernenden fassbar werden, muss eine Lernumgebung geschaffen werden, die den unterschiedlichen Anspruchsgruppen genügt.

3.3 Ansatz des Landesinstituts für Schulentwicklung

Zur Unterstützung von Schulen im Themenfeld Industrie 4.0 plant das Landesinstitut verschiedene Maßnahmen. Zunächst sollen die beiden bislang getrennten Stränge Lernfabrik 4.0 und integrierte Unternehmenssoftware zusammengeführt werden. Dazu gibt es in Zusammenarbeit mit SAP und dem Landesinstitut ein Pilotprojekt zur Steuerung der Lernfabrik mit der integrierten Unternehmenssoftware SAP. Weiterhin sollen durch Kooperationen von ausgewählten kaufmännischen und gewerblichen Schulen die unterschiedlichen Kompetenzen gebündelt werden und so Synergieeffekte genutzt werden. Das bereits bestehende SAP4School Curriculum wird außerdem um ein Industrie 4.0 Vertiefungsmodul ergänzt werden. Hier soll das bereits vorhandene Modellunternehmen „Global Bike“ um Industrie 4.0 Prozesse ergänzt werden (Landesinstitut für Schulentwicklung, 2017a). Dies ermöglicht eine durchgängige modularisierte Verwendung des SAP-Curriculums je nach Ausrichtung der entsprechenden Schule.

3.4 Haptische Simulation Industrie 4.0

Um Produktions- und Geschäftsprozesse im Kontext von Industrie 4.0 für Schülerinnen und Schüler greifbar zu machen, entwickelt das Landesinstitut in Kooperation mit Fischertechnik eine Haptische Simulation „Industrie 4.0 - Prozesse“. Hierbei handelt es sich um die Weiterentwicklung des „roten Koffers – Haptische Simulation einer Fahrzeugproduktion“. Ziel dieser haptischen Simulation ist es, einen kompletten Industrie 4.0 Auftragsprozess mit allen Material- und Informationsflüssen bis hin zur Losgröße 1 zu simulieren. Die Lernenden erfahren „greifbar“ die Grundlagen der Industrie 4.0 Produktionsverfahren und der dahinterliegenden theoretischen Strukturzusammenhänge in der industriellen Fertigung. Zur Simulation der Produktionsprozesse werden Fischertechnik Bauteile verwendet. Um die Zusammenhänge zwischen Geschäfts- und Produktionsprozess zu erfahren, übernehmen die Lernenden die Aufgaben der integrierten Unternehmenssoftware und vollziehen Informations-, Daten - und Materialflüsse in der Produktion nach. Der Schwerpunkt dieser haptischen Simulation liegt auf der Schaffung von Überblicks- und Prozesswissen mit dem Werkstück als Prozessgrundlage. Modelle können in unterschiedlichen Kategorien und Varianten gebaut werden. Durch Ereigniskarten können überraschende Ereignisse, z. B. Störungen oder Materialengpässe simuliert werden. Die haptische Simulation Industrie 4.0 bietet den Vorteil, durch Elemente des Game-based Learning wie z. B. Zeitdruck, Engpässe oder durch Wettbewerb eine hohe Motivation bei den Lernenden zu erzeugen. Entsprechend dem Ansatz des Landesinstituts, soll die haptische Simulation durch eine Abbildung in der integrierten Unternehmenssoftware SAP ergänzt werden.

3.5 Ausblick

Für viele kaufmännische aber auch gewerbliche und allgemeinbildende Schulen wird die Anschaffung einer Lernfabrik mit zu hohen Kosten und Aufwand verbunden sein. Da das Thema Industrie 4.0 zunehmend in den Lehrplänen der einzelnen Schularten verankert wird, müssen Schulen sich Wege überlegen, wie dieses Thema im Unterricht behandelt werden kann. Für diese Schulen prüft das Landesinstitut die Möglichkeit eine Lernfabrik virtuell abzubilden. So könnten einzelne Komponenten der Lernfabrik aber auch die ganze Anlage am Computer simuliert werden. Die Firma Festo bietet bereits mit der Simulationssoftware CIROS-Studio die Möglichkeit eine Lernfabrik 4.0 digital zu simulieren (Festo Didactic, 2017).

Die Software ermöglicht die Inbetriebnahme einer simulierten Produktionsumgebung und Simulation von Störungen.

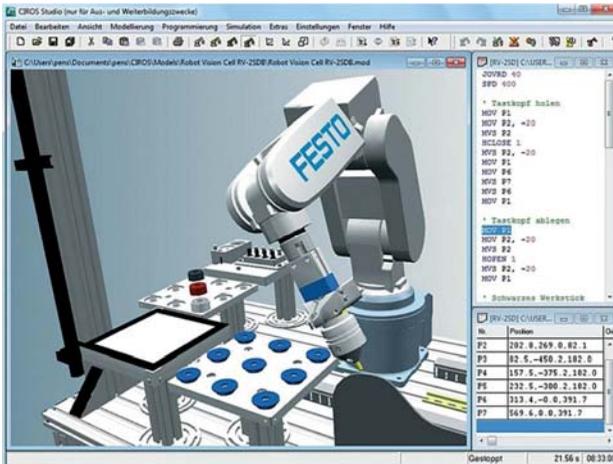


Abbildung 6: CIROS Studio

Eine weitere Möglichkeit eine Lernfabrik zu simulieren ist der Einsatz von Virtual-Reality Techniken beispielsweise mit einer Datenbrille. Die VR-Technik ermöglicht im Gegensatz zur Simulation am Computer einen höheren Grad des Eintauchens (Immersion) in die virtuelle Realität (vgl. Mersinger, Hähnke, Weimer, Klumpp, & Westkämper, 2001). Die Lernenden erfahren realitätsnah den Umgang mit simulierten Anlagen und Maschinen. Die virtuelle Lernfabrik wird dabei in ihrer natürlichen Größe abgebildet und der Lernende kann selber entscheiden welchen Standpunkt für die Betrachtung er einnehmen möchte. Da die virtuelle Simulation der Lernfabrik nur die prinzipielle Funktionalität widerspiegeln soll, können Prozesse und Steuerung entsprechend vereinfacht werden (vgl. Bracht, 2002). Techniken der virtuellen Realität werden schon seit langem in der Industrie in der Simulation von Produktionsanlagen und der Produktentwicklung eingesetzt (Westkämper, Spath, Constantinescu, & Lentens, 2013). Für schulische Bereiche wäre dies ein neuer Ansatz komplexe Anlagen für die Lernenden begreifbar zu machen.

Neben der Möglichkeit eine Lernfabrik am Computer oder mit Hilfe von VR-Techniken zu simulieren bietet die Firma Fischertechnik im Kontext Industrie 4.0 auch eine Fabriksimulation an (vgl. Fischertechnik, 2017). Diese besteht aus verschiedenen kompakten Funktionsmodellen, wie einem automatisierten Hochregallager, einer Multi-Bearbeitungsstation mit Brennofen

und einem Vakuum Sauggreifer und einer Sortierstrecke mit Farberkennung. In dieser Fabriksimulation können Werkstücke aus dem Hochregallager ausgelagert werden, dann in der Bearbeitungsstation bearbeitet und anschließend in der Sortieranlage nach Farben sortiert werden und im Anschluss wieder ins Hochregallager eingelagert werden. Die Fischertechnik Fabriksimulation kann mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) im Industriestandard ausgestattet werden. Ebenso besteht die Möglichkeit zur Anbindung der Fabriksimulation an die integrierte Unternehmenssoftware SAP. Die Fabriksimulation ermöglicht die Simulation von technischen Abläufen und Prozessen in einer reduzierten Lernumgebung. Aufgrund der geringeren Komplexität und Kosten eignet sich der Einsatz dieser Fabriksimulation auch für den Einsatz an kaufmännischen Schulen. Insbesondere die Anbindung an die integrierte Unternehmenssoftware SAP bietet hier Potenziale für die kaufmännische Bildung. In der Planung ist daher die Entwicklung einer Lernumgebung auf Basis dieser Fabriksimulation. Damit nicht die Gefahr von Insellösungen besteht und eine durchgängige Lernumgebung gewährleistet wird, müssen die SAP Mandanten und Datenstände kompatibel zur SAP4School Lösung sein.

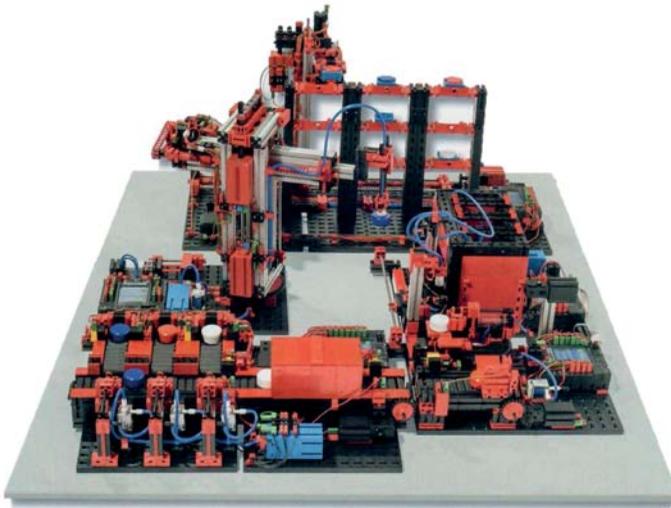


Abbildung 7: Fabriksimulation Industrie 4.0, (Fischertechnik, 2017)

Literaturverzeichnis

- Abele, E., Metternich, J., Tisch, M., Chryssolouris, G., Sihn, W., ElMaraghy, H., ... Ranz, F. (2015). Learning Factories for research, education, and training. *Procedia CIRP*, 32, 1–6.
- Ahrens, D., & Spöttl, G. (2015). Industrie 4.0 und Herausforderungen für die Qualifizierung von Fachkräften. In *Digitalisierung industrieller Arbeit* (S. 184–205). Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.
- Bracht, U. (2002). Ansätze und Methoden der Digitalen Fabrik. In *SimVis* (S. 1–12).
- Cachay, J., & Abele, E. (2012). Developing Competencies for Continuous Improvement Processes on the Shop Floor through Learning Factories—Conceptual Design and Empirical Validation. *Procedia CIRP*, 3, 638–643.
- Cachay, J., Wennemer, J., Abele, E., & Tenberg, R. (2012). Study on action-oriented learning with a Learning Factory approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 55, 1144–1153.
- Festo Didactic. (2016). CP Factory – Die Cyber-Physical Factory - CP Factory - Lernfabriken, CIM/FMS Systeme - Lernsysteme - Festo Didactic.
- Festo Didactic. (2017). CIROS® Studio – Virtuelle Lernumgebungen erstellen - CIROS® - Software & E-Learning - Lernsysteme - Festo Didactic.
- Fischertechnik. (2017). fischertechnik GmbH - Industrie - Fabrik Simulation 9V.
- Landesinstitut für Schulentwicklung. (2017a). Home - SAP4school IUS - SAP an beruflichen Schulen. Abgerufen 6. April 2017, von <http://sap4school-ius.integrus.de/>
- Landesinstitut für Schulentwicklung. (2017b). Landesinstitut für Schulentwicklung (LS) - Fachschule für Technik: Technikerschule.
- Löhr-Zeidler, B. Hörner, R., Heer, J. (2016). Handlungsempfehlungen Industrie 4.0. Umsetzungshilfen für Lehrerinnen und Lehrer der beruflichen Schulen. *Berufsbildung*, 70(159), 11–14.
- Mersinger, M., Hähnke, A., Weimer, A., Klumpp, B., & Westkämper, E. (2001). Virtual-Reality-basierte Bedienerkonzepte zur Steuerung und Überwachung von Maschinen und Anlagen in der Produktion: Neue Einsatzfelder von Virtual Reality zur Konfiguration von Produktionsanlagen.
- Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg. (2016). Lernfabriken 4.0 in Baden-Württemberg.
- Tisch, M., Hertle, C., Cachay, J., Abele, E., Metternich, J., & Tenberg, R. (2013). A systematic approach on developing action-oriented, competency-based Learning Factories. *Procedia CIRP*, 7, 580–585.
- Westkämper, E., Spath, D., Constantinescu, C., & Lentjes, J. (2013). *Digitale Produktion*. Springer-Verlag.
- Zinn, B. (2014). Lernen in aufwendigen technischen Real-Lernumgebungen—eine Bestandsaufnahme zu berufsschulischen Lernfabriken. *Die berufsbildende Schule*, 66(1), 23–26.

Kevin Molter / Oliver Mothes / Jürgen Klose / Hasan Gencel / Martin Siegart

Kooperation von kaufmännischen und gewerblichen Bereichen im Zeitalter von Industrie 4.0

Ein Projekt zwischen der Berufsschule 2 und 4 der Stadt Nürnberg

Aufgrund der hohen Personalkosten zeichnet sich die deutsche Wirtschaft schon seit Jahrzehnten durch ihren hohen Automatisierungsgrad aus. Neue Entwicklungen und der Fortschritt in der IT- Branche ermöglichen es zukünftig alle Maschinen, Prozesse und Produkte digital abzubilden und miteinander in Echtzeit zu vernetzen. In diesem Zusammenhang wird deshalb von der vierten industriellen Revolution gesprochen. Die bisherigen industriellen Revolutionen haben gezeigt, dass sich durch ihre „Einführung“ die Tätigkeiten und die Bedingungen der Arbeitswelt schwerwiegend verändert haben. Dieser Artikel möchte nicht die Gesamtheit der Veränderungen benennen, sondern vielmehr ein Beispiel geben, wie die durch die Industrie 4.0 geforderten Kompetenzen innerhalb der Berufsschulen gefördert werden können. Aufgrund der immer weiter steigenden Vernetzung der IT und der Arbeitsfelder, wird die rein fachgebundene Beschulung der Schülerinnen und Schüler zukünftig nicht ausreichen. Kenntnisse aus anderen Arbeitsfeldern, also der Aufbau von vernetztem Wissen, werden eine immer größere Bedeutung erfahren. In diesem Zusammenhang wird auch von interdisziplinären Kompetenzen, also Kompetenzen aus anderen Fachbereichen, gesprochen. Die Grundlegende Idee war es deshalb ein Projekt zwischen zwei Berufsschulen mit unterschiedlichen Fachrichtungen zu gestalten. Die Wahl fiel dabei auf die technische Berufsschule 2 und die kaufmännische Berufsschule 4 der Stadt Nürnberg.

1 Projektrahmen

1.1 Kooperation zwischen Schulen

Die Beschulung mit interdisziplinären Kompetenzen stellt nicht nur für die Lernenden eine neue Herausforderung dar, sondern auch für die Lehrkräfte. Natürlich wäre es Lehrkräften möglich sich das bisher unbekannte Fachwissen eines anderen Ausbildungsbereiches selbstständig anzueignen. Dies ist jedoch mit sehr hohem Aufwand verbunden, was dazu führen würde, dass Lehrkräfte die Vermittlung von interdisziplinären Kompetenzen nur selten umsetzen würden. Die Vernetzung des Expertenwissens der Lehrkräfte aus verschiedenen Ausbildungsberufen, liefert den entscheidenden Lösungsansatz für die Realisierung solch einer Unterrichtsidee (Berkemeyer, Bos, Manitius, & Müthing, 2008, S. 19.66).

Der somit entstandene Grundgedanke, einer Kooperation zwischen Berufsschulen, beinhaltet die Chance, die jeweiligen Potentiale der Lernorte bzw. deren Stärken und Schwächen zu nutzen und durch den entstehenden Wissenstransfer konstruktiv und kreativ weiterzuentwickeln (Berkemeyer, Bos, Manitius, & Müthing, 2008, S. 9f.,19,66). Der ausschlaggebende Impuls ging dabei von einem Gespräch zwischen den Schulleitungen der Berufsschulen und dem Lehrstuhl der Wirtschaftspädagogik der FAU Erlangen-Nürnberg aus. Alle Seiten nahmen diesen Anstoß mit großem Interesse auf und verfolgten diese Idee weiter. Dabei muss die Kooperation so gestaltet werden, dass alle Beteiligten „freiwillig“ nach gemeinsamen Basisintentionen vertraut und motiviert zusammenarbeiten (Berkemeyer, Bos, Manitius, & Müthing, 2008, S. 21; Euler, 2004, S. 15). Die Nutzung der zuvor nicht verfügbaren Ressourcen, führt zu einer Weiterentwicklung des Unterrichts, der Lehrkräfte, des Lerntransfers und zu einer der Abgrenzung von anderen vergleichbaren Schulen (Berkemeyer, Bos, Manitius, & Müthing, 2008, S. 22).

Die Etablierung eines interdisziplinären Projektes, bzw. des dafür nötigen Wissens, braucht immer einen gewissen Fachbezug, besser noch einen gemeinsamen Ausgangspunkt oder Schnittpunkt der beiden Bereiche. Von diesem Startpunkt aus, lassen sich dann sowohl die jeweiligen Fachkenntnisse als auch die sozialen Bereiche des Projektes auswählen. Durch die Kooperation der beteiligten Lehrkräfte in einer Art Netzwerk, steht das benötigte Wissen allen Beteiligten jederzeit und einfach zugänglich zur Verfügung. Eine der Voraussetzungen für eine gelingende Kooperation zwischen Schulen, ist die Unterstützung der Projektlehrkräfte durch

die Schulen bzw. Schulleitungen. Gleiches gilt auch für den Wissenstransfer in die jeweiligen Lehrerkollegien (Berkemeyer, Bos, Manitus, & Mühling, 2008, S. 19 - 66).

1.2 Hintergründe der Lernenden

In Zusammenarbeit mit den Lehrkräften der beteiligten Berufsschulen wurden im ersten Schritt die Zielklassen für das Projekt bestimmt. Die Wahl fiel auf die Ausbildungsberufe der Industriekaufleute und Industriemechaniker/-innen. Das ausschlaggebende Auswahlkriterium war dabei, dass die jeweiligen Ausbildungen ein möglichst breites Spektrum an technischen sowie kaufmännischen Tätigkeiten ihrer Berufsfelder abbilden sollten. Die Auswahl der 11. Klasse der Industriekaufleute und der 12. Klasse der Industriemechaniker/-innen wurde erst im späteren Verlauf, aufgrund der Tätigkeiten im Projekt bestimmt und wird im Folgenden noch begründet.

Um ein für beide Berufsgruppen interessantes und ansprechendes Gemeinschaftsprojekt zu gestalten, musste zunächst ein Handlungsbereich im Unternehmen gefunden werden, bei dem sich kaufmännische und technische Tätigkeiten überschneiden. Als Ausgangslage wurden dafür die Geschäftsprozesse eines Unternehmens aus Sicht der Kaufleute betrachtet.

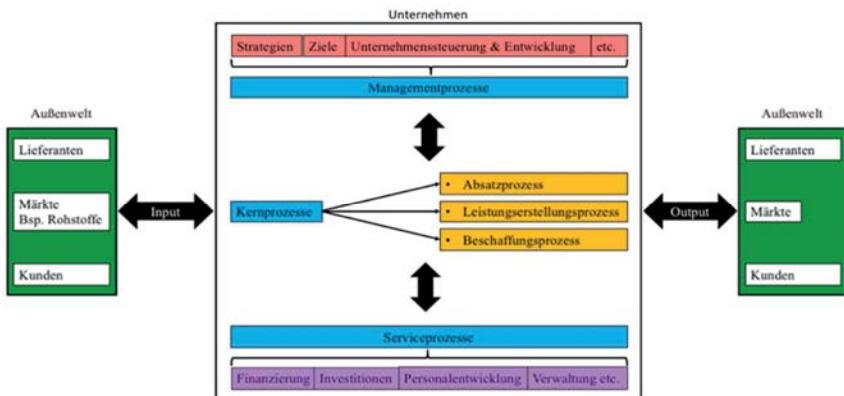


Abbildung 1: Geschäftsprozesse (Quelle: Speth, et al., 2007)

Nach Rücksprache mit den beteiligten Lehrern kristallisierten sich vor allem die Felder des Leistungserstellungsprozesses und der Produktentwicklung, mit den meisten Tätigkeitsüberschneidungen, heraus. Die Umsetzung bzw. die Rahmensetzung zur Entwicklung eines neuen

Produktes innerhalb eines Projektes wurde aufgrund der vermuteten Schwierigkeiten verworfen. Der Leistungserstellungsprozess, Lernfeld 5 aus kaufmännischer Sicht, ist eher durch Kennzahlen wie der Kapazitätsauslastung, den Durchlaufzeiten oder schlicht der Rentabilität gekennzeichnet. Die Tätigkeiten der Industriekaufleute stehen in diesem Feld in starkem Kontrast, denn ihre Arbeit bezieht sich auf die „reale“ Fertigung des Produktes. Durch Zusammenführen der beiden Tätigkeitsbereiche soll es den Berufsgruppen ermöglicht werden ein ganzheitliches Verständnis bzgl. des Leistungserstellungsprozesses zu erhalten. Damit den Industriemechaniker/-innen verdeutlicht wird, auf welcher Basis im kaufmännischen Bereich Entscheidungen getroffen werden, wird der Supportprozess der Kostenrechnung (Lernfeld 4) zusätzlich im Projekt abgebildet (Speth, et al., 2007; Müller, et al., 2015; Deitermann, Schmolke & Rückwart, 2011).

Die meisten Lernfelder des Lehrplanes der Industriemechaniker/-innen beziehen sich auf die Fertigung, also welche Materialien oder Maschinen wann und wie eingesetzt werden müssen. Diese Kenntnisse sollen im Rahmen des Projektes als Basiswissen einfließen und werden nicht direkt gefördert. Teilbereiche dieses Wissens sollte an die Industriekaufleute während des Projektes weitergegeben werden. Aus diesem Grund wurde für das Projekt eine 12. Klasse von Industriemechaniker/-innen gewählt. Die Lernfelder 4 & 5 der Industriekaufleute werden in der 10. und am Anfang der 11. Klasse unterrichtet. Auch hier sollte ein Wissenstransfer zwischen den Berufsgruppen ermöglicht werden, weshalb eine 11. Klasse von Industriekaufleuten für das Projekt ausgewählt wurde (Dr. Speth, et al., 2007; Müller, et al., 2015; Deitermann, Schmolke & Rückwart, 2011; ISB, Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, 2002).

Ein wesentlicher Inhalt des Projektes bezog sich auf die Planung und Optimierung einer Fertigungsorganisation. Aus Sicht der Industriekaufleute, kann dies in den Lernfeldern „Planen und realisieren technischer Systeme“ sowie „Optimieren technischer Systeme“ verortet werden. Das Verfahren der Planung bzw. der Optimierung wird aus technischer Sicht häufig in einem Kreislauf dargestellt (Schmid, et al., 2013; Biehl, et al., 2008; ISB, 2004).

1.3 Projektziele

Die Abbildung 2 stellt das grundlegende Ziel des Projektes dar: die Vermittlung von Kompetenzen. Die Auswahl eines Arbeitsbereiches, bei dem sich die Tätigkeitsfelder der Berufsgruppen überschneiden sollte sich, wie oben bereits erwähnt, motivierend auf die Schülerinnen und

Schüler auswirken. Zudem konnte die Forderung nach der interdisziplinären Kompetenzförderung, im Sinne von Industrie 4.0, für diese Bereiche leicht erfüllt werden. Verwirklicht werden soll dieses Ziel im späteren Projekt durch den Wissenstransfer zwischen den Lernenden. Um dies zu gewährleisten ist eine hohe Gewichtung der Förderung der Schlüsselqualifikationen der Lernenden notwendig. In diesem Zusammenhang ist die Zusammenarbeit im Team, vor allem der beiden Bereiche, ein zentraler Aspekt.



Abbildung 2: Kompetenzen

Die immer weitreichendere Vernetzung und Arbeitsteilung in der Industrie 4.0 fordert, wie auch im Projekt, eine adressatengerechte Sprache der Beteiligten. Das bedeutet, dass die Industriekaufleute bzw. Industriemechaniker/-innen ihre Fachsprache und Fachkenntnisse verständlich für den jeweils anderen Bereich gestalten müssen (Brossardt, S. 47; Weidemann, 2014, S. 39f.; Niehaus & Ittermann, 2015, S. 42f.; Hirsch-Kreinsen, 2014, S. 4ff.; Siepmann, 2016, S. 5; 37f.; Dorst & Scheibe, 2015, S. 16, 26ff.).

Während der Projektphase werden unterschiedliche Methoden angewendet, bei denen die Lernenden zum einen selbstgesteuert in einer Gruppe interagieren müssen und sich zum anderen aufmerksam bei Vorträgen Wissen aneignen sollen. Dadurch werden vor allem die Sozial- und Selbstkompetenzen der Schülerinnen und Schüler gefördert (Wilbers K., 2014). Außerdem verwenden bzw. suchen sie sich die unterschiedlichen Medien für ihre Vorträge eigenständig aus. Im Projekt sollten neben den genannten Kompetenzen auch spezifische Fachkompetenzen siehe Abbildung der beiden Ausbildungsberufe abgebildet werden.

Fachkompetenzen
<ul style="list-style-type: none">▪ Fertigungsverfahren▪ Kosten▪ Qualitätsmanagement▪ Prozesssteuerung▪ Projektmanagement▪ Industrie 4.0

Tabelle 1: Fachkompetenzen

Für die Simulation des Leistungserstellungsprozesses und der Abbildung der Kompetenzen musste ebenfalls ein Produkt ausgewählt werden. Die Wahl fiel dabei auf ein Automobil, da die meisten Lernenden der beiden Klassen sowohl in ihrer Arbeitswelt, als auch in ihrem privaten Umfeld beeinflusst werden.

1.4 Projektmittel

Der Aufbau einer „realen“ Automobilproduktion würde die Lernenden natürlich überfordern, weshalb das Produkt reduziert wurde. Der Produktionsprozess wurde mit Hilfe eines Modellautos von Fischertechnik simuliert. Der vom LIS entwickelte Baukasten wurde in diesem Projekt zudem genutzt (Is-bw, 2008). Die Handouts sowie die dahinterstehende Abbildung in Navision wurden jedoch nicht verwendet.



Abbildung 3: Auto b24-turbo

Da innerhalb des Produktionsprozesses außerdem verschiedene Modellvarianten gebaut werden sollten, wurden zusätzlich weitere Teile, wie beispielsweise schwarze Felgen, bestellt.

Zusätzlich wurden neue Fertigungsdokumente erstellt, welche die Maßgabe hatten, den Ablauf der Fertigung nicht zu beeinflussen. Das fertige Modellauto wurde deshalb nur aus verschiedenen Blickwinkeln fotografiert und die einzelnen Teile des Modellautos der Stückliste zugeordnet. Zusätzlich sollte innerhalb der Fertigung das technische Prüfen für die kaufmännischen Lernenden implementiert werden. Es wurden Prüfmittel, wie eine Waage und ein Messschieber, im Projekt zur Verfügung gestellt. Ein beispielhaftes Fertigungsdokument befindet sich im Anhang.

Der Verlauf des Fertigungsprozesses wurde im Projekt digital über eine Google Drive Datei abgebildet. Das Format ähnelt dem Tabellenprogramm Excel. Ein Vorteil liegt darin, dass mehrere Lernende gleichzeitig in diesen Tabellen arbeiten können, wodurch der Produktionsfortschritt in den einzelnen Abteilungen in Echtzeit abgebildet werden konnte. (Eine weitere Erklärung wie Google Drive Dateien verwendet werden sollen, befindet sich aufgrund der Lesbarkeit im Anhang.). Außerdem bietet diese Verwendung den Vorteil der Analysemöglichkeit, da die Lernenden beispielsweise innerhalb der Qualitätskontrolle angeben sollen, an welchen Stellen das Produkt nicht den Vorgaben entspricht. Es kann also eruiert werden, welche „Abteilungen“ zukünftig genauer arbeiten müssen. Zusätzlich werden die Fertigungsaufträge den Lernenden via Email zugesendet.

2 Projekt

2.1 Learning Outcomes

Die Zielsetzung des Projektes ist die Vermittlung von Kompetenzen, weshalb im Folgenden Learning Outcomes definiert werden. Sie spiegeln die Kompetenzerwartungen und Performanzerwartungen an die Lernenden wieder (Wilbers, 2014a, S. 190ff.). Aufgrund der Lesbarkeit werden diese in einer Tabelle dargestellt. Innerhalb der Tabelle bildet die erste Gliederungsebene (bspw. 1.) die Kompetenzerwartung und die zweite Gliederungsebene (bspw. 1.1) die Performanzerwartung ab, in der die Erwartungen formuliert werden. Die Spalte „Taxonomieniveau“ deklariert die Taxonomiestufe, wobei dies nur für die Fachkompetenzen umgesetzt wurde. Andere Kompetenzen, wie beispielsweise die Sprachkompetenz, wurden eingegraut. Die letzte Spalte dient der Einordnung der Kompetenzen in die jeweilige Kompetenzdimension,

bei denen zwischen der Fachkompetenz (FaKo), der Lernkompetenz (LeKo), der Sozialkompetenz (SoKo), der Selbstkompetenz (Seko), der Sprachkompetenz (SpraKo) und der Industrie 4.0-Kompetenz (4.0Ko) unterschieden wird (Wilbers, 2014b, S. 60ff.).

Learning Outcomes		Taxonomie	Dimension
1.	Die Lernenden sind fähig die Grundsätze der verschiedenen Fertigungsverfahren zu erkennen und wiederzugeben		FaKo
1.1	Sie zählen die unterschiedlichen Fertigungsverfahren auf	2	
1.2	Sie beschreiben die Unterschiede zwischen den Fertigungsverfahren	2	
1.3	Sie erklären die jeweiligen Vor- und Nachteile der Fertigungsverfahren	2	
2.	Die Lernenden sind in der Lage mit den Fertigungsverfahren umzugehen und das Wissen in der Planung von Produktionsprozessen zu verwenden		FaKo
2.1	Sie analysieren Fertigungsverfahren und ordnen diese den ihnen bekannten zu	4	
2.2	Sie planen Fertigungsverfahren nach gewissen Vorgaben und verwenden dabei die bekannten Fertigungsverfahren	3	
2.3	Sie ordnen ihr selbständig geplantes Fertigungsverfahren den bekannten Verfahren zu	3	
2.4	Sie optimieren das Fertigungsverfahren, mit dem Wissen über die Fertigungsverfahren nach Vorgaben wie einer kürzeren Durchlaufzeit	3	
3.	Die Lernenden sind in der Lage ihre Ideen in der Planungsgruppe darzustellen		SoKo SpraKo LeKo
3.1	Sie artikulieren ihre Ideen adressatengerecht		
3.2	Zur Verdeutlichung ihrer Ideen nutzen sie diverse Medien	3	
3.3	Sie bewerten ihre Ideen hinsichtlich ihres Vorwissen und der aktuellen Situation kritisch	5	
4.	Die Lernenden haben die Fähigkeit eine Planung oder eine Optimierung im Team zu vollziehen		SeKo SpraKo SoKo LeKo
4.1	Sie hören den Ideen der anderen Teammitglieder aufmerksam zu		
4.2	Sie kommunizieren auf einer sachlichen Ebene miteinander		
4.3	Sie beurteilen Ideen auf der Sachebene		
4.4	Sie arbeiten im Team mit		
4.5	Sie beachten evtl. Hierarchien im Team		
4.6	Sie verwenden Planungshilfen und Medien, wie einer Flipchart	3	
4.7	Sie klären Meinungsverschiedenheiten im Team		
4.8	Sie gehen professionell mit Zurückweisung ihrer Vorschläge um		
4.9	Sie erkennen die Bedeutung von Kommunikation		
4.10	Sie können die Elemente eines Planungsprozesses anwenden	3	
4.11	Sie können die Elemente eines Optimierungsprozesses anwenden	3	FaKo
5.	Die Lernenden sind in der Lage Fertigungsdokumente zu verwenden		FaKo
5.1	Sie benutzen die jeweiligen Fertigungsunterlagen im Produktionsprozess	3	
5.2	Sie analysieren die Fertigungsdokumente und bestimmen damit Parameter, wie die Durchlaufzeit	4	
5.3	Sie erkennen aus den Fertigungsunterlagen und den Parametern eventuelle Schwierigkeiten im Produktionsprozess	5	
5.4	Sie nennen Qualitätsmerkmale eines Fertigungsdokumentes und analysieren die Vorgegebenen Dokumente nach diesen Kriterien	4	

6.	Die Lernenden sind in der Lage den anderen Berufsbereich zu beschreiben		FaKo/ FaKo/
6.1	Sie zählen die Tätigkeiten des anderen Berufsbereiches auf	2	SoKo/ SeKo
6.2.	Sie nennen die Schwierigkeiten im Produktionsprozess für die andere Abteilung	2	
6.3	Sie erklären die Überschneidungen und die möglichen Konflikte zwischen den Bereichen	2	
6.4	Sie nennen ihre eigenen Probleme mit dem andern Bereich	2	
7.	Die Lernenden sind in der Lage ihren eigenen Berufsbereich vorzustellen		FaKo/ LeKo/ SoKo/ Sprako
7.1	Sie präsentieren ihren eigenen Berufsbereich	2	
7.2	Sie nutzen bei der Präsentation verschiedene Medien	3	
7.3	Sie erklären ihre eigenen Tätigkeitsfelder adressatengerecht		
7.4	Sie stellen ihre Probleme in der Arbeit für den anderen Bereich verständlich dar		
8.	Die Lernenden sind in der Lage mit der Industrie 4.0 umzugehen		FaKo/ 4.0Ko/ SoKo/ Sprako
8.1	Sie zählen Elemente der Industrie 4.0 auf	1	
8.2	Sie grenzen die Industrie 4.0 zur Industrie 3.0 ab	3	
8.3	Sie nennen mögliche Veränderungen für ihre Arbeitswelt	2	
8.4	Sie diskutieren anhand von Thesen Pros und Contras der Industrie 4.0	4	
8.5	Sie beschreiben zukünftig verlangte Fähigkeiten	3	
8.6	Sie verwenden einfache IT- Anwendungen	3	
8.7	Sie nutzen einfache IT- Anwendungen zur Datenerhebung und -analyse	3	
8.8	Sie nutzen ihr interdisziplinäres Wissen um den Produktionsprozess zu optimieren	3	
8.9	Sie erkennen durch Nutzung der IT-Anwendungen Vorteile von Industrie 4.0	4	
9.	Die Lernenden besitzen die Fähigkeit Produktkalkulationen zu verstehen		FaKo/ Sprako
9.1	Sie erklären verschiedene Merkmale einer Produktkalkulation	2	
9.2	Sie verwenden das vorgegebene Kalkulationsschema	3	
9.3	Die Industriekaufleute erklären dem anderen Bereich die Funktionen und die Merkmale des Kalkulationsschemas	3	
10.	Die Lernenden sind in der Lage technische Tätigkeiten in der Qualitätskontrolle auszuführen		FaKo/ SoKo/ Sprako
10.1	Sie nennen verschiedene Möglichkeiten der technischen Qualitätskontrolle	2	
10.2	Die Industriemechaniker/ -innen stellen die praktische Anwendung dieser Qualitätskontrollen den Kaufleuten vor	3	
10.3	Sie verwenden verschiedene technische Hilfsmittel zur Qualitätskontrolle	3	
10.4	Sie erkennen in der Qualitätskontrolle ob sich Fehler wiederholen (auch in Dokumenten)	4	
11	Die Lernenden sind in der Lage den Automatisierungsbedarf und den Industrie 4.0 Bedarf in einer Fertigung zu erkennen		FaKo/ 4.0Ko
11.1	Sie sehen ein praktisches Beispiel einer Automatisierten Fertigung	2	
11.2	Sie sehen ein praktisches Beispiel einer Fertigung mit Industrie 4.0	2	
11.3	Sie nennen die Gründe für die Automatisierung und die Industrie 4.0	2	

Tabelle 2: Learning Outcomes

2.2 Projektverlaufsplan

Fach	Industriekaufleute: LF 4 „Wertschöpfungsprozesse Leistungserstellungsprozess planen, steuern und kontrollieren“ LF 5 „Leistungserstellungsprozess planen, steuern und kontrollieren“ Industriemechaniker/-in: LF „Planen und realisieren von technischen Systemen“ „Optimieren von technischen Systemen“ Kooperation von kaufmännischen und gewerblichen Bereichen im Zeitalter von Industrie 4.0 - Ein Projekt zwischen der Berufsschule 2 und 4 der Stadt Nürnberg				
Lernsituation	2 Schultage (ca. 16 Unterrichtsstunden) + 1 Schultag Hospitation in einem Industriebetrieb				
Zeitrictwert					
Material	Fischertechnik-Baukasten, Google Drive, Fertigungsdokumente, Informationsmaterialien				
Abkürzungen Medien	FU= Fertigungsunterlagen FB= Fischertechnikbaukasten PZ= Prüfzertifikate PM= Prüfmittel PA= Prüfanweisungen AO= Advance Organizer PP= PowerPoint Fc= Flipchart GD= Google Drive FA= Fertigungsauftrag				
Einführung	Die Lernenden informieren sich anhand des Lehrvortrages, welche Inhalte im Projekt abgebildet werden.	Vorstellung der Projektidee und des zeitlichen Ablaufes.	Lehrervortrag Plenum	AO Visualizer	15
Vorstellungsrunde	Die Lernenden der Bereiche stellen sich kurz gegenseitig vor.	7.1-7.4 Lehrer organisieren eine kurze Speed-datingrunde, nach der Kugellagertechnik. (Techniker innen, Kaufleute außen). Impulsfragen: Wie heiße ich? Bei welcher Firma mache ich meine Ausbildung? Was gefällt mir dabei? Welche Hobbies habe ich? Ggf. anmoderieren.	„Speed-dating“ Kugellagertechnik Plenum	Beamer Timer	30
Informieren	Lernende der Kaufleute stellen wesentliche kaufmännische Tätigkeiten vor (z. B. kfm. Prozesse).	7.1-7.4	Schülervortrag Plenum	PP/ Fc/ Visualizer etc.	35

Informieren	Die Lernenden informieren sich anhand des Vortrages über den Umgang mit den E-Mail-Konten und den Google Drive Listen.		Die Lehrkraft stellt die Kontodaten zur Anmeldung vor. Zudem werden die Zusammenhänge in den Listen erklärt.	Lehrervortrag Plenum	GD Präsentation 2x Spielkartensets	10
Orientieren	Die Lernenden teilen sich in ihre Projektgruppen auf. Jede Gruppe erhält ihren Baukasten und ihre Laptops. Je drei Lernende bekommen den Auftrag ein Auto zu bauen und die benötigte Zeit dafür zu erfassen. Die Lernenden machen sich mit den weiteren Fertigungsdokumenten & Prüfmitteln vertraut. Sie nehmen die ihnen zugeteilten Rollen ein. Sie planen ggf. die Fertigung und bauen die Sitzordnung für diese Zwecke um. Sie bauen 20 Autos vom Typ „b24 smart“ und prüfen die Ausführungsqualität nach den definierten Kriterien. Sie füllen die Fertigungsdokumente aus. Sie führen ihre Spielrollen gemäß den Erklärungen aus.	4.1, 4.4 5.1	Die Lehrkraft teilt die Lernenden in die Projektgruppen auf, wobei in jeder Gruppe die gleiche Anzahl der SuS der Bereiche gewährleistet werden soll. Die Lehrkraft steuert den Fertigungsauftrag ein, moderiert den Arbeitsauftrag und beobachtet den Ablauf.	Projektgruppe Selbstgesteuertes Lernen	FA Nr. 1 FB (1x) FU b24-smart (3)	45
Planen/Ausführen I	Sie nehmen die ihnen zugeteilten Rollen ein. Sie planen ggf. die Fertigung und bauen die Sitzordnung für diese Zwecke um. Sie bauen 20 Autos vom Typ „b24 smart“ und prüfen die Ausführungsqualität nach den definierten Kriterien. Sie füllen die Fertigungsdokumente aus. Sie führen ihre Spielrollen gemäß den Erklärungen aus.	3.1, 3.3 4.1-4.8 5.1 8.6-8.7 10.2-10.4	Die Lehrkraft teilt weitere Fertigungsunterlagen und Prüfmittel aus. Sie bestimmt die Rollen des Meisters, Kfm. Leiters und des stillen Beobachters. Sie steuert den neuen Fertigungsauftrag ein, beobachtet die Arbeitsweisen und das Verhalten der Lernenden sowie den Ablauf der Planung und der Fertigungsdurchführung. Es werden keine Anmerkungen bzgl. einer Planungszeit gegeben.	Projektgruppe Selbstgesteuertes Lernen	FA Nr. 2 FB (1x) PZ (22x) b24-smart PA (2x) FU b24-smart (3x) PM Laptops (3x)	50
Kontrollieren I	Die Lernenden präsentieren die fertiggestellten Autos.		Die Lehrkraft kontrolliert als Kunde die Qualität der Autos.	Projektgruppe	Prüfplan	5
Auswerten	Die Lernenden bewerten die Durchführung und erarbeiten gemeinsam Verbesserungsvorschläge.	4.9 3.2 10.4	Die Lehrkraft moderiert und gibt ggf. abschließend neue Informationen. Vorrangig werden die Eindrücke der Lernenden abgefragt. Die Bedeutung der Planung wird hervorgehoben.	Projektgruppe	Fc	25

Informieren II	Die Lernenden informieren sich anhand des Lehrer- bzw. Schüler- vortrages bzgl. der Kostenarten und des Kalkulationsschemas. Sie verstehen zusätzlich die Preisbildung und Kostenrestriktion aus kaufmännischer Sicht.	9.1-9.3	Die Lehrkräfte der Industriekaufleute stellen die unterschiedlichen Kostenarten anhand praktischer Beispiele und des Projektes dar. Weiterhin nennen sie Möglichkeiten wie Kosten gesenkt werden können. Sie beschreiben die Kostenstellschraube, die Durchlaufzeit des Projekts. Sie verwenden zu den Erklärungen das Kalkulationsschema. Sie beschreiben abschließend die Preisbildung aus kaufmännischer Sicht.	Lehrer- vortrag/ Schüler- vortrag Projekt- gruppen	Kalkulations- schema 25
Planen II	Die Lernenden planen selbstständig ihre „neue“ Fertigung, bzw. bauen diese um. Sie diskutieren in der Gruppe mögliche Optimierungsideen und entscheiden sich für die „besten“. Die Fertigung wird anhand der Durchlaufzeiten optimiert. Sie verwenden unterschiedliche Medien als Planungshilfen.	3.1-3.3 4.1-4.11 8.8 10.4	Bei den Lehrkräften der Industriemechaniker übernehmen 1-2 Lernende den Vortrag, welche vorab instruiert wurden. Hier beobachten die Lehrkräfte die Informationsphase. Zur Steigerung des Wettbewerbs, werden die Durchlaufzeiten der Gruppen genannt.	Projekt- gruppe Selbstge- steuertes Lernen	20
Ausführen II	Die Lernenden bauen, wie in Ausführung I 20 Modellautos des Typs „b24 smart“, wobei die Durchlaufzeiten deutlich geringer sein sollen. Die Rollen werden nun von anderen SuS ausgeführt. Die sonstigen Aufgabenstellungen bleiben bestehen.	4.5 5.1-5.4 8.6-8.7 10.2-10.4	Die Lehrkraft steuert den Fertigungsauftrag Nr. 3 ein.	Projekt- gruppe Selbstge- steuertes Lernen	30
Kontrollieren II	Die Lernenden präsentieren die fertiggestellten Autos.		Die Lehrkraft kontrolliert als Kunde die Qualität der Autos.	Projekt- gruppe	5

Auswerten II	Die Lernenden bewerten die Durchführung und erarbeiten gemeinsam Verbesserungsvorschläge Sie SuS bereiten den „Vortrag“ für die Plenumsdiskussion vor.	3.1 4.1-4.4 4.9 3.2 9.2 10.4	Die Lehrkraft moderiert und gibt ggf. abschließend neue Informationen. Vorrangig werden die Eindrücke der Lernenden abgefragt. Die Bedeutung der Durchlaufzeit sowie der Planung soll hier noch einmal hervorgehoben werden. Die Lehrkraft fordert die Projektgruppe dazu auf, die Ergebnisse der Fertigung und der Planung kurz aufzubereiten und anschließend in der Plenumsreflexion vorzustellen. Die Wahl der Präsentationsmittel bleibt den SuS überlassen. Die Lehrkräfte moderieren die Vorträge kurz an. Abschließend beenden sie den ersten Projekttag.	Projektgruppe	Fc	30
Plenumsreflexion	Die Projektgruppen stellen ihre bisherigen Ergebnisse dem Plenum vor.	3.1-3.2 4.1 4.9	Die Lehrkräfte moderieren die Vorträge kurz an. Abschließend beenden sie den ersten Projekttag.	Plenum Schüler- vorträge	Fc/ Handy/ Visualizer/ PP usw.	35
Orientieren	Die Lernenden informieren sich anhand des Lehrvortrags über den Tagesablauf.	3.1 3.3	Die Lehrkraft stellt mithilfe des Advance Organizers den Ablauf des 2. Projekttages vor und lenkt die Aufmerksamkeit der Lernenden auf die Thematik der Industrie 4.0.	Plenum	AO Visualizer	10
Informieren III	Die Lernenden informieren sich durch den gezeigten Film bzgl. der industriellen Revolutionen. Sie nennen praktische Beispiele dazu aus der Arbeitswelt und ihren eigenen Erfahrungen. Die SuS sehen den Film zu Ende und informieren sich durch diesen über die Entwicklungen und Elemente der Industrie 4.0.	3.1 8.1-8.5 8.9	Die Lehrkraft zeigt zunächst den ersten Abschnitt des Films (bis 12min) und bespricht anschließend die industriellen Revolutionen mit den SuS. Sie fordert die Lernenden auf, praktische Beispiele dafür zu nennen. Anschließend wird der restliche Film gezeigt. Die Lehrkräfte teilen danach das Plenum wieder in die Projektgruppen auf. Zwei Projektgruppen gehen anschließend zusammen in ein Klassenzimmer.	Plenum	Übersicht Leher Film, Beamer/ AO	120

<p>Die Lernenden nennen die Besonderheiten der industriellen Revolutionen und notieren sich diese auf ihrem Arbeitsblatt, die geschieht auch für die Elemente der Industrie 4.0. Die SuS verstehen die Abgrenzung zwischen 3. und 4. industrieller Revolution. Die einzelnen Teams diskutieren jede These, sie haben pro These drei Minuten Zeit.</p>	<p>3.1 3.3 8.1-8.5 8.9</p>	<p>Im Lehrgespräch werden die Elemente der Industrie 4.0 und die der industriellen Revolutionen per Zuruf abgefragt und gesichert. Die Sicherung erfolgt am Arbeitsblatt. Die Lehrkraft verdeutlicht anschließend noch die Unterschiede zwischen der 3. und 4. industriellen Revolution. Die Lehrkraft teilt die Gruppe willkürlich in dreier Teams ein, hängt die Thesen im Klassenzimmer auf und moderiert die Thesendiskussion an. Die Lehrkraft beobachtet die Diskussionen aufmerksam. Die Lehrkraft moderiert anschließend die Thesenvorstellung in der Gruppe an und fungiert als Diskussionsleiter.</p>	<p>Zwei Gruppen Lehrgespräch Zurückfrage</p>	<p>Arbeitsblatt/Lösungsblatt Industrie 4.0 Jede These auf DIN A3</p>
<p>Die Teams stellen ihre jeweils letzte These vor und nennen ihre Meinung zu dieser. Die Gruppe kann danach anschließend noch ihre Meinung äußern.</p>	<p>7.1-7.4 10.1</p>	<p>Ggf. amodernieren.</p>	<p>Dreier Teams Gruppe/Teams</p>	<p>Thesen PP/ Fc/ Visualizer etc.</p>
<p>Die Lernenden planen und gestalten ihre Fertigung ggf. neu, damit sie auch Varianten in einer gleichen bzw. geringeren Durchlaufzeit fertigen können. Sie verwenden zur Planung die unterschiedlichsten Hilfsmittel.</p>	<p>3.1-3.3 4.1-4.11 8.8-8.9 10.4</p>	<p>Die Lehrkraft lenkt die Aufmerksamkeit der Lernenden wieder auf die Fertigung der Modellautos. Sie teilt die Fertigungsdokumente zur Variantenfertigung aus und gibt der Gruppe eine Planungszeit. Sie sagt ihnen, dass im nächsten Auftrag verschiedene Modelle gefertigt werden müssen, bei gleicher Durchlaufzeit. Danach beobachtet sie den Planungs- und Entscheidungsprozess. Die Lehrkraft steuert nach der Planung den Fertigungsauftrag Nr. 4 ein.</p>	<p>Schüler-vortrag Plenum Projektgruppe Selbstgesteuertes Lernen</p>	<p>25 15</p>

Ausführen III	<p>Die SuS bauen die 20 Fahrzeuge (drei Varianten) wie in den anderen Ausführungsphasen (nur neue Modelle). Die Rollen werden wieder von anderen Lernenden übernommen. Die sonstigen Aufgabenstellungen wie das Ausfüllen der Fertigungsdokumente oder der Prüfung bleiben erhalten. Die Lernenden präsentieren die fertiggestellten Autos.</p> <p>Die Lernenden bewerten die Durchführung und erarbeiten gemeinsam Verbesserungsvorschläge.</p> <p>Sie benennen die Veränderungen innerhalb ihrer Fertigungsorganisation.</p>	<p>5.1-5.4 8.6-8.7 10.2-10.4</p>	<p>Die Lehrkraft beobachtet den Fertigungsverlauf.</p>	<p>Projektgruppe Selbstgesteuertes Lernen</p>	<p>FA Nr. 4 FB (1x) PZ Varianten (22x) PA (2x) alle FU (3x)/PM/Lap-tops (3x)</p>	<p>30</p>
Kontrollieren III Auswerten III	<p>Die Lernenden bewerten die Durchführung und erarbeiten gemeinsam Verbesserungsvorschläge.</p> <p>Sie benennen die Veränderungen innerhalb ihrer Fertigungsorganisation.</p>	<p>3.1-3.2 4.1-4.4 4.9 9.2 10.4</p>	<p>Die Lehrkraft kontrolliert als Kunde die Qualität der Autos. Die Lehrkraft moderiert und gibt ggf. abschließend neue Informationen. Vorrangig werden die Eindrücke der Lernenden abgefragt. Die Bedeutung der Fertigungsorganisation wird hier zentral angesprochen. So wie die Produktion in der Industrie 4.0 auf Losgröße 1.</p>	<p>Projektgruppe Projektgruppe</p>	<p>Prüfplan Fc</p>	<p>5 20</p>
Informieren IV	<p>Die Lernenden lesen sich das Informationsblatt aufmerksam durch und markieren sich anschließend die wichtigsten Elemente.</p> <p>Die SuS berichten über ihre Erfahrungen mit den verschiedenen Fertigungen aus ihrer Arbeitswelt oder ihrem Vorwissen. Sie nennen Vor- und Nachteile. Sie nehmen die Ergebnisse und Erfahrungen der anderen aus dem Lehrgespräch mit.</p> <p>Sie ordnen ihre Fertigungen ein.</p>	<p>1.1-1.3 2.1 2.3 3.1</p>	<p>Die Lehrkraft teilt das Informationsblatt zur Fertigungsorganisation &-verfahren aus und fordert die Lernenden auf, sich dieses durchzulesen. Anschließend teilt sie die Klasse in Partner auf, jeweils ein Partner aus dem jeweiligen Bereich. Sie erläutert den Partnern, dass sie sich gegenseitig die Fertigungen erklären sollen. Zusätzlich sollen sie aus ihrem Vorwissen die praktische Anwendung der Fertigungen benennen und welche Vor- und Nachteile diese haben. Im anschließenden Lehrgespräch fragt die Lehrkraft die Ergebnisse ab. Im Lehrgespräch wird die eigene Fertigung zu dieser Thematik eingeordnet.</p>	<p>Projektgruppe Einzelarbeit Partnerarbeit Lehrgespräch</p>	<p>Informationsblatt Fertigungsorganisation &-verfahren</p>	<p>25</p>

Planen IV	Die Lernenden planen bzw. optimieren ihre Fertigung nach den gegebenen Anforderungen.	2.2-2.4 3.1-3.3 4.1-4.11 8.8-8.9 10.4	Die Lehrkraft gibt den SuS bekannt, dass nun noch mehr Varianten gefertigt werden müssen. Die Durchlaufzeit soll sich dabei nicht erhöhen. Sie fordert die Lernenden auf, die Fertigung dementsprechend weiter zu optimieren. Die Lehrkraft beobachtet wieder.	Projektgruppe Selbstgesteuertes Lernen	15
Ausführen IV	Die Lernenden bauen die verschiedenen 20 Fahrzeuge. Sie bauen den priorisierten Fertigungsauftrag bevorzugt. Die Rollen werden wieder an drei andere SuS vergeben. Die Aufgaben der vorangegangenen Ausführungsphasen bleiben bestehen. Die Lernenden präsentieren die fertiggestellten Autos.	5.1-5.4 8.6-8.7 10.2-10.4	Die Lehrkraft steuert zeitlich versetzt die Fertigungsaufträge ein. Sie beobachtet den Fertigungsverlauf und die Reaktion auf die zeitlich versetzten Aufträge.	Projektgruppe Selbstgesteuertes Lernen	30
Kontrollieren IV Auswerten IV	Die Lernenden bewerten die Durchführung und erarbeiten gemeinsam Verbesserungsvorschläge.	3.1-3.2 4.1-4.4 4.9 9.2 6.1-6.4 10.4	Die Lehrkraft kontrolliert als Kunde die Qualität der Autos. Die Lehrkraft moderiert und gibt ggf. abschließend neue Informationen. Vorrangig werden die Eindrücke der Lernenden abgefragt.	Projektgruppe Projektgruppe	5 30
Plenumsreflexion	Die Projektgruppen stellen ihre bisherigen Ergebnisse dem Plenum vor.	3.1-3.2 4.1 4.9	Die Lehrkräfte moderieren die Vorträge kurz an. Abschließend beenden sie den zweiten Projekttag	Plenum Schüler- vorträge	30
Die SuS hospitieren bei der Firma Bosch und erhalten dabei eine Werkführung, eine Führung durch die Produktion und einen Einblick in die Implementierung der Industrie 4.0.					11.1-11.3

Tabelle 3: Projektverlaufsplanung

2.3 Projektdurchführung

Wie der Verlaufsplanung zu entnehmen ist, wird das Projekt an drei Tagen durchgeführt, wobei die wesentlichen Inhalte innerhalb der ersten beiden Tage vermittelt werden. Die neu vermittelten Kompetenzen und Erfahrungen werden dann am dritten Tag durch eine Hospitation bei der Firma Bosch abgerundet.

Die im Planungsschema beschriebenen Lehr- bzw. Lernhandlungen werden im Folgenden nicht näher dargestellt. Da es sich das Projekt zum Ziel gesetzt hat, vor allem die Schlüsselqualifikationen und die interdisziplinären Kompetenzen zu fördern, wurden diese größtenteils mit der Methode des selbstgesteuerten Lernens gestaltet (Wilbers, 2014a, S. 603-630). Die einzelnen Phasen „Informieren“, „Planen“, „Durchführen“ und „Reflektieren“, des Fertigungsprozesses, können zudem innerhalb der Simulationsmethode verortet werden (Wilbers, 2014a, S. 565-575).

Die nachfolgend beschriebene Durchführung folgt dem zeitlichen Ablauf der Verlaufsplanung. Es werden dabei jedoch immer wieder einzelne Phasen zusammengeführt. Um eine möglichst hohe Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden die Projektstage in der dritten und die Projektphasen in der vierten Gliederungsebene dargestellt. Zusätzlich werden die wesentlichen Ziele der Projektstage am Anfang benannt.

2.3.1 Projekttag 1

Innerhalb des ersten Tages sollte, neben dem Einblick in die kaufmännischen Tätigkeiten, die Bedeutung einer guten Fertigungsplanung sowie der Fließfertigungsprozess praktisch dargestellt werden. Aus diesem Grund wird nur das Grundmodell „b24-smart“ in den Fertigungsphasen gebaut, damit die optimale Auslastung der Produktionskapazitäten sowie die Reduktion der Durchlaufzeiten ermöglicht werden kann.

2.3.1.1 Einführung & Vorstellungsrunde

Zur Einführung trafen sich die beiden Klassen im Plenumssaal zusammen. Die Vorstellung der Projektinhalte bzw. die Fokussierung der Teilnehmer gelangen sehr gut. Die Lernenden hörten den Ausführungen sehr aufmerksam und interessiert zu. Es zeigte sich dabei das erwartete Bild, nämlich, dass die Lernenden der beiden Bereiche getrennt voneinander Platz nahmen. Die Bestuhlung mit einem Mittelgang unterstützte diese räumliche Abgrenzung zudem.



Abbildung 4: Vorstellungsrunde

Die anschließend geplante und durchgeführte Vorstellungsrunde wurde durch das gezeigte Verhalten gerechtfertigt. Es war sehr positiv, dass sich die Lernenden innerhalb des „Speed Dating“ sehr offen und informationsfreudig zeigten. Die bereitgestellten Leitfragen wären bei der Durchführung nicht zwangsläufig nötig gewesen. Es zeigte sich auch in den anderen Phasen, dass das „Eis“ zwischen den beiden Bereichen gebrochen war und dass sich die Lernenden der beiden Bereiche auch in den Pausen austauschten. Der Wissenstransfer, der aus dem Austausch der beiden Berufsfelder entstehen sollte, wurde somit ermöglicht.

2.3.1.2 Informieren & Informieren I

Die durch die kaufmännischen Schülerinnen und Schüler erstellten Präsentationen kamen sowohl bei den Lehrkräften als auch bei den Lernenden sehr gut an. Dies wurde zudem durch den sehr guten Vortragstil unterstützt. Bei der Befragung der Industriemechaniker/-innen fiel auf, dass sie die dargestellten kaufmännischen Inhalte und die Tätigkeitsbereiche verstanden haben.



Abbildung 5: Vortrag Industriekaufleute

Nach der Präsentation der Industriekaufleute wurde die Verwendung der Google Drive Anwendung und der Email Konten erklärt. Obwohl die Lernenden hier sehr aufmerksam zuhörten, zeigte sich, dass sie den gewünschten Umgang im späteren Verlauf nicht beherrschten. Gerade das Verständnis, welche Felder automatisch übernommen werden und welche in der jeweiligen „Abteilung“ auszufüllen sind, wurde nicht verinnerlicht. Gerade die Einführung der Drive Datei sollte deshalb zukünftig direkt vor der zweiten Fertigungsrunde durchgeführt werden.

Nachdem anschließend die Projektgruppen eingeteilt wurden, begaben sich diese in ihre jeweiligen Klassenzimmer und machten anschließend Pause.

2.3.1.3 Orientieren I

Nach der Pause händigten die Lehrkräfte den Projektgruppen die benötigten Fertigungsunterlagen und -mittel aus. Es wurde in einem ersten Schritt überprüft, ob alle bereitgestellten Laptops über einen Zugang zum Internet verfügen. Die Lehrkräfte verschickten anschließend den ersten Fertigungsauftrag. Innerhalb dieser selbstgesteuerten Phasen des Projektes, bei denen es um die Planung und Durchführung ging, übernahmen die Lehrenden die Rolle des stillen Beobachters. Es zeigte sich, dass sich die Lernenden zum Bau der Modelle willkürlich und unorganisiert im Raum verteilten. In der abschließenden Befragung wurde diese Phase jedoch als sehr zweckmäßig und sinnvoll von den Lernenden beschrieben, da sie sich mit dem Aufbau des Modellautos vertraut machen konnten.



Abbildung 6: Produktorientierung

Für die Lehrkräfte war es indes schwierig in den selbstgesteuerten Phasen keine Tipps, Anregungen oder Hilfestellungen zu geben. Die für den Bau der Autos benötigte Zeit wurde von den Lehrkräften aufgenommen, sie unterscheiden sich aber stark zwischen den Projektgruppen.

2.3.1.4 Planen, Ausführen, Kontrollieren & Reflektieren (I)

Die Lernenden erhielten - nachdem sie die drei Autos wieder zurückgebaut hatten - den neuen Fertigungsauftrag über den Bau 20 neuer Modellautos. In diesem, wie auch in den darauffolgenden Fertigungsprozessen muss die Aufgabe durch die gesamte Projektgruppe ausgeführt werden. Aufgrund der Tatsache, dass in dieser Fertigung keine Planungszeit durch die Lehrkraft vorgegeben wurde, ergaben sich sehr unterschiedliche Vorgehensweisen.



Abbildung 7: Fertigungsprozess I

Projektgruppe (a) und (b) sprachen nur sehr kurz über die Organisation der Fertigung. Die vorgegebenen räumlichen Bedingungen, also die Ausrichtung der Tische und Stühle, wurden nicht verändert. Bei diesen Gruppen wies der Fertigungsprozess viele Schwierigkeiten auf. Den Lernenden war oft nicht klar, welche Aufgaben sie nun erfüllen müssen, bzw. welche durch die anderen ausgeführt werden. Zudem wurde der Arbeitsaufwand für die meisten Teilschritte schlecht eingeschätzt, wodurch es zu Kapazitätsüberlastungen oder Unterforderungen kam. Da die einzelnen Aufgabenbereiche nicht klar definiert worden sind, konnte es auch nicht gelingen während des Fertigungsprozesses regulierend einzugreifen und Stellen neu zu vergeben. Die folgende Abbildung stellt eine Szene aus dem Fertigungsprozess der Gruppe (a) dar.

Die Projektgruppe (d) wies ein völlig anderes Vorgehen auf. Bevor die Fertigung durchgeführt wurde, kam es zu einer minutiösen Planung.

Die Planung verlief gerade bei dieser Gruppe nicht immer harmonisch und es kam zu einer hitzigen Diskussion, was jedoch zu einer positiven Entwicklung der Organisation führte. Neben dem Versuch die Teilschritte des Zusammenbaus sinnvoll anzuordnen, wurden hier auch die Tische und Stühle so verstellt, dass sie den Anforderungen der geplanten Fließfertigung genügten.

Es wurden außerdem praktische Probeläufe durchgeführt, um die Anordnung und Aufgabenteilung zu überprüfen bzw. zu optimieren. An dieser Stelle musste die Lehrkraft kurz eingreifen und die Lernenden darauf hinweisen, dass sie nun mit der Fertigung beginnen müssen. Gruppe (c) wies bei der Planung und Durchführung Elemente der Gruppen (a) und (d) auf. Die Organisation der einzelnen Fertigungen glich sich dabei nicht vollkommen, jede Projektgruppe hatte ihre eigenen Ideen und somit entstanden die unterschiedlichsten Variationen. So war Gruppe (a) beispielsweise die einzige, die ein zentrales und ausgelagertes Lager führte.



Abbildung 8: Fertigungsplanung I

Die gefertigten Autos wurden anschließend noch durch die jeweiligen Lehrkräfte kontrolliert. Dabei fiel auf, dass gerade in den unorganisierteren Fertigungen deutlich mehr fehlerhafte Autos produziert wurden.



Abbildung 9: Modellautos & Prüfszettel

Die Projektgruppen benötigten für die Planung und den Bau der Modellautos annähernd dieselbe Zeit. Die Lehrer notierten hier zum einen die Gesamtzeit und zum anderen die reine Fertigungszeit. Nach dem Rückbau der Autos wurde wieder eine Pause eingesetzt, um den leicht versetzten Projektfortschritt der Gruppen auszugleichen.

Nach der Pause wurden die jeweiligen Fertigungen in den Projektgruppen kritisch hinterfragt und reflektiert. Auch in dieser Phase hielten die Lehrkräfte ihre Eindrücke zunächst zurück. Positiv war, dass sich die Kritikpunkte und Eindrücke der Lernenden weitestgehend mit denen der Lehrkräfte deckten. Gerade die Eindrücke der stillen Beobachter waren sehr detailliert und fundiert. Ferner lieferten die Projektgruppen dabei sehr viele und gute Ideen, wie der Fertigungsprozess optimiert werden könnte.

2.3.1.5 Informieren II

Die Illustration der Kostenarten und des Kalkulationsschemas wurde von den Lernenden beider Bereiche aufmerksam verfolgt. Die Qualität der Vorträge war auch bei den Schülervorträgen sehr gut und konnte somit leicht nachvollzogen werden. Das Interesse, gerade der technischen Schülerinnen und Schüler an den kaufmännischen Inhalten, lässt sich auch durch das durchgeführte Projektfeedback bestätigen. Hierbei war einer der größten Kritikpunkte am Projekt, dass die kaufmännischen Inhalte, ebenso wie die technischen, zu kurz gekommen sind. Die Implementierung der Fertigungszeiten bzw. der eigenen Produktion innerhalb des Kalkulationsschemas ist aber positiv zu bewerten, da es den Zusammenhang der Kostenarten veranschaulicht. Die Lernenden wurden auch durch die Forderung eines geringeren Stückpreises und somit einer geringeren Durchlaufzeit weiter motiviert ihrer Fertigung zu verbessern. Zusätzlich wirkte sich dabei auch die Nennung der Fertigungszeiten der anderen Gruppen auf sie aus. Es zeigte sich ein stark motivierender Wettkampfgedanke in den Gruppen.



Abbildung 10: Informieren Kostenarten

2.3.1.6 Planen, Ausführen, Kontrollieren & Auswerten (II)

Alle Projektgruppen nutzen die ihnen zur Verfügung gestellte Planungszeit, um ihre Fertigung zu optimieren. Der Optimierungsprozess reichte von der Veränderung der räumlichen Bedingungen bis zur Definierung der einzelnen Arbeitsschritte und festen Arbeitsplätzen. Die folgenden Abbildungen stellen beispielsweise die Veränderungen der Gruppe (a) dar.



Abbildung 11: Optimierung der Fertigungsorganisation einer Gruppe

Alle Fertigungen konnten durch die jeweiligen Optimierungen, ihre Durchlaufzeiten noch einmal drastisch senken. Gruppe (d) gelang es sogar, weniger als 30 Sekunden pro Modellauto zu benötigen. Zudem zeigte sich, dass bei der Kontrolle der Produkte keine Fehlerhaften Modelle gefunden werden konnten, was wiederum für getroffenen Maßnahmen spricht. Innerhalb der Reflexion wurden wieder die wesentlichen Eindrücke benannt. Die Lernenden waren sehr stolz auf ihre Ergebnisse. Probleme oder Verbesserungsmöglichkeiten wurden trotzdem wieder angeführt und dokumentiert. Bei der Einholung des Feedbacks fiel den Lehrkräften auf, dass sich die Lernenden vor allem in der ersten Planungsphase eine genauere Aufgabenbeschreibung gewünscht hätten. Insgesamt bewerteten sie das Projekt aber als sehr stimmig und reizvoll.

2.3.1.7 Plenumsreflexion I

Die Plenumsreflexion bildete zugleich den Abschluss des Tages. Die Lernenden stellten ihre Ergebnisse in (kurz zuvor vorbereiteten) Präsentationen vor. Der Vortragsstil war dabei durchgängig gut und es wurden unterschiedliche Hilfsmittel genutzt, wobei die Fotografien der Beobachter das beliebteste Medium war.



Abbildung 12: Plenumsreflexionsvorträge

2.3.2 Projekttag 2

Innerhalb des zweiten Projekttages werden, neben den technischen Tätigkeiten, die Thematik der Industrie 4.0 sowie ihre Bedingungen auf die Fertigungsverfahren, die zentralen Komponenten sein. Durch die Implementierung der unterschiedlichen Varianten des Modellautos, soll die Fertigung zu einer Variantenfertigung umorganisiert werden. Die Durchlaufzeiten werden sich dabei an der Zeit der Fließfertigung orientieren und es wird somit der Anspruch einer Massenfertigung bis zur Losgröße 1 simuliert.

2.3.2.1 Orientieren und Informieren III

Die Überleitung in den Informationsblock zum Thema Industrie 4.0 gelang durch die Verwendung des Advance Organizers sehr gut. Die Lernenden verfolgten den anschließend gezeigten Film sehr aufmerksam. Innerhalb des Lehrgesprächs musste die moderierende Lehrkraft die Schülerinnen und Schüler erst motivieren, sich zu den gefragten Elementen zu äußern, was vor allem der Müdigkeit in der Früh geschuldet war. Anschließend lieferten sie vielfältige Beispiele, wie sich die industriellen Revolutionen in ihren Betrieben zeigen. Die Industriekaufleute berichteten, dass sich in ihrem Arbeitsbereich eine immer größer werdende Automatisierung erkennen lässt. Es zeigte sich außerdem, dass es gerade bei den Industriemechanikern/-innen viele Betriebe gibt, die nur wenig automatisiert sind. Anschließend wurde der Film zu Ende gesehen und die Gruppen begaben sich wieder in ihre Klassenzimmer. Schon jetzt merkte man den Lernenden an, dass sie das Thema der Industrie 4.0 beschäftigte. Auf dem Weg in die Klassenzimmer wurden einzelne Aspekte des Films diskutiert.

Die Sicherungsphase der Filminhalte verlief in beiden Gruppen gut. Die Lernenden konnten sehr viele Elemente der Industrie 4.0 sowie der industriellen Revolutionen nennen.

Die durchgeführten Thesenrallyes verliefen sehr unterschiedlich, was durch die Zusammensetzung der Diskussionsteams begründet werden kann. In der einen Gruppe (I) wurden die Teams wie geplant willkürlich zusammengestellt. Es zeigten sich hier sehr angeregte und teils hitzige Diskussionen. In der anderen Gruppe (II) durften sich die Teams selbstständig bilden. Hierbei fiel auf, dass sich die Lernenden zusammenschlossen die immer etwas zusammen machen. Innerhalb der Diskussionsrunden sprachen einige Teams dann lieber über alltägliche Dinge, als sich mit den Thesen zu beschäftigen. Die Lehrkraft musste die Gruppen deshalb des Öfteren ermahnen.

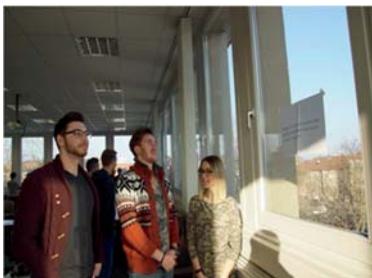


Abbildung 13: Thesenrallye Diskussion

Da innerhalb der Gruppe (I) die Diskussionen zu den einzelnen Themen sehr gewissenhaft durchgeführt wurden, konnte die Vorstellung der Thesen sehr kurz gehalten werden. Bei der Gruppe (II) wurde die Vorstellung der Thesen um eine Gruppendiskussion erweitert, die die Lehrkraft moderierte. Es zeigte sich aber in beiden Gruppen, dass die Lernenden mit der Industrie 4.0 viele Ängste bzgl. ihrer Arbeitsplätze verbinden. Die Lehrkräfte griffen diese Thematik auf und stellten die Chancen der Industrie 4.0 dar. Die Probleme und Risiken sollten dabei aber nicht beschönigt werden, sondern zu einer Erweiterung des Blickwinkels führen. Ein Beispiel hierzu war, dass die Wirtschaftskraft des Landes durch die Industrie 4.0 auch bei dem zukünftig erwarteten Fachkräftemangel, erhalten bleiben könnte.



Abbildung 14: Thesenvorstellung

2.3.2.2 Informieren

Der Vortrag der Industriemechaniker/-inne hatte nicht dieselbe Qualität wie der der Industriekaufleute. Man merkte hier, dass dies innerhalb ihrer Ausbildung kein Schwerpunkt ist. Trotzdem wurden die wesentlichen Inhalte gut dargestellt. Das Feedback der Industriekaufleute ergab aber, dass sie sich eine bessere Präsentation gewünscht hätten. Zudem kamen ihnen allgemein die technischen Inhalte während des Projektes zu kurz.



Abbildung 15: Vortrag Industriemechaniker/-innen

2.3.2.3 Planen, Ausführen, Kontrollieren & Auswerten (III)

Vor der Planung der nächsten Fertigung wurden die Lernenden informiert, dass sie im nächsten Auftrag unterschiedliche Varianten fertigen müssen. Innerhalb der Planungsphasen war zu beobachten, dass sich der Planungsprozess als solches verbessert hatte. Dies gilt auch für die Planung im vierten Teil. Die Absprache und Kommunikation zwischen den Teammitgliedern wurde immer strukturierter und es wurden nun auch Planungshilfen, wie beispielsweise eine Skizze auf einem Flipchart, verwendet. Im Fertigungsprozess fiel auf, dass die Projektgruppen die Fertigung der Varianten unterschätzt haben. Die Fertigung als solches wurde wieder nach Maßgabe der Durchlaufzeitenreduktion optimiert. Die dadurch entstandenen Probleme konnten aber wesentlich gezielter und strukturierter während der Produktion gelöst werden. Dies war vor allem der guten Absprache und Kommunikation zwischen den einzelnen Abteilungen geschuldet. Wie in den vorangegangenen Phasen wurden die Modellautos nach der Fertigstellung begutachtet und der Planungs- und Fertigungsprozess anschließend reflektiert. Die Lernenden erkannten, ohne Einflussnahme der Lehrkräfte, dass sich die reine Fließfertigung nicht ohne Weiteres mit der Produktion von verschiedenen Varianten verbinden lässt.

2.3.2.4 Informieren IV

Aufgrund der praktischen Erfahrungen, konnten die Schülerinnen und Schüler die unterschiedlichen Fertigungsorganisationen bzw. deren Vor- und Nachteile, sehr leicht verstehen. Das gerade für die Industriekaufleute sehr abstrakte Themengebiet, konnte somit leicht verständlich vermittelt werden.

2.3.2.5 Planen, Ausführen, Kontrollieren & Auswerten (IV)

Den Lernenden wurde vorab erklärt, dass nun noch mehr Varianten gefertigt werden müssen. Der Planungsverlauf der Projektgruppen verlief dabei sehr zielstrebig. Innerhalb der Produktion hatte nur eine Gruppe Schwierigkeiten. Es zeigte sich hier, dass die getroffenen Planungen und Absprachen den Anforderungen der einzelnen Fertigungsaufträge nicht gewachsen waren. Bei dieser Gruppe wurde nach einer halben Stunde der Produktionsprozess abgebrochen. Man merkte den Lernenden anschließend eine große Frustration an. Selbst eine Woche nach dem Projekt wurde die Entscheidung des Abbruchs noch seitens der Schülerinnen und Schüler kritisiert. Bei den anderen Projektgruppen verlief die Durchführung sehr gut, sie konnten sogar die Durchlaufzeiten der zweiten Fertigungsrunde unterbieten. Die folgenden Abbildungen stellen die Veränderungen der Gruppe (d) zwischen der III und IV Durchführung dar.



Abbildung 16: Optimierung der Variantenfertigung

In der abschließenden Reflexionsrunde gelang der Rückschluss der Variantenfertigung auf die Industrie 4.0 sehr gut. Danach stellten die Gruppen ihre Ergebnisse innerhalb einer Plenumsdiskussion vor.

2.3.3 Projekttag 3

Der Projekttag drei sollte die Projekteindrücke durch den Besuch einer „realen“ Firma abrunden. Die Lernenden waren teilweise sehr erstaunt darüber, wie wenig Personal in einer modernen, fast vollständig automatisierten Fertigung benötigt wird. Auch die Verlagerung der Tätigkeiten, bzw. das Zusammenwirken mit Robotern interessierte sie sehr. Die praktische Umsetzung bei der Firma Bosch zeigte ihnen zudem, dass die derzeitige Entwicklung zur Industrie 4.0 erst begonnen hat.

3 Ausblick

Die Durchführung des Projektes verlief, aufgrund der sehr guten Projektplanung und der dazugehörigen Inhalte, problemlos. Die erwarteten Performanzen konnten dabei gut beobachtet werden. Damit das Projekt, bzw. dessen Inhalte, kritisch hinterfragt werden kann, wurde während des Projektes, direkt nach dem Projekt und zwei Wochen nach der Durchführung ein Feedback von den Lernenden eingeholt. Zusätzlich haben auch die Lehrkräfte in diesen Zeiträumen ihre Eindrücke besprochen. Es fiel dabei auf, dass die kaufmännischen und technischen Projekthinhalte zu wenig beachtet worden waren. Bei der nachstehend beschriebenen Weiterentwicklung des Projektes, wird dieser Hauptkritikpunkt zentral aufgegriffen. Positiv waren sowohl für die Lernenden als auch für die Lehrkräfte die hohe Motivation der Beteiligten

sowie die Zusammenarbeit mit den anderen Berufsbereichen. Negativ wurden vor allem seitens der Lernenden die sehr kurz gehaltenen Planungszeiten und die verwirrenden Produktbezeichnungen gesehen. Die sehr hohe Selbststeuerung die von den Lernenden erwartet wurde, wurde kontrovers diskutiert. Der Großteil der Schülerinnen und Schüler erlebte sie als inspirierend und motivierend. Einige waren jedoch überfordert und hätten sich deshalb mehr strukturierende Elemente gewünscht. Die Rolle der Kommunikation in den Prozessen wurde von fast allen Lernenden angesprochen. Ihre große Bedeutung für die Vermittlung zwischen den unterschiedlichen Bereichen im Hinblick auf Herangehensweise und Sprache wurde also verstanden. Die Zuweisung von Spielrollen wurde kritisch gesehen, da sie einige Lernende überforderte und der natürlichen Gruppendynamik entgegenstand. Trotz der negativen Aspekte würden alle Lernenden empfehlen das Projekt wieder durchzuführen. Diese Meinung teilen auch die beteiligten Lehrkräfte und möchten deshalb das Projekt künftig optimieren und weiterführen. Auch auf Seiten der ausbildenden Betriebe stößt das Projekt durchwegs auf positive Resonanz. Dies erscheint wichtig, da der Projektzeitraum zukünftig ausgedehnt werden soll und die Schülerinnen und Schüler des Industriebereichs deshalb für einen weiteren Schultag freigestellt werden müssten.

Nach der positiven Evaluation des ersten Projektdurchlaufs soll es ab dem nächsten Schuljahr als festes Modul in der Jahresplanung beider Schulen verankert werden. Das heißt, sämtliche Eingangsklassen im Industriebereich, sowie alle 12. Klassen der Industriemechaniker werden das Projekt dann durchführen. Als Zeitraum ist der Monat Juni angedacht. Hauptgrund hierfür ist die Tatsache, dass die Schülerinnen und Schüler dann über das notwendige Vorwissen verfügen, das sie für die Projektdurchführung benötigen.

Da, wie von den Schülerinnen und Schülern gefordert und den beteiligten Lehrkräften gewünscht, die Inhalte des Projektes erweitert und vertieft werden sollen, wird der Projektzeitraum auf eine ganze Woche ausgeweitet. Dabei ist das eigentliche Projekt auf vier Unterrichtstage ausgelegt. Den Abschluss stellt dann wieder eine Unternehmensbesichtigung dar.

Inhaltlich werden weitere Fertigungstechnologien, wie beispielsweise die 3D-Drucktechnologie aufgenommen. Die Potentiale der verschiedenen Lernorte sollen hier noch besser ausgeschöpft werden. Es werden auch vermehrt kaufmännische Inhalte integriert werden. Vor allem Kalkulationsverfahren, Kostenarten und Kostenstellen sollen dabei tiefer behandelt und erfahrbar gemacht werden. Eine Idee ist auch, die Schülerinnen und Schüler ein echtes Produkt auf einer Anlage fertigen zu lassen, das sie dann auch mit nach Hause nehmen können.

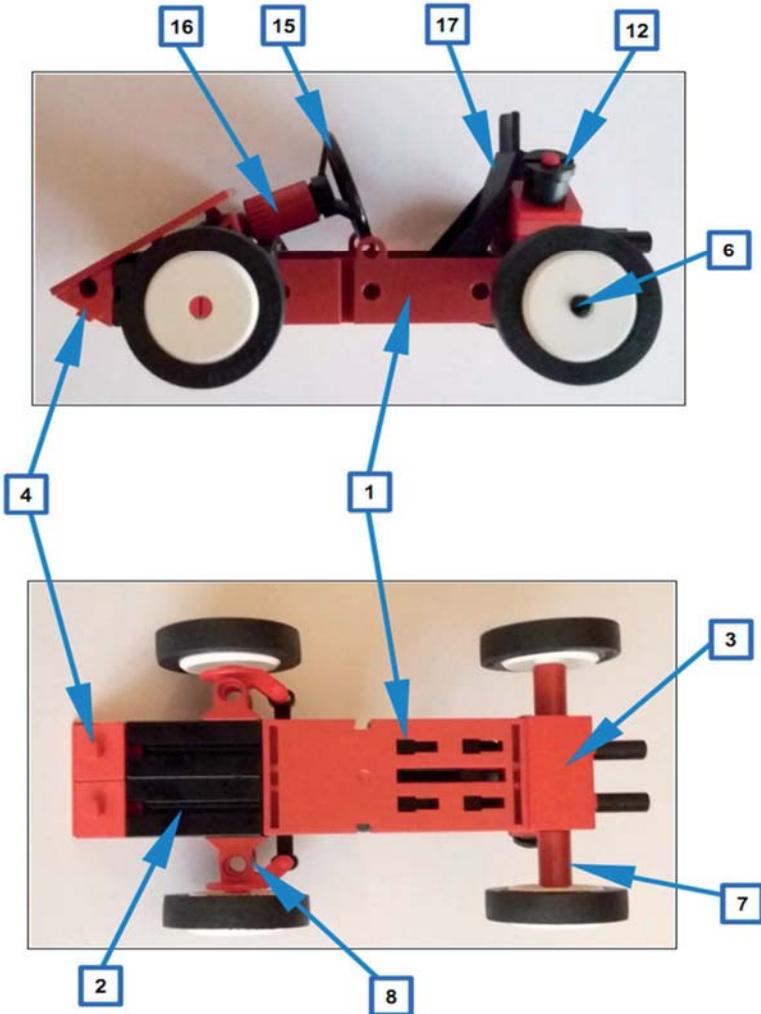
Literaturverzeichnis

- Berkemeyer, N., Bos, W., Manitiuss, M., & Müthing, K. (2008). Unterrichtsentwicklung in Netzwerken. (K. Müthing, Hrsg.) Münster/New York/ München/ Berlin: Waxmann Verlag GmbH.
- Biehl, O., Hengesbach, K., Jacobs, H., Langela, S., Lehberger, J., Müser, D., . . . Stahlschmidt, H. (2008). Lernfeld Metalltechnik Industriemechanik Prozesswissen. Troisdorf: Bildungsvlag Eins.
- Brossardt, B. (kein Datum). Verband der Bayrischen Metall- und Elektroindustrie e.V. Abgerufen am 10. November 2016 von https://www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaenglische-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbm_Studie_Industrie-4-0.pdf
- Deitermann, M., Schmolke, D., & Rückwart, W.-D. (2011). Industrielles Rechnungswesen IKR (40 Ausg.). Braunschweig: Wilkers.
- Dorst, W., & Scheibe, A. (April 2015). Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Abgerufen am 9. November 2016 von <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/I/industrie-40-verbaendeplattform-bericht,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>
- Euler, D. (2004). Handbuch der Lernortkooperation (Bd. 1). (D. Euler, Hrsg.) Bielefeld: W. Bartelsmann Verlag.
- Hirsch-Kreinsen, H. (Dezember 2014). Friedrich-Ebert-Stiftung. Abgerufen am November 2016 von <http://library.fes.de/pdf-files/wiso/11081.pdf>
- ISB (Juli 2002). Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung. (S. f. Bildungsforschung, Hrsg.) Abgerufen am 30. November 2016 von https://www.isb.bayern.de/download/8856/lp_bs_industriekaufmann.pdf
- ISB (Juli 2004). Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung. (S. f. Bildungsforschung, Hrsg.) Abgerufen am 15. Dezember 2016 von <https://www.isb.bayern.de/download/8858/lp-industriemechaniker.pdf>
- Is-bw (2008). Landesinstitut für Schulentwicklung Baden-Württemberg. Von https://shop.is-bw.de/eshop.php?eslink=1&action=like_search abgerufen
- Ittermann, P. & Niehaus, J. (2015). Industrie 4.0 und Wandel von Industriearbeit. Überblick über Forschungsstand und Trendbestimmungen. In H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann & J. Niehaus (Hrsg.), Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen (32–51). Berlin: Nomos.
- Müller, J., Felsch, S., Frühbauer, R., Krohn, J., Kurtenbach, S., & Rupp, M. (2015). Kompetenz Industrie (6 Ausg.). (J. Müller, Hrsg.) Haan-Gruiten: Europa- Lehrmittel.
- Schmid, D., Kirchner, A., Pflug, A., Koke, T., Kaufmann, H., Dembacher, M., . . . Lehmann, A. (2013). Produktion Technologie und Management. (D. Schmid, Hrsg.) Haan-Gruiten: Europa-Lehrmittel.

- Siepmann, D. (2016). Industrie 4.0 Grundlagen und Gesamtzusammenhang. In A. Roth, Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0 (S. 17-72). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Speth, H., Hug, H., Sailer, E., Hartmann, G., Härter, F., & Kerber, B. (2007). Betriebswirtschaftliche Geschäftsprozesse. (H. Dr. Speth, Hrsg.) Rinteln: Merkur Verlag.
- Weidemann, D. (2014). Bildung 4.0 – für die Arbeitswelt der Zukunft. Neu-Isenburg: Walter Thiele GmbH & Co. KG.
- Wilbers, K. (2014a). Wirtschaftsunterricht gestalten. Lehrbuch. Eine traditionelle und handlungsorientierte Didaktik für kaufmännische Bildungsgänge (2. Aufl.). Berlin: Epubli.
- Wilbers, K. (2014b). Wirtschaftsunterricht gestalten. Toolbox. Eine traditionelle und handlungsorientierte Didaktik für kaufmännische Bildungsgänge (2. Aufl.). Berlin: Epubli.

Anhang

Ausschnitt Fertigungsdokument Modell „smart“



Corporate E-Learning in Industrie 4.0

E-Learning on-the-job in Form von Performance Support realisieren

E-Learning befindet sich aktuell in einem permanenten Wandel. Traditionelle Formen des E-Learning werden stetig weiterentwickelt und durch neue technologische Möglichkeiten ergänzt. Zudem kommen neue Formen des E-Learning auf, wie das Lernen in Augmented und Virtual Reality, und verändern die E-Learning Welt kontinuierlich. Dies hat auch Auswirkungen auf das Corporate E-Learning. Größter Treiber der Veränderungen ist hier Industrie 4.0 bzw. die fortschreitende Digitalisierung. Durch die Veränderungen wird es notwendig, in der Aus- und Weiterbildung vermehrt auf den Bereich des Lernens im Prozess der Arbeit zu setzen. Eine Möglichkeit diesen Anforderungen gerecht zu werden, kann E-Learning on-the-job in Form von Performance Support sein. Mit Performance Support ist es möglich Mitarbeitende in Leistungssituationen gezielt mit den Informationen zu unterstützen, die sie für die Bewältigung der Situation benötigen. Dies kann dazu führen, dass die Produktivität und Effektivität der Nutzenden in der Leistungserbringung steigt. Performance Support ist eine sinnvolle Erweiterung bisheriger Lehr-/ Lernarrangements, um den zukünftigen Anforderungen an das Corporate E-Learning entgegenzutreten. Es kann eingesetzt werden, um Nutzende in der Post-Qualifizierung im Prozess der Arbeit zu unterstützen und so helfen, Wissen langfristig zu festigen.

1 Corporate E-Learning – Begriffsbestimmung und Schlüsselaktivitäten

Unter dem Begriff E-Learning versteht man allgemein die Nutzung computerbasierter, insbesondere internetgestützter Techniken zu Lehr- Lernzwecken (Wilbers, 2014, S. 679). E-Learning bildet dementsprechend einen Oberbegriff für alle technologiebasierten Formen des Lernens. Abzugrenzen von diesem Begriff ist Technology-based Training. Technology-based Training umfasst das Lernen mit Beamern oder Smartboards als Präsentationsmedien im computergestützten Unterricht. E-Learning hingegen lässt sich in die Bereiche computer-based Training (CBT), web-based Training (WBT), Online Learning sowie Distance, Virtual und Tele Learning untergliedern (Back, Bendel & Stoller-Schai, 2001, S. 33–34). Hinzu kommt eine Sonderform des E-Learning, das sogenannte Blended Learning, bei dem verschiedenste E-Learning Methoden mit Präsenzeinheiten kombiniert werden können.

Als Corporate E-Learning bezeichnet man allgemein alle E-Learning Aktivitäten, die ein Unternehmen plant und durchführt (Wilbers, 2005). Laut Kremer (2005, S. 8) kann von Corporate E-Learning allerdings nur gesprochen werden, wenn folgende Kriterien auf ein Unternehmen zutreffen:

- Es existiert ein zentraler Ansprechpartner (oder Organisationseinheit bzw. Verantwortungsbereich) für das Thema E-Learning im Unternehmen.
- E-Learning wird flächendeckend eingesetzt bzw. soll flächendeckend eingesetzt werden.
- Es gibt eine unternehmensweit abgestimmte E-Learning Strategie.
- ODER: Es gibt eine Anzahl an einzelner E-Learning Projekte, die aber im Sinne einer für das Unternehmen ganzheitlichen Lösung zusammengeführt und vernetzt werden sollen.

Der Einsatz von E-Learning im Unternehmen kann unterschiedliche Ziele verfolgen. Typische Ziele für den Einsatz von E-Learning sind beispielsweise das Reduzieren von Trainingszeiten oder -kosten, die Implementierung und Optimierung von Personalentwicklungsprozessen oder ein konkreter und zeitlich begrenzter hoher Ausbildungsbedarf im Unternehmen (Kremer, 2005, S. 8). Weitere Gründe für den Einsatz von E-Learning in Unternehmen sind Herausforderungen wie die Tatsache, dass heutzutage Bildungsangebote schnell und flexibel zur Verfügung stehen müssen und Lernende vermehrt über große Entfernungen gemeinsam an Bildungsangeboten teilnehmen. Der Einsatz technologiebasierter Lernformen ermöglicht es Mit-

arbeitenden orts- und zeitunabhängig an Lernangeboten teilzunehmen und diese auch mitzugestalten. Die Unternehmen können so gezielt auf die Herausforderungen reagieren (Böhler et al., 2013, S. 2).

Eine zu beobachtende Zielveränderung in der betrieblichen Bildung sorgt aktuell zusätzlich für eine steigende Relevanz des E-Learning im Bereich der Aus- und Weiterbildung in Unternehmen. Durch eine Verschiebung der Lerninhalte weg von reiner Wissensvermittlung und Qualifizierung der Mitarbeitenden hin zur Kompetenzentwicklung, ist das aktuelle Ziel von E-Learning häufig die Vermittlung von Fähigkeiten zur selbstorganisierten Lösung von Problemstellungen in der Praxis. Diese Veränderung geht mit einer fortschreitenden Verschmelzung von Lern- und Arbeitsprozessen sowie der Förderung informeller Lernangebote einher. Dies sorgt wiederum dafür, dass zunehmend informelles Lernen an die Stelle formeller Lernstrukturen tritt (Böhler et al., 2013, S. 2).

Im Vergleich zu anderen betrieblichen Lernformen besteht beim E-Learning eine selbstverständliche Verbindung zu einem rechnergestützten Arbeitsplatz. Im Kontext des arbeitsorientierten Lernens scheint deshalb eine Verbindung von Arbeit und E-Learning besonders leicht herstellbar. Dies ermöglicht es auf einfachen Wegen formelles und informelles Lernen in den Arbeitsprozess zu integrieren. E-Learning im Prozess der Arbeit ist demnach als ein Lernen zu verstehen, das informelle Lernprozesse bei der Bearbeitung von Arbeitsaufgaben mithilfe elektronischer Medien mit formalem Lernen verbindet (Dehnbostel, 2017).

Als Schlüsselaktivitäten des Corporate E-Learning lassen sich somit die Aus- und Weiterbildung respektive die Informierung von internen oder externen Mitarbeitenden, das arbeitsplatznahe bzw. arbeitsintegrierte E-Learning sowie die E-Learning Content-Entwicklung identifizieren.

2 Herausforderungen und Veränderungen im Corporate E-Learning

Das Geschäftsmodell des Corporate E-Learning wird aktuell durch unterschiedliche Herausforderungen und Veränderungen beeinflusst (Wilbers, 2016, S. 6). Große Treiber der Veränderung sind Megatrends wie Industrie 4.0 bzw. die stetig fortschreitende Digitalisierung und die zunehmende Globalisierung der Unternehmen (Böhler et al., 2013, S. 2). Diese Treiber haben unterschiedlichste Auswirkungen auf das Corporate E-Learning.

Die Arbeitsgruppe Arbeit, Aus- und Weiterbildung der Plattform Industrie 4.0 hat für die anstehenden Herausforderungen für die Aus- und Weiterbildung in Industrie 4.0 demnach drei Handlungsfelder definiert, in denen einerseits betont wird, dass Rahmenbedingungen in den Organisationen so gestaltet werden müssen, dass Arbeiten und Lernen innerhalb der Prozesse leicht möglich ist. Zusätzlich sollen Ausbildung und Qualifizierung in den Unternehmen so angeordnet werden, dass betriebliche Kompetenzentwicklung, prozessorientiertes Lernen und neue Lernformen unterstützt werden (Plattform Industrie 4.0, 2015). Diese Kombination aus einer stärkeren Fokussierung auf das Lernen innerhalb des Prozesses der Arbeit in Verbindung mit der Unterstützung neuer Medien bietet neue Chancen und Anwendungsgebiete für das Corporate E-Learning. Zusammenfassen kann man diese Möglichkeiten unter dem Begriff E-Learning on-the-job. E-Learning on-the-job unterscheidet sich vom klassischen E-Learning vor allem dadurch, dass es wenig bis keine ausgewiesene Lernzeiten für Lerneinheiten gibt und häufig keine Unterstützung durch pädagogische Professionals gewährleistet werden kann. Hinzu kommt, dass sich der Unterstützungsbedarf aus bestimmten Situationen definiert, was wiederum eine hohe Bedeutung der Kasuistik, dem Lernen am Problem oder am konkreten Auftrag, mit sich bringt. Bei E-Learning on-the-job handelt es sich somit um tatsächliches Lernen in der Situation, sogenanntes on-time-Lernen, was eine erhebliche Erleichterung und Unterstützung für Mitarbeitende im Arbeitsalltag sein kann (Wilbers, 2016, S. 12). Trotz der vielen positiven Aspekte ergeben sich aber auch kleinere Probleme durch E-Learning on-the-job. Mit der hohen Bedeutung der Kasuistik geht eine hohe Situationsabhängigkeit der Lerninhalte einher. Es wird dementsprechend immer nur das gelernt, was gerade auch benötigt wird. Ein vorbereitendes Lernen bzw. Lernen auf Vorrat ist demnach nicht vorgesehen. Zudem ergibt sich ein Gestaltungsproblem hinsichtlich der Reflexion des Gelernten. So ist häufig nicht ausreichend gesichert, ob das Erlernete auch in anderen Situationen gültig ist (ebd.).

Weitere Auswirkungen der Megatrends auf das Geschäftsmodell des Corporate E-Learning sind die zunehmende Flexibilität in der Produktion und sowie die steigende Innovativität der Produkte. Die angebotenen Produkt-Service-Bündel der Unternehmen werden aufgrund dieser Faktoren immer komplexer und es werden kontinuierlich neue Produkte entwickelt, die den Kunden und Mitarbeitenden erklärt werden müssen. In diesem Bereich setzen Unternehmen E-Learning zu Dokumentationszwecken ein und versuchen so bspw. Bedienungsanleitungen zu ersetzen bzw. vereinfacht und funktionell darzustellen. E-Learning wird in diesem Szenario immer mehr zur Kundenbindungsstrategie der Unternehmen (Wilbers, 2016, S. 6).

Zu diesen Veränderungen kommt die Entwicklung, dass durch die stetige Verbesserung der technischen Infrastruktur der Unternehmen mehr Assistenzsysteme in Produktion und Kundenservice zum Einsatz kommen (ebd.). Unter Assistenzsystemen versteht man rechnerbasierte Systeme, die dem Menschen bei der Entscheidungsfindung und Entscheidungsdurchführung unterstützen (Blutner et al., 2007, S. 6). Die Aufgaben eines solchen Systems können die Entscheidungsvorbereitung, die Alternativenauswahl, die Entscheidungsausführung oder auch die Entscheidungsüberwachung umfassen. Kennzeichnende Merkmale eines Assistenzsystems sind somit die Identifikation einer Lösungsmenge, die Auswahl und Bewertung von Alternativen sowie autonomes Agieren (ebd., S. 6-7). Assistenzsysteme für Industrie 4.0 können durch die Bandbreite an technischen Möglichkeiten auf verschiedenste Weise umgesetzt werden. Aktuell wird bereits damit experimentiert, wie diese Systeme auch über Augmented Reality Lösungen in Verbindung mit Sprachansagen oder point-to-light-Systemen realisiert werden können (Niehaus, 2016, S. 4). Augmented Reality, englisch für erweiterte Realität, bietet dem Nutzenden die Möglichkeit, sich bspw. durch eine spezielle Brille oder ein Tablet zusätzliche Informationen in das Sichtfeld der normalen Welt einblenden zu lassen. Mitarbeitende können so E-Learning als Entscheidungsunterstützung am point-of-doing, also dem Ort bzw. Platz, an dem sie eine Leistung erbringen nutzen (Wilbers, 2016, S. 6). Beispiele für Anwendungsfelder für Assistenzsysteme in Industrie 4.0 sind die Montage in der Produktion, die Wartung und Instandhaltung sowie die Kommissionierung in der Logistik (Niehaus, 2016, S. 4).

Als letzte Veränderung des Geschäftsmodells des Corporate E-Learning muss noch die zunehmende Informationstransparenz innerhalb der Unternehmen angeführt werden (Wilbers, 2016, S. 6). Aufgrund dieser hohen Verfügbarkeit von Daten ist es bspw. möglich, Konstruktionsdaten von Maschinen oder anderen Bauteilen bzw. Produkten komplett in E-Learning Entwicklungssoftware zu überführen. Dies kann das Erstellten von Animationen in 3D oder Anwendungen für Augmented oder Virtual Reality erheblich erleichtern und somit die Entwicklungszeiten für E-Learning Einheiten reduzieren.

3 Performance Support – Eine Möglichkeit den Herausforderungen entgegenzutreten

Eine Möglichkeit all diese Herausforderungen zu meistern, kann der gezielte Einsatz von Performance Support sein. Performance Support ist nach Rossett und Schafer „A helper in life

and work, performance support is a repository for information, processes, and perspectives that inform and guide planning and action“ (2006, S. 2).

A helper in life and work bezeichnet dabei den Grundgedanken des Konzepts. Performance Support stellt übereinstimmende Informationen und Arbeit, angesiedelt im nahen Umfeld des Individuums dar, die darauf ausgerichtet sind, das Individuum zu unterstützen, wenn Unterstützung benötigt wird. Mögliche Darstellungsvarianten können dementsprechend Bildschirme an gewöhnlichen Arbeitsplätzen, Hinweise auf mobilen Endgeräten oder auch Anweisungen über Kopfhörer sein (ebd.). *Repository for information, processes, and perspectives* meint die Anforderung, dass Performance Support kritische Informationen, Prozesse, Weisheit bzw. Know-how und Betrachtungsweisen beinhalten und zugänglich machen muss (ebd.). *Inform and guide* beschreibt die Tatsache, dass viele der von Performance Support unterstützten Situationen spezifische Anweisungen erfordern. Das Individuum benötigt häufig aufgrund des Kontextes so präzise Anweisungen, dass kein Spielraum für Grauzonen und keine Möglichkeiten für individuelle Eigenheiten bestehen. Die Auswirkungen von fehlerhaftem Anwenden bzw. Handeln sind in vielen Bereichen, wie bspw. der Bedienung von Kraftwerksanlagen oder Flugobjekten, zu gravierend (ebd., S. 3). *Planning and action* beschreibt in diesem Zusammenhang die unterschiedlichen Anwendungsszenarien von Performance Support. So ist Performance Support einerseits eine Möglichkeit Individuen innerhalb von Prozessen und Aktionen mittels Informationen im jeweiligen Kontext zu unterstützen. Andererseits geht die Definition aber auch darüber hinaus, indem sie auch das Unterstützen kognitiver Aspekte, wie die Annäherung an ein Problem oder Wege zur Reflexion oder Analyse von Situationen, in den Fokus rückt (ebd., S. 4).

Eine weitere Definition, welche kurz und prägnant die wichtigsten Punkte erläutert, liefert Rosenberg. Seiner Auffassung nach ist Performance Support „A tool or other resource, from print to technology-based, that provides just the right amount of task guidance, support, and productivity benefits to the user, precisely at the moment of need“ (Rosenberg, 2016, S. 8). Kurz zusammengefasst kann man Performance Support demnach als die digitale oder analoge Unterstützung in einer Leistungs- bzw. Arbeitssituation bezeichnen, die zur richtigen Zeit genau die benötigten Informationen gibt.

Es gibt verschiedene Arten von Performance Support. In diesem Beitrag richtet sich der Fokus auf den electronic Performance Support als technologischen Ansatz. Ein electronic Performance Support System setzt die Idee des Microlearning am point-of-doing technisch um. Die Nutzenden erhalten kontextbezogene Lerneinheiten direkt am Arbeitsplatz und steigern so ihre

Produktivität und Effektivität (Roth & Steinhübel, 2016, S. 11). Eine Form des Performance Supports, die dabei im Kontext Industrie 4.0 häufig erwähnt wird, ist der Einsatz von sogenannten Lernzeugen bzw. Learnstruments. Der wissenschaftliche Beirat der Plattform Industrie 4.0 erwähnt in seinen 17 Thesen zu Industrie 4.0, dass lernförderliche Arbeitsmittel (Learnstruments) die Lehr- und Lernproduktivität erhöhen und Ausbildungsinhalte mit zunehmend hohem Anteil an IT-Kompetenzen entstehen. Lernzeuge sind nach diesem Verständnis gebrauchstaugliche und lernförderliche Artefakte, die dem Nutzenden ihre Funktionalität automatisch selbst erläutern (Plattform Industrie 4.0, 2014, S. 4).

Beim Informationsgehalt der Lerneinheiten gilt das Minimalprinzip. Es soll gerade so viel Information gegeben werden wie nötig, um effektiv innerhalb der Arbeitsprozesse zu unterstützen. Darüber hinaus sollte aber die Möglichkeit bestehen, Inhalte bei Bedarf noch zu vertiefen (Roth & Steinhübel, 2016, S. 11). Der Content wird derzeit in den meisten Fällen in Form von kurzen Schrittanleitungen in Textform, sogenannten Step Lists, dargeboten. Sollte eine reine Textinformation nicht ausreichen, wird häufig auf eine visualisierte Detailanleitung zurückgegriffen. Diese Darbietungsform nennt sich pictured Step by Step List. Für die Darstellung von Use Cases oder Prozessszenarien eignen sich sehr kurze Videoeinheiten oder Screencasts, die nach inhaltlichen und didaktischen Gesichtspunkten entwickelt und produziert werden. Diese kurzen Einheiten bezeichnet man als Learning Nuggets (ebd.).

Typische Unterstützungssituationen für den Einsatz von Performance Support sind Situationen,

- die in unregelmäßigen Abständen wiederkehren.
- die sich als komplex erweisen und viele Schritte oder Attribute umfassen.
- bei denen die Auswirkungen von Fehlern nicht tolerierbar sind.
- in denen die Leistung vom Filtern großer Informationsmengen abhängt.
- in denen die Leistung von Wissen, Prozessen oder Annahmen abhängt, die sich häufig ändern.
- in denen die Leistung durch Selbst-Assessment der Arbeitnehmenden verbessert werden kann und so zur Korrektur der Standardvorgehensweisen beiträgt.
- in denen eine hohe personelle Fluktuation vorzufinden ist und die zu bewältigende Aufgabe als einfach wahrgenommen wird.

- in denen wenig Zeit oder keine Ressourcen für andere Trainingsmaßnahmen zur Verfügung stehen.

(Rossett & Schafer, 2006, S. 21–24)

Beispiele für Unterstützungssituationen sind die Diagnose von Zuständen von Maschinen oder Systemen, die Interpretation von Daten oder die Planung und Ausführung von Aktionsfolgen.

Als Ziel des Performance Support kann die Integration von Hilfestellung in den Arbeitsprozess verstanden werden. Hierin unterscheidet sich Performance Support von der Ausrichtung klassischer Schulungsmaßnahmen, bei denen der Lernende seine Arbeit für die Weiterbildung unterbricht. Bei Performance Support wird der Lernprozess in den Arbeitsalltag integriert und durch diesen unterstützt (Roth & Steinhübel, 2016, S. 9–10). Performance Support kann zwar klassische Trainingsmaßnahmen nicht komplett ersetzen, kann aber helfen, die Weiterbildungsmaßnahmen optimal zu ergänzen, indem in der Phase der Post-Qualifizierung gezielt auf den Einsatz von Performance Support gesetzt wird. Dies kann dazu führen, dass sich der benötigte Zeitbedarf für Trainingsmaßnahmen reduziert und sich die Präsenzschulungen von der reinen Bereitstellung von Fakten und der Vorstellung von Tools oder Features zur Bereitstellung von kritischen Fähigkeiten wandeln (ebd., S. 10).

Performance Support bietet noch vielfältige weitere Vorteile. So kann Performance Support einerseits dazu beitragen, die Produktivität und Effektivität der Nutzenden zu erhöhen. Dies hilft unter anderem dabei die Ressourcenverschwendung in diesem Bereich der Unternehmen zu reduzieren, was wiederum Kosten einsparen kann. Des Weiteren kann über mobile Endgeräte ortsunabhängig unterstützt werden, was einer globalen Reichweite für den Support entspricht. Zu guter Letzt erleichtert Performance Support den Nutzenden den Zugang zu Expertenwissen, reduziert die Zeiten, die Mitarbeitende für Schulungs- und Trainingsmaßnahmen freigestellt werden müssen und kann sogar dazu beitragen, die Zufriedenheit der Mitarbeitenden mit ihrer Arbeit zu verbessern (Rosenberg, 2016, S. 37).

Die Integration von E-Learning on-the-job in Form vom Performance Support unterliegt aktuell allerdings noch einigen Restriktionen. So fehlt es derzeit bspw. noch an Software zur einfachen und unkomplizierten Erstellung von E-Learning Einheiten, insbesondere was das Lernen in Augmented und Virtual Reality betrifft. Die Entwicklung von E-Learning Content dauert in diesem Bereich noch sehr lange und ist zu aufwendig organisiert. Hier bedarf es dringend neuer Lösungen. Um E-Learning on-the-job umzusetzen zu können, müssen zudem noch vielerorts Lernräume und Arbeitsplätze um- bzw. neugestaltet werden. E-Learning on-the-job

benötigt digitale Medien und gute Infrastrukturen, die entsprechend der einzelnen Bedarf eventuell erst noch geschaffen werden müssen. Darüber hinaus müssen Lehrende und Auszubildende vor Ort ausgebildet werden, die kompetent im Umgang mit den neuen Medien und Lehr-Lernkonzepten sind, um den zielführenden Einsatz zu gewährleisten. Dieser Faktor könnte sich als „Flaschenhals“ der Realisierung des Konzeptes erweisen.

4 Konsequenzen für Corporate E-Learning in Industrie 4.0

Aufgrund der beschriebenen Veränderungen und Lösungsmöglichkeiten lassen sich unterschiedliche Konsequenzen für das zukünftige Corporate E-Learning ableiten. Es ist zu erwarten, dass das E-Learning on-the-job in den kommenden Jahren erheblich an Bedeutung gewinnt. Die Förderung des Lernens innerhalb der Prozesse der Arbeit durch den Einsatz neuer Medien gezielt zu unterstützen, erscheint als sinnvoll und zwingend notwendig, um den zukünftigen Anforderungen an das Corporate E-Learning gerecht zu werden. Die Integration von E-Learning on-the-job in den Alltag der Aus- und Weiterbildung könnte dabei z. B. durch Integration von digitalen Endgeräten oder Learnstruments erfolgen. Eine weitere Möglichkeit stellt die Integration von E-Learning on-the-job in Form von Performance Support in das Geschäftsmodell des Corporate E-Learning dar. Performance Support bietet eine Vielzahl an Vorteilen in der Unterstützung von Individuen in Arbeitsprozessen und sollte deshalb bei passenden Szenarien zum Einsatz kommen (Wilbers, 2016, S. 15).

All diese Veränderungen führen allerdings auch dazu, dass die Komplexität der E-Learning Umgebungen weiter zunehmen wird. Neue technische Möglichkeiten, wie der Einsatz von erweiterter und virtueller Realität im Corporate E-Learning, tragen ihren Teil hierzu bei (ebd.). Dies bringt wiederum neue Herausforderungen für die Schlüsselaktivitäten des Corporate E-Learning mit sich. So wird aufgrund der vielfältigen Angebote und E-Learning Methoden die E-Learning Content-Entwicklung stark gefordert und es muss auch in diesem Bereich nach neuen Wegen gesucht werden, um den Anforderungen gerecht zu werden. Eine Lösung in diesem Bereich könnte die agile E-Learning Content-Entwicklung sein.

5 Resümee

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Integration von E-Learning on-the-job zukünftig von enormer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Aus- und Weiterbildung in Unternehmen sein wird. Eine Realisierung dieses Konzepts durch den Einsatz von Performance Support erscheint dabei als sinnvolle und zielführende Variante. Die neuen Möglichkeiten, besonders hinsichtlich des Einsatzes virtueller und erweiterter Realität, bieten viele Gelegenheiten Individuen gezielt am point-of-doing in der Leistungssituation zu unterstützen. Diese Chancen sollten genutzt werden, um eine Steigerung der Effektivität und Produktivität der Arbeitsleistung von Nutzenden zu ermöglichen.

Abschließend soll noch erwähnt werden, dass die Integration von E-Learning on-the-job in Form von Performance Support eine sinnvolle Erweiterung bisheriger Lehr- Lernarrangements darstellt und nicht der alleinige Königsweg sein kann. Es werden auch zukünftig Aus- und Weiterbildungsangebote in klassischen Formen benötigt. Eine Unterstützung dieser Angebote mit Performance Support wird aufgrund der überwiegenden positiven Aspekte empfohlen.

Literaturverzeichnis

- Back, A., Bendel, O. & Stoller-Schai, D. (2001). E-Learning im Unternehmen. Grundlagen, Strategien, Methoden, Technologien (1. Aufl.). Zürich: Orell Füssli.
- Blutner, D., Cramer, S., Krause, S., Mönks, T., Nagel, L., Reinholz, A. et al. (2007). Ergebnisbericht der Arbeitsgruppe 5 - Assistenzsysteme für die Entscheidungsunterstützung. Technical Report 06009.
- Böhler, C., Lienhardt, C., Robes, J., Sauter, W., Süß, M. & Wessendorf, K. (2013). Webbasierendes Lernen in Unternehmen. Entscheider/innen, Zielgruppen, Lernformen und Erfolgsfaktoren. In M. Ebner & S. Schön (Hrsg.), L3T. Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien (2. Aufl., S. 1–9).
- Dehnbostel, P. (2017). Perspektiven für betriebliches und eLearning: Informelles Lernen im Prozess der Arbeit. eLearning Journal.
- Kremer, W. (2005). Die Anbietersicht: Der rechte Umgang mit Stakeholdern. In K. Wilbers (Hrsg.), Stolpersteine beim Corporate E-Learning. Stakeholdermanagement, Management von E-Learning-Wissen, Evaluation (S. 5–18). München: De Gruyter Oldenbourg.
- Niehaus, J. (2016, September). Assistenzsysteme für Industrie 4.0. Anwendungsfelder und Gestaltungsperspektiven, Stuttgart.
- Plattform Industrie 4.0. (2014). Neue Chancen für unsere Produktion. 17 Thesen des wissenschaftlichen Beirats der Plattform Industrie 4.0.
- Plattform Industrie 4.0. (2015). Hintergrund zur Plattform Industrie 4.0.
- Rosenberg, M. (2016, April). Performance Support: Adding Value to L&D, 's-Hertogenbosch.
- Rossett, A. & Schafer, L. (2006). Job Aids and Performance Support. Moving From Knowledge in the Classroom to Knowledge Everywhere (2nd ed.). Hoboken: John Wiley & Sons Inc.
- Roth, F. & Steinhübel, N. (2016). Performance Support. Unterstützung am Arbeitsplatz durch kontextgebundene Lerneinheiten.
- Wilbers, K. (Hrsg.). (2005). Stolpersteine beim Corporate E-Learning. Stakeholdermanagement, Management von E-Learning-Wissen, Evaluation. München: De Gruyter Oldenbourg.
- Wilbers, K. (2014). Wirtschaftsunterricht gestalten. Eine traditionelle und handlungsorientierte Didaktik für kaufmännische Bildungsgänge (2. Aufl.). Berlin: epubli.
- Wilbers, K. (2016, September). Berufsbildung 4.0: Umbrüche und Weiterungen des Geschäftsmodells von Corporate E-Learning im Zeitalter von Industrie 4.0, Hamburg.

Mandy Hommel

Geschäftsprozess- und funktionsorientiertes Lernen am Beispiel von SAP ERP HCM

Das Lernen des Umgangs mit einer integrierten Unternehmenssoftware sollte an realitätsnahen Geschäftsprozessen orientiert sein, um neben dem Wissen und den Fähigkeiten zur Anwendung der Software ein Gesamtverständnis für die zugrundeliegenden Arbeits- und Geschäftsprozesse aufbauen zu können. „Klickschulungen“ sind Lernumgebungen, in denen sich Lernende anstatt handlungssystematisch und geschäftsprozessorientiert Wissen aufzubauen, kleinschrittig die Softwarefunktionen erarbeiten. Diese Studie untersucht, ob eine prozessorientierte Gestaltung der Lernumgebung tatsächlich Vorteile gegenüber einer funktionsorientierten Gestaltung im Hinblick auf den Lernerfolg aufweist, sowohl für das Erinnern und Ausführen einzelner Prozeduren als auch für die Anwendung auf komplexe Aufgaben im Rahmen betrieblicher Geschäftsprozesse. Das Lernen des Umgangs mit SAP ERP HCM wird in einem 2x2-faktoriellen Design in den Bedingungen einer funktionsorientierten und einer prozessorientierten Lernumgebung, jeweils in Einzel- und Partnerarbeit untersucht. Die Ergebnisse zeigen ein besseres Abschneiden der Lernenden in der prozessorientiert-dyadischen Bedingung in Bezug auf das Erinnern. Hinsichtlich der Anwendung zeigen sich jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Ergebnisse weisen auf Vorteile des prozessorientiert-dyadischen Lernens hin.

1 Inhalt

Die Einführung integrierter Unternehmenssoftware ist nicht selten mit Problemen verbunden (Hall, 2002, S. 264). Insbesondere in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) ist sie häufig unstrukturiert und unsystematisch (Jansen, Müller, Prümper & Stein, 2005). Ein wesentlicher Erfolgsaspekt ist die Qualifizierung der zukünftigen Anwender/-innen im Umgang mit der Software. Die Qualifizierung zielt auf ein systematisches, effektives und effizientes Erreichen beruflicher Handlungsfähigkeit. In diesem Sinne stellt das Erlernen einer neuen Anwendungssoftware eine kritische Einflussgröße auf den wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens dar (Evans et al., 2006).

Um künftige Anwender/-innen bestmöglich zu qualifizieren, sollten Transferprobleme (Hasselhorn & Gold, 2013, S. 307) und träges Wissen vermieden werden (Bendorf, 2001; Dubs, 2009; Gruber, Mandl & Renkl, 2001, Rebmann & Tenfelde, 2008). Mögliche mit einer Softwareumstellung einhergehende Probleme und negative Konsequenzen für das Unternehmen, durch fehlende Handlungsfähigkeit der Anwender/-innen, können so minimiert werden. Integrierte Unternehmenssoftware in der Form des Enterprise Resource Plannings (ERP) ermöglicht die funktionsübergreifende Abbildung realer Geschäftsvorfälle, Arbeits- und Geschäftsprozesse (Getsch & Preiss, 2003; Hall, 2002; Preiss, 2015; Scherer & Schaffner, 2003). Damit ist es potentiellen Anwender(n)/-innen möglich, geschäftsbezogene Daten ohne aufwendige Orientierungs- und Transferleistungen, die dem Aufbau, der Ausgestaltung und den spezifischen Funktionen der Software geschuldet wären, zu erfassen und zu pflegen. Damit können nicht nur einzelne Softwarefunktionen gelernt, sondern arbeitsprozessintegriert ein „selbstbewusstes Orientierungs-Wissen“ (Kruse, 2002, S. 100) entwickelt werden. Dieses Wissen umfasst nicht nur die Softwareanwendung für einzelne Geschäftsvorfälle und Arbeitsprozesse, sondern erlaubt den Lernenden eine ganzheitliche Sicht auf den Lerngegenstand und dessen Einordnung im Kontext der Geschäftsprozesse des Unternehmens.

Sind die Lernumgebungen stattdessen funktionsorientiert als Klickschulungen gestaltet, werden sie zum einen dem Potential der ganzheitlichen Perspektive integrierter Unternehmenssoftware nicht gerecht. Zum anderen bergen damit verbundene Lernprozesse das Risiko einer fragmentierten Sicht auf Geschäftsprozesse und den Softwareeinsatz, da sie nicht systematisch in den Kontext unternehmensbezogener Prozesse eingebettet werden (Wilbers, 2009). In der Folge wären Lernende nicht oder nur eingeschränkt in der Lage den Transfer in den Arbeitskontext komplexer realer Anforderungssituationen zu meistern. Statt handlungsfähig zu

sein, würden Lernende über partielles Wissen zu einzelnen Softwarefunktionen verfügen. Um Arbeits- und Geschäftsprozesse eines Unternehmens im Berufsalltag anwendungssicher in einer integrierten Unternehmenssoftware abbilden und steuern zu können, sollten Lernende daher eine ganzheitliche Sicht auf reale Geschäftsprozesse entwickeln können. Anzunehmen ist, dass insbesondere eine didaktische Konstruktion der Lernumgebung, die diese Prozessorientierung aufgreift (Sloane, 2009) und Lernprozesse an realitätsnahen und komplexen Geschäftsprozessen ausrichtet, in der Lage ist, neben einem effizienten Lernen des Umgangs mit der Software eine ganzheitliche Sicht zu ermöglichen.

Welche Unterschiede sich in Bezug auf den Lernerfolg zwischen einer funktionsorientierten und einer geschäftsprozessorientierten Konzeption einer Lernumgebung zeigen, ist empirisch zu prüfen. Dabei ist die Frage forschungsleitend, unter welchen Bedingungen – funktionsorientiert oder geschäftsprozessorientiert; einzeln oder mit einem Lernpartner – zukünftige Anwender/-innen am besten unterstützt werden können, um neben einzelnen Softwarefunktionen Handlungsfähigkeit im Sinne eines ganzheitlichen Verständnisses für die innerhalb der Software abzubildenden Arbeits- und Geschäftsprozesse zu entwickeln.

2 Funktions- versus Prozessorientierung

Als Ausgangspunkt der Auseinandersetzung mit den Konzepten Funktions- und Prozessorientierung kann das Streben nach effizienten internen Unternehmensprozessen (Kern- und Supportprozessen) identifiziert werden (Gaitanides & Ackermann, 2004). Die stärkere Kundenorientierung berücksichtigt, dass am Anfang und am Ende dieser Geschäftsprozesse die Interaktion mit einem Kunden steht (Tramm, 2009, S. 69). In der Arbeitsorganisation und der Betriebswirtschaftslehre mündete dies in einen Wandel von einer funktionsorientierten zu einer bereichsübergreifenden, prozessorientierten Sicht (Bendorf, 2008; Gaitanides & Ackermann, 2004; Tramm, 2009). Für die Berufsarbeit vollzog sich damit eine Abkehr von einer „berufs- und funktionsbezogenen zu einer an Geschäftsprozessen orientierten Arbeitsorganisation“ (Rebmann & Tenfelde, 2008, S. 5). In der Berufsqualifizierung findet sich der Paradigmenwechsel in der Lernfeldorientierung schulischer Lernprozesse, der berufliche Handlungsabläufe als Bezugsebene zugrunde liegen, wieder (u. a. Getsch & Preiss, 2003).

Die Begriffe Arbeits- und Geschäftsprozesse sind inhaltlich voneinander abgrenzbar. Arbeitsprozessen im gewerblichen Bereich liegt eine Transformation von Material zugrunde (Scheer,

1999; Tramm, 2009). Im kaufmännischen Bereich handelt es sich insbesondere um Informationsströme in Geschäftsprozessen (Tramm, 2009, S. 71). Rebmann und Schlömer (2009) unterscheiden Arbeitsprozesse als „systematisch geplante Vorgänge“ von Geschäftsprozessen, als dem umfassenderen Konzept, in die Arbeitsprozesse eingebettet sind (S. 2 f.). Geschäftsprozesse berücksichtigen neben der horizontalen (Arbeitsprozess-)Dimension der Tätigkeiten in Unternehmen auch die vertikale Dimension betrieblicher Ziele sowie Gestaltungs- und Strategieentscheidungen im Rahmen kaufmännischer Tätigkeiten (Tramm, 2009, S. 69 f.).

Für die betriebswirtschaftliche Teildisziplin des Personalmanagements, die erfolgsrelevante Unterstützungsprozesse gestaltet, bedeutet der Paradigmenwechsel eine Abkehr vom Denken in Funktionen hin zu einer Personalprozessorientierung (Jäger & Fellberg, 1999). In Bezug auf die Geschäftsprozesse im Human Resource Management (HRM), sind die „Kunden“ Interessenten, potentielle Bewerber/-innen bzw. Mitarbeiter/-innen. Die sachlichen Ziele (Tramm, 2009, S. 72) der Informationsströme im HRM dienen dem adäquaten Einsatz von Mitarbeiter(n)/innen entsprechend des unternehmensseitigen Aufgaben- und Anforderungsprofils. Gegenstand der Informationsströme sind die „Anbahnung“ einer Personalbeziehung mit Interessenten als potentiellen Mitarbeiter(n)/-innen, das Eingehen einer vertraglichen Arbeitsbeziehung, die informationsbezogene Begleitung der Vertragsbeziehung und ggf. die Beendigung der Arbeitsbeziehung. Die Bearbeitung der Vorgangsketten (Scheer, 1999; Tramm, 2009) solcher HR-Geschäftsprozesse kann mithilfe integrierter Unternehmenssoftware wie SAP ERP HCM erfolgen. Im Kontext des Lernens mit einer solchen integrierten Unternehmenssoftware sollen nicht nur Arbeitsprozesse auf operativer Ebene rekonstruiert und abgebildet werden, sondern Gesamtzusammenhänge von HR-Prozessen im Unternehmenskontext für Lernende fassbar werden. Im Sinne Tramm (u. a. 2009) sollen damit sowohl die Ebene der Informationsströme, die Sachzielebene und die Wertschöpfungsebene und damit die Ebenen betrieblicher Ziele und Entscheidungen berücksichtigt werden (Tramm, 2009, S. 72).

Einer handlungssystematischen Gestaltung des Lernens des Umgangs mit SAP ERP HCM kann bspw. der Personalauswahlprozess als Geschäftsprozess zugrunde gelegt werden (Abb. 1).



Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung des Geschäftsprozesses Personalauswahl/ Recruiting

An dessen Beginn steht i. d. R. eine Arbeits- und Anforderungsanalyse (Schuler, 2014a), die unter Berücksichtigung der strategischen Unternehmensausrichtung die konkreten Anforderungen aus der vakanten Position heraus für den/die zukünftige/n Stelleninhaber/-in definiert (Kanning, 2015). Die Anwerbung potentieller Bewerber kann mithilfe verschiedener Personalmarketingmaßnahmen unterstützt werden, um Bewerbungen geeigneter Bewerber/-innen auf ausgeschriebene Positionen zu erhalten. Nach Eingang der Bewerbungsunterlagen sind diese zu sichten und einer Vorauswahl (Negativselektion) zu unterziehen (Kanning, 2015; Marcus, 2011). Nach dieser Vorauswahl werden die verbleibenden Bewerber einer eingehenderen Eignungsbeurteilung unterzogen, für die verschiedene Verfahren (eigenschaftsorientierte, simulationsorientierte, biografische oder multimodale Verfahren, vgl. Schuler, Höft & Hell, 2014; Kanning & Schuler, 2014; Schuler, 2014b) genutzt werden können. Im Idealfall steht am Ende des Auswahlprozesses ein Vertragsangebot an den/die präferierte/n Kandidat(en)/-in und die Unterzeichnung des Arbeitsvertrages. In einer integrierten Unternehmenssoftware für das HRM können die zugrundeliegenden personalrelevanten Informationsströme im Sinne operativer Arbeitsprozesse abgebildet werden. Daneben ermöglicht sie eine Gesamtperspektive auf HR-Geschäftsprozesse im Kontext strategischer Analyse, Information, Planung und Entscheidung.

Zielgruppen für das Erlernen des Umgangs mit einer integrierten Unternehmenssoftware können sowohl bereits im Unternehmen Tätige als auch Auszubildende oder Studierende im Rahmen der beruflichen Erstqualifizierung sein. Beide Zielgruppen können in einer Softwareschulung bzw. einem Lehrgang systematisch den Umgang mit einer neuen Anwendersoftware erlernen. Im Fokus dieses Beitrags zu arbeitsbezogenem Lernen steht das systematische Lernen der Software im Rahmen kaufmännischer Aus- und Weiterbildung in einer Lernumgebung (Rebmann & Tenfelde, 2008, S. 13). Als theoretischer Bezugsrahmen für die Befähigung zum Umgang mit SAP ERP HCM können die Grundauffassungen der Handlungstheorie (Aebli, 1991) bzw. der kognitiven Handlungsregulation (u. a. Hacker, 1986; Miller, Galanter & Pribram, 1960) herangezogen werden. Denkprozesse sind in Handlungen eingebettet und müssen sich in ebendiesen wieder bewähren (Aebli, u. a. 1991). Solchermaßen handlungssystematisch gestaltete Lernsituationen zeichnen sich durch folgende Kriterien aus: (1) Prozessorientierung (im Sinne vollständiger Handlungszusammenhänge, adäquater Komplexität, realitätsnaher Problemstellungen und Bezügen zu anderen Unternehmensprozessen), (2) Förderung der beruflichen Handlungsfähigkeit, (3) Situationsbezug und subjektive Bedeutsamkeit (Vorwissen der Lernenden sowie derzeitige und künftige Bedeutsamkeit), (4) Wissenschaftsbezug (Fachwissensbezug, wissenschaftliche Konzepte und Modelle), (5) Reduktion und Transformation,

(6) Lern- und Arbeitsstrategien sowie (7) Generalisierung (Dekontextualisierung und Transfer) (Sloane, 2009, S. 206 ff.). In Lernsituationen, denen diese Kriterien zugrunde liegen, kann erfahrungsbasiertes Arbeitsprozesswissen generiert werden, das zur Bewältigung komplexer Arbeits- und Problemsituationen befähigt (Dehnbostel, 2007, S. 28). Transferprobleme werden so reduziert und gleichzeitig ein geschäftsprozessbezogenes Gesamtverständnis ermöglicht (Berben, 2006; Dehnbostel, 2007). Eine tiefe Verarbeitung und Elaboration (Craik, 2002; Kaune, 2006) wird insbesondere durch die realitätsnahen, komplexen Prozesse ermöglicht, die geeignet sind, Reflexion (Schön, 1983; Wyss, 2013) im Rahmen des Lernprozesses anzuregen. Reflexion dient so dem Transfer; Wissen bleibt nicht zusammenhang- und bedeutungslos, sondern wird flexibel anwendbar (Tramm, 1996, S. 295).

Im Rückbezug auf die Anforderungen, die ein Unternehmen an zukünftige Anwender/-innen stellt, sollten insbesondere prozessorientierte Lernumgebungen in der Lage sein, ein effizientes und arbeitsrealitätsnahes Lernen des Umgangs mit der Software zu ermöglichen. Obwohl diese Zusammenhänge theoretisch plausibel erscheinen, kann nur mithilfe von Vergleichsdaten eine mögliche Überlegenheit geschäftsprozessorientiert gestalteter Lernumgebungen gegenüber funktionsorientierten untersucht werden.

3 Lernen in Einzelarbeit versus Partnerarbeit

Um erfolgreich den Umgang mit einer neuen Software zu lernen, müssen Lernende selbst (geistig) aktiv werden (Meyer, 2011, S. 417; Mattes, 2011, S. 47). Lernprozesse in Einzelarbeit gehen mit einer Aktivierung einher, die sich in einem höheren Aufmerksamkeitsverhalten zeigt (Hommel, 2012). Einzelne Lernende bestimmen dabei ihr Lern- und Arbeitstempo selbst, weitgehend unabhängig von anderen.

Von diesem individualistischen Lernen ist – in Bezug auf den sozialen Aspekt der Organisation von Lernprozessen – das kooperative Lernen zu unterscheiden (Borsch, 2015, S. 18). Kooperation im Lernprozess zeichnet sich durch Interaktion und den Austausch (Mattes, 2011) über die Lerninhalte mit anderen Lernenden aus. Mindestens zwei oder mehr Lernende arbeiten gemeinsam selbständig. Neben dem Aspekt der Selbständigkeit betonen Hasselhorn und Gold (2013), dass Kooperation „aktives ... und soziales Lernen“ (S. 308) ist. Kooperatives Lernen zeichnet sich durch positive Interdependenz (wechselseitige Abhängigkeit) der Lernenden bei gleichzeitiger individueller Verantwortlichkeit, förderliche soziale Interaktionen, Kooperation und soziale Reflexion aus (Borsch, 2015; Hasselhorn & Gold, 2013, S. 310 ff.).

Der Stand der Forschung zeigt insgesamt eine Überlegenheit der Kooperation mit einem oder mehreren Lernpartnern gegenüber einzeln Lernenden (u. a. Lou, Abrami & d'Apollonia, 2001; Zierer, 2014, S. 63). Hattie (2012) berichtet in seiner Metaanalyse über Effektstärken von $d = .41$ für die Überlegenheit im Vergleich zu individualistischem Lernen (S. 88). Allerdings zeigen Forschungsergebnisse auch, dass verschiedene Voraussetzungen zur Wirksamkeit kooperativen Lernens auszumachen sind (Renkl & Mandl, 1995). Auf Ebene des Lernenden (1) sind die Fertigkeiten und die Bereitschaft zur Kooperation erforderlich (ebd., S. 294). Dazu kommt, dass die Lernenden mit kooperativem Lernen vertraut sein müssen (ebd., S. 296). Offene und handlungsorientierte Lernsituationen scheinen geeignet, diese Voraussetzungen kooperativen Lernens zu entwickeln. Hattie (2012) betont hier, dass die Interaktion zwischen den Lernenden insbesondere dann wirksam ist, wenn die Lernenden bereits über ein grundlegendes Maß an Wissen verfügen (ebd.). Auf der Ebene der Interaktionsstrukturierung (2) stellt King (2007) fest, dass spontane Interaktionen selten sind und daher einer Anleitung oder Strukturierung bedürfen. Auf Ebene der Lernaufgabe (3) ist es erforderlich, dass die Lernaufgabe so anspruchsvoll ist, dass sie Kooperation durch Interaktion und gemeinsames Abwägen verschiedener Vorgehensweisen und Lösungsansätze erfordert (Dubs, 2009, S. 197), die Aufgabe also nur durch abgestimmte Kooperation zu bewältigen ist (Renkl & Mandl, 1995). Als weitere Ebene nennen Renkl und Mandl (1995, S. 295) die Anreizstruktur (4), die sowohl einer identifizierbaren Einzelleistung als auch eines Anreizes für die Gruppe bedarf.

Übertragen auf den Lerngegenstand dieser Studie (Befähigung zum Umgang mit einer ERP-Software) scheint sich vorrangig Einzelarbeit anzubieten. Zu fragen ist, ob auch die kooperative Form der Partnerarbeit (Borsch, 2015, S. 21) insbesondere vor dem Hintergrund der systematischen Einbettung des Lernprozesses in Geschäftsprozesse und der damit verbundenen Komplexität sinnvoll und hilfreich ist. Anzunehmen ist, dass kooperatives Lernen insbesondere durch die Interaktion und damit das gemeinsame Konstruieren von Bedeutungen und das Erarbeiten von Lösungen den Wissenserwerb positiv beeinflusst. Inwiefern sich die bisherigen Erkenntnisse zur Überlegenheit der Partnerarbeit im Vergleich zur auf diesen Kontext übertragen lassen, ist empirisch zu prüfen.

4 Empirische Untersuchung

Mit Blick auf das Vorgenannte geht diese Untersuchung den folgenden Fragen nach:

8. Ist prozessorientiertes Lernen funktionsorientiertem Lernen in Bezug auf das Erinnern und Anwenden des Gelernten überlegen?
9. Erreichen dyadisch Lernende einen höheren Lernerfolg als einzeln Lernende in Bezug auf das Erinnern und Anwenden des Gelernten?
10. Ist prozessorientiertes Lernen für einzeln Lernende vorteilhafter als funktionsorientiertes Lernen?
11. Ist prozessorientiertes Lernen gemeinsam mit einem Lernpartner vorteilhafter als funktionsorientiertes Lernen mit einem Lernpartner?

4.1 Operationalisierung der Konzepte

Im Rahmen der Untersuchung kamen zwei verschiedene Konzeptionen der Lernumgebung zu SAP ERP HCM zum Einsatz: eine funktionsorientierte Konzeption, die anhand der Personal- und Softwarefunktionen kleinschrittig durch die Software führt, sowie eine prozessorientierte Konzeption. Beide Konzeptionen wurden in das Modellunternehmen IDES (SAP, 2015) eingebettet.

Der funktionsorientierten Ausgestaltung liegt eine Anwenderschulung (Klickschulung) zugrunde, die mehrere Jahre als ergänzendes Angebot im Rahmen einer universitären Grundlagveranstaltung zum Personalmanagement eingesetzt wurde. Sie umfasst kleinschrittige Aufgaben im Rahmen der mit der Personalauswahl verbundenen Datenerfassung und Datenpflege in SAP ERP HCM, deren Sequenzierung sich primär an der Baumstruktur des Software-Menüs und an Personalfunktionen (z. B. Personalbeschaffung, Personalentwicklung, Personalabrechnung) orientierte. Obwohl auch hier thematisch die Personalauswahl zugrunde liegt, ist der Lernprozess nicht systematisch in die komplexe Prozessstruktur eingebettet. Die Lernenden vollzogen die mithilfe stark strukturierter Arbeitsblätter vorgegebenen Aufgaben unmittelbar in der Software nach.

Die prozessorientierte Konzeption ist arbeitsanalog an realitätsnahen komplexen HR-Prozessabläufen in Unternehmen orientiert und simuliert damit Arbeitsaufgaben und –prozesse (Dehnbostel, 2002, S. 43). Die prozessorientierte Lernumgebung stellt eine Neukonzeption

der Lehrveranstaltung dar. Die Lernenden versetzen sich in die Rolle eines/r fiktiven Mitarbeiter(s)/in, der/die für die Prozesse der Personalbeschaffung, Personalbetreuung und -entwicklung zuständig ist. Die komplexen Problemstellungen, die der/die Mitarbeiter/in zu bearbeiten hat, orientieren sich an Prozessen der Personalbeschaffung und der Personalbetreuung (Wagner, Bartscher & Novak, 2002, S. 49 ff.). Die Neukonzeption berücksichtigt die Bestimmungsgrößen handlungsorientierten Unterrichts (Riedl, 2011, S. 196; Preiss, 1995) und insbesondere die Kriterien (Sloane, 2009, S. 206 ff.):

1. **Prozessorientierung:** Dem Lernen des Umgangs mit der integrierten Unternehmenssoftware liegt die Struktur des vollständigen Personalauswahlprozesses zugrunde.
2. **Förderung der beruflichen Handlungsfähigkeit:** Die Aufgaben widerspiegeln reale Anforderungen in entsprechender Komplexität.
3. **Situationsbezug und subjektive Bedeutsamkeit:** Die Problemsituation einer Vakanz in einem (Modell-)Unternehmen sowie die realitätsnah gestalteten Bewerberunterlagen und erforderlichen Entscheidungsprozesse ermöglichen einen situierten Wissenserwerb. Die subjektive Bedeutsamkeit ist zum einen durch das Vorwissen der Lernenden zu grundlegenden Fragen des Personalmanagements sowie eine mögliche spätere Tätigkeit in diesem Bereich gegeben.
4. **Wissenschaftsbezug:** Der Bezug zur Fachdisziplin, insbesondere der Betriebswirtschaftslehre und hier des Personalmanagements wird über wissenschaftliche Konzepte und Modelle gesichert, die begleitend in einer Vorlesung diskutiert werden.
5. **Reduktion und Transformation:** Der komplexe Personalauswahlprozess wurde didaktisch aufbereitet und in den Kontext des Modellunternehmens übertragen. Den Lernenden werden auf die Lernziele abgestimmte Lernhilfen in Form arbeitsanaloger Lernaufgaben und eines Manuals zur Abbildung von Prozessen in SAP ERP HCM zur Verfügung gestellt.
6. **Lern- und Arbeitsstrategien:** Die arbeitsanaloge Vorgehensweise unterstützt den Aufbau und die Anwendung von Lern- und Arbeitsstrategien sowie die Reflexion des Handelns.
7. **Generalisierung:** Die problem- und handlungsorientierte Ausgestaltung ist – neben individueller Unterstützung durch den Lehrenden – verbunden mit Phasen der lehrergeleiteten Systematisierung und Abstrahierung (Getsch & Preiss, 2003). Der Transfer soll durch rekonkrete Aufgaben, die „Flexibilisierung und Dekontextualisierung des Gelernten“ ermöglichen, erleichtert werden (Hasselhorn & Gold, 2013, S. 307).

Beide Konzeptionen umfassen eine Lernzeit von 270 Minuten (zuzüglich Pausen).

4.2 Untersuchungsdesign und Stichprobe

Die quasi-experimentelle Untersuchung folgt einem 2x2-faktoriellen Design mit den Lerngruppen funktionsorientiert-einzeln (FoE), funktionsorientiert-dyadisch (FoD), prozessorientiert-einzeln (PrE) und prozessorientiert-dyadisch (PrD) (Abb. 2).

	Einzel Lernende	Dyadisch Lernende	
Funktionsorientiertes Lernen	Gruppe FoE, n = 29	Gruppe FoD, n = 31	$n_F = 60$
Prozessorientiertes Lernen	Gruppe PrE, n = 22	Gruppe PrD, n = 25	$n_P = 47$
	$n_E = 51$	$n_D = 56$	$N_{\text{ges.}} = 107$

Abbildung 2: Design der Studie

Die Stichprobe besteht aus insgesamt 107 Studierenden (Bachelor und Master wirtschaftswissenschaftlicher Studiengänge¹), davon 67 weiblich und 40 männlich (Alter $M = 23$ in allen Gruppen, FoE [21 w, 8 m], FoD [21 w, 10 m], PrE [9 w, 13 m], PrD [16 w, 9 m]). Die Zuweisungen zu den Gruppen erfolgten randomisiert². Insgesamt fanden acht Veranstaltungen (je zwei Gruppen pro Lernbedingung) statt.

4.3 Erhebungsinstrumente und Analyse

Das Wissen und die Fähigkeiten im Umgang mit SAP ERP HCM wurden mithilfe von Pre- und Posttests erhoben, die in Form von Paralleltests konzipiert wurden (Moosbrugger & Kelava, 2008). Daneben wurden weitere Variablen kontrolliert. Die Teilnehmer/-innen bearbeiteten ca. eine Woche vor der Lehrveranstaltung einen Fragebogen zu ihren generalisierten Lernstrategien (Weinstein, Palmer, Schulte & Metzger, 2010) sowie zu Ihren bisherigen Erfahrungen mit offenem und handlungsorientiertem Unterricht (Hommel & Mehlhorn, 2017).

¹ Bachelor Wirtschaftswissenschaften, Bachelor und Master Wirtschaftspädagogik, Diplom Wirtschaftsingenieur, Diplom Wirtschaftsinformatik

² Zudem hatten die Teilnehmer/-innen keine Kenntnis darüber, in welchen Bedingungen die Lehrveranstaltung durchgeführt und welcher Bedingung sie zugeordnet wurden.

Direkt vor Beginn der Lehr-Lern-Veranstaltung bearbeiteten sie einen Pretest mit Aufgaben zu ihrem Vorwissen und zu ihren bereits vorhandenen Fähigkeiten im Umgang mit der Software sowie einen Fragebogen zu ihrer aktuellen Motivation (Rheinberg, Vollmeyer & Burns, 2001). Lernprozessbegleitend wurden die Teilnehmer/-innen gebeten, Wohlbefinden/Erregung zu fünf Zeitpunkten anhand des Affect-Grids einzuschätzen (Russell, Weiss & Mendelsohn, 1989). Um zusätzliche Einblicke in die Wahrnehmung der Teilnehmenden in Bezug auf ihren Lernprozess einschließlich aufgetretener Schwierigkeiten zu gewinnen, wurden im Anschluss an die Veranstaltung mit je zwei randomisiert ausgewählten Teilnehmer(n)/-innen der vier Lernbedingungen leitfadengestützte retrospektive Interviews durchgeführt. Dabei berichteten die Lernenden darüber, was sie als hilfreich empfunden haben, an welcher Stelle sie sich mit welchen Problemen konfrontiert sahen, wie sie mit diesen Problemen umgegangen sind und wie sie ihren Lernerfolg in Bezug auf die Software einschätzen. Die retrospektiven Interviews wurden transkribiert und inhaltsanalytisch ausgewertet. Die Aussagen der Interviewpartner wurden entsprechend ihrer inhaltlichen Bedeutungen selektiert und zusammengefasst (Mayring, 2015) und induktiv gebildeten Kategorien zugeordnet.

Eine Woche nach der Veranstaltung bearbeiteten die Teilnehmer/-innen den Posttest. Die zu lösenden Aufgaben (Tab. 1) erforderten verschiedene Dimensionen kognitiver Prozesse (Anderson & Krathwohl, 2001). Insgesamt erforderten vier Aufgaben das Erinnern, vier komplexe Aufgaben das Anwenden der erlernten Fähigkeiten im Umgang mit SAP ERP HCM (Beispielitems Tab. 2), eine Aufgabe die Bewertung der Software sowie je eine die Analyse und Bewertung des eigenen Lernprozesses. Dieser Beitrag fokussiert das Erinnern und Anwenden (Tab. 1, unterlegte Zellen). Die von den Teilnehmenden notierten Lösungen wurden inhaltsanalytisch mithilfe einer skalierenden Strukturierung (Mayring, 2015, S. 13) ausgewertet. Für die Kodierung wurde ein Kodierleitfaden mit Ankerbeispielen und Kodierregeln erstellt. Die Punktergabe wurde entsprechend des Ausmaßes der korrekten Lösungen für die Erinnerungsaufgaben sowie für die Handlungsschritte (von den Teilnehmer(n)/-innen notierten Eingabepfade des in SAP ERP HCM realisierten Vorgehens) in den komplexen Anwendungsaufgaben festgelegt. Insgesamt waren jeweils 35 Punkte (Aufgaben 1 bis 8) erreichbar.

		Dimensionen kognitiver Prozesse				
		Erinnern	Verstehen	Anwenden	Analysieren	Bewerten
Wissens- dimension	Faktenwissen	1				
	Konzeptuelles Wissen					
	Prozedurales Wissen	2,3,4		5,6,7,8	5	9
	Metakognitives Wissen				10	11

Tabelle 1: Einordnung der Aufgaben der Wissenstests in die Lernzieltaxonomie (Quelle: Anderson & Krathwohl, 2001)

Kategorie	Aufgabe	Format	Punkte
Erinnern von Fakten	1	Offene Frage/Aufgabe	1
Erinnern von Prozeduren	2, 3, 4	Offene Frage/Aufgabe Beispiellitem 3: Welche beiden Möglichkeiten zur Erfassung einer Einstellung in SAP kennen Sie?	5
Anwenden fachspezifischer Fähigkeiten	5	Komplexaufgabe zum Recruitingprozess Beispiellitem 5: In der nachfolgenden Aufgabe sind verschiedene in SAP abzubildende Maßnahmen enthalten. Bitte führen Sie alle jeweils erforderlichen Tätigkeiten in SAP aus und notieren Sie die entsprechenden Eingabepfade in SAP auf dem Lösungsblatt. Aufgabe: In der Marketingabteilung haben Sie eine vakante Planstelle Für diese Planstelle haben Sie am xx.xx.xxxx eine vierwöchige Stellenausschreibung in der FAZ geschaltet. Der Rücklauf sieht vielversprechend aus, insgesamt drei Bewerbungen, die in die nähere Auswahl kommen, liegen vor: x, y und z [Die Teilnehmenden hatten die kompletten Bewerberdaten zur Verfügung]. Für die Kandidaten sind Auswahlgespräche am 15. des Folgemonats (ausgehend vom heutigen Datum) geplant. Die Auswahlgespräche beginnen um 10:00 Uhr und finden im Abstand von jeweils einer Stunde statt. Nach den Auswahlgesprächen ist die/der favorisierte Kandidat/-in am ersten Arbeitstag des auf die Auswahlgespräche folgenden Monats einzustellen (Tarifgruppe K2, Stufe 1, [Jahresgehalt und tarifliche Zulage sowie Bankdaten sind einzupflegen.]	21 8
	6, 7, 8	Geschäftsvorfälle zu Umzug, -kosten, und Adressänderung	
Bewerten	9	Offene Frage/Aufgabe	
			Total 35

Tabelle 2: Aufgaben der Wissenstests

Die Analyse der Ergebnisse erfolgt sowohl deskriptiv als auch inferenzstatistisch. Für die Verteilungen der Testwerte und die Unterschiede in den Lernbedingungen wurden im Fall anzunehmender Normalverteilung und Varianzhomogenität parametrische, ansonsten nichtparametrische Verfahren genutzt (Signifikanzniveau $\alpha = .05$). Aufgrund der geringen Fallzahlen der einzelnen Gruppen sind die Ergebnisse mit der gebotenen Vorsicht zu interpretieren.

5 Ergebnisse

Im Fokus dieses Beitrags stehen die Ergebnisse des Wissenserwerbs und der Befähigung zum Umgang mit der ERP-Software. Zunächst werden die Ergebnisse in den beiden Lernbedingungen funktions- und prozessorientiert (5.1), gefolgt von den beiden Lernbedingungen dyadisch und einzeln Lernende analysiert (5.2). Nach einem Vergleich der vier Lernbedingungen FoE, FoD, PrE und PrD (5.3) werden jeweils die einzeln Lernenden (5.4) und die dyadisch Lernenden (5.5) einer differenzierten Analyse unterzogen. Abschließend werden die Ergebnisse der retrospektiven Interviews berichtet (5.6).

5.1 Ergebnisse zum Wissenserwerb: funktions- versus prozessorientiert

Im Zusammenhang mit der ersten Forschungsfrage sollen die folgenden Hypothesen geprüft werden:

H1.1: Prozessorientiert Lernende erreichen bessere Lernresultate als funktionsorientiert Lernende in der Dimension Erinnern.

H1.2: Prozessorientiert Lernende erreichen bessere Lernresultate als funktionsorientiert Lernende in der Dimension Anwenden.

Die Ergebnisse des Pretests zeigen mit einem Mittelwert von .12 nur ein geringes Vorwissensniveau und kaum vorhandene Fähigkeiten im Umgang mit der Software. Im Vergleich dazu zeigen die Posttestwerte mit 8.54 einen deutlichen höheren Mittelwert ($SD = 4.24$). Der Zuwachs an Wissen und Fähigkeiten im Umgang mit der Software ist signifikant (Wilcoxon-Test; $Z = 8.902$; $p = .000$). Der Mittelwert der Wissensveränderung liegt insgesamt bei 8.42 ($SD = 4.26$). Differenziert nach den beiden Bedingungen (Tab. 3) zeigt sich in der funktionsorientierten ein geringfügig höherer Mittelwert ($M = 8.52$, $SD = 3.62$) als in der prozessorientierten ($M = 8.30$), bei allerdings höherer Standardabweichung ($SD = 5.00$). Diese größere Heterogenität

in der Wissensveränderung ist ein erster Hinweis darauf, dass die prozessorientiert Lernenden die Lernangebote unterschiedlich gut nutzen konnten. Zwischen den beiden Bedingungen zeigt sich auf dieser Analysestufe kein signifikanter Unterschied (Mann-Whitney-U-Test³, $Z = .120$, $p = .905$).

		funktionsorientiert	prozessorientiert
Wissensveränderung total	<i>n</i>	60	47
	<i>M</i>	8.52	8.30
	<i>Min</i>	2.00	0
	<i>Max</i>	18.00	18.00
	<i>SD</i>	3.62	5.00
Wissensveränderung Dimension Erinnern	<i>n</i>	60	47
	<i>M</i>	1.78	2.70
	<i>Min</i>	0	-1.00
	<i>Max</i>	4.00	6.00
	<i>SD</i>	1.18	1.78
Wissensveränderung Dimension Anwenden	<i>n</i>	60	47
	<i>M</i>	6.73	5.60
	<i>Min</i>	0	0
	<i>Max</i>	17.00	13.00
	<i>SD</i>	3.36	4.00

Tabelle3: Wissensveränderungen

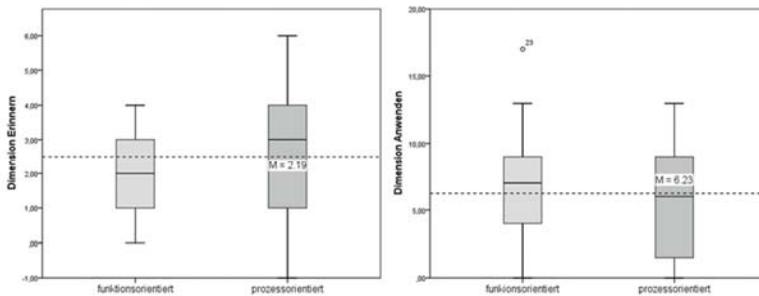


Abbildung 3: Boxplots der Wissensveränderung in der funktionsorientierten und prozessorientierten Bedingung hinsichtlich Erinnern und Anwenden

³ Da die Annahme der Normalverteilung für die Wissensveränderung nicht aufrechterhalten werden kann ($\alpha = .05$, Kolmogorov-Smirnov mit Signifikanzkorrektur nach Lilliefors: Wissensveränderung total $p = .046$, Erinnern $p = .008$, Anwenden $p = .000$), werden nonparametrische Verfahren genutzt.

Im Vergleich der beiden Bedingungen in der Dimension Erinnern übersteigt der Mittelwert der prozessorientierten Bedingung ($M = 2.70$, $SD = 1.78$) den der funktionsorientierten Bedingung ($M = 1.78$, $SD = 1.18$). Der Unterschied in der Wissensveränderung zwischen den beiden Lernbedingungen in der Dimension Erinnern ist signifikant (Mann-Whitney-U-Test, $Z = 2.817$, $p = .005$). Die Boxplots (Abb. 3) verdeutlichen die größere Spannweite sowie den größeren Interquartilsabstand der Werte in der Prozessorientierung.

Hinsichtlich der Dimension Anwenden erreichen prozessorientiert Lernende einen geringeren Wissenszuwachs ($M = 5.60$, $SD = 4.00$) als Lernende in der funktionsorientierten Bedingung ($M = 6.73$, $SD = 3.36$). Die Boxplots zeigen ein vergleichbares oberes Quartil aber wieder einen deutlich größeren Interquartilsabstand der Wissensveränderung in der prozessorientierten Bedingung. Die Unterschiede in den Verteilungen beider Bedingungen erreichen jedoch nicht Signifikanzniveau (Mann-Whitney-U-Test, $Z = -1.173$, $p = .170$).

Die Hypothese *H1.1 (Prozessorientiert Lernende erreichen bessere Lernresultate als funktionsorientiert Lernende in der Dimension Erinnern)* wird auf Basis der Ergebnisse bestätigt.

Die Hypothese *H1.2 (Prozessorientiert Lernende erreichen bessere Lernresultate als funktionsorientiert Lernende in der Dimension Anwenden.)* ist basierend auf den Ergebnissen dieser Studie zu verwerfen.

5.2 Ergebnisse zum Wissenserwerb: dyadisch versus einzeln

Für den Vergleich der dyadisch mit den einzeln Lernenden sind folgende Hypothesen zu prüfen:

H2.1: Dyadisch Lernende erreichen bessere Lernresultate als einzeln Lernende in der Dimension Erinnern.

H2.2: Dyadisch Lernende erreichen bessere Lernresultate als einzeln Lernende in der Dimension Anwenden.

Dyadisch Lernende erreichen insgesamt einen höheren Wissenszuwachs (Tab. 4, $M = 8.86$) bei geringerer Standardabweichung ($SD = 3.98$) als einzeln Lernende ($M = 7.94$, $SD = 4.54$). Die Unterschiede in den Verteilungen sind nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test, $Z = 1.145$, $p = .252$).

Sowohl in der Dimension Erinnern als auch in der Dimension Anwenden erreichen dyadisch Lernende einen höheren Wissenszuwachs als einzeln Lernende (Tab. 4). Hinsichtlich des Erinnerns liegt der Mittelwert in der dyadischen Bedingung bei 2.55 ($SD = 1.37$) im Vergleich zu einem Mittelwert der einzeln Lernenden von 1.78 ($SD = 1.62$). Ebenso deutlich liegt der Median der Wissensveränderung der Dyaden bei 3 im Vergleich zu den einzeln Lernenden bei 1 (Abb. 6). Der Unterschied in der Verteilung ist signifikant (Mann-Whitney-U-Test, $Z = -2.834$, $p = .005$).

		Einzel	Dyadisch
Wissensveränderung total	<i>n</i>	51	56
	<i>M</i>	7.94	8.86
	<i>Min</i>	0	1.00
	<i>Max</i>	18.00	18.00
	<i>SD</i>	4.54	3.98
Wissensveränderung Dimension Erinnern	<i>n</i>	51	56
	<i>M</i>	1.78	2.55
	<i>Min</i>	-1.00	.00
	<i>Max</i>	6.00	6.00
Wissensveränderung Dimension Anwenden	<i>n</i>	51	56
	<i>M</i>	6.15	6.30
	<i>Min</i>	0	0
	<i>Max</i>	17.00	13.00
	<i>SD</i>	3.73	3.66

Tabelle 4: Wissensveränderung der einzeln und dyadisch Lernenden

In der Dimension Anwenden übersteigt zwar der Mittelwert der dyadisch Lernenden ($M = 6.30$) den der einzeln Lernenden ($M = 6.15$), allerdings ist die Spannweite der Wissensveränderung bei den einzeln Lernenden größer (Abb. 4). In der Dimension Anwenden sind die Unterschiede statistisch nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test, $Z = -.419$, $p = .675$).

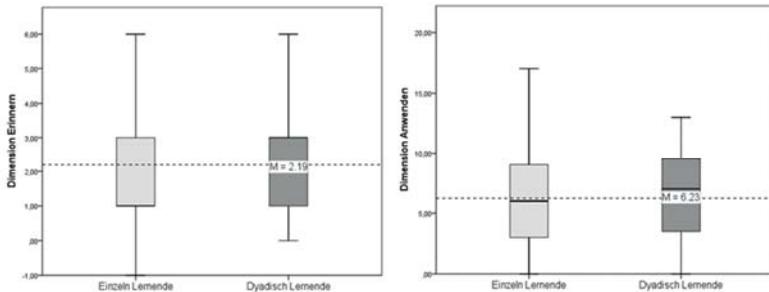


Abbildung 4: Boxplots der Wissensveränderung einzeln und dyadisch Lernender in den Dimensionen Erinnern und Anwenden

Die Hypothese *H2.1* (*Dyadisch Lernende erreichen bessere Lernresultate als einzeln Lernende in der Dimension Erinnern.*) wird durch die Ergebnisse der Studie gestützt. Dyadisch Lernende erreichen einen deutlich höheren Wissenszuwachs als einzeln Lernende.

Die Hypothese *H2.2* (*Dyadisch Lernende erreichen bessere Lernresultate als einzeln Lernende in der Dimension Anwenden.*) hingegen ist auf Basis der Daten zu verwerfen.

5.3 Die vier Lernbedingungen im Vergleich

Im Vergleich aller vier Lernbedingungen zeigt sich der größte Wissenszuwachs ($M = 9.56$) in der PrD-Bedingung (Tab. 5). Unerwartet zeigt sich der geringste Mittelwert des Wissenszuwachses für die PrE-Bedingung ($M = 6.86$). In letzterer zeigt jedoch auch die höchste Standardabweichung ($SD = 5.05$). Damit offenbart sich die größte Heterogenität der Wissensveränderung bei den prozessorientiert-einzeln Lernenden (Abb. 5). Insgesamt erreichen die Unterschiede zwischen den vier Lernbedingungen jedoch nicht das Signifikanzniveau (Kruskal-Wallis-Test, $n = 107$, $df = 3$, $\chi^2 = 5.012$, $p = .171$).

In der Dimension Erinnern erreichen wiederum die Lernenden der PrD-Bedingung den höchsten Wissenszuwachs ($M = 3.32$), gefolgt von der PrE-Bedingung ($M = 2.00$). Letztere weist die höchste Standardabweichung ($SD = 2.00$) sowie die größte Spannweite auf (Abb. 6). Den geringsten Wissenszuwachs zeigen die Lernenden in der FoE-Bedingung ($M = 1.62$). Die Unterschiede in der Dimension Erinnern zwischen den vier Lernbedingungen sind signifikant (Kruskal-Wallis-Test, $n = 107$, $df = 3$, $\chi^2 = 18.881$, $p = .000$).

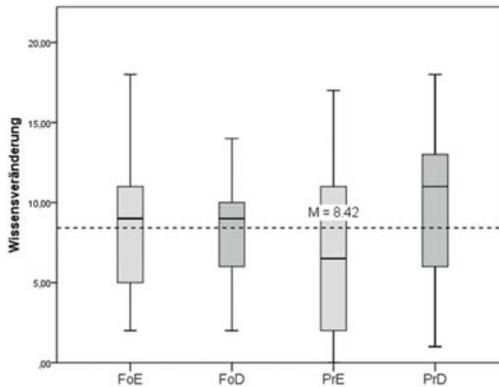


Abbildung 5: Boxplot der Wissensveränderung in den vier Lernbedingungen

In paarweisen Vergleichen der Lernbedingungen für die Dimension Erinnern zeigen sich signifikante Unterschiede zugunsten der Lernenden in der PrD-Bedingung. Neben dem zwischen FoD und PrD (Mann-Whitney-U-Test, $n = 56$, $Z = 3.743$, $p = .000$), sind die Unterschiede zwischen FoE und PrD (Mann-Whitney, $n = 54$, $Z = -4.036$, $p = .000$) sowie zwischen PrE und PrD (Mann-Whitney, $n = 47$, $Z = -2.498$, $p = .012$) signifikant.

		FoE	FoD	PrE	PrD
	<i>n</i>	29	31	22	25
Wissens- veränderung total	<i>M</i>	8.76	8.29	6.86	9.56
	<i>Min</i>	2.00	2.00	0	1.00
	<i>Max</i>	18.00	14.00	17.00	18.00
	<i>SD</i>	4.01	3.27	5.05	4.69
Wissens- veränderung Dimension Erinnern	<i>M</i>	1.62	1.94	2.00	3.32
	<i>Min</i>	0	0	-1.00	1.00
	<i>Max</i>	4.00	4.00	6.00	6.00
	<i>SD</i>	1.27	1.09	2.00	1.31
Wissens- veränderung Dimension Anwenden	<i>M</i>	7.12	6.35	4.86	6.24
	<i>Min</i>	2.00	0	0	0
	<i>Max</i>	17.00	12.00	12.00	13.00
	<i>SD</i>	3.60	3.13	3.58	4.30

Tabelle 5: Deskriptive Ergebnisse der Posttests in den vier Lernbedingungen

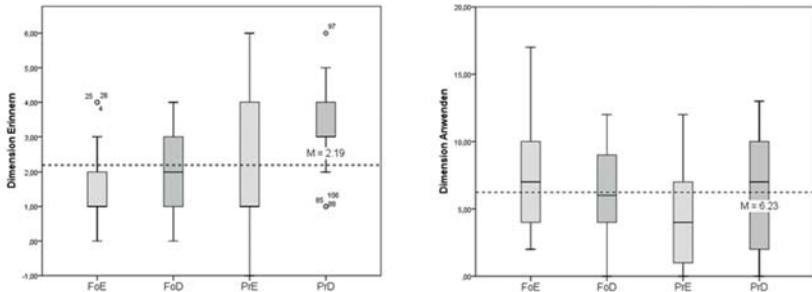


Abbildung 6: Boxplots der Wissensveränderung in den vier Lernbedingungen in den Dimensionen Erinnern und Anwenden

In der Dimension Anwenden erreichen die Lernenden der FoE-Bedingung den höchsten Mittelwert der Wissensveränderung ($M = 7.12$) sowie den höchsten Maximalwert ($Max = 17$), gefolgt von der FoD-Bedingung ($M = 6.35$, $Max = 12$) und der PrD-Bedingung ($M = 6.24$, $Max = 13$). Den geringsten Wissenszuwachs erreichen Lernende in der PrE-Bedingung ($M = 4.86$). Die Unterschiede zwischen den vier Lernbedingungen in der Dimension Anwenden sind allerdings nicht signifikant (Kruskal-Wallis-Test, $n = 107$, $df = 3$, $\chi^2 = 4.189$, $p = .242$).

5.4 Ergebnisse zum Wissenserwerb: funktionsorientiert-einzeln versus prozessorientiert-einzeln

Mit Blick auf die beiden Bedingungen einzeln Lernender sollen folgende Hypothesen geprüft werden:

H3.1: Prozessorientiert-einzeln Lernende erreichen bessere Lernresultate als funktionsorientiert-einzeln Lernende in der Dimension Erinnern.

H3.2: Prozessorientiert-einzeln Lernende erreichen bessere Lernresultate als funktionsorientiert-einzeln Lernende in der Dimension Anwenden.

In der Betrachtung der beiden einzelnen Bedingungen zeigt sich insgesamt ein höherer Mittelwert für Lernende in der funktionsorientierten Bedingung ($M = 8.76$, $SD = 4.01$) im Vergleich zur prozessorientierten Bedingung ($M = 6.86$), bei allerdings höherer Standardabweichung ($SD = 5.05$, Tab. 5). Insgesamt sind die Unterschiede jedoch nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test, $n = 51$, $Z = -1.584$, $p = .113$).

In der Dimension *Erinnern* bleiben sowohl FoE-Lernende mit einem Mittelwert von 1.62 ($SD = 1.27$) als auch PrE-Lernende mit einem Mittelwert von 2.00 ($SD = 2.00$) unter dem insgesamt erreichten Mittelwert der vier Gruppen ($M = 2.19$) zurück. Zwar erreicht FoE einen höheren Mittelwert als PrE, allerdings ist die große Spannweite der Werte in PrE auffällig (Abb. 7). Hier zeigt sich wiederum ein Hinweis darauf, dass die Lernenden die PrE-Lernumgebung unterschiedlich gut nutzen können. Die Unterschiede zwischen beiden Bedingungen in der Dimension *Erinnern* erreichen aber nicht das Signifikanzniveau (Mann-Whitney-U-Test, $n = 51$, $Z = .331$, $p = .740$).

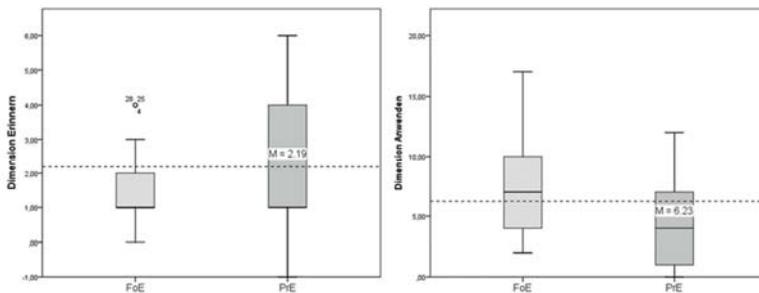


Abbildung 7: Boxplots der Wissensveränderung einzelner Lernender in den Dimensionen *Erinnern* und *Anwenden*

In der Dimension *Anwenden* erreichen die FoE-Lernenden einen deutlich höheren Mittelwert ($M = 7.12$) als die PrE-Lernenden ($M = 4.86$). Die Unterschiede in der Dimension *Anwenden* zwischen den beiden Bedingungen einzelner Lernender sind signifikant (Mann-Whitney-U-Test, $n = 51$, $Z = -2.110$, $p = .035$).

Damit sind sowohl Hypothese *H3.1* (*Prozessorientiert-einzeln Lernende erreichen bessere Lernresultate als funktionsorientiert-einzeln Lernende in der Dimension Erinnern.*) als auch *H3.2* (*Prozessorientiert-einzeln Lernende erreichen bessere Lernresultate als funktionsorientiert-einzeln Lernende in der Dimension Anwenden.*) zu verwerfen.

5.5 Ergebnisse zum Wissenserwerb: funktionsorientiert-dyadisch versus prozessorientiert-dyadisch

In Bezug auf die beiden dyadischen Bedingungen (vierte Forschungsfrage) werden folgende Hypothesen geprüft:

H4.1: Prozessorientiert-dyadisch Lernende erreichen bessere Lernresultate als funktionsorientiert-dyadisch Lernende in der Dimension Erinnern.

H4.2: Prozessorientiert-dyadisch Lernende erreichen bessere Lernresultate als funktionsorientiert-dyadisch Lernende in der Dimension Anwenden.

Für die dyadisch Lernenden in PrD zeigt sich für die Wissensveränderung (Tab. 5) insgesamt ($M = 9.56$, $SD = 4.69$) ein höherer Mittelwert bei höherer Standardabweichung als für FoD ($M = 8.29$, $SD = 3.27$). Für die Wissensveränderung insgesamt sind die Unterschiede zwischen den beiden Bedingungen FoD und PrD nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test, $n = 56$, $Z = 1.333$, $p = .183$).

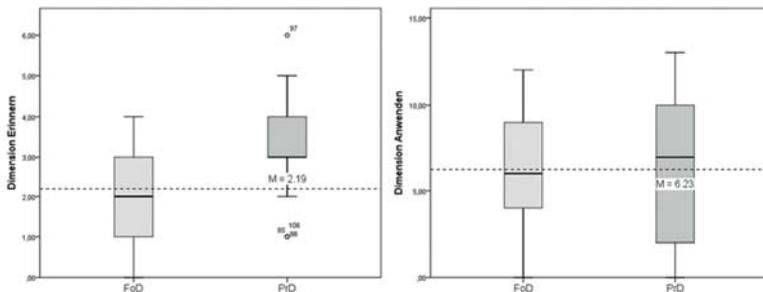


Abbildung 8: Boxplots der Wissensveränderung dyadisch Lernender in den Dimensionen Erinnern und Anwenden

In der Dimension Erinnern schneiden die PrD-Lernenden mit einem Mittelwert von 3.32 ($SD = 1.31$) besser ab, als die FoD-Lernenden ($M = 1.94$, $SD = 1.09$). Diese Überlegenheit zeigt sich sowohl graphisch in den Boxplots (Abb. 8), als auch teststatistisch (Mann-Whitney-U-Test, $n = 56$, $Z = 3.743$, $p = .000$).

In der Dimension Anwenden dagegen übersteigt der Mittelwert in FoD ($M = 6.35$; $SD = 3.13$) geringfügig den in PrD ($M = 6.24$), bei allerdings größerer Standardabweichung ($SD = 4.30$). Der Median in PrD ($Med = 7.00$) liegt jedoch über dem in FoD ($Med = 6.00$). Unter Rückgriff auf die Boxplots (Abb. 8) zeugt sich zudem eine höhere Spannweite der Werte sowie ein größerer Interquartilsabstand. Die Unterschiede in den Verteilungen der Wissensveränderung zwischen der FoD- und der PrD-Bedingung in der Dimension Anwenden sind jedoch statistisch nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test, $n = 56$, $Z = -.058$, $p = .954$). Die Hypothese *H4.1* (Pro-

zessorientiert-dyadisch Lernende erreichen bessere Lernresultate als funktionsorientiert-dyadisch Lernende in der Dimension Erinnern.) wird durch die Ergebnisse bestätigt. Prozessorientiert-dyadisch Lernende erreichen einen höheren Wissenszuwachs in der Dimension Erinnern als funktionsorientiert-dyadisch Lernende.

Die Hypothese H4.2 (*Prozessorientiert-dyadisch Lernende erreichen bessere Lernresultate als funktionsorientiert-dyadisch Lernende in der Dimension Anwenden.*) ist zu verwerfen. Es finden sich keine systematischen Unterschiede im Wissenszuwachs hinsichtlich der Dimension Anwenden für die beiden dyadischen Bedingungen (funktionsorientiert und prozessorientiert).

5.6 Ausgewählte Ergebnisse der retrospektiven Interviews

Die Aussagen der Lernenden in den retrospektiven Interviews wurden inhaltsanalytisch zusammengefasst. Folgende Kategorien konnten induktiv herausgearbeitet werden: Handlungsfähigkeit, Lernunterstützung / als hilfreich empfunden, Organisationskriterien der Veranstaltung, Partnerarbeit, Verbesserungsvorschläge sowie Vorgehensweise im Lernprozess. Die Aussagen wurden den Kategorien und weiteren Unterkategorien zugeordnet (Tab. 6). Exemplarisch und mit Blick auf die Relevanz für die vorgestellten quantitativen Ergebnisse der einzelnen Lernbedingungen sollen die Aussagen in den Kategorien Handlungsfähigkeit, Partnerarbeit, Probleme und Verbesserungsvorschläge näher betrachtet werden.

Auf die Kategorie Handlungsfähigkeit entfallen insgesamt 15 Aussagen (von sieben Teilnehmer/-innen). Am häufigsten wird die Unterkategorie Grundlagen angesprochen (5), gefolgt von Fortschritt, Lernerfolg und Übungsbedarf (je 3) sowie Ausblick (1). Die Lernenden fühlen sich „mit den Grundlagen vertraut und in der Lage, unter Zuhilfenahme der Unterlagen, mit der Software zu arbeiten“. In der Unterkategorie Lernerfolg wird allerdings von zwei Lernenden (beide FoD) betont, dass sie sich „nicht viel gemerkt“ haben. Ein Teilnehmer (PrE) sieht seinen „Wissenszuwachs exponentiell“. Im Rahmen der Unterkategorie Übungsbedarf äußern zwei Teilnehmer/-innen (1 PrE, 1 PrD), den „Umgang mit der Software noch üben zu müssen“. Eine Teilnehmerin (FoE) hebt zusätzlich hervor, den „Umgang mit der Software nicht verinnerlicht“ zu haben, was auf nicht erworbene Handlungsfähigkeit hinweist. Ein Lernender (FoD) schildert, dass die „starke Vorstrukturierung (der Klickschulung) dazu führt, einfach nur abzuarbeiten“.

1 Handlungsfähigkeit	2 Lernunterstützung	3 Organisationskriterien	4 Partnerarbeit	5 Probleme	6 Verbesserungsvorschläge	7 Vorgehensweise
Ausblick	Aufgaben-gestaltung	Konzeption	Voraussetzungen Partnerarbeit	keine Probleme	Konzeption	Abarbeiten
Fortschritt	Eigentätigkeit	Manual	Vorteile Partnerarbeit	Lerntempo	Partnerarbeit	Durchklicken
Grundlagen	Material	Sozialform		Umgang mit Problemen		Manual
Lernerfolg	Partnerarbeit	Software		Ursachen		Orientierung
Übungsbedarf	Tutorielle Unterstützung					Selektion
	Vorkenntnisse					Versuch und Irrtum

Tabelle 6: Kategorien und Unterkategorien der Inhaltsanalyse der Interviews

Die Aussagen zur Partnerarbeit betreffen die Voraussetzungen zur Partnerarbeit (2 FoD, 2 PrD, 2 PrE) und die Vorteile der Partnerarbeit (FoD, PrD, 2 PrE). Betont wird, dass es einer „Aufforderung zur Partnerarbeit“ bedarf, sonst würde ein „Austausch eher nicht stattfinden“ (FoD, PrD). Diese Aussage bestätigt die Erkenntnisse bisheriger Studien zu wenig spontaner Interaktion (vgl. [2] Ebene Interaktionsstrukturierung des kooperativen Lernens, Abschnitt 3.). Ein Lernender (PrD) findet dagegen die „Partnerarbeit eigentlich nicht notwendig“. Zwei Lernende (PrE) äußern, dass es wichtig ist, „selbst den Umgang mit der Software zu lernen“ und daher beide Partner (wie in den dyadischen Bedingungen realisiert) „jeweils einen Rechner zur Verfügung haben“ sollten. Hiermit wird die Notwendigkeit der Einzelleistung im Rahmen kooperativen Lernens angesprochen ([4] Ebene Anreizstruktur). Die Vorteile von Partnerarbeit werden darin gesehen, dass man „Fragen schnell klären“ kann (FoD) und sich „gegenseitig Tipps geben“ kann (PrD). Auch zwei Lernende der einzelnen Bedingung äußern sich derart, dass ein „Partner als erste Informationsquelle“ hilfreich wäre und „nur bei großen Problemen die Hilfe der Lehrenden angefordert“ werden würde ([1] Ebene der Lernenden und [3] der Lernaufgabe).

In der Kategorie Verbesserungsvorschläge, in den Unterkategorien Konzeption und Partnerarbeit, gehen die Aussagen ausschließlich auf Lernende in der funktionsorientierten Bedingung zurück. Gegenstand ist vor allem die kleinschrittige Vorgehensweise in der funktionsorientierten Bedingung: „um mehr darüber nachzudenken, müsste es weniger vorstrukturiert sein und wäre dafür intensiver“ (FoD); „wäre das Vorgehen weniger stark vorstrukturiert, würde man sich mehr damit beschäftigen“ (FoD); „eine komplexe Problemsituation wäre gar nicht so schlecht, würde aber mehr Zeit in Anspruch nehmen“ (FoD). Ebenfalls in diesem Kontext ste-

hen weitere Aussagen Lernender in der FoE-Bedingung: „ein komplexes Problem hätte geholfen alles im Zusammenhang zu sehen und zu einem Ganzen zusammen fügen zu können“. In diesen Aussagen spiegelt sich die Annahme wieder, dass die ganzheitliche Perspektive durch die funktionsorientierte Ausgestaltung vernachlässigt wird. Ein weiterer Vorschlag aus der FoE-Bedingung bezieht sich konkret auf die Sozialform und betrifft den „Wunsch nach einem Lernpartner“ (FoE).

Auch wenn diese Aussagen der Interviewpartner/-innen nicht auf alle Teilnehmer/-innen der jeweiligen Bedingung generalisiert werden können, liefern sie doch wertvolle Hinweise auf die Wahrnehmungen der Lernenden.

6 Diskussion

Die Resultate zeigen auf den ersten Blick keine grundsätzliche Überlegenheit der prozessorientierten im Vergleich zur funktionsorientierten Konzeption. Differenziert nach den einzelnen Lernbedingungen unter Berücksichtigung der Sozialform schneidet die PrD-Bedingung insgesamt am besten ab. In Bezug auf das Erinnern sind die Vorteile signifikant. Auf Ebene des Anwendens erreichen die Unterschiede das Signifikanzniveau nicht. Eine Lernumgebung, die sich an Geschäftsprozessen orientiert, fördert demzufolge das Behalten und Erinnern stärker als eine funktionsorientierte. Die besseren Resultate dyadisch Lernender in Bezug auf das Erinnern führt zu der Schlussfolgerung, dass die Interaktion mit einem Lernpartner das Erinnern und Behalten positiv beeinflusst. Die funktionsorientierte Bedingung scheint jedoch einzeln Lernende besser zu unterstützen als dyadisch Lernende. Die Spannweite der Ergebnisse in der PrE-Lernbedingung führt zu der Vermutung, dass der Umgang mit Komplexität für einzeln Lernende problematischer ist als für dyadisch Lernende. Die Komplexität der prozessorientierten Bedingung kann jedoch als Voraussetzung für die Wirksamkeit kooperativen Lernens gesehen werden: die Interaktion ist notwendig. Im Sinne Cohens (1994) kann Kooperation als unterstützend und die Lernergebnisse positiv beeinflussend aufgefasst werden. Wenn anspruchsvollere Aufgabenstellungen allein bewältigt werden müssen, kann fehlende Orientierung und Frustration schließlich zum Abbrechen führen; dieses Risiko sollte in Partnerarbeit seltener auftreten (Simon, 1974, S. 1). Wenn in Lernsituationen mit anspruchsvollen Aufgaben (vgl. [3] Ebene Lernaufgabe, Abschnitt 3) Probleme auftreten, können diese gemeinsam mit einem Partner diskutiert, aus verschiedenen Perspektiven betrachtet, Lösungsmöglichkeiten argumentativ begründet und damit einfacher gemeistert werden (Dubs, 2009; Simon, 1974).

Im Vergleich der einzeln und dyadisch Lernenden insgesamt zeigen sich zwar deskriptiv Vorteile für die dyadisch Lernenden, statistisch signifikant werden diese allerdings nur für die Dimension Erinnern. Auch in anderen Studien zeigt sich nicht in jedem Fall eine Überlegenheit der Partnerarbeit gegenüber der Einzelarbeit (u. a. Gschwendtner, Geißel & Nickolaus, 2007; Simon, 1974). Die hier präsentierte Untersuchung liefert jedoch durch die Differenzierungen der erforderlichen Dimensionen kognitiver Prozesse zur Lösung der Aufgaben weiteres Erklärungspotential. Die Kooperation, als Merkmal handlungssystematisch konzipierter Lernumgebungen (u. a. Achtenhagen, 1995; Hommel, 2012), scheint insbesondere positiv auf das Erinnern und Behalten zu wirken. Auch die retrospektiven Interviews unterstreichen, dass Partnerarbeit zum einen von den dyadisch Lernenden als hilfreich empfunden und zum anderen von den einzeln Lernenden als Anregung zur Verbesserung vorgeschlagen wird.

Im Vergleich der vier Lernbedingungen schneiden die Lernenden in der PrD-Bedingung insgesamt am besten und diejenigen in der PrE-Bedingung am schlechtesten ab, wenn auch die Unterschiede nicht signifikant sind. Mit Blick auf die Spannweiten der Werte sind Schwierigkeiten im Umgang mit der Komplexität in der handlungssystematisch konzipierten Lernsituation naheliegend. Für einzeln Lernende scheint es schwieriger zu sein, sich in der komplexen Situation zu orientieren, zu entscheiden, welche Informationen von Bedeutung sind und Lösungswege zu entwickeln. In der Dimension Erinnern zeigen sich klare Vorteile für die prozessorientiert-dyadisch Lernenden anhand signifikanter Unterschiede zu den funktionsorientiert-einzeln Lernenden, den funktionsorientiert-dyadisch Lernenden und den prozessorientiert-einzeln Lernenden.

Betrachtet man die dyadisch Lernenden in den beiden Bedingungen funktions- und prozessorientiert, zeigt sich tendenziell eine Überlegenheit der PrD-Bedingung. Auch wenn sich ein signifikanter Vorteil nur in der Dimension Erinnern zeigt, kann dieses Ergebnis im Einklang mit anderen Forschungsergebnissen (Hattie, 2012) gesehen werden. Wiederholt aufzugreifen sind hier die Voraussetzungen für Kooperation. Neben dem Anspruchsgehalt der Aufgaben wird in den retrospektiven Interviews die notwendige Aufforderung zur Partnerarbeit genannt (vgl. [2] Interaktionsstrukturierung, Abschnitt 3). Mit Blick auf die Ergebnisse und die retrospektiven Interviews kann insgesamt darauf geschlossen werden, dass das Lernen in der prozessorientierten Bedingung durch Kooperation unterstützt wird. Hingegen empfinden die interviewten Lernenden in der funktionsorientierten Bedingung die Kooperation durch die starke Vorstrukturierung zum Teil als obsolet.

Mit Blick auf die Ergebnisse in der FoE-Bedingung kann auf Hasselhorn und Gold (2013) referenziert werden: „Auch in Lernumgebungen, die weder authentisch noch sozial gestaltet sind, kann offenbar hinreichend gut gelernt werden“ (S. 306). Allerdings zeigt sich in den retrospektiven Interviews, dass die Lernenden die ganzheitliche Perspektive in der funktionsorientierten Konzeption vermissen und Prozesswissen zum Recruitingprozess und seiner Abbildung in SAP ERP HCM nur fragmentarisch aufbauen.

7 Ausblick

In Bezug auf Lernprozesse, die zum Umgang mit einer integrierten Unternehmenssoftware befähigen, sollten Lernumgebungen an Geschäftsprozessen orientiert sein, die es den potentiellen Anwender(n)/-innen erlauben, nicht nur arbeitsprozessorientiertes Wissen und Fähigkeiten aufzubauen, sondern auch eine ganzheitliche Geschäftsprozessperspektive. Die Ergebnisse dieser Studie liefern Hinweise darauf, dass die prozessorientierte Ausgestaltung und die Kooperation im Lernprozess den Lernerfolg positiv beeinflussen. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der einzelnen Lernenden in der prozessorientierten Bedingung sind die Herausforderungen im Umgang mit der Komplexität durch arbeitsanalogue, realitätsnahe und prozessorientierte Lernaufgaben in den Blick zu nehmen. Die Ergebnisse liefern Grund zu der Annahme, dass diese Form der Ausgestaltung des Lernprozesses nur in einer kooperativen Sozialform hilfreich ist. Unter Berücksichtigung der multiplen Einflüsse auf Lernprozesse und Lernerfolg sind durch die Analyse der Daten zu Motivation, Lernstrategien und bisherigen Lernerfahrungen weitere Erkenntnisse möglich. Anzunehmen ist, dass Lernende mit einem hohen Maß an Erfahrungen in offenen und handlungsorientierten Lernsituationen und ausgeprägten Lernstrategien (Weinstein, Palmer, Schulte & Metzger, 2010) besser in der Lage sind, mit komplexen Lehr-Lern-Situationen umzugehen. Lernende mit diesen Erfahrungen sollten zum anderen auch über die notwendigen Voraussetzungen für kooperatives Lernen verfügen. Im Hinblick auf den Lernprozess ist das Erleben der Lernenden in Bezug auf Wohlbefinden und Erregung während des Lernprozesses zu analysieren. Eine Analyse der prozessbegleitend mithilfe des Affect-Grids (Russell et al., 1989; Russell & Gobet, 2012) erhobenen Daten kann weitere aufschlussreiche Erkenntnisse ermöglichen. Die Ergebnisse dieser Studie sind durch eine Replikationsstudie zu prüfen.

Literaturverzeichnis

- Achtenhagen, F. (1995). Zur Evaluation komplexer Lehr-Lern-Arrangements als neue Form des Lehrens und Lernens in beruflichen Schulen. In P. Gonon (Hrsg.), *Evaluation in der Berufsbildung* (S. 57–83). Aarau: Sauerländer.
- Adamski, P. (2008). Gruppenarbeit und kooperatives Lernen. *Gemeinsam historisch lernen. Geschichte lernen*, 21(123), 2–14.
- Aebli, H. (1991). *Zwölf Grundformen des Lehrens* (6. Aufl.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Bendorf, M. (2001). Förderung der flexiblen Anwendung von Wissen in der betrieblichen Ausbildung von Bankkaufleuten. In H. Heid, G. Minnameier, E. Wuttke (Hrsg.). *Fortschritte in der Berufsbildung? Aktuelle Forschung und prospektive Umsetzung*, Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik – Beiheft, Band 16, 59–64.
- Bendorf, M. (2008). Lernkompetenz im Wirtschaftslehreunterricht - Förderung von Metakognition und Lernstrategien am Wirtschaftsgymnasium. Paderborn: Eusl.
- Berben, T. (2006) *Arbeitsprozessorientierte Lernsituationen und Curriculumentwicklung in der Berufsschule. Didaktisches Konzept für die Bildungsarbeit mit dem Lernfeldansatz*. Bielefeld: Bertelsmann.
- Borsch, F. (2015). *Kooperatives Lernen. Theorie – Anwendung – Wirksamkeit* (2. überarb. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- Cohen, E. (1994). Restructuring the Classroom: Conditions for Productive Small Groups. *Review of Educational Research*, 64(1), 1–35.
- Craik, F. I. M. (2002). Levels of processing: Past, present ... and future? *Memory*, 10, (5/6), 305–318.
- Dehnbostel, P. (2002). Modelle arbeitsbezogenen Lernens und Ansätze zur Integration formellen und informellen Lernens. In M. Rohs (Hrg.) *Arbeitsprozessintegriertes Lernen. Neue Ansätze für die berufliche Bildung* (S. 37–57). Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.
- Dehnbostel, P. (2007). *Lernen im Prozess der Arbeit*. Münster: Waxmann.
- Dillenbourg P. (1999) *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*. Oxford: Elsevier.
- Dubs, R. (2009). *Lehrerverhalten. Ein Beitrag zur Interaktion von Lehrenden und Lernenden im Unterricht*. Stuttgart: Steiner.
- Evans, K., Hodkinson, P., Rainbird, H., Unwin, L., Fuller, A., Hodkinson, H., Kersh, N., Munro, A., & Senker, P. (2006). *Improving workplace learning*. London: Routledge.
- Gaitanides, M. & Ackermann, I. (2004). Die Geschäftsprozessperspektive als Schlüssel zu betriebswirtschaftlichem Denken und Handeln. *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, Spezial 1*. Verfügbar unter: <http://www.bwpat.de/spezial1/gaitanides-acker.shtml> (16.09.2016).

- Gschwendtner, T., Geißel, B. & Nickolaus, R. (2007). Förderung und Entwicklung der Fehleranalysefähigkeit in der Grundstufe der elektrotechnischen Ausbildung. *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online*, NR. 13. Verfügbar unter: http://www.bwpat.de/ausgabe13/gschwendtner_etal_bwpat13.pdf (27.03.2017).
- Getsch, U. & Preiss, P. (2003). Geschäftsprozessorientierter Einsatz integrierter Informationssysteme für die didaktische Reduktion lernfeldstrukturierter Lehrpläne. *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online*, Nr. 4. http://www.bwpat.de/ausgabe4/getsch_preiss_bwpat4.html (16.09.2016).
- Gruber, H., Mandl, H. & Renkl, A. (2001). Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen? In H. Mandl (Hrsg.), *Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. Empirische und theoretische Lösungsansätze* (S. 139–156). Göttingen, Bern, Toronto, u. a.: Hogrefe.
- Hacker, W. (1986). *Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten*. Bern, Toronto, New York: Huber.
- Häuber, G. (2009). Prozessorientierte Wirtschaftsdidaktik und Einsatz von ERP-Systemen in kaufmännischen Unterricht. In H. Pongratz, T. Tramm & K. Wilbers (Hrsg.), *Prozessorientierte Wirtschaftsdidaktik und Einsatz von ERP-Systemen in kaufmännischen Unterricht* (S. 195–204), Band 4). Aachen: Shaker.
- Hall, R. (2002). Enterprise resource planning systems and organizational change: transforming work organization. *Strategic Change*, 11(5), 263–270.
- Hasselhorn, M. & Gold, A. (2013). *Pädagogische Psychologie: erfolgreiches Lernen und Lehren* (3. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- Hattie, J. (2012). *Visible Learning for Teachers. Maximizing impact on learning*. London, New York: Routledge.
- Hattie, J. & Yates, G. (2014). *Visible Learning and the Science of How We Learn*. New York: Routledge.
- Hommel, M. (2012). Aufmerksamkeitsverhalten und Lernerfolg – eine Videostudie. *Europäische Hochschulschriften. Reihe XI Pädagogik, Bd./Vol. 1023*, Frankfurt am Main, Berlin, Bruxelles, Oxford, Wien: Peter Lang.
- Hommel, M. & Mehlhorn, D. (2017). Schülererfahrungen und ihre Bedeutung für den Lernerfolg im handlungsorientierten Unterricht. In: B. Fürstenau (Hrsg.) *Dresdner Beiträge zur Wirtschaftspädagogik*, 01/2017.
- Jäger, W. & Fellberg, U.-C. (1999). Optimierung personalwirtschaftlicher Prozesse. Erfolgsfaktoren des Einsatzes von Standardsoftware. *PERSONAL*, 2, 1–6.
- Jansen, A., Müller, C., Prümper, J. & Stein, B. (2005). Software-Einführung in KMU – (kein) Platz für Benutzerbeteiligung – eine qualitative Bestandsaufnahme. In M. Hassenzahl & M. Peissner (Hrsg.), *Usability Professionals 2005* (S. 108–110). Stuttgart: German Chapter der Usability Professionals Association e.V.
- Kanning, U. P. (2015). *Personalauswahl zwischen Anspruch und Wirklichkeit. Eine wirtschaftspsychologische Analyse*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kanning, U. P. & Schuler, H. (2014). Simulationsorientierte Verfahren der Personalauswahl. In H. Schuler und U. P. Kanning (Hrsg.) *Lehrbuch der Personalpsychologie* (S. 215–256). Göttingen u.a.: Hogrefe.

- Kaune, C. (2006). Reflection and Metacognition in Mathematics Education – Tools for the Improvement of Teaching Quality. *ZDM*, 38(4), 350–360.
- King, A. (2007). Scripting Collaborative Learning Processes: A Cognitive Perspective. In F. Fischer, I. Kollar, H. Mandl & J. M. Haake, *Scripting Computer-Supported Collaborative Learning: Cognitive, Computational and Educational Perspectives* (S. 13–37). Boston: Springer.
- Kruse, W. (2002). Moderne Produktions- und Dienstleistungskonzepte und Arbeitsprozesswissen. In M. Fischer und F. Rauner (Hrsg.) *Lernfeld Arbeitsprozess. Ein Studienbuch zur Kompetenzentwicklung von Fachkräften in gewerblich-technischen Aufgabenbereichen* (S. 87–109). Baden-Baden: Nomos.
- Lou, Y., Abrami, P. C., d'Apollonia, S. (2001). Small Group and Individual Learning with Technology: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 71(3), 449–521.
- Mandl, H., Gruber, H. & Renkl, A. (2002). Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In L. J. Issing (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet* (S. 138–150). Weinheim: Beltz PVU.
- Marcus, B. (2011). *Personalpsychologie*. Wiesbaden: Springer.
- Mattes, W. (2011). *Methoden für den Unterricht. Kompakte Übersichten für Lehrende und Lernende*. Paderborn: Schöningh.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (12. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Meyer, H. (2011). *Unterrichtsmethoden II: Praxisband* (14. Aufl.). Frankfurt am Main, Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Miller, G. A., Galanter, E. & Pribram, K. A. (1960). *Plans and the structure of behaviour*. New York: Holt, Rhinehart, & Winston.
- Moosbrugger, H. & Kelava, A. (2008). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Heidelberg: Springer.
- Pongratz, H. (2009). Integration von ERP-Systemen an beruflichen Schulen als ein umfassendes Projekt der Schulentwicklung. In H. Pongratz, T. Tramm & K. Wilbers (Hrsg.), *Prozessorientierte Wirtschaftsdidaktik und Einsatz von ERP-Systemen im kaufmännischen Unterricht. Texte zur Wirtschaftspädagogik und Personalentwicklung, Band 4*, S. 111–147. Aachen: Shaker.
- Preiss, P. (1995). *Methodenfreiheit oder Handlungsorientierung? Vortrag auf der Bezirksversammlung des VLWN-Bezirksverbandes Göttingen am 9.5.1995 in Northeim*. Verfügbar unter: <http://www.wipaed.wiso.unigoettingen.de/~ppreiss/methodenfreiheit.html> (06-07-2007).
- Preiss, P. (2015). Kaufmännische Steuerung und Kontrolle als Kernqualifikation kaufmännischer Ausbildung – von der Dokumentation zur Steuerung der Geschäftsvorfälle als Arbeitsprozesse im Rahmen von Geschäftsprozessen. In R. Brötz & F. Kaiser (Hrsg.), *Kaufmännische Berufe – Charakteristik, Vielfalt und Perspektiven* (S. 189–205). Bielefeld: Bertelsmann.

- Rebmann, K. & Schlömer, T. (2009). Lernen im Prozess der Arbeit. *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, Profile 2*, S. 1–17. Verfügbar unter: http://www.bwpat.de/profil2/rebmann_schloemer_profil2.pdf (14.10.2016).
- Rebmann, K. & Tenfelde, W. (2008). *Betriebliches Lernen. Explorationen zur theoriegeleiteten Begründung, Modellierung und praktischen Gestaltung arbeitsbezogenen Lernens*. München, Mering: Rainer Hampp.
- Renkl, A. & Mandl, H. (1995). Kooperatives Lernen: Die Frage nach dem Notwendigen und dem Ersetzbaren, *Unterrichtswissenschaft*, 23 (4), S. 292–300.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Burns, B. D. (2001). FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen. *Diagnostica*, 47(2), 57–66.
- Riedl, A. (2011). *Didaktik der beruflichen Bildung* (2. Aufl.). Stuttgart: Steiner.
- Riedl, A. & Schelten, A. (2013). *Grundbegriffe der Pädagogik und Didaktik beruflicher Bildung*. Stuttgart: Steiner.
- Russell, J. A. (2009). Emotion, core affect, and psychological construction, *Cognition and Emotion*, 23(7), 1259–1283, DOI: 10.1080/02699930902809375.
- Russell, J. A., Weiss, A. & Mendelsohn, G. A. (1989). Affect Grid: A Single-Item Scale of Pleasure and Arousal. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57(3), 493–502.
- Russell, Y. I. & Gobet, F. (2012). Sinuosity and the affect grid: a method for adjusting repeated mood scores. *Perceptual and Motor Skills*, 114, 125–136.
- SAP SE (2015). *IDES – das SAP Modellunternehmen*. Verfügbar unter: https://help.sap.com/saphelp_pserv464/helpdata/de/af/fc4f35dfe82578e10000009b38f839/frameset.htm (20.03.2017).
- Scheer, A.-W. (1999). *Geschäftsprozessmanagement mit dem ARIS – House of Business Engineering*. WISU, 10/99, 1330–1346.
- Scherer, E. & Schaffner, D. (2003). *SAP-Training. Konzeption, Planung, Realisierung*. Bonn: Galileo Press.
- Schön, D. (1983). *The Reflective Practitioner: How professionals think in action*. Aldershot: Arena.
- Schuler, H. (2014a). *Arbeits- und Anforderungsanalyse*. In H. Schuler und U. P. Kanning (Hrsg.) *Lehrbuch der Personalpsychologie* (S. 61–98). Göttingen u.a.: Hogrefe.
- Schuler, H. (2014b). *Biografieorientierte Verfahren der Personalauswahl*. In H. Schuler und U. P. Kanning (Hrsg.) *Lehrbuch der Personalpsychologie* (S. 257–300). Göttingen u.a.: Hogrefe.
- Schuler, H., Höft, S. & Hell, B. (2014). *Eigenschaftsorientierte Verfahren der Personalauswahl*. In H. Schuler und U. P. Kanning (Hrsg.) *Lehrbuch der Personalpsychologie* (S. 149–214). Göttingen u.a.: Hogrefe.
- Simon, H. (1974). *Partnerarbeit im Computer-Unterstützten Unterricht. Rechner-Gestützter Unterricht* (S. 1-12). Springer Berlin Heidelberg.
- Sloane, P. F. E. (2009). *Didaktische Analyse und Planung im Lernfeldkonzept*. In: B. Bonz (Hrsg.), *Didaktik und Methodik der Berufsbildung* (Band 10, S. 195–216). Baltmannsweiler: Schneider.

- Tenberg, R. (2006). Didaktik lernfeld-strukturierter Unterrichts. Theorie und Praxis beruflichen Lernens und Lehrens. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Tramm, T. (1996). Lernprozesse in der Übungsfirma. Rekonstruktion und Weiterentwicklung schulischer Übungsfirmenarbeit als Anwendungsfall einer evaluativ-konstruktiven und handlungsorientierten Curriculumstrategie. Habilitationsschrift. Göttingen.
- Tramm, T. (2009). Berufliche Kompetenzentwicklung im Kontext kaufmännischer Arbeits- und Geschäftsprozesse. In R. Brötz & Schapfel-Kaiser, F. (Hrsg.). Anforderungen an kaufmännisch-betriebswirtschaftliche Berufe aus berufspädagogischer und soziologischer Sicht (S. 65–88). BiBB. Bielefeld: Bertelsmann.
- Wagner, K., Bartscher, T. & Nowak, U. (2002). Praktische Personalwirtschaft. Eine praxisorientierte Einführung. Wiesbaden: Gabler.
- Weinstein, C. E., Palmer, D. R., Schulte, A. C. & Metzger, C. (2010). WLI-Hochschule, Wie lerne ich? Lernstrategieinventar für Studentinnen und Studenten. Berlin: Cornelsen.
- Wilbers, K. (2009). Integrierte Unternehmenssoftware (ERP-Systeme) im kaufmännischen Unterricht. In H. Pongratz, T. Tramm & K. Wilbers (Hrsg.), Prozessorientierte Wirtschaftsdidaktik und Einsatz von ERP-Systemen in kaufmännischen Unterricht (S. 61–76), Band 4). Aachen: Shaker.
- Wyss, C. (2013). Unterricht und Reflexion. Eine mehrperspektivische Untersuchung der Unterrichts- und Reflexionskompetenz von Lehrkräften. Münster: Waxmann.
- Zierer, K. (2014). Hattie für gestresste Lehrer. Kernbotschaften und Handlungsempfehlungen aus John Hatties „Visible Learning“ und „Visible Learning for Teachers“. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Autorenverzeichnis

Bellman, Lutz Prof. Dr.

Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre, insbes. Arbeitsökonomie, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und Leiter des Forschungsbereichs Betriebe und Beschäftigung, Leiter des IAB-Betriebspanels, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit, Regensburger Str. 104, 90478 Nürnberg

Gencel, Hasan

Projektgestaltung, Berufliche Schule B2 der Stadt Nürnberg

Hollatz, Jürgen Dr.

Siemens Professional Education South, Siemens AG

Hommel, Mandy Dr.

Technische Universität Dresden, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, Lehrstuhl Wirtschaftspädagogik

Jordanski, Gabriele

Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Bundesinstitut für Berufsbildung, Arbeitsbereich 4.2 Kaufmännische Berufe, Berufe der Medienwirtschaft und Logistik

Klose, Jürgen

Projektgestaltung, Berufliche Schule B4 der Stadt Nürnberg

Molter, Kevin

Projektgestaltung (Masterarbeit), FAU-Erlangen Nürnberg

Mothes, Oliver

Projektgestaltung, Berufliche Schule B4 der Stadt Nürnberg

Ring, Welf

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Wirtschaftspädagogik und Personalentwicklung an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Scheid, Ralf

Referent für Industrie 4.0, Referat 43, Landesinstitut für Schulentwicklung, Heilbronner Str. 172, 70191 Stuttgart

Siebert, Martin

Projektgestaltung, Berufliche Schule B2 der Stadt Nürnberg

Wilbers, Karl Prof. Dr.

Lehrstuhlinhaber; Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg; Lehrstuhl für Wirtschaftspädagogik und Personalentwicklung