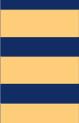




Karl-Heinz Gerholz, Philipp Schlottmann,
Peter Slepcevic-Zach, Michaela Stock (Hg.)



Digital Literacy in der beruflichen Lehrer:innenbildung

Didaktik, Empirie und Innovation

Inhalt

<i>Karl-Heinz Gerholz, Philipp Schlottmann, Peter Slepcevic-Zach & Michaela Stock</i> Digital Literacy in der beruflichen Lehrerinnen- und Lehrerbildung – Einleitung	11
Teil 1: Domänenspezifische Konzepte zu Digital Literacy in der beruflichen Lehrer:innenbildung	19
<i>Susanne Kamsker & Elisabeth Riebenbauer</i> Digitalisierung in der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften in der Wirtschafts- pädagogik – eine erste Bestandsaufnahme aus Österreich	21
<i>Philipp Schlottmann & Karl-Heinz Gerholz</i> Digital Literacy für Wirtschaftspädagog:innen – eine konzeptionelle Modellierung für die berufliche Lehrer:innenbildung	35
<i>Silvia Lipp & Michaela Stock</i> Mit Learning Analytics zu Digital Literacy – konzeptionelle Überlegungen eines digitalen Lernraums zur (Weiter-)Entwicklung von Digital Literacy	51
<i>Johannes Beckert, Alexander Dobhan & Julian Bozem</i> Spielerische Vermittlung von Process Mining zur Steigerung der Digital Literacy	63
Teil 2: Didaktische Innovationen zur Entwicklung von Digital Literacy Facetten	75
<i>Lars Windelband, Uwe Faßhauer & Sebastian Anselmann</i> Potenziale von Lernfabriken für die berufliche Lehrkräftebildung – Konzepte und Erprobungen in Baden-Württemberg	77
<i>Karl-Heinz Gerholz & Philipp Schlottmann</i> Microlearning als ein didaktisches Konzept für die Studierendengeneration Z – eine empirische Fallstudie in der beruflichen Lehrerinnen- und Lehrerbildung ..	91
<i>Viola Deutscher, Jürgen Seifried, Andreas Rausch, Herbert Thomann & Anke Braunstein</i> Die LUCA Office Simulation in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung – Didaktische Design-Empfehlungen und erforderliche Lehrkompetenzen	107
<i>David Luidold & Peter Slepcevic-Zach</i> Planspiele zur Förderung cross-disziplinärer Zusammenarbeit	123

Christian Friedl & Susanne Kamsker

Die Lehrperson als Intrapreneur:in – ungenütztes Potenzial auf dem Weg zur digitalen Schule? 137

Stephan Leppert

„Ĉu vi parolas Prozess ´ peranto?“ – ein integrativer Ansatz zur kollaborativen Rekonstruktion von digital transformierten Unternehmensprozessen im Masterstudium der Wipäd Nürnberg 151

Teil 3: Empirische Ergebnisse zu Digital Literacy von Studierenden und Lehrkräften 167

Michaela Stock, Peter Slepcevic-Zach & Michael Kopp

Haben oder nicht haben, das ist hier die Frage! Eine empirische Studie zur digitalen Kompetenz von Studienanfängerinnen und Studienanfängern 169

Karl-Heinz Gerholz, Ilona Maidanjuk & Philipp Schlottmann

Virtual Reality in der (beruflichen) Lehrerinnen- und Lehrerbildung – Hochschuldidaktische Einordnung und empirische Befunde auf Basis eines systematischen Literaturreviews 185

Elisabeth Riebenbauer, Florian Berding & Doreen Flick-Holtsch

Fachwissenschaftliche Implikationen für die Aus- und Fortbildung von Lehrkräften zur Digitalisierung im Rechnungswesen 199

Sabine Seufert & Josef Guggemos

Digitale Kompetenzen von Lehrpersonen – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung in der Berufsbildung 213

Sebastian Ciolek

Demokratische Bildung in der digitalen Welt – Kompetenzanforderungen an Lehrkräfte bei der Unterrichtsplanung 227

Cornelia Wagner-Herrbach, Georg Tafner, Aneli Hüttner & Patrick Richter

Was Corona lehrt: Erfahrungen mit Präsenz-, Distanz- und Hybridunterricht und Schlussfolgerungen für die Weiterentwicklung der Studiengänge der Wirtschaftspädagogik in Berlin 241

Teil 4: Digital Literacy im Kontext von Bildungsentwicklungsprozessen 255

Anne Wagner

Jedem Anfang wohnt ein Zauber inne – oder doch ein Fluch? Eine Interviewstudie zu Barrieren im Implementationsprozess digitaler Medien an Schulen ... 257

<i>Peter Slepcevic-Zach, Michaela Stock & Verena Köck</i> Lehren und Lernen in der COVID-19-Pandemie im Masterstudium Wirtschaftspädagogik an der Universität Graz	271
<i>Gernot Dreisiebner & Swen Engelsmann</i> Veränderungen von Schulentwicklungsprozessen durch Digitalisierung. Eine mehrdimensionale Betrachtung	285

Potenziale von Lernfabriken für die berufliche Lehrkräftebildung – Konzepte und Erprobungen in Baden-Württemberg

LARS WINDELBAND, UWE FASSHAUER & SEBASTIAN ANSELMANN

Abstract

Der Anspruch, ein berufliches Lernen in komplexen und vernetzten Systemen wie einer Lernfabrik zu ermöglichen, führt zu einer neuen didaktischen Herausforderung für die beruflichen Schulen in Deutschland. Die Herausforderung besteht darin, eine komplexe und digitalisierte Arbeitswelt realitätsnah abzubilden und lernhaltige, problem- und berufsbezogene Aufgaben generieren zu können. Bisher haben sich nur wenige Hochschulen mit der Implementierung der Lernfabriken in die berufliche Lehrkräftebildung beschäftigt. Der Beitrag beschreibt die Potentiale von Lernfabriken für die berufliche Lehrkräftebildung und zeigt den Stand der Umsetzung von beruflichen Lernfabriken in Baden-Württemberg auf.

Schlagworte: Lernfabriken, Digitalisierung, Lehrkräftebildung, Hochschulausbildung, digitaler Lernraum

The demand to enable vocational learning in complex and networked systems, such as a learning factory, leads to new didactic challenges for vocational schools in Germany. The challenge is to realistically depict a complex and digitized working world and still be able to generate problem- and jobrelated tasks with suitable opportunities to learn. So far, only a few universities have dealt with the implementation of learning factories in vocational teacher education. The article describes the potentials of learning factories for vocational teacher education and shows the state of implementation of vocational learning factories in Baden-Württemberg.

Keywords: Learning factories, digitization, teacher education, higher education, digital learning space

1 Warum ist das Thema relevant?

Insbesondere in Baden-Württemberg, aber auch verstärkt in anderen Bundesländern, werden Lernfabriken mit erheblichen Landesmitteln an beruflichen Schulen implementiert. Die Lehrkräfte sind mit Inbetriebnahmen und Wartungen aber vor allem mit der umfassenden didaktisch-methodischen Einbindung dieser komplexen Lernräume in den schulischen Alltag sehr stark gefordert. Um bei Lehrkräften entspre-

chendes Wissen und den Aufbau spezifischer Kompetenzen zu sichern, sind diese Aspekte bereits in die erste Phase der Lehrkräftebildung zu integrieren. Umgekehrt können Lernfabriken an beruflichen Schulen zugleich auch wichtige Lernorte für die fachdidaktische Professionalisierung im Lehramtsstudium darstellen, die außerhalb der traditionellen Schulpraktika zu erschließen sind. Die Relevanz des Themas ergibt sich somit aus dem unmittelbaren Bedarf an Lernfabriken an beruflichen Schulen zur Umsetzung einer Industrie 4.0 typischen dualen Berufsausbildung auf hohem fachlichen Niveau sowie dem daraus resultierenden Bedarf an Lehrkräften, die die beruflichen und didaktischen Konzepte für und mit diesen Anlagen angemessen realisieren können.

Im folgenden Beitrag werden zunächst die Notwendigkeit für die Ausstattung von beruflichen Schulen mit Lernfabriken und der diesbezüglich erreichte Stand in Baden-Württemberg ausgeführt. Für die Analyse der konkreten Umsetzung beruflicher didaktischer Konzepte im Kontext von Lernfeldern oder Lernsituationen dualer Berufsausbildungen liegen erst einige systematisierbare Erfahrungen aus Entwicklungsprojekten vor. Über diese prototypischen Fallstudien hinaus ist jedoch schon heute ein Forschungsdefizit hinsichtlich der Implementierung von Lernfabriken in die Organisations- und Unterrichtsentwicklung beruflicher Schulen zu konstatieren. Hierauf zielt eine eigene derzeit laufende Erhebung der Autoren ab, die in ihren Grundzügen dargestellt wird. In einem Fazit werden erste Potenziale von Lernfabriken an beruflichen Schulen als Lernorte im Professionalisierungsprozess des Lehramtsstudiums verortet.

2 Warum sind Lernfabriken an beruflichen Schulen sinnvoll?

Viele berufsbildende Schulen reagieren auf die aktuellen technologischen Entwicklungen einer digitalisierten Arbeitswelt u. a. mit der Einführung und Umsetzung von „Lernfabriken“. Aufgrund ihrer Nähe zu realen beruflichen Arbeitsaufgaben haben gerade Lehr-Lern-Arrangements in Lernfabriken das Potenzial, die Lücke zwischen grundlegendem Theorie- und praxisgebundenem Fachwissen (teilweise sogar Erfahrungswissen) zumindest deutlich zu verkleinern. Ziel der beruflichen Lernfabriken ist es, die Lernenden zum kompetenten beruflichen Arbeitshandeln in komplexen Zusammenhängen zu befähigen sowie arbeitsprozessbezogene Aufgaben in einer vernetzten Produktion innerhalb zu simulieren (vgl. Faßhauer et al. 2021).

2.1 Technologische Anforderungen verändern die Berufsausbildung

Lernfabriken sind als Lernraum nicht neu für die berufliche Bildung. Lütjens (1999) entwickelte bereits vor mehr als 20 Jahren das Konzept einer Lernfabrik für die berufliche Bildung, um die sich wandelnden industriellen Produktionsprozesse mit ihren weiterhin schnell steigenden Anteilen an automatisierten Fertigungsprozessen für eine berufliche Ausbildung abbildbar und zugänglich zu machen. Die Verbreitung

der Lernfabriken gelang jedoch zunächst ab Mitte der 2000er Jahre im Kontext ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge an den Hochschulen (vgl. Tisch 2018). Erst deutlich später, etwa ab Mitte der 2010er Jahre, wurde dieses Konzept auf berufsbildende Schulen transferiert. Frühe Beispiele hierfür sind u. a. die Lernfabrik 4.0 der Gewerblichen Schule in Göppingen, die Smart Factory Anlage der Berufsbildenden Schulen Osnabrück Brinkstraße sowie die Industrie-4.0-Abfüllanlage der Berufsbildenden Schule 2 in Wolfsburg (vgl. Faßhauer, Wilbers & Windelband 2021, S. 23).

Ein wichtiger Faktor für deren wachsende Verbreitung ist die immer stärkere Automatisierung und Vernetzung der Arbeitswelt. Zweifellos ist die technologische Entwicklung der dominierende Faktor bei der Weiterentwicklung der Arbeitswelt. Die digitale Transformation und die damit verbundene Vernetzung aller Akteure und relevanten Anlagen stehen im Zentrum der industriellen Wertschöpfung. Die Erfassung und Verarbeitung von Echtzeitdaten via cyberphysische Systeme und die dazugehörigen Mensch-Maschine-Schnittstellen spielen dabei eine wichtige Rolle (vgl. Plattform Industrie 4.0 2019; Schmitt et al. 2021, S. 104 ff.). Dies führt zu vielfältigen neuen beruflichen Herausforderungen auf der Ebene von Facharbeit. Neue Arbeitsstrukturen und komplexe Aufgabenstellungen wie Inbetriebnahme, Parametrierung, Betreuung vernetzter Anlagen oder die Diagnose innerhalb der Instandhaltung in vernetzten Produktionsprozessen sind umzusetzen. Dabei kommen kontinuierlich weitere Aufgaben im Kontext des Einsatzes von neuen Robotern, neuen digitalisierten Werkzeugen sowie digitaler Medien und Bedienelemente hinzu.

Diese Anforderungen in der beruflichen Bildung abzubilden, bedingt nicht allein eine Ausbildung für berufliche Aufgaben wie der Konstruktion, Fertigung, Produktion bis zur Instandhaltung an einzelnen Maschinen. Vielmehr sind Kompetenzen an einem verketteten, vernetzten Maschinensystem zu entwickeln, welches einen kompletten Produktionsprozess in einem vernetzten (modernen) Unternehmen abbildet und damit die realen beruflichen Arbeitsaufgaben simulieren kann. Spöttl et al. (2016, S. 109) schätzen, dass „[a]ufgrund ihrer nicht nur räumlichen Nähe zu den Arbeitsplätzen der Lernenden [...] Lehr-Lern-Arrangements in Lernfabriken das Potenzial (haben), die Lücke zwischen grundlegendem theorie- und praxisgebundenem Erfahrungswissen zu schließen und die Lernenden zum kompetenten Arbeitshandeln zu befähigen.“

Lernfabriken erschweren jedoch durch ihre Komplexität (vgl. Becker 2020, S. 381) das Erkennen von Grundprinzipien oder Funktionsweisen und damit von Zusammenhängen in einem Gesamtprozess. Um dieses wichtige Merkmal von Lernfabriken in der Abbildung der Zusammenhänge mit allen Verknüpfungen zwischen den Prozessschritten zu gewährleisten, kommt dem Realitätsgrad einer Lernfabrik und die Beherrschung der Komplexität eine hohe Bedeutung zu. Dieser Realitätsgrad einer modernen beruflichen Lernfabrik zeigt sich im Vorhandensein von

- aktuellen und zukunftsorientierten Maschinen, Anlagen und Geräten,
- unterschiedlichen Kombinations- und Vernetzungsmöglichkeiten von Produktionsplanungen und -prozessen sowie
- der Möglichkeit, Analyse und Bewertung von Technik und Arbeitsorganisation vorzunehmen (in Anlehnung an Lütjens 2015, S. 529).

Wenn diese drei Kriterien gleichzeitig erfüllt sind, kann die Lernfabrik als eine realitätsnahe, ganzheitliche, vernetzte Lernumgebung gesehen werden, in der reale berufliche Handlungssituationen berufsspezifisch oder berufsübergreifend für den gesamten Wertschöpfungsprozess abgebildet und umgesetzt werden können. Damit hat sich ein neues Feld der Kooperation zwischen Berufen gebildet. Auch diese Anforderung existiert in der Arbeitswelt schon seit vielen Jahren, wurde bisher jedoch in der Berufsbildung nur in einzelnen Projekten umgesetzt (vgl. Windelband 2021). Schätzungsweise zwei Drittel der beruflichen Schulen in Baden-Württemberg mit Lernfabriken setzen diese (auch) in Kooperation mit anderen beruflichen Schulen ein. Aktuelle Zahlen dazu werden im Sommer 2022 durch das Kultusministerium veröffentlicht werden.

Aktuell haben die Lernfabriken häufig einen Schwerpunkt in der gewerblich-technischen Berufsbildung, und zwar rund um die Themenbereiche und die Berufsfelder Automatisierungstechnik, Elektrotechnik, Metalltechnik, Mechatronik sowie Steuerungs- und Regelungstechnik. Die hohe technische Komplexität in den Produktionsprozessen geht einher mit den hohen Anforderungen an das technische Verständnis der Lernenden und Lehrenden. Um die Arbeits- und Geschäftsprozesse innerhalb des gesamten Wertschöpfungsprozesses nachvollziehen zu können, werden Facharbeiterinnen und Facharbeiter sowohl der gewerblich-technischen als auch der kaufmännischen Berufe mit diesem Prozessverständnis konfrontiert. Für die kaufmännische Bildung ist die Arbeit mit Lernfabriken noch relativ neu (vgl. Faßhauer, Wilbers & Windelband 2021, S. 24). Die Entwicklungen erfolgen hier zurzeit vor allem durch die Kooperation von kaufmännischen und gewerblich-technischen Schulen, die teilweise eine gemeinsame Lernfabrik betreiben. Damit entsteht eine neue Form der Kooperation zwischen den Berufen.

2.2 Stand der Umsetzung von Lernfabriken an beruflichen Schulen in Baden-Württemberg

Es ist aktuell schwer einschätzbar, wie viele Lernfabriken im berufsbildenden Bereich in Deutschland existieren. Für das Bundesland Baden-Württemberg kann dies jedoch mit 43 Lernfabriken an berufsbildenden Schulen klar benannt werden (Stand 2021, vgl. Barthruff et al. 2021). Hinzu kommen noch Lernfabriken in ausbildenden Unternehmen sowie an Hochschulen. Um die beruflichen Schulen auf Anforderungen der aktuellen und zukünftigen Entwicklung aus der Industrie und der Digitalisierung der Arbeitswelt vorzubereiten, haben sich das Land, die Schulträger und die Wirtschaft in Baden-Württemberg zusammengeschlossen, um gemeinsam Lernfabriken finanziell gefördert aufzubauen. Das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg hat nach einem ersten Ausschreibungsverfahren im Jahr 2015 die Einrichtung von 15 Lernfabriken an beruflichen Schulen mit einer Summe in Höhe von 6,8 Mio. Euro gefördert. In einem zweiten Ausschreibungsverfahren im Jahr 2018 wurden 21 weitere Lernfabriken mit einem Volumen von 4,86 Mio. Euro gefördert. Daneben entstanden weitere Lernfabrikstandorte ohne spezifische Landesförderung, sodass aktuell 43 Lernfabriken in Kooperationen mit insgesamt 74 beruflichen Schu-

len aufgebaut sind. Das heißt, ca. 65 Prozent der öffentlichen beruflichen Schulen sind in die Arbeit der Lernfabriken in Baden-Württemberg eingebunden.

Damit hat das Förderprogramm des Landes für „Lernfabriken 4.0“ in bisher zwei Auflagen ein bundesweit einzigartiges Netzwerk von Lernorten geschaffen, an denen Fragestellungen zur Entwicklung von Industrie 4.0 bis hin zu Wirtschaft 4.0 für den Ausbildungs- und Weiterbildungsbereich bearbeitet werden können. In der aktuellen dritten Auflage des Förderprogramms werden einige Lernfabriken durch Module zu Künstlicher Intelligenz (KI) und virtuellen Darstellungen erweitert (MWA 2022). Dieser Zusammenschluss von berufsbildenden Schulen ermöglicht neue Formen abteilungs- und fachrichtungsübergreifender Zusammenarbeit innerhalb einzelner beruflicher Schulen bzw. zwischen zwei oder mehreren beruflichen Schulen einer Region. Weiterhin kooperieren sogar berufliche Schulen unterschiedlicher Domänen bei der Umsetzung einer Lernfabrik 4.0. In dieser Art von Kooperation sind gewerblich-technische und kaufmännische Schulen involviert. Insgesamt arbeiten 74 berufliche Schulen mit 43 Lernfabriken, davon schätzungsweise zwölf in domänenübergreifenden Kooperationen (Barthruff, et al. 2021).

Das Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg hat eine Landesgruppe „smartBaWü“ eingerichtet, die die beruflichen Schulen beraten sowie konkrete Lehrkräftefortbildungen für den Bereich Smart Factory, vor allem für die Metall- und Elektroberufe, sicherstellen soll. Dieses Konzept und das Maßnahmenpaket beinhalten folgende vier Schwerpunkte (ebd., S. 87):

- Handreichung „Industrie 4.0 – Umsetzung im Unterricht“
- Einrichtung des Landesfachteams „smartFactory“ zur Koordinierung der pädagogischen Arbeit und Beratung der Standorte
- Erstellung und Bereitstellung von konkreten Unterrichtsbeispielen und Materialien zur Unterstützung der Umsetzung der 4.0-Inhalte an den Schulen
- Einführung von Modulfortbildungen 4.0 – für den Themenkomplex Industrie 4.0

Bei der Zusammensetzung der technischen Komponenten lassen sich nach Faßhauer et al. (2021, S. 28) mehrere Strategien auch in Baden-Württemberg unterscheiden:

- Eigenfertigung oder Fremdbezug: Die Lernfabrik kann prinzipiell fremdbezogen oder selbst gefertigt werden. Große Lehrmittelhersteller bieten inzwischen umfangreiche Komplettlösungen an. Schulen können Lernfabriken – auch als Schulentwicklungsprojekt – selbst erstellen. Die Eigenfertigung bietet Chancen, aber auch Risiken. Fremdbezogene Lernfabriken können unterschiedlich konfiguriert sein.
- Industriekomponenten oder Nicht-Industriekomponenten: Einige Lernfabriken verwenden ausschließlich Industriekomponenten, andere nicht. Eine Mischform ist denkbar.
- Komponenten aus Cyber-Physical-Systemen und virtuelle technische Komponenten: Industrielle Produktionsprozesse in Industrie 4.0 sind durch die Integration von cyberphysischen Systemen gekennzeichnet. Dies korrespondiert mit dem Aufbau einer Lernfabrik aus physischen und virtuellen Elementen.

Die überwiegende Mehrheit der Lernfabriken in Baden-Württemberg ist von Lehrmittelherstellern (wie Festo Didactic oder Lucas-Nülle) zusammengestellt worden, einige Lernfabriken oder Teilanlagen sind jedoch Eigenanfertigungen mit Industriekomponenten. Virtuelle Kompetenzen und technologische Erweiterungen wurden vorwiegend in der dritten Förderstufe ergänzt. Hier werden aktuell (2021/2022) Lernfabriken zum Thema „Digitaler Zwilling“, „Augmented Reality“ und „Künstliche Intelligenz“ aufgerüstet, um virtuelle Abbildungen und Prozesssimulationen einer Smart Factory umsetzen zu können.

Alle Lernfabriken sind modular aufgebaut, um diverse Variationen in der Produktionsbearbeitung und damit unterschiedliche und vielfältige Lernsituationen abbilden zu können. Eine solche Modulbauweise ermöglicht in Abhängigkeit von der Lernumgebung und den beruflichen Aufgabenstellungen auch eine ständige Weiterentwicklung der Lernfabriken, um auf neue Entwicklungen reagieren zu können. Die modulare Bauweise der Lernfabriken ermöglicht so den Auszubildenden, bestimmte Teilabschnitte/Bereiche der Lernfabrik kennenzulernen und schrittweise zur Gesamtanlage zu kommen. Hier findet eine Vernetzung aller Module zur Lernfabrik statt. Bei vielen aktuell entstehenden Lernfabriken zum Schwerpunkt Industrie 4.0 an berufsbildenden Schulen ist die folgende Unterscheidung zu erkennen:

- *Grundlagenlabore*, die den Auszubildenden eine Hinführung zu den digital gesteuerten Produktionstechnologien ermöglichen. In unterschiedlichen Grundlagenmodulen werden Fragestellungen einer modernen industriellen Fertigung umgesetzt (u. a. Sensorik/Aktorik, Robotersysteme, Identifikationstechnologien, Kommunikationsarchitektur, MES- und Datenbanksystem).
- *Lernfabriken* (Smart Factories), bei denen modulare Schwerpunkte aus den Grundlagenlaboren zu einer ganzheitlichen Lernfabrik verknüpft werden. Hier haben die Auszubildenden die Möglichkeit, intelligente Produktionsprozesse auf der Basis realer Industriestandards zu erlernen, vernetzte Abläufe selbst zu steuern und konkrete berufliche Problemsituationen zu lösen.

Dabei nehmen die didaktisch anspruchsvolleren und technisch aufwändigeren Lernfabriken an beruflichen Schulen zunehmend eine Schlüsselrolle ein, um die technische Komplexität und den Innovationscharakter von Industrie 4.0 unter realitätsnahen Bedingungen auszubilden. Die Lernfabriken selbst und die Integration dieser Innovation in die Organisations- und Unterrichtsentwicklung beruflicher Schulen ist bisher noch nicht landesweit systematisch untersucht worden.

3 Wie werden Lernfabriken an beruflichen Schulen tatsächlich eingesetzt?

In einem Verbundprojekt der vom Land Baden-Württemberg und dem Bund finanzierten „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ untersucht eine empirische Studie die didaktischen Konzeptentwicklungen in Lernfabriken an beruflichen Schulen (twind.de). Im Zentrum stehen dabei folgende Forschungsfragen:

Wie werden Lernfabriken im lernfeldorientierten Unterricht ausgewählter dualer Berufsausbildungen in der berufsschulischen Praxis umgesetzt und mit welchen didaktischen Konzeptionen gelingt dies? Ein zweiter Schwerpunkt ist die Frage nach der tatsächlich erreichten Integration technischer und kaufmännischer Lerninhalte: In welchen Prozessschritten lernen aktuell (a) gewerblich-technisch Lernende allein, (b) kaufmännische Lernende allein und (c) beide Gruppen gemeinsam?

Mit der aktuell in der Durchführung befindlichen ersten von zwei Befragungen (Teilstudien) wird an allen beruflichen Schulen mit Lernfabriken in Baden-Württemberg der erreichte Stand der Integration von Lernfabriken in den lernfeldorientierten Unterricht der dualen Berufsausbildung erhoben (Anselmann, Faßhauer & Windelband 2022). Dabei werden an den 74 beruflichen Schulen mit einer Lernfabrik 4.0 Daten mit einem deskriptiven Onlinefragebogen ermittelt. Geplant ist es, in einem Folgeschritt die Erhebung auf Bayern, einem Bundesland mit vergleichbaren Strukturen, zu erweitern.

Die Implementierung einer Lernfabrik bedeutet für die einzelne berufliche Schule einen erheblichen Innovationsschub, der deutlich über die eigentliche technologische Weiterentwicklung hinaus wirksam wird. Er ist zugleich Ergebnis und Anlass für einen ggf. tiefgreifenden sozialen Gestaltungsprozess im Rahmen der Schulentwicklung, der zumindest auch die Organisationsentwicklung, die Personal- und Unterrichtsentwicklung sowie die Rahmung interner und externer Kooperationen beeinflusst (in Anlehnung an das „Drei Wege Modell der Schulentwicklung“ nach Rolff 2012). Einen wesentlichen Einflussfaktor stellt jedoch die Technologie als solche dar, so u. a. die Zusammensetzung technischer Komponenten der Lernfabrik sowie der Digitalisierungsgrad der Schule und die Nutzung digitaler Medien insgesamt. Um diesem Schwerpunkt Rechnung zu tragen, gliedert sich der Fragebogen der ersten Erhebung in folgende vier thematische Kategorien:

A) Fragen rund um die Lernfabrik, mit 14 Items.

Mit 14 Items werden hier grundlegende Kennwerte rund um die eingesetzte Lernfabrik abgefragt. Dabei werden involvierte Abteilungen, eingesetzte Personengruppen und grundsätzliche Zwecke erhoben.

B) Fragen zur Prozessgestaltung der Lernfabrik, mit 12 Items.

Mit zwölf Items werden hier spezifische Merkmale der Prozessgestaltung in der untersuchten Lernfabrik beleuchtet. Dies umfasst thematische Schwerpunkte, Simulation von Produktzyklen sowie häufig verwendete Lehr-Lernmethoden und zusätzlich vermittelte Themenbereiche aus dem Schulkontext.

C) Didaktische Komponenten, mit 5 Items.

Mit fünf umfangreichen Items werden hier die Kompetenzstrukturmodelle des beruflichen Lernens abgebildet. Zudem werden hierbei Einstellungen zum nachhaltigen Einsatz von digitalen Medien im Unterricht und deren Mehrwert aus Sicht der verantwortlichen Person fokussiert.

D) Demografische Daten zur ausfüllenden Person, mit 10 Items.

Mit zehn Items werden hier die demografischen Daten der verantwortlichen Person erhoben. Besonderes Augenmerk liegt hier auf der Qualifikation und der Berufserfahrung.

Somit werden eine Reihe von Hintergrundvariablen rund um den Einsatz und die Bedingungen von Lernfabriken (z. B. Größe, Art, Nutzungsverhalten, Auslastung, Akzeptanz, Ausstattung, Weiterentwicklung, Kooperationen) abgedeckt. Adressatin oder Adressat dieser Fragen ist die an der jeweiligen Schule für die Lernfabriken verantwortliche Person. Tabelle 1 zeigt dabei die Kategorien, ausgewählte Itembeispiele und die entsprechenden Auswahlmöglichkeiten aus dem Fragebogen.

Tabelle 1: Kategorien, Itembeispiele und Auswahlmöglichkeiten des Fragebogens zu Lernfabriken (Anselmann et al. 2022)

Kategorie	Itembeispiel	Auswahlmöglichkeit
A	Was ist der hauptsächliche Zweck der betriebenen Lernfabrik? (in Anlehnung an Abele et al. 2015)	Einfachwahlmöglichkeit <ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung der Ausbildungsprozesse • Unterstützung von Weiterbildungsprogrammen • Forschung zu ausgewählten Themenbereichen
	Wie häufig werden einzelne Komponenten der Lernfabrik erneuert bzw. ausgetauscht?	Freitextfeld
B	Wo sehen Sie die thematischen Schwerpunkte in der Lernfabrik? (in Anlehnung an Sudhoff 2021; Lühr-Zeidler Hörner & Heer 2016)	Mehrfachnennungen möglich <ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung von Produktionsprozessen • Produktionsmanagement • Problemdiagnose und -lösung • Robotik • Mensch-Maschine-Schnittstelle • Manufacturing Execution System (MES) • Service und Instandhaltung • Vernetzung und Datensicherheit (Insgesamt 21 Antwortmöglichkeiten)
	Welche Bereiche der Produktlebenszyklen werden in der Lernfabrik abgebildet? (in Anlehnung an Becker Spöttl & Windelband 2017)	Mehrfachnennungen möglich. <ul style="list-style-type: none"> • Anlagenplanung – Simulation • Anlagenaufbau – Vernetzung • Anlageneinrichtung und Inbetriebnahme • Anlagenüberwachung • Prozessmanagement – Visualisierung/Monitoring/Koordinierung/Organisation (Insgesamt 10 Antwortmöglichkeiten)
C	Was glauben Sie, wird in der Lernfabrik überwiegend entwickelt? (Kompetenzstrukturmodell beruflichen Lernens; Lindemann 2015; Sloane 2005; Dilger & Sloane 2005)	Einschätzung, von 1 (= wird gar nicht vermittelt) bis 5 (= wird sehr fundiert vermittelt) <ul style="list-style-type: none"> • Soziale Kompetenz • Fach- und Sachkompetenz • Prozesskompetenz • Personale Kompetenz • Sprachkompetenz • Mathematisches Verständnis • Symbol-/Zeichen- und Textinterpretation • Methodenkompetenz • Lernkompetenz • Überzeugungen und Werthaltungen

(Fortsetzung Tabelle 1)

Kategorie	Itembeispiel	Auswahlmöglichkeit
C	Welchem dieser Punkte können Sie zustimmen? (Zinn 2014)	Einschätzung, von 1 (= stimme gar nicht zu) bis 5 (= stimme voll zu) <ul style="list-style-type: none"> • Problemorientierte Lehr- und Lernprozesse gestalten sich aus konkreten beruflichen Situationen. • Problemlösungsfähigkeit muss in erfahrungsgeleiteten Arbeitssituationen entwickelt werden können. • Arbeitsorganisation und Umgang mit Planungsstrategien werden zu Lernprinzipien. • Selbstorganisation und selbstverantwortliches Gruppenlernen bilden den Kerngedanken einer handlungsorientierten Lernumgebung.
D	Wie viele Jahre Berufserfahrung haben Sie insgesamt?	Freitextfeld
	Welchen Qualifizierungspfad haben Sie gewählt, falls Sie im Schulkontext tätig sind?	Einfachwahlmöglichkeit <ul style="list-style-type: none"> • Grundständiges Lehramtsstudium • Studium eines anderen Fachbereichs • Alternativer Zugang plus Freitextfeld

Somit wird deutlich, dass im Hauptteil des Fragebogens didaktisch-methodische Komponenten der Unterrichtsentwicklung sowie der Prozessgestaltung der Lernfabrik erhoben werden. Dazu gehört das Verhältnis des Unterrichtens in den Grundlagenlaboren und dem Unterrichten an der Gesamtanlage (Smart Factories). Die Forschungshypothese lautet hier, dass vorwiegend in den Grundlagenlaboren in den Berufsschulen ausgebildet wird und es lediglich nur einigen wenigen Ausbildungsberufen (z. B. Mechatroniker/-in) und den Technikerinnen- und Technikerklassen gelingt, angemessen problemorientierte berufliche Lernsituationen in der gesamten Lernfabrik umzusetzen. Eine Ursache dafür könnte die hohe technische Komplexität der Lernfabriken sein, die an vielen beruflichen Schulen lediglich von einigen wenigen Lehrkräften beherrscht wird. Damit wären die Befunde aus älteren explorativen Studien zum berufsschulischen Einsatz von Lernfabriken in Baden-Württemberg, die zu einem sehr frühen Zeitpunkt der Implementierung durchgeführt wurden, in einigen Grundaussagen bestätigt (Zinn 2014; Scheid 2018; Roll & Ifenthaler 2020; Windelband 2022). Da die Implementierung der Lernfabriken in drei Tranchen erfolgte, wäre nun davon auszugehen, dass berufliche Schulen mit längerer Erfahrung im Aufbau und im (lernfeldorientierten) Einsatz zu häufigerer und anspruchsvollerer Nutzung gelangen.

Ebenso dürften Aspekte der schulischen Personalentwicklung, insbesondere der Rekrutierung und Fortbildung von Lehrkräften für den Einsatz von Lernfabriken eine erhebliche Rolle spielen. Dies wird im Fragebogen über Items zum Beispiel zur Qualifikation der beteiligten Lehrkräfte (in Anlehnung an Gössling Hagemeyer & Sloane 2020) erreicht. So werden im Freitextfeld zu diesen fünf Punkten Einstellungen und Fähigkeiten abgebildet:

- Wie werden Lehrkräfte in der Lernfabrik geschult bzw. weitergebildet?
- Gibt es ein festes Programm zur Qualifikation für die Lernfabrik?

- Welche Fortbildungen müssen besucht werden, bevor eine Lehrkraft in die Lernfabrik geht?
- Welche sind wünschenswert?
- Wie werden Lehrkräfte für die Lernfabrik rekrutiert?

Ein Gradmesser für den erreichten Innovationsgrad ist die abteilungsübergreifende schulinterne Zusammenarbeit sowie die externe Lernortkooperation mit dualen Partnern im Kontext der Lernfabrik. Dies wird im Fragebogen über Items zu den Rahmenbedingungen der Lernfabrik und weiterführenden Fragen zu den dualen Partnern, die an der Gestaltung und Umsetzung der Lernfabriken beteiligt sind, erreicht. Dazu zählen deskriptive Parameter, wie die Unternehmensgröße der beteiligten Partner. Darüber hinaus finden sich eine Reihe grundlegender Fragen, welche die Ausstattung und den Zustand der Lernfabrik beschreiben. So finden sich beispielsweise Items zur Selbsteinschätzung (von 1 = vollkommen unzureichend, bis 5 = vollkommen ausreichend) zu den Feldern:

- räumliche Ausstattung der Lernfabrik
- technische Ausstattung der Lernfabrik
- Möglichkeiten der Lernfabrik den Anforderungen der Industrie 4.0 gerecht zu werden
- Digitalisierungsgrad der eigenen Institution (z. B. Berufsschule)
- Digitalisierungsgrad der Lernfabrik
- allgemeine Auslastung der Lernfabrik
- personelle Besetzung der Lernfabrik

Die Bündelung der 41 Items und der deskriptive Ansatz sollen einen ersten Einblick in die Lernfabriken als Lernorte ermöglichen. Diese deskriptiven Analysen werden dann in einem zweiten Forschungsteil genutzt, um mittels validierter Skalen zur Erfassung von organisationalen Bedingungen, einflussnehmender Faktoren sowie Rahmenbedingungen vertiefte Erkenntnisse erhalten zu können.

Die zweite Teilstudie wird im Anschluss und auf Basis der hier gewonnenen Erkenntnisse folgende weiterführenden Forschungsfragen bearbeiten:

- Wo genau sind die Schnittstellen zwischen gewerblich-technischen und kaufmännischen Prozessen in den Lernfabriken an berufsbildenden Schulen in Baden-Württemberg?
- Wie wird dies im lernfeldorientierten Unterricht ausgewählter dualer Berufsausbildungen umgesetzt?
- Wie soll sich zukünftig die Lernortkooperation der dualen Partner hinsichtlich der Neuentwicklung didaktischer Konzepte insbesondere an der Schnittstelle bzw. Überschneidung bei kaufmännischen und technischen Inhalten gestalten?
- Welche Kompetenzen werden mit welchen didaktischen Mitteln in der Lernfabrik entwickelt?

4 Wie kann dieses Potenzial für die Professionalisierung von Lehrkräften kontinuierlich erschlossen werden?

In einer explorativen Vorstudie (Böhnlein 2021) wurde über Interviews mit Expertinnen und Experten untersucht, welche konkreten Ausbildungsberufe mit welchen beruflichen Fragestellungen in den Lernfabriken an berufsbildenden Schulen eingesetzt werden. Dazu wurden 15 Lehrkräfte an acht unterschiedlichen Standorten in Baden-Württemberg und Niedersachsen befragt, die über einige Jahre Anwendungserfahrung mit Lernfabriken an ihren beruflichen Schulen verfügen. Auch wenn dies keine repräsentative Stichprobe ist, beschreiben die Ergebnisse die bisherigen lernfeldbezogenen Anwendungsfälle für Lernfabriken in diesen Bundesländern. In dieser Vorstudie zeigt sich deutlich über alle einbezogenen gewerblich-technischen Ausbildungsberufe hinweg, dass zu 90 % die Grundlagenlabore für Fragestellungen zu Industrie 4.0 und nur zu 10 % die gesamte Lernfabrik eingesetzt wird – i. d. R. lediglich als Anschauungsobjekt. In einer Reihe von Begründungen zeigen sich in den Aussagen der befragten Lehrkräfte insbesondere die hohen berufsfachlichen, didaktischen und technologischen Anforderungen für den Einsatz dieser komplexen Lehr-Lernmittel als Hindernis für die breitere Anwendung und nachhaltige Implementierung. Die hierfür erforderlichen technisch-fachdidaktischen und pädagogischen Kompetenzentwicklungen auf dem aktuell besten Stand zu ermöglichen, kann als zentraler Teil der wissenschaftsorientierten Lehrkräftebildung an den Hochschulen und den entsprechenden kontinuierlichen Studiengangentwicklungen gesehen werden. Das Potenzial der Lernfabriken ergibt sich nun insbesondere aus der handlungs- und problemorientierten Theorie-Praxis-Erfahrung, die sich mit ihnen curricular im Studium verankert (d. h. außerhalb und zusätzlich zur üblichen Schulpraxis) erschließen lässt. Somit steht ein Anwendungskontext zur Verfügung, in dem im Sinne des situierten Lernens eine gezielte und idealerweise nachhaltige Kompetenzentwicklung und Reflexion leistbar ist. Lernfabriken an beruflichen Schulen können per se bereits als ein Element zur Förderung von „Digital Literacy“ gesehen werden, da sie digitalisierte Arbeits- und Produktionsprozesse mit einer angemessen komplexen Lernumgebung erschließen. Da Lernfabriken im Rahmen der Lehramtsausbildung unmittelbar an den Hochschulen i. d. R. nicht zur Verfügung stehen, kommt regionalen Kooperationen mit entsprechenden beruflichen Schulen zur Planung und Erprobung realer Unterrichtssituationen an diesen Anlagen eine hohe Bedeutung zu (vgl. Faßhauer & Windelband 2021).

Aufgrund ihrer Nähe zu realen beruflichen Arbeitsaufgaben haben gerade Lernfabriken das Potenzial, die Studierenden zum kompetenten pädagogischen Handeln in komplexen Zusammenhängen zu befähigen. Dies kann im Kontext kooperativ genutzter Lernfabriken an beruflichen Schulen gelingen, da die Studierenden hier systematisch die Möglichkeit erhalten, digitalitätsbezogene und berufsbezogene Aufgaben mit einem Denken und Agieren in einer auch hinsichtlich der Datengenerierung und Verarbeitung realistisch simulierten vernetzten Produktion zu gestalten und zu erproben.

Alle drei bis fünf Jahre setzen sich neue technologische Innovationsschritte durch, und die Lernfabriken brauchen eine entsprechende kontinuierliche Entwicklung in regionalen Netzwerken. Die Unterschiede zwischen den beruflichen Schulen mit Lernfabriken werden diesbezüglich eher wachsen. Es werden sich einzelne Leuchttürme etablieren, die die Verknüpfung unterschiedlicher und sich inhaltlich verändernder Berufe sowie die immer neuen Technologien in ihre Unterrichts-, Personal- und Organisationsentwicklung integrieren können. Hierbei sollten sich die Hochschulen in der ersten Phase der Lehrkräftebildung im Kontext der Wissensschaftsorientierung intensiv beteiligen und dies kontinuierlich für die Lehrkräftebildung weiterentwickeln.

Literaturverzeichnis

- Anselmann, S., Faßhauer, U. & Windelband, L. (2022). Bestandsaufnahme und Analysen von Lernfabriken (in Vorbereitung).
- Abele, E., Metternich, J., Tisch, M., Chrystolouris, G., Sihm, W., ElMaraghy, H., ... & Ranz, F. (2015). *Learning factories for research, education, and training*. *Procedia CiRp*, 32, 1–6.
- Barthruff, T., Dorner, T., Hörner, R. & Wiedmann, B. (2021). Die Strategie der Lernfabriken in Baden-Württemberg. In K. Wilbers & L. Windelband (Hg.), *Lernfabriken an beruflichen Schulen - Gewerblich-technische und kaufmännische Perspektiven* (S. 83–94). Berlin: epubli. doi: 10.25656/01:21245.
- Becker, M. (2020). Didaktik und Methodik der schulischen Bildung. In R. Arnold, A. Lipsmeier & M. Rohs (Hg.), *Handbuch Berufsbildung Springer Reference Sozialwissenschaften* (367–385). Wiesbaden: Springer VS. doi: 10.1007/978-3-658-19372-0_30-1.
- Becker, M., Spöttl, G. & Windelband, L. (2017). Berufsprofile für Industrie 4.0 weiterentwickeln. Erkenntnisse aus Deckungsanalysen am Beispiel des Ausbildungsprofils Mechatroniker/-in. *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP)*, 46(2), 14–18.
- Böhnlein, M. (2021). *Entwicklung eines Medienpakets zu Anwendungskontexten von Lernfabriken an beruflichen Schulen*. Masterarbeit an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd.
- Dilger, B. & Sloane, P. F. E. (2005). The Competence Clash – Dilemmata bei der Übertragung des ‘Konzepts der nationalen Bildungsstandards’ auf die berufliche Bildung. *Berufs- und Wirtschaftspädagogik Online (BWP@)* 8, 1–32.
- Faßhauer, U. & Windelband, L. (2021). Berufliche Lehrkräftebildung für die digitale Arbeitswelt kooperativ entwickeln – Ansatzpunkte für eine „Didaktik 4.0“. *berufsbildung. Zeitschrift für Theorie und Praxisverknüpfung*. 190, 27–29.
- Faßhauer, U., Wilbers, K. & Windelband, L. (2021). Lernfabriken: Ein Zukunftsmodell für die berufliche Bildung? In K. Wilbers & L. Windelband (Hg.), *Lernfabriken an beruflichen Schulen -Gewerblich-technische und kaufmännische Perspektiven* (S. 15–48). Berlin: epubli. doi: 10.25656/01:21245.

- Faßhauer, U., Windelband, L., Mutzke, B. & Harm, S. (2021). Lernfabriken an beruflichen Schulen als Gegenstand fachdidaktischer Professionalisierung – Entwicklung von standortübergreifenden Medienpaketen im beruflichen Lehramtsstudium. *Berufs- und Wirtschaftspädagogik Online (BWP@)* 40, 1–17.
- Gössling, B., Hagemeyer, D. & Sloane, P. F. (2020). Berufsbildung 4.0 als didaktische Herausforderung. Zum Umgang von Lehrkräften an berufsbildenden Schulen mit digitalisierten Arbeitswelten. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik* 115(4), 546–566. doi: 10.25162/zbw-2019-0022.
- Lindemann, H. J. (2015). *Kompetenzorientierung. Kompetenzen beschreiben*. Berlin: dblernen.
- Löhr-Zeidler, B., Hörner, R. & Heer, J. (2016). Handlungsempfehlungen Industrie 4.0 – Umsetzungshilfen für Lehrerinnen und Lehrer der beruflichen Schulen. *berufsbildung. Zeitschrift für Theorie und Praxisverknüpfung*, 159, 11–14.
- Lütjens, J. (1999). *Berufliche Erstausbildung in komplexen Lehr- und Lernsituationen. Die „Lernfabrik“ als produktions- und prozessorientiertes Qualifikationskonzept im Berufsfeld Metalltechnik*. Bremen: Donat.
- Lütjens, J. (2015). Lernfabrik. In J.-P. Pahl (Hg.), *Lexikon Berufsbildung. Ein Nachschlagewerk für die nicht-akademischen und akademischen Bereiche* (528–530). Bielefeld: W. Bertelsmann.
- MWA – Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg (2022). *Förderprogramm Lernfabriken 4.0*. Verfügbar unter <https://tinyurl.com/LFBaWue> (Zugriff am 09.02.2022).
- Plattform Industrie 4.0 (2019). *Themenfelder Industrie 4.0 – Forschungs- und Entwicklungsbedarfe zur erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0*. Verfügbar unter <https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Newsletter/2020/Ausgabe23/2020-05-publication-themenfelder-i40.html> (Zugriff am 09.02.2022).
- Rolff, H.-G. (2012). Grundlagen der Schulentwicklung. In C. Bühren (Hg.), *Handbuch Schulentwicklung* (S. 12–39). Weinheim: Beltz.
- Roll, M. J. J. & Ifenthaler, D. (2020). The Impact of Learning Factories on Multidisciplinary Digital Competencies. In E. Wuttke, J. Seifried & H. Niegemann (Eds.), *VET in the age of digitization* (pp. 271–289). Opladen: Verlag Barbara Budrich. doi 10.3224/84742432.
- Scheid, R. (2018). Learning factories in vocational schools: Challenges for designing and implementing learning factories at vocational schools. In D. Ifenthaler (Ed.), *Digital workplace learning: Bridging formal and informal learning with digital technologies* (pp. 271–289). New York: Springer. doi: 10.1007/978-3-319-46215-8_15.
- Schmitt, B., Klaffke, H., Sievers, T., Tracht, K. & Petersen, M. (2021). Veränderungen der Kompetenzanforderungen durch Zukunftstechnologien in der industriellen Fertigung. In S. Seufert, J. Guggemos, D. Ifenthaler, H. Ertl & J. Seifried (Hg.), *Künstliche Intelligenz in der beruflichen Bildung. Zukunft der Arbeit und Bildung mit intelligenten Maschinen?! ZBW, Beiheft 31* (S. 103–128). Stuttgart: Franz Steiner Verlag.

- Sloane, P. F. E. (2005). Kompetenzen und Kompetenzniveaus in der beruflichen Domäne von Wirtschaft und Verwaltung: Bildungsstandards, Kompetenzorientierung und Lernfelder. In Verband der Lehrerinnen und Lehrer an Wirtschaftsschulen, Landesverband NRW e. V. (Hg.), *Bildungsstandards für die berufliche Bildung II. Handlungserfordernisse. Dokumentation der 2. Tagung vom 17. Januar 2005 in Duisburg*. Düsseldorf.
- Spöttl, G., Gorltd, C., Windelband, L., Grantz, T., Richter, T. (2016). *Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E-Industrie*, München. Verfügbar unter <https://www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbmStudieIndustrie-4-0.pdf> (Zugriff am 16.09.2021).
- Sudhoff, M. (2021). Lernfabriken an Hochschulen – Bestandsaufnahme. In R. G. Heinze, D. Kreimeier & M. Wannöffel (2021). *Lernfabriken an Hochschulen: Neue Lernorte auf dem Vormarsch? Bestandsaufnahme-Curriculare Ausrichtungen-Transferkanäle* (No. 456). Study der Hans-Böckler-Stiftung.
- Tisch, M. (2018). *Modellbasierte Methodik zur kompetenzorientierten Gestaltung von Lernfabriken für die schlanke Produktion*. TU-Darmstadt (Dissertation). Aachen: Shaker.
- Windelband, L. (2021). Eine neue Form der Prozessorientierung in der beruflichen Bildung im Zeitalter der Digitalisierung. In M. Kohl, A. Diettrich & U. Faßhauer (Hg.), *„Neue Normalität“ betrieblichen Lernens gestalten. Konsequenzen von Digitalisierung und neuen Arbeitsformen für das Bildungspersonal* (S. 199–220). Bonn: Barbara Budrich Verlag.
- Windelband, L. (2022). Lernfabriken in der beruflichen Bildung – Möglichkeiten für die berufliche Fachrichtung Metalltechnik. In A. Grimm & V. Herkner (Hg.), *Entwicklungen und Herausforderungen einer beruflichen Fachrichtung Metalltechnik und deren Didaktik*. Berlin: Lang (im Erscheinen).
- Zinn, B. (2014). Lernen in aufwändigen technischen Real-Lernumgebungen – eine Bestandsaufnahme zu berufsschulischen Lernfabriken. *Die berufsbildende Schule*, 66(1), 23–26.

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Kategorien, Itembeispiele und Auswahlmöglichkeiten des Fragebogens zu Lernfabriken	84
--------	--	----