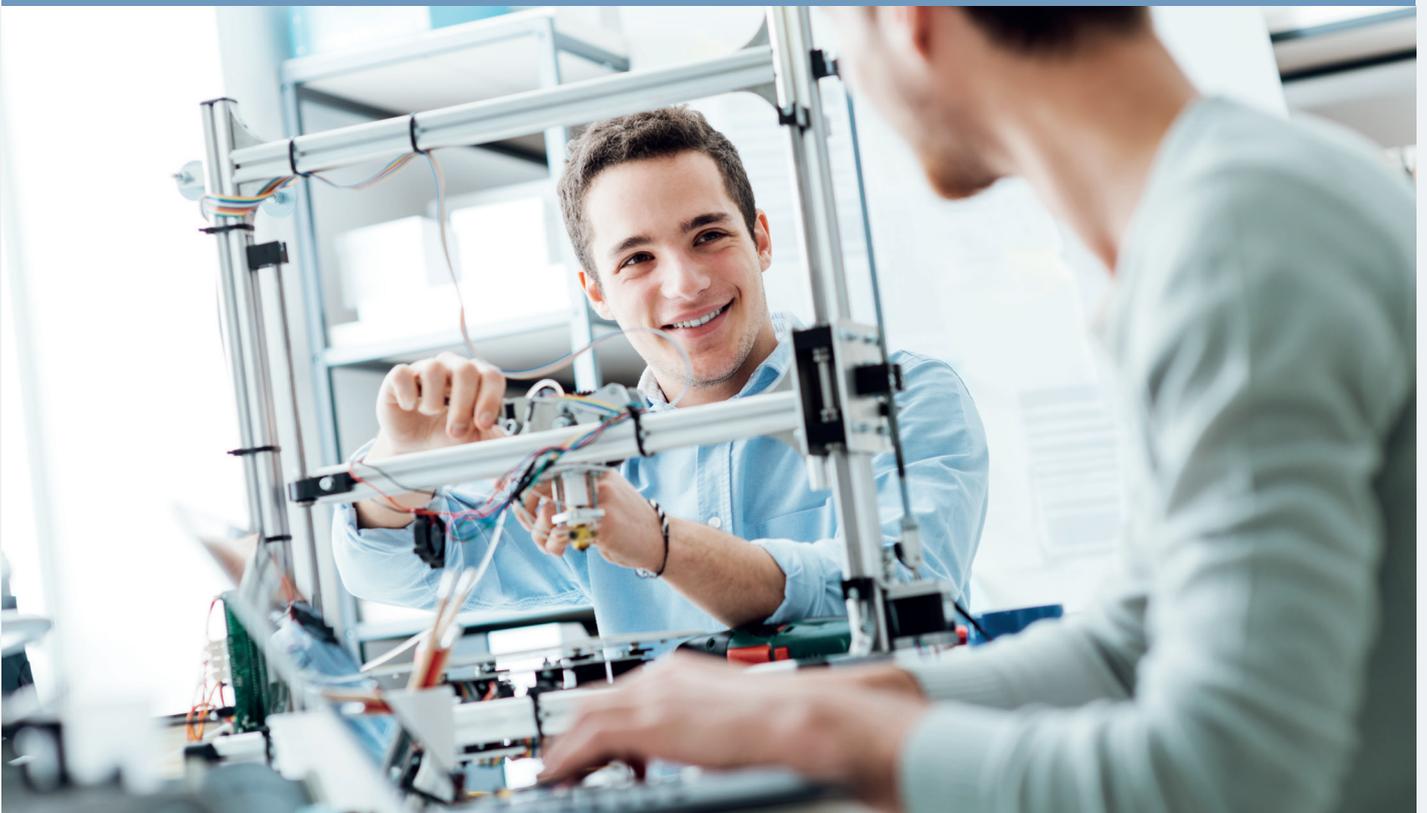


Abschlussbericht



Lok 4.0 – Lernortkooperation
digital gestalten

Inhalt

1	Vorwort des Auftraggebers Südwestmetall	3
2	Überblick	4
3	Ausgangslage	4
4	Zielsetzung des Projekts	6
4.1	Mix an Ausbildungsberufen	6
4.2	Lernortkooperation	6
4.3	Zielgruppen	6
4.4	Workshops	7
4.5	Weiterbildungsangebote	7
5	Organisatorischer Rahmen	8
5.1	Durchführende Projektpartner und Kooperationspartner	8
5.2	Zeitlicher Ablauf	9
5.3	Telefonische Unternehmensbefragung	10
5.4	Befragung von Berufsschulen	13
5.5	Vor-Ort-Besuche	18
5.6	Unternehmensworkshop	19
5.7	Workshop zu Lernsituationen	21
5.8	Schulung zur Musterlösung	23
5.9	Regionale Workshops	24
5.10	Wissenschaftlicher Workshop	27
5.11	Analyse der Unterrichtsentwürfe	28
5.11.1	Kontext der Dokumentenanalyse	28
5.11.2	Methodik	29
5.11.3	Ergebnisse	30
5.11.4	Schlussfolgerungen	31
5.12	Unterrichtserprobungen	31
5.12.1	Status der Schulentwicklung	32
5.12.3	Auszubildendenperspektive auf die Lernortkooperation	32
5.12.4	Teilnehmende Schulen	33
5.12.5	Ablauf	34
5.12.6	Schlussfolgerungen	35
5.13	Basis-Schulung Industrie 4.0	38
5.13.1	Ablauf	38
5.14	Gemeinsame Fortbildungen von Lehrkräften und Auszubildenden	40
5.15	Veröffentlichung der Ergebnisse auf Kongressen, wissenschaftlichen Kongressen und in Publikationen	40
6	Fazit/Handlungsempfehlungen	41
7	Danksagungen	44

Vorwort

Die Digitalisierung der Arbeitswelt wird auch die Zusammenarbeit der dualen Partner – Betrieb und Berufsschule – in der Berufsausbildung verändern. Mit den Lernfabriken 4.0 an Berufsschulen, die gemeinsam von öffentlicher Hand und Wirtschaft finanziert werden, steht in Baden-Württemberg ein einzigartiges Angebot zur Vermittlung von Kompetenzen für die Industrie 4.0 zur Verfügung. Oft sind es Südwestmetall-Ausbildungsbetriebe, die als Wirtschaftspartner den Aufbau regional unterstützt haben.

Vor diesem Hintergrund ist es dem Arbeitgeberverband Südwestmetall ein wichtiges Anliegen, auf der Grundlage gemeinsam entwickelter Konzepte eine neue Form der Lernortkooperation zu fördern. In enger Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg konnte durch das Projekt Lok 4.0 die Lernförderlichkeit der Lernfabriken 4.0 gesteigert und die Zusammenarbeit von Berufsschulen und Unternehmen intensiviert werden.

Mit Projektabschluss steht jetzt ein Instrumentarium aus konkreten Handlungsempfehlungen, einem Konzept für gemeinsame Workshops zur Lernortkooperation 4.0 sowie einer „Basisschulung Industrie 4.0“ zur Verfügung. Davon werden alle bestehenden wie auch zukünftigen Lernfabriken 4.0 in den Berufsschulen sowie ihre Unternehmenspartner profitieren.

Ein herzlicher Dank gilt den Projektträgern Institut der deutschen Wirtschaft, Universität Mannheim und Bildungswerk der Baden-Württembergischen Wirtschaft. Nur durch diese besondere Konstellation mit den drei Organisationen war es möglich, die Expertise aus Wirtschaft, Berufsschulen und Wissenschaft derart fruchtbar zusammenzuführen.



Stefan Küpper

Geschäftsführer Politik, Bildung, Arbeitsmarkt

Projektleitung:

Markus Singler

Projektlaufzeit:

01.01.2018 bis 30.06.2020

Autorenteam:

Prof. Dr. Dirk Ifenthaler, David Meinhard, Christoph Metzler, Dr. Valerie Müller, Michael Roll, Markus Singler, Dirk Werner

Stand:

30.06.2020

2 Überblick

Im Zuge von Digitalisierung und Industrie 4.0 verändern sich die Kompetenzanforderungen an Fachkräfte. Um diese Veränderungen aufzugreifen und im Unterricht vermitteln zu können, wurden an zahlreichen Berufsschulen in Baden-Württemberg Lernfabriken 4.0 (kurz: Lernfabriken) eingerichtet. Für die Lehrkräfte gibt es technische Fortbildungsangebote zu Industrie 4.0, vor Beginn des Projektes im

Jahr 2018 lagen allerdings noch keine (wissenschaftlich fundierten) didaktischen Konzepte vor, um die Lehr- und Lernpotenziale der Lernfabriken angemessen zu nutzen. Damit bestand bei allen Beteiligten in der beruflichen Bildung Bedarf an einer höheren Prozesssicherheit bei der Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen im Hinblick auf die Digitalisierung. Genau hier setzt das Projekt an.

3 Ausgangslage

Durch eine Förderung des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg (kurz: Wirtschaftsministerium) wurde 2016 die Implementation von 16 Lernfabriken an Berufsschulen finanziell unterstützt. Hinzu kommt, dass einige Schulen, die keine Förderung erhielten, Lernfabriken mit Spendenmitteln und Mitteln der Schulträger unabhängig davon einrichten konnten. Mit Hilfe einer zweiten Förderrunde des Wirtschaftsministeriums aus 2019 sollen bis Ende 2020 42 Lernfabrikanlagen mit 71 beteiligten beruflichen Schulen in Baden-Württemberg flächendeckend im Einsatz sein. Zusätzlich gab es im Jahr 2017 einen Förderaufruf, um Konzepte für Unterricht an Lernfabriken zu entwickeln. Sechs Projekte erhielten den Zuschlag, Lok 4.0 ergänzte diese Runde als externes Projekt.

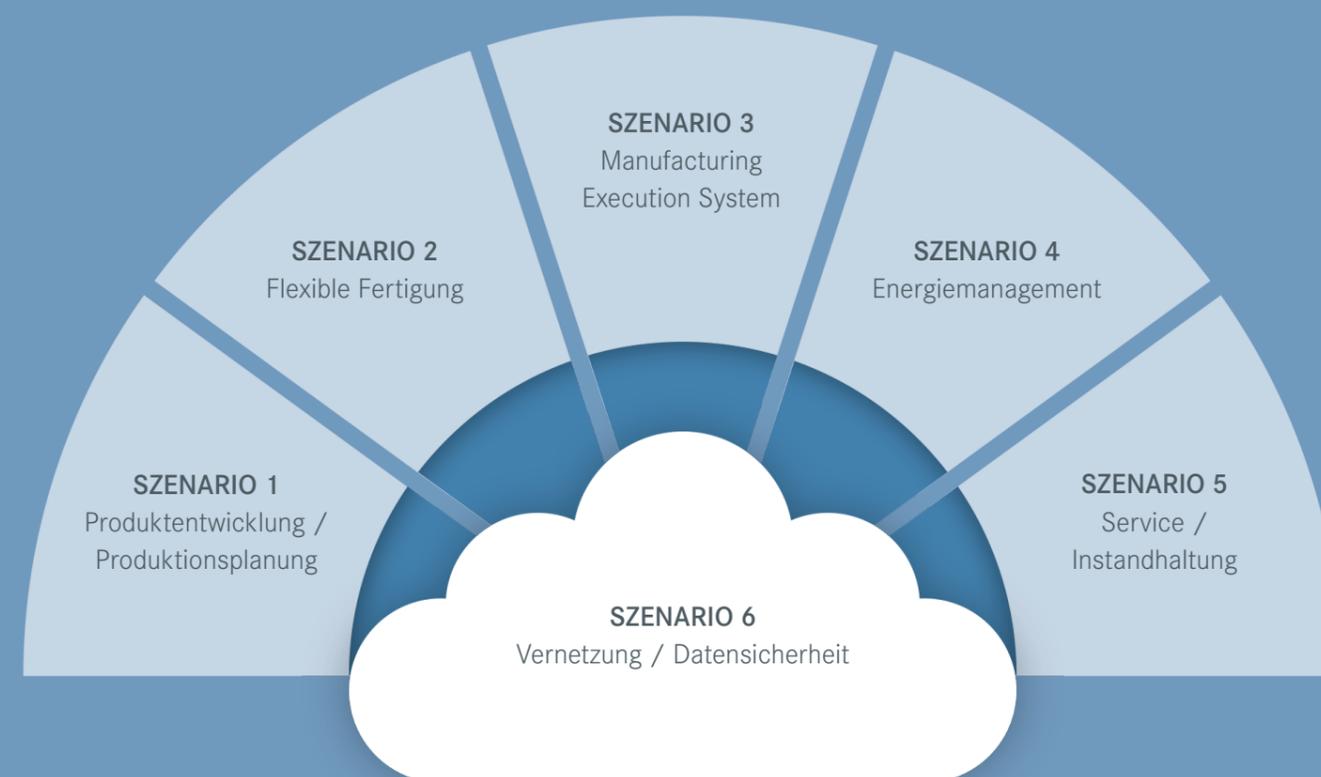
Sport Baden-Württemberg (kurz: Kultusministerium). Dazu wurde unter anderem eine Handreichung zum Thema Industrie 4.0 (Hörner et al. 2016)¹ verfasst und eine „Musterlösung BW“ für die gewerblichen Berufsschulen in Baden-Württemberg entwickelt. Die Musterlösung soll auch Berufsschulen ohne Lernfabrik eine Orientierung bieten, wie relevante Inhalte mit den dort zur Verfügung stehenden Mitteln umgesetzt werden können.

Um die Musterlösung Industrie 4.0 in der Unterrichtspraxis möglichst vieler Berufsschulen umzusetzen, hat das Kultusministerium 2018 die damals 16 geförderten Lernfabrikschulen aufgefordert, Lernsituationen mit Bezug zur Lernfabrik innerhalb der sechs Szenarien der Handreichung zu entwickeln.

Dabei obliegt die bestmögliche didaktische Integration der Lernfabriken in den Unterricht dem Ministerium für Kultus, Jugend und

¹ Hörner R., Wiedmann B., Schmidt A., Heer J., Weber B. & Mußler, M. (2016): Industrie 4.0 – Umsetzung im Unterricht. Stuttgart: Landesinstitut für Schulentwicklung

Szenarien der Handreichung 4.0



Quelle: nach Hörner et al. (2016)

Im Schuljahr 2019/2020 wurden abermals Aufträge an die Berufsschulen gegeben. Der Hintergrund des zentral gesteuerten und kontrollierten Auftrags an die Lehrkräfte ist es, den Austausch von qualitativ hochwertigen Unterrichtsentwürfen mit Bezug auf die Lernfabrik zu fördern. So sollen die erarbeiteten Lernsituationen allen anderen Lehrkräften über ein Online-Portal zur Verfügung gestellt werden, um eine einfachere und häufigere Integration der Lernfabriken in den schulischen Alltag zu ermöglichen.

- Ein Unterrichtsentwurf ist die schriftliche Planung einer oder mehrerer Lernsituation(en).
- Eine Lernsituation ist die realitätsnahe Ausgestaltung einer beispielhaften Berufssituation innerhalb eines Lernfeldes.
- Eine Unterrichtseinheit ist die Zeiteinheit, in denen eine Lernsituation bearbeitet wird. Sie kann auch über mehrere Schulstunden andauern.

4 Zielsetzung des Projekts

Das ursprüngliche Ziel des Projekts war die Entwicklung didaktischer Konzepte zur lernförderlichen Nutzung der Lernfabriken und zur Stärkung der Lernortkooperation in für die M+E-Industrie relevanten Ausbildungsberufen in Baden-Württemberg. Diese sollten an das „Agile Verfahren“ zur Neuordnung der M+E-Berufe anknüpfen und in konkrete Lernmodule münden, die den Verbandsunternehmen von Südwestmetall auf einer Lernplattform zur Verfügung gestellt werden.

Die Zielsetzung änderte sich insofern, als dass keine Lernmodule selbst entwickelt wurden, sondern die von den Berufsschulen entwickelten Lernsituationen analysiert und Erprobungen derselben durchgeführt wurden. Von der Installierung einer eigenen Lernplattform wurde deshalb auch abgesehen. Das Ziel, betriebliche Anwendungsfälle zu erschließen und damit die Lernortkooperation zwischen Unternehmen und Berufsschulen zu intensivieren, wurde weiterhin verfolgt.

4.1 Mix an Ausbildungsberufen

Die erfolgreiche Gestaltung der Digitalisierung erfordert neben IT-Skills auch hohe soziale und kommunikative Kompetenzen und eine Kombination aus fachlichen Inhalten aus verschiedenen Berufen (Flake, Seyda & Werner, 2019)². Daher sollten neben der Mechatronikerin/dem Mechatroniker als M+E-Kernberuf auch die Fachinformatikerin/der Fachinformatiker als IT-Beruf und die Industriekauffrau/der Industriekaufmann als kaufmännischer Beruf einbezogen werden. Dies fördert das Denken in Prozessketten und die Kooperation über Berufsgrenzen hinweg. Letztlich wurde der Fokus aber auch auf andere Berufe erweitert.

¹ Flake, R., Seyda, S. & Werner, D. (2019):
Mit beruflicher Weiterbildung die Digitalisierung meistern.
Ergebnisse der repräsentativen Unternehmensbefragung im Rahmen des IW-Personal-panels 2018. Köln: Institut der deutschen Wirtschaft e. V.

4.2 Lernortkooperation

Den Lernfabriken werden umfassende Potenziale für eine Intensivierung der Lernortkooperation zugeschrieben, besonders im Kontext von Industrie 4.0. Berufsschulen können die Relevanz und Praxisnähe ihrer Lehr- und Lernprozesse und damit die Motivation der Lernenden durch den Unterricht mit der Lernfabrik steigern. Unternehmen können reale Problemstellungen mit hohem Anwendungsbezug von ihren Auszubildenden gemeinsam mit anderen bearbeiten lassen und damit Impulse von außen erhalten.

Diesem Ziel wurde unter anderem mit der Umsetzung von regionalen Workshops Rechnung getragen (vgl. Kapitel 4.9).

4.3 Zielgruppen

Neben den Auszubildenden stehen Ausbilderinnen und Ausbilder sowie Berufsschullehrkräfte im besonderen Fokus des Vorhabens. Zudem sind jedoch die Perspektiven aus Produktion, Entwicklung und eventuell weiteren Unternehmensbereichen einzubeziehen, um die Anforderungen der Unternehmen an (künftige) digitale Kompetenzen von Auszubildenden und Fachkräften identifizieren zu können.

Im Rückblick lässt sich sagen, dass ausschließlich Ausbilderinnen und Ausbilder sowie mit der Lernfabrik befasste Lehrkräfte am Projekt beteiligt waren.

4.4 Workshops

Durch verschiedene Workshop-Formate sollten zu Beginn Erwartungen geklärt, die Ausgangssituation von Berufsschulen und Unternehmen bestimmt sowie relevante Kompetenzen identifiziert werden. Vor den Workshops standen telefonische Befragungen von Ausbildungsunternehmen an. Diese wurden um eine Befragung der Schulen erweitert (vgl. Kapitel 4.3).

Im Laufe des Projekts war geplant, die didaktischen Konzepte samt Lernsituationen in Umsetzungs-Workshops zu diskutieren. Diese wurden in zentralen und regionalen Terminen umgesetzt (vgl. Kapitel 4.5, 4.6 und 4.7).

4.5 Weiterbildungsangebote

Für Ausbilderinnen und Ausbilder sowie Lehrkräfte sollten spezifische gemeinsame Weiterbildungsangebote entwickelt werden, um sowohl die digitale Gestaltung der Ausbildung als auch die Lernortkooperation zu fördern. Diese Angebote sollten eine inhaltliche Komponente („Welche Kompetenzen werden im Zuge der Digitalisierung künftig benötigt?“) und eine methodische Komponente („Welche E-Learning-Formate können wie eingesetzt werden?“) beinhalten.

Diesem Ziel wurde in anderer Weise, sowohl mit den Workshops, als auch mit der Teilnahme von Ausbilderinnen und Ausbildern an Fortbildungen für Lehrkräfte Rechnung getragen.

5 Organisatorischer Rahmen

Das Projekt wurde durch Südwestmetall, den Arbeitgeberverband der Metall- und Elektroindustrie in Baden-Württemberg e. V. ins Leben gerufen und finanziert. Der Zeitraum war zuerst für zwei Jahre angesetzt und wurde dann um ein halbes Jahr verlängert, sodass die Projektlaufzeit am 1. Januar 2018 begann und am 30. Juni 2020 endete.

5.1 Durchführende Projektpartner und Kooperationspartner

Die Durchführung und wissenschaftliche Begleitung übernahmen das Kompetenzfeld „Berufliche Qualifizierung und Fachkräfte“ des Instituts der deutschen Wirtschaft und der Lehrstuhl für „Wirtschaftspädagogik – Learning, Design & Technology“ an der Universität Mannheim. Das Projektmanagement lag beim Bildungswerk der Baden-Württembergischen Wirtschaft. Die folgende Übersicht zeigt die Projektbeteiligten zu Beginn des Projekts. Frau Dr. Valerie Müller vom Institut der Wirtschaft ergänzte das Projektteam ab 2019.

Durch die rege Beteiligung von über 150 Ausbilderinnen und Ausbildern, Lehrerinnen und Lehrern sowie weiteren Verantwortlichen in der beruflichen Bildung aus Unternehmen, Berufsschulen und dem Kultusministerium nahm das Projekt einen dynamischen Verlauf, der laufend an den Bedarf und die Gegebenheiten der Praxis angepasst wurde.

PROJEKTTEAM



Dirk Werner
Leiter des Kompetenzfelds Berufliche Qualifizierung und Fachkräfte
Tel.: 0221 4981-712
werner@iwkoeln.de



David Meinhard
Economist für Ausbildung und Fachkräftesicherung
Tel.: 0221 4981-815
meinhard@iwkoeln.de



Christoph Metzler
Economist für Ausbildung und Fachkräftesicherung
Tel.: 0221 4981-871
metzler@iwkoeln.de



Prof. Dr. Dirk Ifenthaler
Lehrstuhlinhaber
Lehrstuhl für technologiebasiertes Instruktionsdesign
Tel.: 0621 181-2270
ifenthaler@bwl.uni-mannheim.de



Michael Roll
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Lehrstuhl für technologiebasiertes Instruktionsdesign
Tel.: 0621 181-2168
roll@bwl.uni-mannheim.de



Markus Singler
Bildungswerk der Baden-Württembergischen Wirtschaft e.V.
Tel.: 07721 40249-15
singler.markus@biwe.de

5.2 Zeitlicher Ablauf

Aufgrund der komplexen Anforderungen und der Tatsache, dass die Berufsschulen beim Einsatz der Lernfabriken noch am Anfang standen, wurde insofern ein agiles Vorgehen vereinbart, als dass bei regelmäßig stattfindenden Planungs- und Konzeptionstreffen das weitere Vorgehen laufend angepasst werden sollte. Im Nachhinein erachten wir folgende Meilensteine als besonders wichtig:

Zeitpunkt	Meilensteine
2018	
1.+2. Quartal 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Vor-Ort-Besuche bei Berufsschulen und Unternehmen • telefonische Unternehmensbefragung • telefonische Schulbefragung • Steckbriefe
11.04.2018	<ul style="list-style-type: none"> • Unternehmensworkshop zu digitalen Kompetenzen
3. Quartal 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Konzeptionierung der vereinbarten Veranstaltungen • Vereinbarung mit Wirtschaftsministerium: außerordentliche Teilnahme an Fördertreffen und Ergebniskonferenz • Operationalisierung Kompetenzen
13.09.2018	<ul style="list-style-type: none"> • Kooperationsvereinbarung mit Landesgruppe I 4.0: <ol style="list-style-type: none"> 1. Regionale Workshops 2. Begleitung Unterrichtserprobungen 3. Ausweitung der Schulbefragung 4. Entwicklung Basis-Schulung I 4.0 5. Workshop zu Lernsituationen
2019	
1. Quartal 2019	<ul style="list-style-type: none"> • Planungen mit Schulen zu regionalen Workshops und Erprobungen
14.01.2019	<ul style="list-style-type: none"> • Workshop zu Lernsituationen mit Landesgruppe I 4.0 sowie Ausbilderinnen und Ausbildern
21.02.2019	<ul style="list-style-type: none"> • Schulung zur Musterlösung für Projektteam sowie Ausbilderinnen und Ausbilder durch Landesgruppe I 4.0
2. Quartal 2019	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse der Unterrichtsentwürfe • Konzeptionierung der Basis-Schulung • Organisation der Teilnahme von Ausbilderinnen und Ausbildern an Fortbildungen für Lehrkräfte
04.07.2019	<ul style="list-style-type: none"> • erster regionaler Workshop mit Ausbilderinnen und Ausbildern sowie Lehrkräften
01.10.2019	<ul style="list-style-type: none"> • erste Unterrichtserprobung
3.+4. Quartal 2019	<ul style="list-style-type: none"> • Feedbackschleifen Analyse Unterrichtsentwürfe • Zusagen für Ausbilderinnen und Ausbilder zur Teilnahme an Fortbildungen für Lehrkräfte • Entscheidung über Projektverlängerung
2020	
05.03.2020	<ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Ergebniskonferenz Förderprogramm Wirtschaftsministerium
30.03.2020	<ul style="list-style-type: none"> • Wissenschaftlicher Workshop zu Unterrichtsentwürfen
1.+2. Quartal 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Ausarbeitung des Abschlussberichts

5.3 Telefonische Unternehmensbefragung

Der Erhebungszeitraum für die telefonische Befragung war der März 2018. Von 47 Unternehmenskontakten konnten insgesamt 32 für Interviews gewonnen werden. Der Fragebogen war in drei Themenbereiche unterteilt.

Alle befragten Unternehmen zeichnen sich durch eine hohe Ausbildungsaktivität aus. Der Großteil der befragten Unternehmen bildet (u. a.) in den Berufen „Mechatronikerin/Mechatroniker“, „Fachinformatikerin/Fachinformatiker“ sowie „Industriekaufleute“ aus. Mechatronikerin/Mechatroniker, als einer der Kernberufe der Industrie 4.0, stellt hier mit einem gewissen Abstand die größte Gruppe der Auszubildenden.

Befragt nach der Bedeutung von Digitalisierung und Industrie 4.0 für die eigene Arbeit und das eigene Unternehmen, zeichnen die Interviewpartnerinnen und -partner sehr unterschiedliche Bilder. Der Großteil der Befragten sieht für den eigenen Betrieb eine große Bedeutung von Digitalisierungsprozessen, primär für den Produktionsbereich. Die Prozesse werden allerdings auch für die Berufsausbildung zunehmend relevant, da Produktions- und Arbeitsprozesse weiter digitalisiert und junge Menschen darauf vorbereitet werden müssen. Andererseits wurde der Begriff „Industrie 4.0“ auch kritisch reflektiert („Marketing-Gag“) und die sogenannte „Vierte industrielle Revolution“ sei eher als ein stetiger Prozess zu charakterisieren, der in vielen Unternehmen der lang gelebten Praxis entspricht (beispielsweise bzgl. der Entwicklungen im Bereich der Automatisierungstechnik).

Sehr deutlich wurde zudem das Motiv, dass oftmals noch kein klares Bild über zukünftige Auswirkungen der Digitalisierung auf Geschäftsmodelle und abzuleitende Arbeits- und Produktionsprozesse vorliegt. Die Menschen seien (auch über die Ausbildungsphase hinaus) mitzunehmen und auf Tätigkeiten in diesem von Unsicherheit geprägten Umfeld vorzubereiten. Nahezu ausnahmslos gibt es in den einzelnen Unternehmen eine Einheit, die sich mit diesem Themenbereich auseinandersetzt (in Form dezidiert Abteilungen oder Arbeitsgruppen).

Die befragten Ausbilderinnen und Ausbilder äußerten einen stetigen Bedeutungsgewinn der Digitalisierung für die betriebliche Ausbildung, wobei sich die „Ausbildung 4.0“ weiterhin in einer Erprobungsphase

befinde. Viele Befragte berichteten von den Bestrebungen, technische Neuerungen schnellstmöglich in die Ausbildung einzubinden. Es ergab sich ein durchgängiger Eindruck, dass ein Schwerpunkt auf den Auf- und Ausbau digitaler Lernmethoden und der Ausstattung mit technischer Hard- und Software gelegt wird.

Ein uneinheitliches Bild ergab die Frage, ob der Mix an Ausbildungsberufen aufgrund der Digitalisierung verändert worden sei. Einerseits bejahten viele Ausbilderinnen und Ausbilder diese Frage und es wurde stellenweise von einem Trend berichtet, mehr Mechatronikerinnen/Mechatroniker, Elektronikerinnen/Elektroniker und IT-Fachleute auszubilden, hingegen weniger Industriemechanikerinnen/Industriemechaniker, da mehr Kompetenzen im Bereich digitale Steuerungstechnik, Robotik, 3D-Technik sowie allgemeine IT-Kenntnisse gebraucht würden. Auch werde die Option des dualen Studiums punktuell der dualen Ausbildung vorgezogen. Andere Unternehmen wiederum sehen die grundlegenden Arbeitsprozesse, die in der Ausbildung vermittelt werden, als weitgehend konstant und digitale Entwicklungen wurden situationsbezogenen zu einzelnen Prozessen eingebunden (Digitalisierungsinhalte „on top“ zu den Grundlagen).

Von einer einzelnen Ausnahme abgesehen gaben alle Befragten an, dass sie bereits digitale Lernmethoden eingeführt haben, beispielsweise in Form von Web Based Trainings (WBTs), Lernplattformen (LMS) oder LernApps und/oder mobile Endgeräte für ihre Auszubildenden zur Verfügung stellen.

Ein Anspruch auf allgemeingültige Aussagen wird mit dieser qualitativen Erhebung allerdings nicht begründet. Trotz vorgenannter Affinität und der Bereitschaft zum Experimentieren mit digitalen Lernformaten wurde zugleich mehrfach die Effizienzfrage digitalen Lernens in Relation zu traditionellen Lernformaten gestellt, wobei diese beiden Ansätze beispielsweise in Form von Blended Learning durchaus zueinander anschlussfähig sind. 29 der 32 befragten Unternehmen haben in die Weiterbildung des eigenen Ausbildungspersonals investiert, wobei Themen wie „digitale Fitness“, Erprobung von neuen Lernmethoden sowie der Austausch mit anderen Unternehmen als vorrangige Themenbereiche benannt wurden.

Bezüglich jener Inhalte und Kompetenzen, die nach Ansicht der Befragten intensiver im Rahmen der betrieblichen Ausbildung vermittelt werden sollten, gab es folgende Rückmeldungen:

Zeitpunkt	Meilensteine
IT-Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Bedarf an Vermittlung bereits im schulischen Bereich (Excel etc.) steigende Bedeutung IT-Anwender- und Programmierkenntnisse
Medienkompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • Mediennutzung und kritisches Hinterfragen (bspw. bzgl. der Datensicherheit und Quellen)
Selbstorganisation	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitmanagement • eigenständiges Lernen
Prozesskompetenz	<ul style="list-style-type: none"> • übergreifendes Lernen/Verstehen • ganzheitliches Denken: gesamten Prozess und Zusammenhänge verstehen
sonstige Anforderungen der digitalisierten Arbeitswelt	<ul style="list-style-type: none"> • Sprachkenntnisse • Umgang mit Internationalität und Diversität • Flexibilität

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf telefonischer Befragung im Projekt Lok 4.0

Bei den Befragten besteht zum einen ein großes Interesse an erhöhter Verzahnung schulischer und betrieblicher Ausbildungsabschnitte, d. h. an Lernortkooperation. Die bisherigen Erfahrungen zeigten den Befragten zufolge allerdings, dass etwa die Synchronisierung der Inhalte zwar wünschenswert, oft aber in der Praxis nicht umsetzbar erschien. Vielerorts wurde die Kooperation mit Berufsschulen positiv beurteilt. Zugleich wurden Fälle berichtet, in denen es deutlich an Absprachen und Abstimmung mangelte.

Die Rückmeldungen zu den bisherigen Erfahrungen mit den Lernfabriken fielen sehr unterschiedlich aus. Alle Befragten sind grundsätzlich mit den Möglichkeiten der Lernfabriken vertraut und an einigen Standorten sind bereits Lernfabriken im Einsatz, wenn diese auch technisch sehr unterschiedlich ausgestattet sind. Teils waren die Lernfabriken trotz Installation (noch) nicht in Nutzung oder nur für einige wenige Berufsgruppen geöffnet. An Standorten, an denen schon erste praktische Erfahrungen im Unterricht mit der Lernfabrik gemacht werden konnten, wird von einem sehr großen motivationalen Effekt bei den Auszubildenden berichtet. Es wurde der Eindruck gespiegelt, dass eine Überforderung der zeitlichen Ressourcen mehrerer Schulstandorte

aufgetreten ist, die einer aktiven Nutzung entgegensteht. Besonders prägend waren Zitate wie: „Die Hardware ist da, aber die Konzepte noch nicht“ oder „Wir sehen staunende Azubis und wenig Aktivierung“. Diesen Beiträgen zufolge seien Lehrkräfte an mehreren Standorten nicht hinreichend im Umgang mit der Hardware geschult und entsprechend hinke auch die Entwicklung didaktischer Konzepte hinterher.

Andererseits sehen die befragten Ausbilderinnen und Ausbilder das große Potenzial in den Lernfabriken, Funktionsweisen einer komplexen Fertigungsanlage zu veranschaulichen und zu erlernen, wie beispielsweise Inhalte der Automatisierungstechnik oder verkettete Produktionsabläufe. Auch eine Öffnung der Lernfabrik für verschiedene Berufsgruppen oder gar ein berufsübergreifendes projektorientiertes Arbeiten wäre mit der Lernfabrik denkbar.

Aus der Befragung der Ausbildungsunternehmen lassen sich unterschiedliche Handlungsbedarfe hinsichtlich der Nutzung der Lernfabriken und der Förderung einer engeren Lernortkooperation ableiten. Um die vorhandene technische Struktur einer effizienten Nutzung zuzuführen, bedarf es einer engeren Kommunikation und Absprache der dualen Ausbildungspartner. Auf diesem Wege wären alle Ausbildungsbeteiligten über die Potenziale der Lernfabrik informiert und so könnte beispielsweise durch die Einbindung konkreter betrieblicher Fragen- und Aufgabenstellungen ein größerer Praxisbezug innerhalb des Lernfabrikeinsatzes geschaffen werden. Auf diesem Wege könnte auch die Authentizität der Lehr-Lern-Situation durch die Abbildung regionaler und unternehmensspezifischer Prozesse erhöht werden.

Aus den Gesprächen ergab sich aus Sicht der Unternehmen auch der Bedarf, die Lernfabrik laufend auf dem aktuellen technischen Stand zu halten, um den Anschluss an die betriebliche Praxis nicht zu verlieren. Die laufende Instandhaltung zeigte sich bereits in einem frühen Stadium der Implementierung als eine Herausforderung, da nicht durchgängig entsprechende Wartungsverträge abgeschlossen wurden.

Zusammenfassend brauchen die Lernfabriken aus Unternehmenssicht didaktische Konzepte, geschulte Lehrkräfte und eine konsequente Anknüpfung an betriebliche Fragestellungen.

5.4 Befragung von Berufsschulen

Ergänzend und aufbauend auf der Unternehmensbefragung wurde zwischen April und November 2018 eine telefonische Befragung von Lehrkräften durchgeführt.

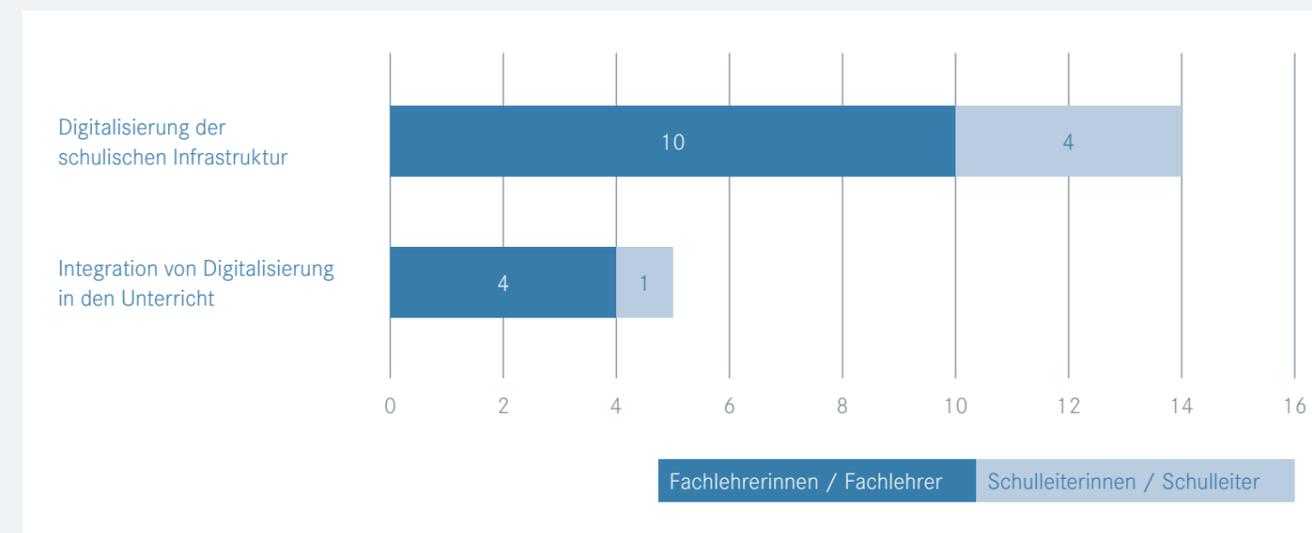
Die Interviews wurden mit 19 Lehrkräften (davon fünf Schulleiterinnen bzw. Schulleiter) von 19 verschiedenen Schulen durchgeführt. Die Lehrkräfte sind entweder Lehrende für Mechatronik oder für Elektrotechnik, hatten aber alle bereits Erfahrungen mit ihren Lernfabriken im Unterricht gesammelt. Die Interviews sollten ergänzend zu der ersten Studie untersuchen, welche Fähigkeiten und Fertigkeiten aus

der Perspektive der Lehrenden zukünftig wichtig sind und welche davon an den Lernfabriken besser gefördert werden könnten, als dies ohnehin der Fall ist.

Die nachfolgenden Ergebnisse sind nicht generalisierbar, d. h. sie können nicht auf die Erlebnisse aller Lehrkräfte übertragen werden. Dennoch lieferten uns die Angaben der Lehrkräfte wertvolle Einblicke.

Die befragten Lehrkräfte betonten, dass die Industrie 4.0 nahezu alle Bereiche des gewerblichen Berufsschulunterrichts erfasst. In Abbildung 2 wird deutlich, dass die Befragten den Schwerpunkt der Digitalisierung noch beim Aufbau der notwendigen Infrastruktur sehen.

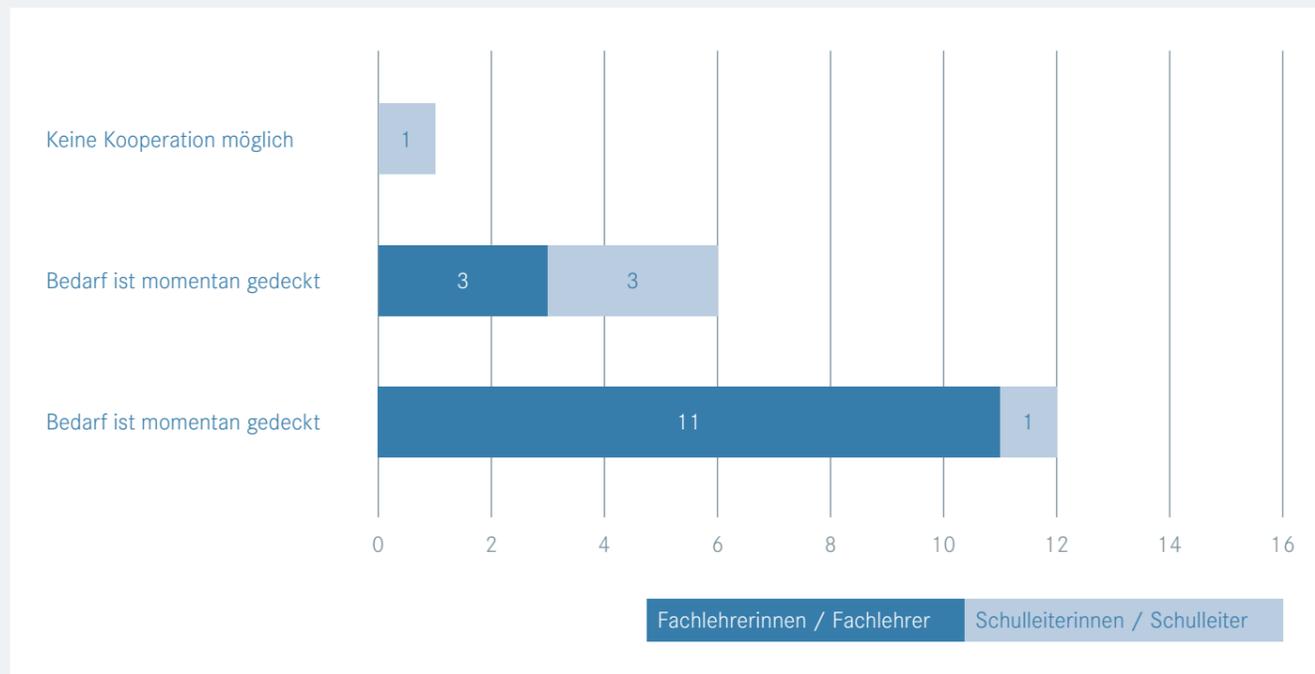
Abbildung 2: Worauf konzentriert sich die Digitalisierung an Ihrer Schule?



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf telefonischer Befragung

Wie in Abbildung 3 zusammengefasst, beantworteten die Teilnehmenden die Frage nach der Lernortkooperationen damit, dass in ihrer Schule noch durchaus Verbesserungspotenzial besteht. Besonders auf der organisatorischen Ebene funktioniert der Austausch jedoch meist reibungslos.

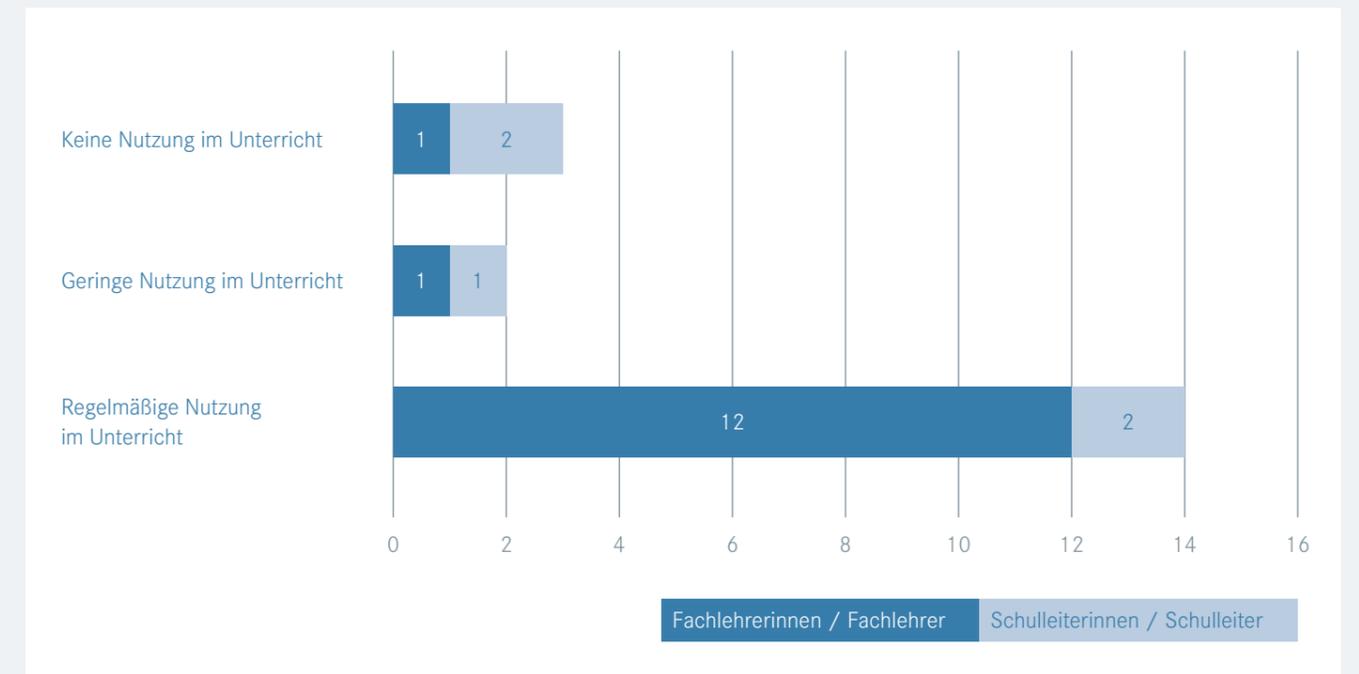
Abbildung 3: Besteht momentan Bedarf, die Lernortkooperation auszuweiten?



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf telefonischer Befragung

Abbildung 4 zeigt, dass die überwiegende Mehrzahl der Befragten die Lernfabrik regelmäßig in den Unterricht integriert. Bei den drei Angaben, die Lernfabrik zum Zeitpunkt der Erhebung noch nicht zu nutzen, muss berücksichtigt werden, dass die betreffenden Schulen damals noch mit der Installation der Lernfabrik beschäftigt waren und diese somit, wenn überhaupt, nur in Teilen nutzbar war.

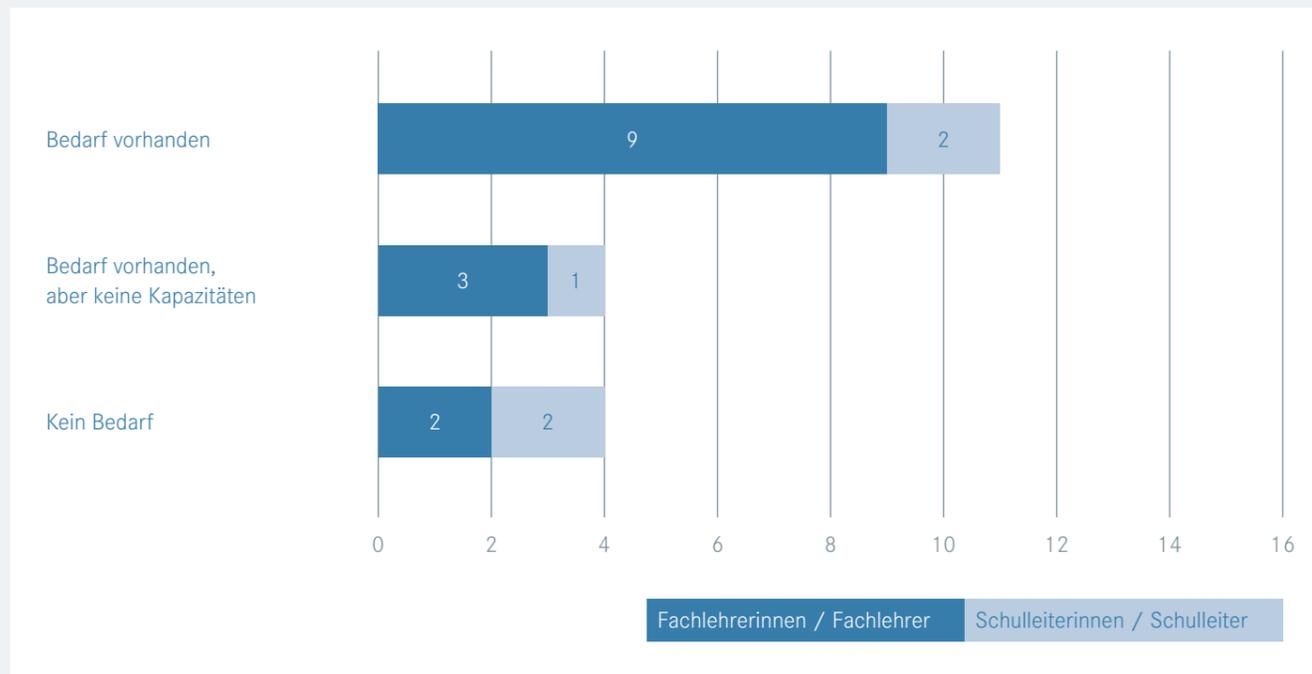
Abbildung 4: Wie oft nutzen die Lernenden die Lernfabrik im Unterricht?



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf telefonischer Befragung

Abbildung 5 zeigt, dass nahezu alle Befragten eine zusätzliche Unterstützung bei Aufbau, Integration der Konzeptentwicklung und beim Betrieb ihrer Lernfabriken begrüßen.

Abbildung 5: Gibt es Unterstützungsbedarf beim Entwickeln von didaktischen Ideen zur besseren Integration der Lernfabrik 4.0?

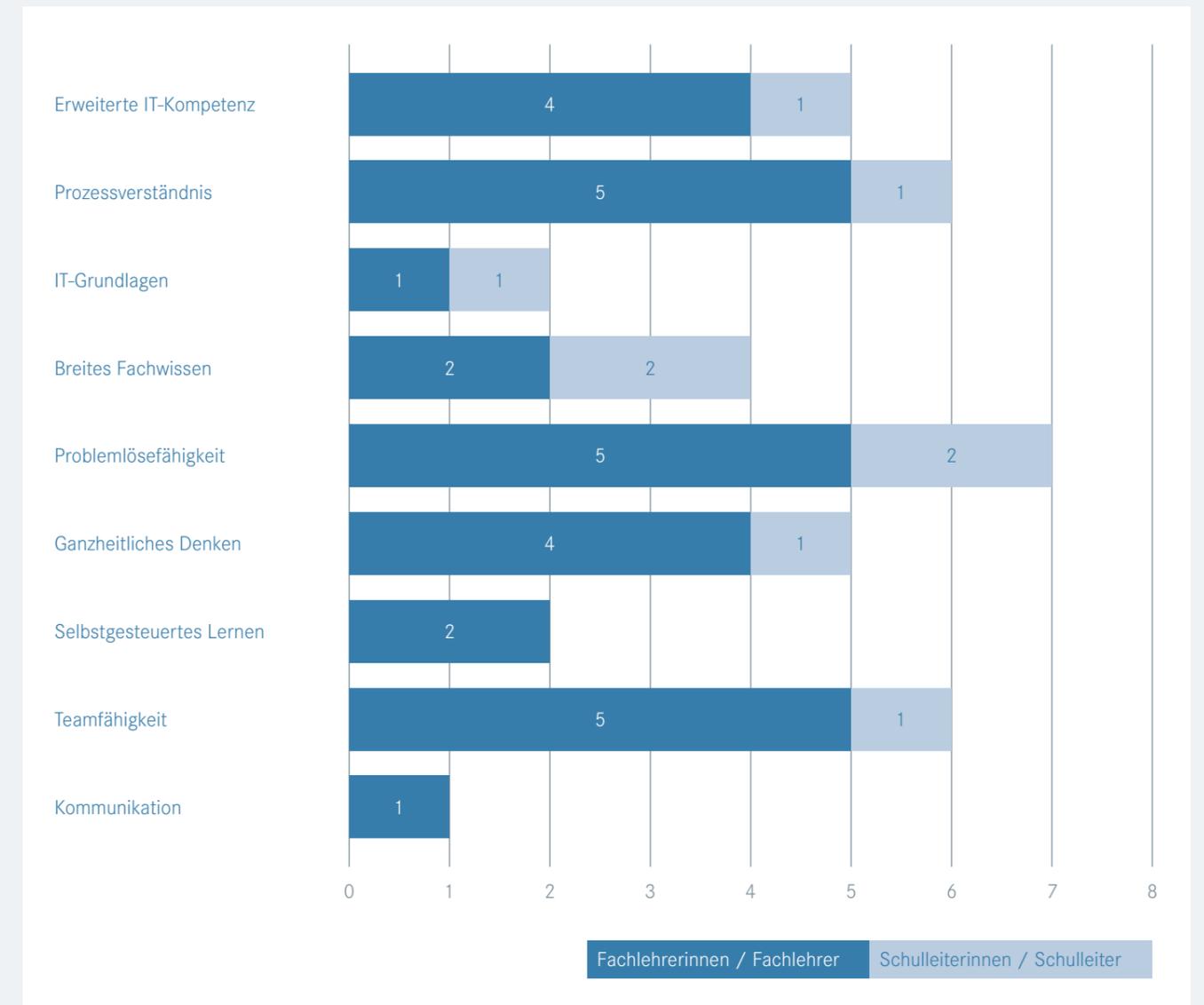


Quelle: Eigene Darstellung basierend auf telefonischer Befragung

In der abschließenden Frage sollten die Lehrkräfte angeben, welche überfachlichen digitalen Kompetenzen, die besonders Industrie 4.0-relevant sind, durch den Einsatz von Lernfabriken 4.0 entsprechend gefördert werden könnten. Zu beachten ist dabei, dass durch die offene Frage

Mehrfachantworten möglich und auch erwünscht waren. Zusätzlich schriftlich genannte fachspezifische Kompetenzen sind in Abbildung 6 nicht abgebildet. Die Lehrkräfte schätzen die Rolle der Lernfabrik bei der Förderung dieser jedoch als sehr hoch ein.

Abbildung 6: Welche überfachlichen Kompetenzen sind in einer Lernfabrik 4.0 besonders förderbar?



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf telefonischer Befragung

Die Lernfabriken funktionieren an den Berufsschulen zuverlässig und erfüllen als Demonstrationsobjekt ihren Zweck. Die von den Lehrkräften angemerkten Fähigkeiten und Fertigkeiten in Abbildung 6 decken sich weitgehend mit der bestehenden Forschungsliteratur. Des Weiteren glauben die Lehrkräfte, dass sie mit den Lernfabriken 4.0 technologisch gerade ihren Partnern aus der Industrie teilweise voraus sind.

Diese verfügen ihrer Ansicht nach nur partiell oder gar nicht über die Technologie der Schulen und dementsprechend könnten auch nicht alle Auszubildenden als fachliche Expertinnen oder Experten zur Verfügung stehen. Es wird außerdem vorgeschlagen, dass Unterrichtseinheiten über die bestehenden Klassenstrukturen hinaus im (nachmittäglichen) Blockunterricht gestaltet werden sollten, um die für die Industrie 4.0 benötigte Interdisziplinarität zu fördern. Hier bietet es sich an, die Lern-ortkooperation zu intensivieren, indem externe Expertinnen und Experten aus den Unternehmen konkret bei Unterhalt und Nutzung der Lernfabrik im Unterricht unterstützen, aber auch, um einen fachlichen Austausch zu generieren. Denn die Lernfabriken als Cyber-physische Systeme werden als derart komplex wahrgenommen, dass ein störungs-freier Unterricht nur mit umfassenden technischen Kenntnissen möglich ist bzw. allein die technische Betreuung der Anlage (ganz abgesehen vom Unterricht) mit einem Umfang von einer halben Lehrerinnen- bzw. Lehrerstelle gerechtfertigt wäre.

5.5 Vor-Ort-Besuche

Um einen persönlichen Eindruck vom Einsatz der Lernfabriken zu erhalten, besuchte das Projektteam Anfang 2018 Betriebe und Berufsschulen, die schon eine Lernfabrik im Einsatz hatten. So wurden Gespräche mit Ausbildungsverantwortlichen bei der Daimler AG in Esslingen und Gaggenau sowie bei der ABB Training Center GmbH & Co. KG in Heidelberg geführt. Bei den Schulen standen zuerst Bietigheim-Bissingen und Gaggenau im Fokus.

In der Berufsausbildung am Standort der Daimler AG in Esslingen ist eine Lernfabrik bereits seit dem Jahr 2017 integriert. Auszubildende in den technischen Berufen, wie z. B. Elektronikerin/Elektroniker, Mechatronikerin/Mechatroniker oder Industriemechanikerin/Industriemechaniker werden in einer drei- bis fünftägigen Schulung seitdem im zweiten Ausbildungsjahr qualifiziert. Eine tiefergehende Kooperation mit der Berufsschule, die seit 2017 ebenfalls eine Lernfabrik eingerichtet hatte, gab es zum damaligen Zeitpunkt nicht.

Die Unterlagen zur Einführung von Auszubildenden in die Thematik „Lernfabrik“ wurden uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt und flossen in die Konzeptionierung der Basis-Schulung I 4.0 in Kapitel 4.8 mit ein.

Bei der ABB Training Center GmbH & Co. KG ist bereits jahrelang eine Lernfabrik älteren Datums im Einsatz, die allerdings schon modular aufgebaut ist und deren Module von Auszubildenden selbstständig getrennt und nach der Nutzung wieder zusammengeführt werden können. Die Einbindung der Lernfabriken an den jeweiligen Berufsschulen in den Unterricht stand nach übereinstimmender Aussage noch ganz am Anfang.

Am Standort der Daimler AG in Gaggenau war noch keine eigene Lernfabrik vorhanden, aber es bestand bereits eine enge Kooperation mit der Carl-Benz-Schule Gaggenau. Die dortige Lernfabrik mit dem Produkt Handy-Schale war bereits seit 2017 in den Unterricht der Mechatronikerinnen/Mechatroniker (2. Ausbildungsjahr) integriert. Die Azubis durchlaufen dabei den sogenannten didaktischen Dreisprung: Zuerst werden die Grundlagen vernetzter Anlagen im Elektronik-Labor vermittelt, danach vertiefen die Auszubildenden ihre Kenntnisse anhand einzelner Module (nachfolgend auch Cyber Physical Module(s),

CPM, genannt) einer Lernfabrik und zuletzt werden dann Aufgaben an der gesamten Lernfabrik (nachfolgend auch Cyber Physical System(s), CPS, genannt) absolviert. Es gibt auch CPM, die im Unterricht eingesetzt werden können und nicht Teil der Lernfabrik sind. Für jeden „Sprung“ zum nächsten Schritt steht ein eigener Raum zur Verfügung. Eine Erweiterung der Anlage mit neuen Applikationen und Funktionen sowie die Vernetzung mit einer anderen Lernfabrik außerhalb der Schule waren bereits angedacht. So wurde dann zum hundertjährigen Jubiläum der Ausbildung am Standort der Daimler AG in Gaggenau im Jahr 2019 eine individuell entwickelte Lernfabrik im Unternehmen installiert, die bestimmte Fertigungsschritte für das herzustellende Produkt übernahm und mit der Lernfabrik an der Berufsschule vernetzt war.

Das Berufliche Schulzentrum Bietigheim-Bissingen hat seine Lernfabrik durch ein externes Unternehmen komplett individuell entwickeln lassen. Bei den gefertigten Produkten handelt es sich um verschiedenfarbige Spielzeugautos aus Kunststoff, deren Chassis im Produktionsprozess mit dem Fahrwerk verbunden wird. CPS und CPM, mit denen man auf die Lernfabrik zugreifen kann, befinden sich in einem großen Raum.

Weitere Besuche an Berufsschulen zeigten, wie unterschiedlich die Idee einer Lernfabrik an Schulen umgesetzt wurde (technisch, räumlich, organisatorisch).

Eine spätere Teilnahme an einem Seminar für interdisziplinäre Fachdidaktik für angehende Berufsschullehrkräfte an der Berufsschule in Gaggenau zum Thema Industrie 4.0 machte am Beispiel der Temperaturüberwachung einer Applikation deutlich, wie die Lernfabrik einen wichtigen Beitrag für die Vermittlung von fachlichen und überfachlichen Inhalten verschiedener Berufsgruppen bieten kann. Die Lehrkräfte diskutierten die Komplexität einer Lernfabrik und wie aufwändig es ist, interdisziplinären Unterricht daran zu gestalten. Dabei spielt die richtige Kommunikation zwischen den einzelnen Fachbereichen die entscheidende Rolle, um erfolgreich überfachliche Projekte mit Auszubildenden durchzuführen.

5.6 Unternehmensworkshop

Die quantitative Perspektive der Unternehmens- und Lehrkräftebefragung sollte durch eine qualitative Perspektive – die Sicht der Ausbilderinnen und Ausbilder innerhalb des Unternehmensworkshops am 11.04.2018 in Haus Steinheim – ergänzt werden.

Anhand von vier Leitfragen fand eine Diskussion in vier Kleingruppen statt. Die Beiträge wurden gesammelt und im Plenum vorgestellt. Die vollständigen Ergebnisse der insgesamt acht Workshop-Sessions sind den Teilnehmerinnen und Teilnehmern über eine vollständige Dokumentation zugänglich gemacht worden.

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der jeweiligen Kleingruppen zusammengefasst dargestellt und eingeordnet werden.

1. Welche Inhalte oder (digitale) Kompetenzen sollten als nächstes in die Ausbildung einfließen?

- Selbstlernkompetenz als Basis in der Berufswelt 4.0: Auszubildende müssen lernen, ihr Lernen selbst zu organisieren und proaktiv nach Wissenslücken zu suchen. Dazu sollte jede bzw. jeder Auszubildende wissen, was für ein Lerntyp sie bzw. er ist, wie sie bzw. er mit Quellen umgehen und diese beurteilen kann und zudem, welche Lernsysteme sie bzw. ihn unterstützen können. Ausbilderinnen und Ausbilder müssen Auszubildenden daher das Lernen stärker lehren.
- Interdisziplinäres Lernen über Berufsgruppen und Abteilungen hinweg: Wissen über den gesamten Produktionsprozess sowie über die eigene Rolle innerhalb des Prozesses wird durchgängig wichtiger. Für eine gute Zusammenarbeit zwischen kaufmännischen und technischen Abteilungen braucht es kritisches Hinterfragen, Offenheit und Teamgeist.
- Informations- und Medienkompetenz: Ein kompetenter Umgang mit Daten betrifft den gesamten Lernprozess, z. B. bei der Vergabe der Nutzerrechte, bei der Erstellung von Lernmaterial bzgl. Lizenz- und Medienrechten, aber auch beim Austausch von Daten zwischen Berufsschule und Betrieb.

- Die Neuordnung der M&E-Ausbildung: Die Zusammenarbeit in unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsketten und die Datenspeicherung auf dem Produkt, z. B. in Form von RFID-Technologie, ermöglichen neue Wege der Produktionssteuerung. Auszubildende benötigen daher Kenntnisse der Netzwerktechnik und Möglichkeiten der Programmierung (beispielsweise von SPS). Die neuen Inhalte der M+E Ausbildungsordnungen bieten dafür eine gute Grundlage.

2. Welche digitalen Lernmethoden sollten als nächstes in der Ausbildung gestärkt werden?

- Ausbilderinnen und Ausbilder sollten mit der Methode ihre Rolle als Lernbegleiter stärken: Die Wahl der (agilen) Lernmethode, zum Beispiel „eduScrum“, sollte den Anforderungen des selbstorganisierten Lernens gerecht werden. Ein abwechslungsreicher Methodeneinsatz kann ein Lernen abseits von Hierarchien fördern.
- Auszubildende generieren Inhalte: Lernende bringen aktiv ihre Eigenschaften in die Ausbildung mit ein, indem sie Videos für den internen Gebrauch als Lernmedium, aber auch zur Darstellung als attraktiver Ausbildungsbetrieb, nach außen gestalten.
- Ausbilderinnen und Ausbilder sind selbst noch im Lernprozess: Viele Bausteine digitalen Lernens, von Lernvideos bis hin zu Selbsttests, sind bereits im Einsatz. Die passende Kombination ist im Betriebsalltag ist aber noch nicht immer klar. Spezifische Weiterbildungen für Ausbilderinnen und Ausbilder könnten hier helfen.
- „Digitalität“ muss sinnvoll integriert und nicht erzwungen werden: Die meisten Themen können auch mit den vorhandenen Methoden und ohne neue digitale Lernmethoden vermittelt werden. Ein Mix aus klassischen und digitalen Lernformaten wird von den Ausbildungsverantwortlichen favorisiert.

3. Was sollte die Berufsschule in Verbindung mit der Lernfabrik /Industrie 4.0 leisten?

- Die Karten offen auf den Tisch legen: Noch ungeklärte Punkte sind an einigen Standorten aus Sicht der Ausbilderinnen und Ausbilder der aktuelle Sachstand des technischen Aufbaus und der Stand der didaktischen Konzeptentwicklung an den Berufsschulen.
- Datenmanagement im Unterricht nutzen und Datenschutz vermitteln: Für die Suche und Überprüfung von Datenquellen sollte die Berufsschule theoretische Kenntnisse vermitteln. Dabei sollten auch IT-Grundlagen in Abstimmung mit den jeweiligen Ausbildungsbetrieben wiederholt werden.
- Freiraum für berufsfeldübergreifenden und interdisziplinären Unterricht einplanen: Es braucht hierfür eigene im Vorhinein abgestimmte Zeiträume bei beiden Partnern, damit sich die Ausbilderinnen und Ausbilder verschiedener Fachabteilungen, aber auch die Lehrpersonen verschiedener Fächer darauf einstellen können.

4. Was kann die Ausbildungsabteilung (bzw. die Fachabteilung) zur Lernortkooperation in Verbindung mit der Lernfabrik/Industrie 4.0 beitragen?

- Gemeinsam an einem Strang ziehen: Zeit, Ressourcen, Investitionen, Wissensträger, Zielvereinbarungen – das sind alles Punkte, die von Berufsschule als auch der Industrie langfristig in gleichem Maße eingesetzt werden müssen. Beide Partner müssen Erreichbarkeit, Flexibilität und Offenheit garantieren.
- Inhalte einbringen für Lernmanagementsysteme: Unternehmen sind bereit, Schulungsunterlagen für die Lernfabrik gemeinsam mit den Berufsschulen zu entwickeln. Dadurch könnten die Praxisnähe und die Bezüge auf Prozesse in der Produktion im Berufsschulunterricht erhöht werden.
- Das eigene Unternehmen für Praxiseindrücke öffnen: Betriebsbesichtigungen und die Integration von Ausbilderinnen und Ausbildern in den Projektunterricht könnten zusätzliches Verständnis für die jeweils andere Seite der dualen Ausbildung bestärken.

5.7 Workshop zu Lernsituationen

In diesem Workshop am 14.01.2019 in Haus Steinheim wurden von Lehrkräften entwickelte Unterrichtsentwürfe konkret vorgestellt. Danach bot sich in Kleingruppen die Chance, diese didaktischen Innovationen durch einen Eindruck der betrieblichen Seite zu ergänzen.

Die Veranstaltung wurde mit einem fachlichen Beitrag von Tobias Barthuff, einem Vertreter des Kultusministeriums, eröffnet. In einem Vortrag gab er eine überblickhafte Sicht über 25 Lernsituationen, gegliedert in sechs Szenarien, die für den Einsatz von Lernfabriken an gewerblich-technischen Berufsschulen gegenwärtig didaktisch aufbereitet und sukzessiv im Berufsschulunterricht angeboten werden.

Nach dieser systematischen Einführung wurde es sehr konkret anhand von zwei Lernszenarien, die beispielhaft von zwei Fachberatern erläutert wurden. Herr Markus Stock der GSZ Aalen gab einen Einblick in „Energiemanagement und Smart Grid“ und Herr Dirk Litterst aus der Gewerbeschule Offenburg widmete sich dem Thema „Kommunikation MEP-SPS“. Diese beiden Unterrichtsentwürfe, sowie ein Entwurf zum Thema „CAM – Parametrische CNC Programmierung“ waren die Basis für anschließende Diskussionen zwischen Ausbildungs- und Schulvertretern in drei moderierten Kleingruppen.

Die Leitfragen lauteten dabei:

1. Was gefällt Ihnen an den vorgestellten Unterrichtseinheiten? Wo sehen Sie noch Potenziale?
2. Wenn Sie an Ihre Ausbildungspraxis denken: Ergeben sich hieraus Potenziale für eine weitergehende Lernortkooperation?
3. Wie könnte es gelingen, überfachliche / personale Kompetenzen zu fördern? Welche?
4. Welche Themen wären aus betrieblicher Sicht für weitere Unterrichtseinheiten interessant?

Alle Ergebnisse der drei Workshops sind den Teilnehmerinnen und Teilnehmern über eine vollständige Dokumentation zugänglich gemacht worden. Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse der Workshop-Sessions komprimiert dargestellt.

ENERGIEMANAGEMENT UND SMART GRID

1. Gelungene Praxisorientierung: Die nachvollziehbare, ganzheitliche Struktur der Aufgaben der Unterrichtseinheit, inklusive der berufsübergreifenden Elemente, wurde positiv aufgenommen.
2. Unterrichtlichen Nutzen der Lernfabrik hinterfragen: Die Lernfabrikanlage ist im Unterricht nicht immer optimal einsetzbar, da die Durchführung von „Aufgaben“ an der Anlage sehr viel Zeit kostet und nicht immer in den regulären Unterrichtsablauf integriert werden kann. Insbesondere bei großen Schülergruppen ist der Einsatz der CP-LAP/Grundlagenlabore zielführender.
3. Betriebe könnten reale Anwendungsfälle beisteuern: Hinweise der Ausbilderinnen und Ausbilder auf Praxisfälle – und deren Eintrittswahrscheinlichkeiten – können in der Lernfabrik als Beispiele für den Unterricht genutzt werden. Denkbar wäre auch eine Hospitation von Lehrerinnen und Lehrern in den jeweiligen Betrieben.
4. Gemeinsames Verständnis schaffen: Ein gemeinsames Glossar könnte helfen, dass an beiden Lernorte Begriffe wie Industrie 4.0 einheitlich verwendet werden.

KOMMUNIKATION MEP-SPS

1. Arbeitsteilung zwischen Betrieb und Berufsschule ist gut gelungen: Am konkreten Beispiel wurde illustriert, wie fachliche Grundlagen in der Berufsschule gelegt werden und der praktische Einsatz einer SPS vorrangig im Betrieb eingeübt werden kann. Für den Transfer des Gelernten in die betriebliche Anwendung braucht es passende technische wie organisatorische Standards auf beiden Seiten.
2. Zielgruppenbezug der Einheit kann noch verbessert werden: Einige der dargestellten und diskutierten Inhalte erscheinen vorrangig für den Ausbildungsberuf Mechatronikerin/Mechatroniker angemessen. Für andere Berufe/Berufsgruppen sind sie derzeit noch weniger ausgerichtet. Hier bedarf es noch einer genaueren Anpassung.

CAM – PARAMETRISCHE CNC PROGRAMMIERUNG

1. Der Lernort „Betrieb“ sollte in die Einheit eingebaut werden: Im Ausbildungsbetrieb könnten nicht nur einzelne Maschinen genutzt werden, Auszubildende könnten auch in angeleiteter Eigenarbeit die Prozesse miteinander vergleichen und darüber nachdenken, wie der Schulstoff sich im eigenen Betrieb wiederfindet.
2. Betrachtung des Gesamtprozesses ist förderlich für den Lernprozess: Die Lernsituation bildet den kompletten Prozess (einschließlich der Auftragsphase) ab. Dadurch besteht auch Potenzial zur Verknüpfung mit Lerninhalten kaufmännischer Ausbildungsberufe.
3. Probleme statt Fachwissen stehen im Mittelpunkt: Die Lernsituation versucht Schülerinnen und Schüler mit Methoden der Problemlösung daran heranzuführen, Sachverhalte zu bewerten und nach Lösungsmöglichkeiten zu suchen. Das Einüben der Methoden soll zudem die Kreativität fördern. Dies wird von den Ausbilderinnen und Ausbildern begrüßt.
4. Alle mitzunehmen bleibt eine Herausforderung: Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sahen eine Herausforderung darin, auch leistungsschwächere Auszubildende durch die als anspruchsvoll wahrgenommene Lernsituation zu führen. Eine wichtige Rolle spielen dabei aber auch die unterschiedlichen technischen Voraussetzungen (zum Beispiel: Maschinenausstattung) der Ausbildungsbetriebe.

Als Fazit ergab sich, dass große Potenziale der Lernfabrik in der Demonstration und Veranschaulichung von grundlegenden Funktionszusammenhängen gesehen werden. Die konkrete unterrichtliche Nutzung der Lernfabriken vor Ort ist sicher noch entwicklungsfähig bzw. kann weiter durch die Nutzung von Grundlagenlaboren/CP-Lab ergänzt werden. Eine Lernortkooperation ist im Zusammenhang mit den Lernfabriken in verschiedenen Bereichen denkbar, etwa auf Ebene der Inhaltserstellung, der Koordination der Inhalte und wechselseitigen Hospitationen.

5.8 Schulung zur Musterlösung

Durch die Vorstellung des pädagogischen Gesamtkonzepts (Abbildung 7) am 21. Februar 2019 in Steinheim wurde deutlich, wie Lernfabriken gegenwärtig bereits eingesetzt und auch in Zukunft nachhaltig in den Unterricht integriert werden sollen. Das sorgte bei den teilnehmenden Ausbilderinnen und Ausbildern für einen sehr positiven Effekt, da das Konzept größtenteils unbekannt war und vielerorts nur von Startschwierigkeiten an den beruflichen Schulen berichtet werden konnte.

Durch das Vorstellen und Diskutieren der Musterlösung zeigte sich, dass der Unterricht im Themengebiet Industrie 4.0 mehr umfasst als nur die ganzheitlich modellierte Produktionsanlage, und die Arbeit an den CPM einen großen Stellenwert einnimmt.

Die Musterlösung kann in drei Teile gegliedert werden:

1. Grundlagenausbildung, in der klassischer Inhalt vermittelt wird,
2. Grundlagen der Industrie 4.0, in der die Besonderheiten, z. B. hinsichtlich der agilen Produktion, anhand von CPM erklärt werden,
3. optionales Überblickswissen an der Lernfabrik.
Hier werden allerdings keine neuen Inhalte vermittelt.

Alle auf Industrie 4.0 bezogenen relevanten Inhalte können also in den ersten beiden Stufen abgebildet werden und somit ist der zentrale Baustein der Musterlösung nicht die CPS, sondern die CPM. Diese ermöglichen, entsprechend den jeweiligen Fachgebieten, jegliche thematischen Untergliederungen. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die Musterlösung unabhängig von der Ausstattung einer Schule (CPS überhaupt vorhanden, Hersteller, Applikationen, Größe der Anlage) Anwendung findet.

Abbildung 7: Pädagogisches Gesamtkonzept Lernfabrik 4.0



Quelle: Kultusministerium Baden-Württemberg

Umso wichtiger erschien somit die Idee, dieses Konzept durch das Angebot regionaler Workshops möglichst vielen Ausbilderinnen und Ausbildern nahezubringen.

Entscheidende Ergebnisse aus dem Workshop waren außerdem, den Lernort Betrieb in den didaktischen Ablaufplan der Unterrichtseinheiten aufzunehmen sowie über gemeinsame Fortbildungskonzepte von Ausbilderinnen und Ausbildern sowie Lehrkräften nachzudenken. Letzteres mündete dann in die Öffnung der Fortbildung von Lehrkräften in den Bereichen Industrie 4.0 und Elektrotechnik für Ausbilderinnen und Ausbilder zum Schuljahr 2019/2020.

5.9 Regionale Workshops

Um die bestehenden Lernortkooperationen zu stärken, wurden Workshops an drei beruflichen Schulen durchgeführt. Ziel war es, Informationen und Wünsche auszutauschen sowie ein gemeinsames Verständnis von Lernortkooperation zu erarbeiten. Eingeladen waren vor allem Ausbilderinnen und Ausbilder, deren Auszubildende an der jeweiligen Schule unterrichtet werden. An der Gewerbeschule Villingen-Schwenningen (04.07.2019, Fachbereich: Mechatronik, 21 Teilnehmerinnen und Teilnehmer), an der Zentralgewerbeschule Buchen (27.11.2019, Fachbereich: Metall- und Elektro, 31 Teilnehmerinnen und Teilnehmer) und an der Hubert-Sternberg-Schule Wiesloch (12.03.2020, Fachbereich: Elektro und Informatik, 13 Teilnehmerinnen und Teilnehmer) fanden sich Lehrkräfte, Ausbilderinnen und Ausbilder sowie teilweise Vertreterinnen und Vertreter von anderen Institutionen (z. B. IHK, Schulträger) zusammen, um die Potenziale des Unterrichts an der Lernfabrik zu erörtern und den Austausch sowie die Kooperation zwischen schulischem und betrieblichem Ausbildungspersonal zu intensivieren. Durchgeführt wurden die Workshops von den am Unterricht mit der Lernfabrik beteiligten Lehrkräften sowie einem Vertreter der Landesgruppe I 4.0 gemeinsam mit Vertreterinnen und Vertretern des Projektteams.

Workshops an weiteren Schulen oder Folge-Workshops an den gleichen Schulen waren beabsichtigt, konnten jedoch leider nicht umgesetzt werden. Grund waren beispielsweise fehlende personelle oder zeitliche Ressourcen an den Schulen sowie noch fehlende inner-schulische Konzepte für den Einsatz der Lernfabrik im Unterricht. Letztlich scheiterten schon vereinbarte Termine auch an der COVID-19-Pandemie.

Die Agenda war bei allen Workshops ähnlich und kann in der Zukunft für ähnliche Veranstaltungen an weiteren Schulen genutzt werden:

1. Vorstellung Musterlösung (didaktisches Gesamtkonzept)
2. Vorstellung Konzept Lernfabrik der jeweiligen Schule
3. Vorstellung und/oder Durchführung exemplarischer Unterrichtseinheiten unter Einbezug der Lernfabrik (Kleingruppen/Plenum)
4. Austausch und Diskussion zu Inhalten und Durchführung (Kleingruppen/Plenum)
 - Impulsfragen:
 - Inwiefern sind die genannten Themen und Anwendungsfelder für die betriebliche Ausbildung relevant?
 - Wie können sie dort thematisiert/umgesetzt werden?
 - Welche betrieblichen Fragestellungen könnten mithilfe der Lernfabrik thematisiert werden?
 - Welche Themen/Anwendungsfelder halten Sie noch für wichtig?
5. Austausch und Diskussion zur bestehenden Lernortkooperation und Ideensammlung zur weitergehenden Lernortkooperation
 - Impulsfragen:
 - Was verstehen Sie unter einer gelungenen Lernortkooperation (inhaltlich, organisatorisch, Taktung, zeitlicher Umfang, Beteiligte)?
 - Was könnten die Betriebe konkret beitragen?
 - Welche Schritte könnten Schule und Betrieb gemeinsam gehen?

Von den individuellen Ergebnissen der regionalen Workshops profitieren vor allem die beteiligten Akteurinnen und Akteure vor Ort. Sie sind in den jeweiligen Dokumentationen nachzulesen. Deshalb sollen hier nur die übergeordneten Erkenntnisse zusammengefasst und die vorgebrachten Ideen dokumentiert werden.

Beim Vorstellen und Diskutieren der Musterlösung (Punkt 1) wurde deutlich, dass Lernfabriken eine ideale Verknüpfung zwischen Mechatronik und Informationstechnik bieten. Die Prozess- und Produktions-Daten der Lernfabriken können über QR-Codes oder NFC-Schnittstellen mithilfe von Smartphones oder Tablets ausgelesen werden. Das Auskoppeln einzelner Module aus der Lernfabrik ist

nicht immer möglich, aber auch nicht immer notwendig, da meist die zusätzlich bereitstehenden CPM dieselben Funktionen abbilden.

Im Austausch zur Lernortkooperation (Punkt 5) kam wiederholt der Wunsch auf, dass die Ausbilderinnen und Ausbilder gerne einen Gast-Zugang zu den jeweiligen Learning-Management-Systemen der Schulen haben möchten, um somit besser auf die bereits vorhandenen als hochwertig wahrgenommenen Unterrichtsmaterialien zugreifen zu können. Dadurch soll mehr Transparenz bezüglich der Inhalte geschaffen werden. Nicht immer ist ein Teilen der vorhandenen Unterrichtsmaterialien zwischen den Lernorten datenschutztechnisch unproblematisch.

Es wurde deutlich, dass es gemeinsame regionale (Programmier)-Standards braucht. Hier ist als erster Schritt vor allem eine Absprache durch die Betriebe notwendig, um den Auszubildenden regional keine unterschiedlichen Standards vorzulegen, die dann von der Schule teilweise abweichen. Insgesamt erkennen viele Ausbilderinnen und Ausbilder den hohen Aufwand der Schulen an und bieten Unterstützung bei spezifischem Bedarf, um die Schulen zu entlasten. Beispielsweise könnten in einer entsprechend externen betriebsübergreifenden Fortbildung diejenigen Auszubildende, die in ihren Betrieben beispielsweise keine speicherprogrammierbare Steuerung nutzen, entsprechend darin weitergebildet werden. Des Weiteren wurde in allen Workshops den Schulen angeboten, durch Exkursionen in die Betriebe oder durch das Bereitstellen von Fachleuten in spezifischen Themen den schulischen Lehrkräften unter die Arme zu greifen. Eine zentrale Erkenntnis des Projektteams war es, wie sehr sich die bloße Kommunikation der Lehrkräfte und der Ausbilderinnen und Ausbilder positiv untereinander auswirken kann. Beide Seiten waren innerhalb der Workshops schonungslos offen, ehrlich und selbstkritisch zueinander und es wurde den meisten Teilnehmenden bewusst, dass regelmäßige Treffen im Rahmen von solchen Workshops der engeren Verzahnung der Lernorte nur dienlich sein können und dass dadurch entstehende Synergien nicht nur insgesamt ressourceneffizienter sein könnten, sondern vor allem auch den Lernenden zugutekommen. Hier könnte eine gemeinsame Online-Plattform nützlich sein, da der Austausch und die Informationsweitergabe zeit- und ortsunabhängig vonstattengehen kann.

Letztlich wurden folgende Merkmale genannt, die eine gelungene Lernortkooperation auszeichnen:

- Die vermittelten Inhalte zwischen Schule und Betrieb werden regelmäßig abgestimmt (Stoffplan/Lehrplan den Unternehmen bekannt).
- Die Vorbereitung der Auszubildenden auf die Prüfungen wird koordiniert.
- Es werden gemeinsame Projekte durchgeführt (Werkstücke, Exkursionen zu Betrieben, Ausbilderinnen und Ausbilder unterstützen mit Expertinnen- bzw. Expertenwissen im Unterricht).
- Festlegung von einheitlichen, gemeinsamen Standards (z. B. bei der SPS-Programmierung) und genereller Austausch über verwendete Hard- und Software.
- Nutzung der in der Schule vorhandenen technischen Ausstattung auch zur Weiterbildung der Ausbilderinnen und Ausbilder (z. B. Schweißwerkstatt, CPS).

In einem Fall wurde eine konkrete Absprache getroffen, dass es für die Organisation der Lernortkooperation eine Verantwortliche bzw. einen Verantwortlichen auf Seite der Ausbilderinnen und Ausbilder und eine bzw. einen auf der Seite der Lehrkräfte gibt. Diese bzw. dieser sollten in Zukunft die Anfragen bündeln und die Schritte einer weitergehenden Lernortkooperation begleiten.

Obwohl der kompetente Umgang von Auszubildenden mit der Lernfabrik eigentlich viel Vorwissen verlangt und man zumeist erst im 2. oder 3. Lehrjahr (oder sogar erst in der Techniker-/Meisterausbildung) direkt an der Lernfabrik arbeitet, hat es sich in einer Schule bewährt, die Auszubildenden schon in den ersten Tagen an der Anlage betreutes Fehlersuchen durchführen zu lassen.

Ein weiterer innovativer Ansatz ist es, den Berufsschulunterricht neu zu strukturieren, um eine länger andauernde Projektarbeit zu ermöglichen. Dies kann abgesehen von Blockunterricht z. B. durch einen verlängerten Nachmittagsunterricht erreicht werden, bei dem man fachpraktische Unterrichtsstunden zusammenfasst.

Gleichzeitig ist die Vielfalt in den Betrieben bezüglich Ausstattung, Art der Ausbildung und Ressourcen so groß, dass es den Schulen schwerfällt, einheitliche, zufriedenstellende, verbindliche Absprachen zu treffen.

Abbildung 8: Die Lernfabrik als geeignetes Unterrichtsmedium

Die folgenden betrieblichen Fragestellungen könnten mithilfe der Lernfabrik thematisiert werden:



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Rückmeldungen in den Workshops

5.10 Wissenschaftlicher Workshop

Ziel des wissenschaftlichen Tages-Workshops am 30.03.2020 war es, die Einschätzung von Expertinnen und Experten aus ganz unterschiedlichen Bereichen der Erziehungswissenschaften zu vier ausgewählten Lernsituationen mit Bezug zu einer Lernfabrik zu erhalten. Der Workshop fand aufgrund der COVID-19-Pandemie virtuell statt.

Folgende Expertinnen und Experten nahmen teil:

Dr. Nico Link, Junior-Professor für Informatik und Technische Bildung an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe, begutachtete Lernsituation: Optische Identifikationssysteme,

Angelina Berisha-Gawlowski, wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin am NRW Forschungskolleg zur „Gestaltung von flexiblen Arbeitswelten – Menschen-zentrierte Nutzung von Cyber-Physical Systems in Industrie 4.0“, begutachtete Lernsituation: Parametrische CNC-Programmierung,

Bianca Steffen, wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin der Universität Paderborn, Arbeitsgruppe Erziehungswissenschaft mit dem Schwerpunkt Bildungsmanagement und Bildungsforschung in der Weiterbildung, begutachtete Lernsituation: Manufacturing-Execution-System (MES),

Prof. Dr. Jürgen Seifried, Lehrstuhlinhaber am Lehrstuhl für Wirtschaftspädagogik – Berufliches Lehren und Lernen an der Universität Mannheim, begutachtete Lernsituation: Identifikationssysteme.

Die Teilnehmenden bekamen vorab sämtliche Unterlagen zu Lernsituationen mit mehreren Unterrichtseinheiten zur Verfügung gestellt. Es waren dieselben, die an den Schulen erprobt und wissenschaftlich begleitet wurden. Diese Lernsituationen sollten sie anhand der vorliegenden schriftlichen Unterlagen mittels Leitfragen untersuchen und bewerten.

Die Leitfragen waren:

- 1) Kompetenzentwicklung:
 - a. Welche beruflichen Handlungskompetenzen werden augenscheinlich erworben?
 - Welche konkrete Rolle spielt die Lernfabrik 4.0 beim Kompetenzerwerb in diesen Unterrichtseinheiten?
 - b. Welche überfachlichen (digitalen) Handlungskompetenzen werden augenscheinlich erworben?
 - Welche konkrete Rolle spielt die Lernfabrik 4.0 beim Kompetenzerwerb in diesen Unterrichtseinheiten?
- 2) Lernfabrik 4.0-Nutzung:
 - a. Welchen Bezug hat die Lernsituation hinsichtlich der Lernfabrik 4.0?
 - b. Wie ist die Lernfabrik 4.0 didaktisch integriert?
 - c. Wie ist das didaktische Konzept der Lernfabrik 4.0-Nutzung zu bewerten?
- 3) Aufbau der Lernsituation:
 - a. Wie bewerten Sie den allgemeinen didaktischen Aufbau der Lernsituation?
 - b. Welche Stärken haben diese Unterrichtseinheiten?
 - c. Welche Schwächen haben diese Unterrichtseinheiten?

Die Lernsituationen wurden kurz vorgestellt und anschließend diskutiert. Ohne auf die Ergebnisse im Einzelnen einzugehen gibt es folgende zentrale Erkenntnisse:

Lernfabrik als beispielhafte Prozessbeschreibung

Die Lernfabrik 4.0 dient als praxisnahes und realistisches Beispiel für die Prozessbeschreibung und kann zum Verständnis der prozeduralen Strukturen beitragen, indem sie das Erstellen und Testen von Arbeitsplänen ermöglicht. Folgendes Schema wird zu diesem Zwecke häufig angewandt, um die Lernfabrik in den Unterricht zu integrieren:

1. Es erfolgt eine Demonstration eines Sachverhalts an der Gesamtanlage,
2. Arbeiten mit Arbeitsblättern, die sich auf Teilsysteme der Anlage beziehen (theoretische Vorbereitung),
3. Testen des theoretisch Bearbeiteten an Teilsystemen (CPM),
4. Wieder die ganzheitliche Demonstration mithilfe der Gesamtanlage.

Gelungene Umsetzung des Lernfeldansatzes

Bei den Diskussionen wurde ersichtlich, dass die vier besprochenen Lernsituationen vollständig logisch, tiefgründig durchdacht und didaktisch sinnvolle Ausarbeitungen des Lernfeldansatzes sind. Die diskutierten Unterrichtssituationen basierten größtenteils auf herkömmlichem Unterricht, welcher an eine Lernfabrik angepasst wurde, ohne den dabei wichtigen Praxisbezug zu verletzen.

Fehlersuche an der Lernfabrik

Aufgrund der Komplexität der Lernfabriken empfehlen die Expertinnen und Experten, eine strukturiertere Vorbereitung auf eine systematische Fehlersuche in die Anfangssequenzen der Unterrichtseinheiten zu integrieren. Die handlungsorientierte Aufbereitung der Lernsituationen ließ die Expertinnen und Experten vermuten, dass eine hohe Selbstständigkeit der Auszubildenden gefördert wird. Dabei konzentriert sich das Lernen der Schülerinnen und Schüler häufig auf Teilsysteme der jeweiligen Anlage. Teilweise wurde durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer angemerkt, dass die besprochenen schriftlichen Unterrichtsentwürfe eine ausführlichere Problemstellung beinhalten sollten, um ein authentischeres problembasiertes Lernen besser zu fördern.

Verknüpfung von Praxis und Theorie

Die Verknüpfung der theoretischen Lerninhalte mit der notwendigen Praxis wird durch die Integration der Lernfabrik in das jeweilige Klassenzimmer gesichert. Die Expertinnen und Experten stellten fest, dass die Lehrkräfte sich überwiegend als „Lerncoach“ verstehen, wenn an und mit der Lernfabrik gearbeitet wird. Dies wird durchgehend als positiv empfunden, erscheint den Diskutierenden allerdings nur bei geringen Klassengrößen möglich. Je geringer die Klassengröße, desto handlungsorientierter wird mit der Lernfabrik gearbeitet.

Ergänzende Technologienutzung

Die Möglichkeit, Daten mithilfe von Tablets aus der CPS und den CPM auszulesen, wurde als sehr positiv bewertet.

Überfachliche Kompetenzen

Neben der Förderung der jeweiligen fachspezifischen Inhalte wurden von den Expertinnen und Experten die folgenden überfachlichen Kompetenzen identifiziert: Recherchetätigkeiten in Moodle und Internet, systematische Fehlersuche und Problemlösefähigkeit.

5.11 Analyse der Unterrichtsentwürfe

5.11.1 Kontext der Dokumentenanalyse

Das Erkenntnisinteresse der durchgeführten Dokumentenanalyse liegt in der Kennzeichnung des intendierten methodischen, unterrichtspraktischen Einsatzes der Lernfabrik und ihrer Komponenten in den zur Analyse vorliegenden Lernsituationen. Es soll ein erstes breiteres Verständnis für den didaktischen Einsatz der Lernfabrik geschaffen werden (Kernfrage: Wie wird die Lernfabrik im Unterrichtsgeschehen eingesetzt?). Darüber hinaus wird untersucht, welche Kompetenzen durch den Einsatz der Lernfabrik im Unterricht gefördert werden (Kernfrage: Welche Kompetenzen werden anhand des Lernfabrikeinsatzes vermittelt?). Hierbei wird der Bezug hergestellt zu den durchgeführten regionalen Workshops und den aus betrieblicher Ausbildungssicht relevanten (digitalen) Kompetenzen im Hinblick auf das Arbeiten in der Industrie 4.0.

5.1.1.2 Methodik

Der Großteil der eingereichten Lernsituationen der sogenannten ersten Charge wurden anhand der vom Kultusministerium zur Verfügung gestellten Vorlagen angefertigt und vom Projektteam hinsichtlich der folgenden Leitfragen untersucht und kategorisiert:

1. Wie wird tatsächlich mit dem verketteten Maschinensystem der Lernfabrik im Unterricht gearbeitet?
2. Welche Kompetenzen erfahren neben den fachlichen Inhalten erhöhte Aufmerksamkeit in den einzelnen Unterrichtseinheiten?

Abbildung 9: Exemplarischer Aufbau der Dokumentenanalyse

UNTERRICHTSEINHEIT		
SZENARIO: (1 – 6)	NIVEAUSTUFE (1 – 3)	ZEIT (XY MINUTEN)
Analysekriterien		
Angesprochene Lernziele Welche Lernziele werden in der Verlaufsplanung ausformuliert?		
Wird im praktischen Unterricht die Lernfabrik bzw. welche Module oder Labore werden eingesetzt?		
Zeitlicher Umfang Welchen zeitlichen Anteil der Unterrichtseinheit nimmt die Nutzung der Lernfabrik bzw. deren Komponenten ein?		
Welche Lernziele sollen mit der Nutzung der Lernfabrik bzw. der Komponenten erreicht werden?		
Welche sonstigen digitalen Medien / Materialien kommen zum Einsatz?		
Welche sonstigen traditionellen Medien / Materialien kommen zum Einsatz?		
Welche Aktions- und Sozialformen lassen sich aus dem Verlaufsplan ableiten?		

Quelle: Eigene Darstellung

Die Lernsituationen wurden von je einer analysierenden Person kategorisiert sowie codiert und anschließend von einer zweiten Person überprüft, um die Zuverlässigkeit der jeweiligen Zuordnungen zu erhöhen.

5.1.1.3 Ergebnisse

Insgesamt lagen 46 eingereichte Unterrichtsentwürfe (kurz: UE) zur Analyse vor. Im Szenario 1 „Produktentwicklung/Produktionsplanung“ sind sechs Unterrichtsentwürfe eingereicht. In Szenario 2 „Flexible Fertigung“ wurden zehn, in Szenario 3 „MES“ drei, in Szenario 4 „Service / Instandhaltung“ zwölf, in Szenario 5 „Energiemanagement“ dreizehn und für Szenario 6 „Vernetzung / Datensicherheit“ zwei Unterrichtsentwürfe hochgeladen. Diese Lernsituationen wurden teilweise für mehrere Niveaustufen ausdifferenziert, sodass sich die Zahl der Untersuchungseinheiten auf insgesamt 64 erhöhte. Insgesamt 31 (rund 48 Prozent) der eingereichten Unterrichtsentwürfe verwiesen in ihren Verlaufsplänen oder angefügten Arbeitsblättern auf tatsächliches praktisches Arbeiten an oder mit der Lernfabrik beziehungsweise ihrer Komponenten. Entsprechend umfasst die Lernfabrik nicht nur das große verkettete Maschinensystem, sondern auch die vernetzbaren modularen Grundlagenlabore.

Nennenswerte Häufungen gab es in den Zuordnungen der folgenden (digitalen) Kompetenzen, die durch den Einsatz der Lernfabrik gefördert werden sollen:

- das Prozessverständnis,
- die erweiterte IT-Kompetenz (hauptsächlich [SPS]-Programmierung),
- die Aufbereitung von generierten Daten aus den Modulen der Lernfabrik
- sowie Kommunikation (in Form von Ergebnispräsentationen).

Die Lernsituationen können zudem noch die Information Literacy, d. h. einen eigenständigen und kompetenten Umgang mit Informationen sowie IT-Grundlagen fördern. Diese überfachlichen digitalen Handlungskompetenzen werden allerdings nicht speziell beim Arbeiten mit der technischen Anlage genannt.

Viele Lernsituationen beziehen sich (theoretisch) auf die Lernfabrik, aber sehen keine praktische Übung daran vor. Bezüglich des Einsatzes der Lernfabrik in den Unterrichtsentwürfen lässt sich sagen, dass in den meisten Lernsituationen zumindest ein verbaler Bezug auf die Anlagen geplant ist. Das tatsächliche Arbeiten mit der großen vernetzten Anlage ist allerdings weniger gegeben, als im Vorfeld der Analyse zu erwarten gewesen wäre.

Ebenso ist festzuhalten, dass der Anteil der tatsächlichen haptischen Integration der Lernfabrik in die Unterrichtseinheiten sehr häufig natürlich vom Thema und von der Anforderungsstufe der einzelnen Berufsgruppen abhängig ist. So ist es beispielsweise auch Laien verständlich, dass eine kaufmännisch angelehnte Unterrichtseinheit zum Thema Industrie 4.0 keine haptischen Arbeiten an der großen Anlage benötigt, diese jedoch als Demonstrationsobjekt sehr gut genutzt werden kann.

Die Lernfabrik ist Anschauungsobjekt, wird aber nicht für Problemlösung eingesetzt: Über die Inhaltsebene hinaus ergab die methodische Analyse, dass die vorherrschende Sozialform des Unterrichts mit der Lernfabrik die angeleitete Einzel- oder Partnerarbeit ist, bei welcher der Lernfabrikaufbau zumeist als Anschauungsobjekt zum Einsatz kommt. Ansätze des problemorientierten oder projektbasierten Lernens in komplexeren methodischen Großformen konnten nur vereinzelt identifiziert werden.

Generell sind die Vorgaben des Kultusministeriums als praktikabel und gut zu bewerten, jedoch wurden diese nicht immer stringent umgesetzt. Das Mindestkriterium der durch dritte Personen nachvollziehbaren Idee zur Durchführung des Unterrichts war in einigen Fällen nicht gegeben, was die praktische Verwertbarkeit der betroffenen Unterrichtsentwürfe stark einschränkt.

5.1.1.4 Schlussfolgerungen

Die oft geforderte Problemlösefähigkeit oder das prozessorientierte Denken von Auszubildenden wird durch die untersuchten Unterrichtsentwürfe nicht mehr oder weniger gefördert, als dies in Unterrichtskonzepten ohne Lernfabrik der Fall wäre. Ein Grund hierfür könnte sein, dass die verketteten Maschinensysteme für viele Zielgruppen zu komplex sind, um niveaugerechte Aufgaben einzustreuen, die gezielt die Problemlösekompetenz der Lernenden fördern könnten. Neben der Aufbereitung von Daten direkt aus der Lernfabrik sowie der erweiterten IT-Kompetenz durch gezieltes Arbeiten mit SPS-Programmierung, ist vor allem das Verständnis über vernetzte Prozesse in der Industrie 4.0 eine der am häufigsten erwähnten Kompetenzen, die nicht fachspezifisch einzuordnen sind.

Generell ist festzuhalten, dass viele Lernsituationen ohne Lernfabrikeinsatz geplant sind. Auch ein (rein verbaler) Bezug zu der Anlage ist nicht immer aus den Unterlagen erkennbar. Der Arbeitsauftrag, einen „Bezug zur Lernfabrik herzustellen“, ist sehr weitläufig gefasst und entsprechend interpretiert worden. Der Bezug ist in manchen Unterrichtseinheiten auf die Grundlagenlabore und nicht auf die große vernetzte Anlage zu verstehen. Die Analyse der Unterrichtsentwürfe bestätigt den Plan der Musterlösung, dass der hauptsächlich Industrie 4.0-relevante Unterricht in den Grundlagenlaboren stattfindet. Der optionale Unterricht der Stufe 3 (siehe hierzu auch Kapitel 5.8) ist meist nur aufbauend und fördert durch Demonstration das Prozessverständnis. An den Modulen der Grundlagenlabore ist die fachliche technische Arbeit stärker ausgeprägt als mit dem großen verketteten Maschinensystem.

Folgende Vorschläge leiten sich aus der Analyse ab:

- Das Kultusministerium sollte eine erweiterte Handreichung zum Ausfüllen der Formulare für die Unterrichtsentwürfe und eine Erläuterung des Vorgehens an die Lehrkräfte ausgeben.
- Eine Verschlankung der Vorlagen für die Unterrichtsentwürfe auf die wesentlichen Punkte zu Nachvollziehbarkeit und Umsetzungsoptionen ist vorteilhaft.
- Die Bereitstellung von Good-Practice-Beispielen bereits entwickelter Lernsituationen kann ein wichtiges Signal in Bezug auf den Qualitätsanspruch geben.
- Ein übergeordnetes Qualitätsmanagement bezüglich der entwickelten Unterrichtsentwürfe (formale Aspekte der Planung, aber auch Copyright u. ä.) erscheint hilfreich.

5.12 Unterrichtserprobungen

Die Analyse der Unterrichtsentwürfe wurde durch die Erprobung ausgewählter Lernsituationen ergänzt. Dabei wurde deren Umsetzung dokumentiert und wissenschaftlich analysiert. Drei Ziele standen dabei im Vordergrund:

1. Erfassen des Einflusses der jeweiligen Schulorganisation auf die Implementation der Lernfabrik in den Unterricht (Status der Schulentwicklung).
2. Überprüfen des fachlichen Kompetenzerwerbs sowie digitaler Handlungskompetenz durch eine Erprobung der Lernsituationen mit Bezug zur Lernfabrik.
3. Identifizieren von Erfolgsfaktoren für die Organisation und den Inhalt von Lernortkooperation aus der Perspektive der Auszubildenden.

Um diese Ziele zu erreichen, wurden verschiedene Methoden eingesetzt: Schriftliche Online-Umfragen, Beobachtung(en) und persönliche Interviews.

5.12.1 Status der Schulentwicklung

Vor Beginn der eigentlichen Unterrichtserprobung wurden die Rahmenbedingungen der Schulentwicklung (A) auf den fünf gängigen Ebenen an jeder der vier Schulen erhoben.

A1	Organisationsentwicklung,
A2	Personalentwicklung,
A3	Unterrichtsentwicklung,
A4	Kooperationsentwicklung,
A5	Technologieentwicklung.

Diese wurden anhand einer schriftlichen Online-Umfrage mithilfe der Lehrkräftekollegien erhoben.

5.12.2 Überprüfen der Kompetenzentwicklung im Unterricht mit der Lernfabrik

Der wichtigste Untersuchungsgegenstand, die Erprobung der Lernsituationen mit Fokus auf den Einsatz der Lernfabrik (B), ist inhaltlich auf die fachlichen und überfachlichen, digitalen Handlungskompetenzen und deren Erwerb ausgerichtet:

B1	Erwerb fachlicher Kompetenzen,
B2	Erwerb überfachlicher digitaler Handlungskompetenz.

Dabei beinhaltet B1 die Tiefe und Breite des vermittelten Lerninhaltes (Wissen) und die instrumentalen und systemischen Fertigkeiten. Die digitale Handlungskompetenz (B2) wird als „die Bereitschaft und Befähigung eines Individuums, sich im digitalen Kontext beruflicher, gesellschaftlicher und privater Situationen sachgerecht durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten“ (Roll und Ifenthaler 2020)³ verstanden und schließt übergeordnet die folgenden Kompetenzdimensionen eines Individuums mit ein:

- das Interesse, mit digitalen Technologien eigenständig zu arbeiten,

- der Umgang (Finden, Sortieren, Bewerten) von Informationen,
- das Verständnis und Anwenden von Sicherheitsmechanismen im digitalen Kontext,
- der kollaborative Umgang mit Inhalten,
- die Problemlösefähigkeit.

Zur vollständigen Dokumentation des Kompetenzerwerbs wurden die Unterrichtseinheiten mit Kamera aufgezeichnet (Bild und Ton). Durch schriftliche Wissens-Tests wurde der Kenntnisstand der Lernenden vor und nach der Unterrichtseinheit gemessen (im Weiteren: „T0“ und „T1“ genannt). Damit eine Feststellung des langfristigen Kompetenzerwerbs möglich wurde, folgte im Abstand von vier Wochen ein weiterer Wissens-Test („T2“).

Durch den Einbezug der durchführenden Lehrkräfte wurden passende Fragen für die Tests formuliert.

5.12.3 Auszubildendenperspektive auf die Lernortkooperation

Das Thema Lernortkooperation wurde in zwei Ebenen unterteilt:

C1	organisationale Kooperation,
C2	inhaltliche Kooperation.

Dazu wurden unmittelbar nach den Erprobungen kurze Interviews mit den Lernenden geführt, in denen diese zum aktuellen Stand der Lernortkooperation zwischen ihrem Unternehmen und der Schule sowie zu dem jeweiligen Optimierungspotenzial befragt wurden.

5.12.4 Teilnehmende Schulen

Es wurden vier verschiedene Lernsituationen an jeweils einer Schule evaluiert. Tabelle 2 beschreibt die demografischen Voraussetzungen der jeweiligen Lernsituationen sowie deren Thema. Die dort aufgelisteten Schulen sind anonymisiert, jedoch nahmen folgende Schulen an der Erprobung teil:

- Zentralgewerbeschule Buchen
- Hubert-Sternberg-Schule, Wiesloch
- Gewerbeschule Villingen-Schwenningen
- Carl-Benz-Schule, Gaggenau

Tabelle 2: Beschreibung der vier teilnehmenden gewerblichen Berufsschulklassen

Schulen	Schule 1	Schule 2	Schule 3	Schule 4
Ausbildungsberuf	Zerspanungsmechaniker/-in	Elektroniker/-in, Geräte und Systeme	Elektroniker/-in für Betriebstechnik	Elektroniker/-in für Betriebstechnik
Anzahl Schüler	19	24	10	4
Lernsituation	parametrische CNC-Programmierung	optische Identifikationssysteme	Identifikationssysteme	Manufacturing Execution System (MES)
Anzahl der Unterrichtsstunden	2*4 h	2*4 h	2*4 h	1*8 h

Tabelle 2 sowie die Auswertungen beinhalten jedoch nur die Auszubildenden, die an allen drei Messzeitpunkten anwesend waren. Dadurch verkleinerte sich die Anzahl der Versuchspersonen von 63 auf 61 Auszubildende.

³ Roll, M., & Ifenthaler, D. (2020). Lernortübergreifende Kompetenzentwicklung in der Industrie 4.0. In: C. Aprea, C. Sappa, & R. Tenberg (Eds.), Konnektivität und lernortintegrierte Kompetenzentwicklung in der beruflichen Bildung (S. 185-212). Franz Steiner Verlag: Stuttgart

5.12.5 Ablauf

Abbildung 10: Flexibler chronologischer Ablauf der Unterrichtserprobungen



Quelle: Eigene Darstellung

Der genau zeitliche Ablauf wurde mit jeder der Schulen individuell abgestimmt und erfolgte im Zeitraum von September bis Dezember 2019.

5.12.6 Schlussfolgerungen

Schulentwicklung

Der Fragebogen zur Schulentwicklung wurde von 18 Lehrkräften aus vier Schulen vollständig ausgefüllt.

Tabelle 2: Beschreibung der vier teilnehmenden gewerblichen Berufsschulklassen

Thema (Skala 1 – 5)	Mittelwert (M)	Standardabweichung (SD)*
Organisationsentwicklung	4.02	0.81
Persönlichkeitsentwicklung	4.25	0.72
Unterrichtsentwicklung	3.85	0.87
Kooperationsentwicklung	3.24	0.90
Technologieentwicklung	3.83	0.72
allgemeine Schulentwicklung	3.84	0.63
Leistungserwartung	3.03	1.04
Aufwandserwartung	3.03	0.63
Umgebungseinfluss	2.74	0.98
technische Infrastruktur	3.37	0.67
zukünftige Lernfabrik Integration	4.19	0.77
Beurteilung Lernfabrik insgesamt	3.75	0.85

* Die Standardabweichung (SD) gibt an, wie sehr die einzelnen Messwerte im Durchschnitt vom angegebenen Mittelwert entfernt sind. Durch die hier vorliegende geringe Stichprobe unterstützt sie also die Aussagekraft des Mittelwerts (M)

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf einer Online-Umfrage

Möchte man wissenschaftlich Schulentwicklung messen, unterteilt sich diese in folgende Entwicklungskonstrukte: Die Organisations-, Persönlichkeits-, Unterrichts-, Kooperations- und Technologieentwicklung (Schulz-Zander, 2001)⁴. Die Lehrkräfte konnten auf einer Skala von 1 bis 5 ihre Schule bewerten, wobei sie einzelnen Aussagen mit „Trifft überhaupt nicht zu“ (1) bis „Trifft voll und ganz zu“ (5) bewerten sollten. Wie in Tabelle 3 zu sehen ist, wurden die momentanen Entwicklungen hinsichtlich der Schulorganisation (M = 4.02), der Möglichkeiten der persönlichen Entwicklungsmöglichkeiten in ihren

Schulen (M = 4.25), der schulischen Tätigkeiten, um die Unterrichtsqualität weiterzuentwickeln (M = 3.85) sowie der Ausschöpfung der technischen Potenziale (M = 3.83) als gut bewertet. Den Aussagen der Kooperationsbemühungen der eigenen Schulen stimmten die Lehrkräfte im Schnitt nur teilweise zu (M = 3.24). Das könnte man als die selbstkritische Aufforderung verstehen, sich als Schule im Bereich der Lernortkooperation durchaus noch mehr zu engagieren. Insgesamt wurde das Konstrukt der allgemeinen Schulentwicklung als gut bewertet (M = 3.84).

⁴ Schulz-Zander, Renate. 2001. "Neue Medien Als Bestandteil von Schulentwicklung." In Jahrbuch Medienpädagogik, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 263-81.

Im weiteren Verlauf wurden die Lehrkräfte nach der Akzeptanz der Lernfabrik befragt. Die Leistungserwartung gibt an, wie das Integrieren der Lernfabrik den Lehrkräften helfen kann, ihre Ziele für den eigenen Unterricht schneller und leichter zu erreichen (M = 3.03). Diese mittlere Leistungserwartung an die Lernfabrik wurde von den Lehrkräften genauso wie den zu erwartenden Aufwand (M = 3.03) der Lernfabriknutzung eingeschätzt. Der Umgebungseinfluss meint das soziale Umfeld der Lehrkräfte an der Schule und deren Wirkung auf eine Integration der Lernfabrik in den Unterricht. Er wird unterdurchschnittlich eingeschätzt (M = 2.74). Die hier verwendeten Fragen prüften, ob die Lehrkräfte die Lernfabrik ausschließlich nur deswegen einsetzen, weil es von ihrer Schulleitung verlangt wurde. Der tendenziell niedrige Durchschnitt kann somit ein Zeichen sein, dass die eigene Motivation höher ist, als die Erwartungen der Schulorganisation, diese einzusetzen. Die allgemeine, vorhandene technische Infrastruktur (WLAN, digitale Klassenbücher, Projektionsgeräte etc.) außerhalb der Lernfabrik beurteilten die Lehrkräfte als leicht überdurchschnittlich gut (M = 3.37). Trotz des erwarteten erhöhten Aufwands sprachen sich die Lehrkräfte insgesamt dafür aus, die Lernfabrik zukünftig noch mehr in ihren Unterricht zu integrieren (M = 4.19). Auch wird die Lernfabrik an sich insgesamt als positiv bewertet (M = 3.75).

Die Lehrkräfte bewerteten die Lernfabrik als eine gute Chance und sind trotz des erheblichen Aufwands gewillt, die moderne Technik in ihren Unterricht zu integrieren, um die Auszubildenden auf die Herausforderungen der Industrie 4.0 vorzubereiten.

Kompetenzentwicklung im Unterricht an der Lernfabrik

Kann die Lernfabrik bei der Vermittlung zukünftig benötigter Kompetenzen eine Hilfe sein? Zur Beantwortung dieser Frage wurde auf Basis der dokumentierten Unterrichte der zeitliche Anteil der Stunden festgehalten, an denen die Lernenden selbst (auch unter Anleitung) an der Lernfabrik oder den CP-Modulen arbeiteten.

- kaum Lernfabrikanteil während des Unterrichts: 0 – 5 %
- kleiner prozentualer Anteil der Lernfabrik: 6 – 10 %
- mittlerer prozentualer Anteil der Lernfabrik: 11 – 24 %
- hoher prozentualer Anteil der Lernfabrik: 25 – 50 %

Anhand dieser Gruppierung sollte festgestellt werden, ob der Zusammenhang zwischen dem prozentualen Anteil des Lernfabrikeinsatzes und den fachlichen und überfachlichen Kompetenzen in T1 und in T2 positiv ist. Dadurch ergibt sich, dass die fachliche Kompetenz in T1 (M = 2.925; SD = 1.241) im sehr geringen, aber positiven und signifikanten Zusammenhang mit dem prozentualen Unterrichtsanteil der Lernfabrik ($r = 0.09$; $p = 0.0056$) steht. Ebenso steht die digitale Handlungskompetenz in T2 (M = 1.662; SD = 0.603) hoch signifikant im mittleren positiven Zusammenhang mit dem prozentualen Unterrichtsanteil der Lernfabrik ($r = 0.46$; $p = 0.0006$).

Das Signifikanzniveau (p) bildet die Entscheidungsgrenze für die Ablehnung einer Hypothese. p liegt zwischen $0 \leq p \leq 1$. Je kleiner p also ist, desto kleiner ist die statistische Irrtumswahrscheinlichkeit.

Ist $p > 0.05$ lehnt man eine Hypothese ab. Ist $p \leq 0.05$ ist die Aussage signifikant und ab $p \leq 0.001$ ist sie hoch signifikant, d. h. das Ergebnis ist ziemlich sicher nicht zufällig aufgetreten.

Es zeigt sich, dass die gebildete Variable „Unterrichtsanteil der Lernfabrik“ lediglich schwach und nur zweimal mit den Ergebnissen der Kompetenztests korreliert. Aus diesem Grund wurde im Folgenden untersucht, ob denn überhaupt ein Zusammenhang zwischen einem Einsatz der Lernfabrik und den erreichten Testergebnissen besteht. Dazu wurden die Gruppen neu gebildet. Durch diese neuen Gruppierungen sollte untersucht werden (H2), ob der Zusammenhang zwischen einem Lernfabrikeinsatz und den fachlichen und überfachlichen Kompetenzen in T1 und in T2 positiv ist. Die Analyse zeigte, dass die fachliche Kompetenz in T1 (M = 2.925; SD = 1.241) im sehr geringen positiven, aber signifikanten Zusammenhang mit dem Einsatz der Lernfabrik ($r = 0.09$; $p = 0.0050$) steht. Ebenso gibt es einen schwachen, positiven und sehr signifikanten Zusammenhang zwischen der digitalen Handlungskompetenz in T1 (M = 1.601; SD = 0.505) und einem Einsatz der Lernfabrik ($r = 0.4$; $p = 0.0032$). Auch in T2 (M = 1.662; SD = 0.603) gibt es einen mittleren positiven Zusammenhang zwischen der digitalen Handlungskompetenz und dem Einsatz der Lernfabrik ($r = 0.61$; $p < 0.000$).

Es gibt jeweils einen schwachen und einen mittleren signifikanten Zusammenhang zwischen den abgefragten überfachlichen digitalen Handlungskompetenzen und dem Einsatz der Lernfabrik. Der schwache, aber signifikante Zusammenhang zum Testergebnis in T1 könnte ein Indiz sein, dass die Lernfabrik die fachlichen Kompetenzen zumindest besser fördert als ohne Lernfabrik. Natürlich könnte dies jedoch noch an weiteren Umständen liegen, wie der anderen Berufsart, anderen Klassenzusammensetzungen (Vorzeigeklasse, vs. normale heterogene Klasse). Generell ist festzuhalten, dass die hier statistisch gefundenen oder eben auch nicht gefundenen Zusammenhänge keine Kausalität bedeuten. Die Lernfabrik-Forschung in beruflichen Schulen befindet sich gerade erst am Anfang. Die dargestellten Konditionen der Zusammenhänge bedürfen weiterer und tiefergehender Untersuchungen.

Lernortkooperation

Unmittelbar nachdem die erste Unterrichtsstunde im Rahmen der Erprobung stattgefunden hatte, wurden mit den beteiligten Auszubildenden Kurzinterviews (3 bis 5 Minuten) geführt. Die Auszubildenden betonten dabei, dass sie grundsätzlich mit dem bisherigen organisatorischen Austausch im Rahmen von Lernortkooperation zufrieden sind. Der administrative Austausch sollte jedoch lediglich die Basis schaffen für eine engere inhaltliche Verzahnung der Lernorte.

Dabei sind die Auszubildenden eher der Meinung, dass die Berufsschullehrkräfte eher nach Lehrinhalten und Abläufen der Betriebe fragen, als dass sich die Ausbilderinnen und Ausbilder nach der Schule erkundigen würden. Dies ist vor allem der Fall, wenn sich die Ausbilderinnen und Ausbilder hauptamtlich um die Ausbildung kümmern. Generell wünschen sich die Auszubildenden von ihren betrieblichen Ausbildungsverantwortlichen mehr Engagement, um auf die Schulen zuzugehen und beispielsweise mehr Präsenz bei Ausbilder-Abenden und stattfindenden Workshops zu zeigen.

Auf der inhaltlichen Ebene deuteten diejenigen Auszubildenden, die sowohl in der Schule als auch im Betrieb programmieren müssen, an, dass die Verwendung unterschiedlicher Programmierstandards

hinderlich dabei sei, das in der Schule Gelernte in die Praxis der Betriebe zu übertragen. Ungefähr die Hälfte der Auszubildenden bestätigt, dass sie mit Ausbilderinnen und Ausbildern regelmäßig über die Schule im Allgemeinen sprechen, dies jedoch meist nur oberflächlich. Ein Teil der Befragten wünscht sich eine regelmäßige Aussprache mit ihren Ausbilderinnen und Ausbildern über die Inhalte der Schule, anstatt standardisiert ihr Berichtsheft abzugeben. Auszubildende, die bei größeren Unternehmen arbeiten, berichten bereits von wöchentlich stattfindenden Wiederholungen mit ihren Ausbilderinnen und Ausbildern, jedoch scheint in kleineren Unternehmen meist erst dann über die schulischen Inhalte gesprochen zu werden, wenn Probleme akut sind. Insgesamt bestätigen die Interviews, dass je größer die Unternehmen der Befragten waren, umso zufriedener waren diese auch mit der Lernortkooperation zwischen ihren betrieblichen und schulischen Ausbildungsverantwortlichen.

Ergänzend zur Tatsache, dass die Lehrkräfte an ihren Schulen ebenfalls durchaus Verbesserungspotenzial in der Kooperationsentwicklung (vgl. Tabelle 3) sehen, haben die Auszubildenden den Eindruck, dass auch von Unternehmensseite mehr Engagement gezeigt werden sollte. Es bleibt wohl festzuhalten, dass die Lernortkooperation durch intensiveren Austausch gefestigt werden kann. Dies wird sowohl durch die kritische Selbstauskunft der Lehrenden als auch von den interviewten Auszubildenden bestätigt. Trotz der dadurch einhergehenden Forderung nach mehr Engagement von beiden verantwortlichen Seiten der dualen Ausbildung, ist es immer noch die systemimmanente Aufgabe der Lernenden, die kognitive Verbindung zwischen ihren Lernorten herzustellen (Schmidt 2004)⁵. Ihnen dies zu erleichtern sollte ein wichtiger Anspruch des Austauschs der schulischen und betrieblichen Verantwortlichen sein.

⁵ Schmidt, Hermann W. 2004. "Kooperation in Der Berufsbildung - Ein Deutsches Spezifikum?" In Handbuch Der Lernortkooperation. Band 1: Theoretische Fundierungen, ed. Dieter Euler. Bielefeld: Bertelsmann Verlag, 41-59.

5.13 Basis-Schulung Industrie 4.0

Bereits recht früh zeigten sich im Projekt die Herausforderungen unterschiedlicher Begriffsauffassungen im Kontext von Industrie, aber auch die spezifischen Herausforderungen von kleinen und mittleren Unternehmen. Während insbesondere große Unternehmen eine Vorreiterrolle einnahmen, war das Bild hinsichtlich der Einbindung digitaler Technologien in die betriebliche Ausbildung bei kleinen und mittleren Unternehmen deutlich heterogener. Aus Sicht der dualen Berufsbildung ist ein Grundverständnis von Vorteil, denn diese Auszubildende werden als Fachkräfte in einigen Jahren die Strategie ihrer Unternehmen entscheidend umsetzen. Dies ist auch aus Fachkräftesicht wichtig, denn viele Unternehmen sind unabhängig von Größenklassen stark miteinander vernetzt und agieren in gemeinsamen Wertschöpfungsketten. Folglich ergab sich die Idee einer gemeinsamen Basisschulung für Auszubildende.

Bei verschiedenen Unternehmen sind bereits ähnliche, selbst entwickelte Schulungen im Einsatz und wurden für die Konzeption der vorliegenden Schulung gesichtet. Besonders wichtig war es, die Schulung unternehmens- und technikneutral zu gestalten. Dazu wurden außerdem die Änderungen in der Berufsbildposition 5 bei den Metall- und Elektroberufen beachtet. Weiterhin sollte die eingesetzte Technik der Lernfabrik für alle Lernenden erlebbar sein. Der beispielhafte Einsatz von verschiedenen digitalen Methoden kann für Neuanfänger zugleich als Einführung in die Thematik dienen. Die gewählte Softwarelösung ist kostenfrei. Die Schulung sollte mehrheitlich aus Elementen bestehen, die den Fokus so setzen, dass die Lernenden das neue Wissen/die zu erwerbenden Kompetenzen eigenständig erarbeiten, wobei diese mit ihrer individuellen Lebenswelt bei der Gestaltung der Lehr-/Lernumgebung aktiv einbezogen werden. So können im Idealfall nicht nur Elemente des Faktenwissens und des Wissens über Zusammenhänge zwischen Fakten vermittelt werden, sondern Jugendliche auch dazu angeregt werden, ihre eigene Vision von Industrie 4.0 zu entwickeln. Einzelne Aufgabenbereiche sollten zudem spielerisch dazu anregen, über das eigene Denken und Handeln nachzudenken. Eine kleine Teilnehmergruppe von maximal 15 Personen und Trainerbetreuung von mindestens drei Personen sollen dazu beitragen, dass die oft jugendlichen Auszubildenden nicht überfordert werden und bei Bedarf Unterstützungsangebote erhalten.

5.13.1 Ablauf

Die folgende grobe Ausarbeitung des Schulungskonzepts gibt einen Überblick über die angedachten Elemente. Die Zielgruppe sind Auszubildende in Metall- und Elektroberufen. Der angedachte Teilnehmerkreis ist aufgrund der hohen Anzahl interaktiver Elemente auf maximal 15 Personen beschränkt. Der passende Austragungsort wäre eine kooperierende Berufsschule mit Lernfabrik oder ein Unternehmen mit eigener Ausbildungsabteilung mit passenden Berufen. Insgesamt sind zwei Tage geplant.

Die Schulung ist in einem Blended-Learning-Ansatz konzipiert. Das Lernen beginnt vor dem ersten Tag, indem Auszubildende eine Vorauswahl von YouTube-Videos zum Thema Digitalisierung erhalten. YouTube und ähnliche Plattformen bieten eine große Auswahl frei verfügbaren Lernmaterials. Zur besseren Einschätzung helfen Leitfragen, welche die Lernenden vor dem ersten Tag für sich beantworten müssen.

In einem interaktiven Impuls einer Expertin bzw. eines Experten zu Industrie 4.0, zum Beispiel einer Lehrkraft aus der Berufsschule, wird eine Einführung zu diesem Thema gegeben. Im Anschluss erfolgt ein Stationenlernen zu den Themen „Sicherer Umgang mit Daten“, „Lernen lernen“ und „Auffälligkeiten und Unregelmäßigkeiten in IT-Systemen erkennen und beheben“. Dabei kommt ein Tool wie MeisterTask oder Trello zum Einsatz, um die Antworten der Lernenden zu den Aufgaben gemeinsam zu sammeln. Sofern vorhanden, absolvieren die Auszubildenden am Nachmittag gemeinsam angeleitete Übungen an einem virtuellen Zwilling der Lernfabrik.

Zwischen dem ersten und dem zweiten Tag erhalten die Lernenden einen betrieblichen Erkundungsauftrag, um herauszufinden, welche Anknüpfungen sowie Ideen zu Industrie 4.0 im eigenen Betrieb bereits vorhanden sind. Die Auszubildenden sollen formulieren, was sie sich für eine Ausbildung 4.0 wünschen.

Am zweiten Tag sollen die Ergebnisse der Arbeitsaufträge präsentiert werden. Ein ausführlicher Vortrag eines Experten oder einer Expertin (wie zum Beispiel ein Verbandsingenieur bei Südwestmetall oder eine Mitarbeiterin eines praxisnahen Forschungs-Instituts) bietet tiefere Informationen. In einer anschließenden Gruppenarbeit halten

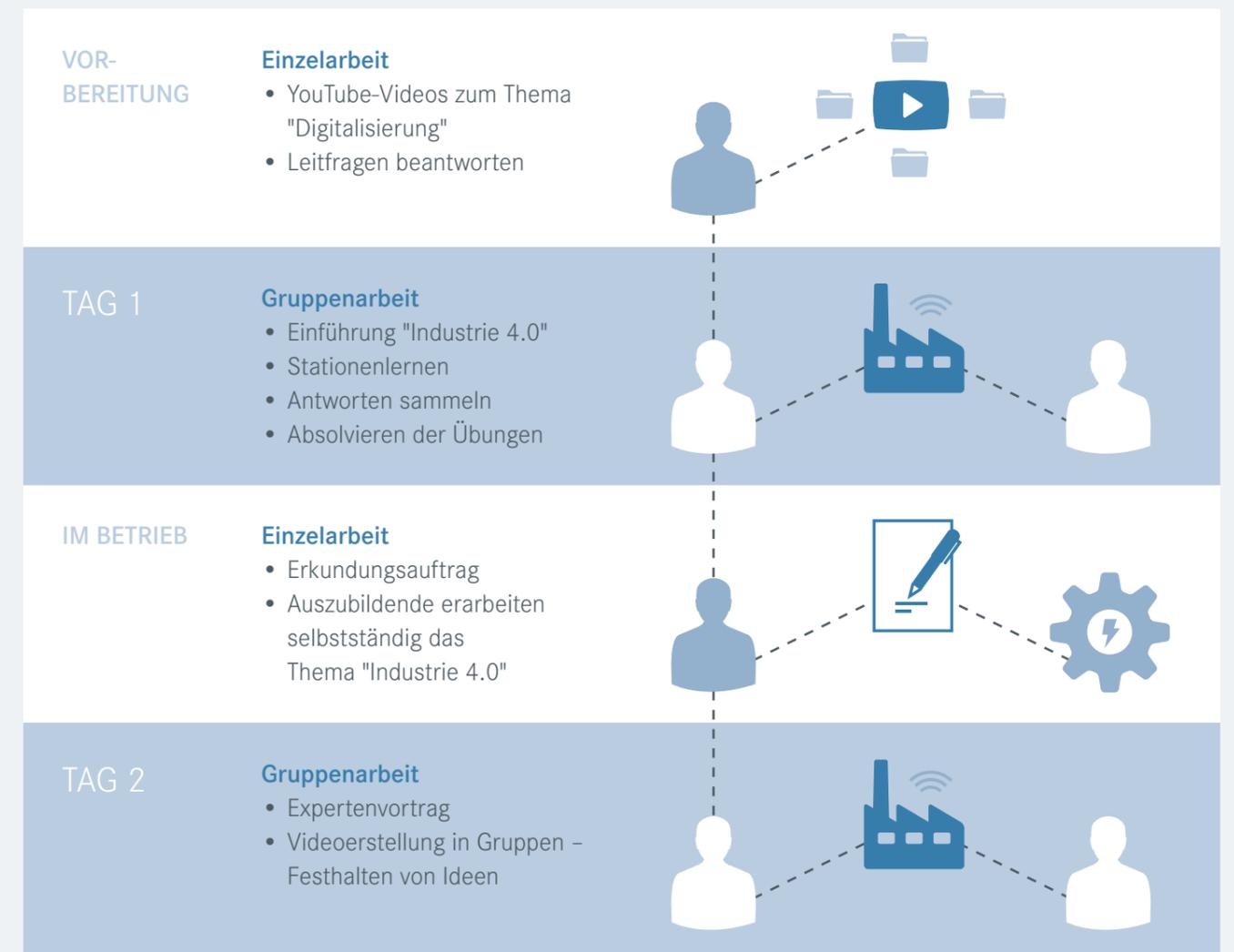
die Auszubildenden am Ende ihre Ideen zu Industrie 4.0 auf Videos fest, stellen diese in der Gesamtgruppe vor und bewerten gemeinsam die besten Ideen.

Eine Erprobung der Basis-Schulung I 4.0 war mit einer Gruppe Auszubildender aus dem 1. Ausbildungsjahr des Unternehmens Daimler AG im Abstand von einer Woche vor Ort im Frühsommer 2020 geplant.

Dadurch hätte ein direkter Vergleich mit dem dort bereits vorliegenden Bildungskonzept für die Einführung des Themas Industrie 4.0 in der Ausbildung durchgeführt werden können. Leider konnte das Vorhaben bedingt durch die COVID-19-Pandemie nicht mehr durchgeführt werden.

Die folgende Abbildung 11 gibt einen Gesamtüberblick über die wichtigsten Stationen.

Abbildung 11: Die Basis-Schulung im Überblick



Quelle: Eigene Darstellung

5.14 Gemeinsame Fortbildungen von Lehrkräften und Auszubildenden

Durch den im Projekt angestoßenen Austausch zwischen den Auszubildenden und den Lehrkräften kam es zu der Idee, die vom Kultusministerium angebotenen Fortbildungen für Auszubildende zu öffnen. Zum einen gab es auf Seiten der Auszubildenden den Bedarf, neue Themen kennenzulernen und mehr über die im Unterricht an der Berufsschule vermittelten Themen zu erfahren, zum anderen wurde es als weitere Möglichkeit gesehen, den Austausch zwischen den dualen Partnern auf regionaler Ebene zu intensivieren und zu einem gemeinsamen Verständnis im Bereich Industrie 4.0 zu kommen.

Dieses Angebot stieß bei den Unternehmen auf reges Interesse und 25 Ausbilderinnen bzw. Ausbilder meldeten sich für insgesamt 54 Fortbildungen in den Bereichen Industrie 4.0 und Elektrotechnik an. Allerdings kamen nicht alle Fortbildungen zustande, und die Interessenten wurden nur zugelassen, wenn noch ausgewiesene Plätze frei waren. Die Anmeldung erfolgte außerhalb der Datenbank des Kultusministeriums (LFB-online).

Das Feedback zu den Fortbildungen lässt den Schluss zu, dass es gut ist dieses Format weiter aufrechtzuerhalten und wenn möglich, sogar auszubauen.

5.15 Veröffentlichung der Ergebnisse auf Kongressen, wissenschaftlichen Kongressen und in Publikationen

Das Projekt wurde auf drei Kongressen präsentiert.

- 1) Kongress „MINT Zukunft schaffen“ am 12. Oktober 2018, Workshop: »Einsatz einer mobilen Lernplattform in der gewerblichen Ausbildung«, mit den Referenten: Giuseppe Vernaci (ElringKlinger AG), Michael Roll (Universität Mannheim) und Markus Singler (Arbeitgeberverband Südwestmetall e. V.),
- 2) Kongress „MINT Zukunft schaffen“ am 11. Oktober 2019, Workshop: »Lernfabriken 4.0: Unterricht und Lernortkooperation« mit den Referenten Markus Singler (Südwestmetall), Michael Roll (Universität Mannheim) und David Meinhard (IW Köln),
- 3) Forum „Ausbildung 4.0: Digital – vernetzt – zukunftsfähig“ am 5. März 2020, Vortragstitel „Lernkooperation – Ergebnisse von Unterrichtserprobungen und Workshops mit betrieblichen Auszubildenden“ mit den Referenten Dirk Werner (IW Köln) und Prof. Dr. Dirk Ifenthaler (Universität Mannheim).

(Teil-)Ergebnisse wurden weiterhin auf zwei wissenschaftlichen Konferenzen präsentiert:

- BWP 19 (Roll, M., & Ifenthaler, D. (2019). Implikationen von Lernfabriken für die Entwicklung digitaler Handlungskompetenz und die Umsetzung von Lernortkooperation. Paper presented at the Jahrestagung der Sektion Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Graz, Austria, 27-09-2019.)
- AECT 19 (Roll, M., & Ifenthaler, D. (2019). Learning factories and their impact on developing multidisciplinary digital competencies. Paper presented at the AECT International Convention, Las Vegas, NV, USA, 23-10-2019.)

Ein wissenschaftlicher Beitrag konnte in einem noch zu erscheinenden internationalen Tagungsband platziert werden. Weitere nationale wie internationale Publikationen sind in Arbeit.

Roll, M., & Ifenthaler, D. (2020 in press). The impact of learning factories on multidisciplinary digital competencies. In: E. Wuttke, J. Seifried & H. Niegemann (Eds.), VET and professional development in the age of digitization. Cham: Springer.

6 Fazit/Handlungsempfehlungen

Basierend auf den Befunden der Projektarbeit konnten Handlungsempfehlungen für die Lernortkooperation für Unternehmen und Schulen in Baden-Württemberg abgeleitet werden. Die Handlungsempfehlungen werden in Abbildung 12 zusammengefasst und im weiteren Verlauf ausführlich dargestellt.

Abbildung 12: Zusammenfassung der Handlungsempfehlungen

LERNORTKOOPERATIONEN			
INHALTLICHER AUSTAUSCH	AUSZUBILDENDE IM ZENTRUM	FÄCHER-ÜBERGREIFENDER UNTERRICHT	FEST ETABLIERTE TREFFEN
GEMEINSAM UNTERRICHTS-ENTWICKLUNG MIT DER LERNFABRIK	MUT ZU MEHR ENGAGEMENT	AUSTAUSCH INNERHALB DER REGIONALEN INDUSTRIE	LANGER ATEM
WEITERGABE DES WISSENS	DIGITALISIERUNG IST MEHR ALS DIE LERNFABRIK	EINZELNE KOMPETENZEN	(...)

7 Danksagungen

Ein Projekt wie dieses lebt von der Kooperationsbereitschaft der beteiligten Zielgruppen. Deshalb möchten wir uns ganz herzlich bei allen Schul- und Unternehmensvertreterinnen und -vertretern bedanken, die unser Vorhaben unterstützt und vorangebracht haben.

Unser Dank gilt allen Ausbilderinnen und Ausbildern, die sich an unserer Umfrage beteiligt und sich in unseren zentralen und regionalen Workshops mit Ihrem Know-how aus der Praxis eingebracht haben. Besonderen Dank gilt der Daimler AG an den Standorten Esslingen (Herr Dietmar Eger) und Gaggenau (Herr Gerwin Kohlbecker) sowie der ABB Training Center GmbH & Co. KG (Herr Marcus Braunert) für die Einblicke in die Ausbildung vor Ort.

Er gilt außerdem den Lehrerinnen und Lehrern, die ebenfalls an einer Umfrage und den regionalen Treffen und Workshops teilgenommen sowie die Unterrichtserprobungen durchgeführt haben.

Hier sind besonders die Lehrkräfte der folgenden Schulen gemeint: Berufsschulzentrum Bietigheim-Bissingen (Schulleiter Herr Stefan Ranzinger), Carl-Benz-Schule Gaggenau (Schulleiter Herr Volker Bachura), Gewerbeschule Villingen-Schwenningen (Schulleiter Herr Siegfried Kärcher), Gewerblich-Technische Schule Offenburg (Schulleiterin Frau Monika Burgmaier), Zentralgewerbeschule Buchen (Schulleiter Herr Konrad Trabold), Hubert-Sternberg-Schule Wiesloch (Schulleiter Herr Klaus Heeger).

In den verschiedenen Formaten waren auch Auszubildende eingebunden, die letztlich von unseren Ergebnissen profitieren sollen.

Vielen Dank für euer Engagement!

Weiterer Dank gilt den Fachberatern für die Lernfabriken, die uns mit ihrer Expertise und als Referenten unterstützt haben: Herr Raphael Hörner, Herr Georg Fischer, Herr Bernd Wiedmann, Herr Michael Schmitt, Herr Maik Lamprecht, Herr Peter Demmer, Herr Andreas Böhringer, Herr Dirk Litterst und Herr Bernd Griebhaber.

Ein ganz besonderer Dank gilt dem Kultusministerium, vor allem dem Leitungsteam der Landesgruppe I 4.0, namentlich Herrn Tobias Barthuff, zuständiger Referent für die Lernfabriken 4.0, Herrn Karl-Georg Schmid und Herrn Thomas Dorner für die überaus vertrauensvolle und konstruktive Zusammenarbeit. Ohne diese Kooperation hätten die verschiedenen Vorhaben im Projekt lange nicht so effektiv umgesetzt werden können.

Das Institut der deutschen Wirtschaft dankt seinen (ehemaligen) studentischen Mitarbeiterinnen Helen Hickmann und Tara Vollmer für die Unterstützung.

Südwestmetall

Verband der Metall- und Elektroindustrie
Baden-Württemberg e. V.

Türlenstraße 2
70191 Stuttgart
Tel. 0711 7682-0

bildung@suedwestmetall.de
www.suedwestmetall-macht-bildung.de