

Schwerpunktthema Lernfabriken an beruflichen Schulen

lernen & lehren

Elektrotechnik – Informationstechnik
Metalltechnik – Fahrzeugtechnik



Lernfabriken an beruflichen Schulen

Potentiale von Lernfabriken

Lernfabriken erfordern und ermöglichen (neue) Kooperationen

Smart Factory im Eigenbau

Die Lernfabrik an der B2 der Stadt Nürnberg

Smart Factory Modell der Firma Köster Systemtechnik

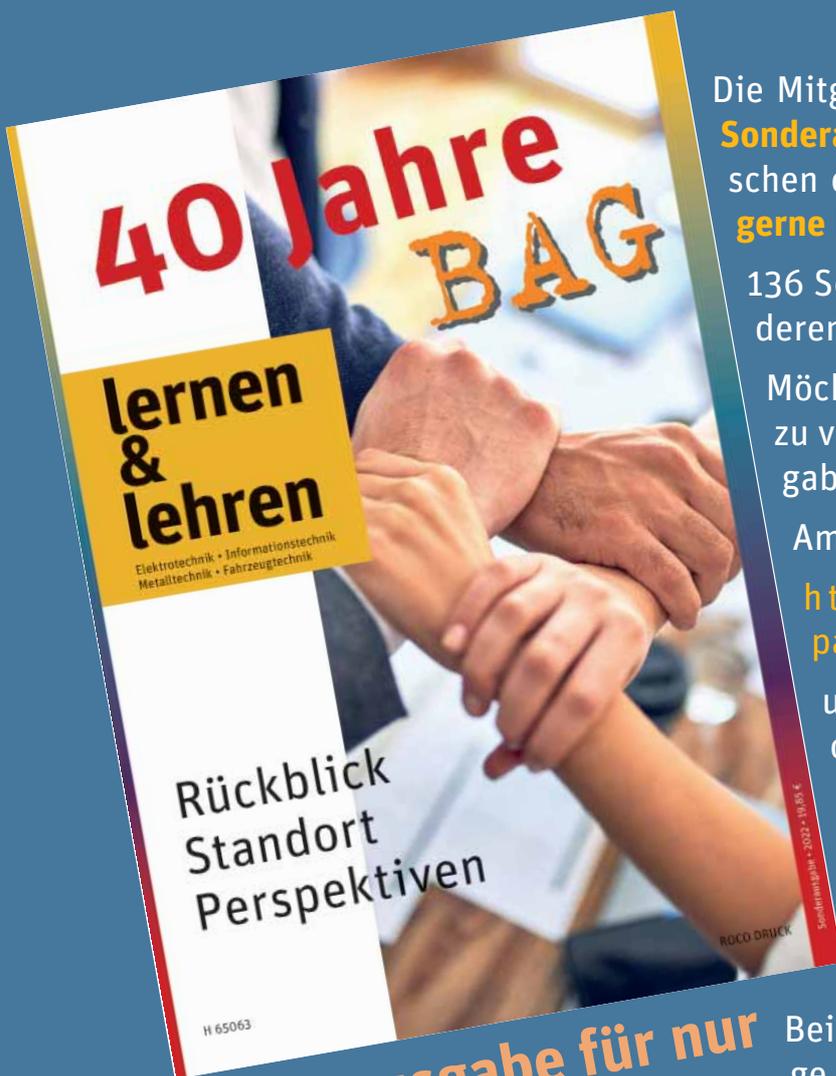
Lasst uns die Zukunft gemeinsam gestalten!

AgilDrive – Ein Ansatz zur Förderung von Kompetenzen für die Arbeitswelt 4.0

Schüleraustausch 4.0: Was können die, was wir nicht können?!

40 Jahre BAG ElektroMetall

Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektrotechnik, Informationstechnik, Metalltechnik und Fahrzeugtechnik e. V.



Sonderausgabe für nur 19,85 €

Ihrer Kontaktdaten; wir melden uns dann zeitnah bei Ihnen.

Die Mitglieder der BAG ElektroMetall haben diese **Sonderausgabe zum 40jährigen Jubiläum** inzwischen erhalten – **Nichtmitglieder dürfen sie auch gerne kaufen!**

136 Seiten geballtes Wissen über die BAGen und deren Gründungs- und Entstehungsgeschichte...

Möchten Sie weitere Exemplare, z. B. um diese zu verschenken, können Sie natürlich gern Ausgaben erwerben.

Am einfachsten geht dies über die Homepage

<https://www.bag-elektrometall.de/pages/40j.html>

und dort über den „Hier bestellen“-Link oberhalb der Abbildung. Sie brauchen nur noch Ihre Adresse und Zahlungsart (möglich sind folgende: Zahlung per Paypal, Kreditkarte, Debit-Karte) angeben und halten wenige Tage später die Sonderausgabe in der Hand.

Bei Interesse an einer größeren Abnahmemenge (ggf. zu Sonderkonditionen) schreiben Sie bitte an kontakt@bag-elektrometall.de unter Angabe

Inhalt

SCHWERPUNKT: LERNFABRIKEN AN BERUFLICHEN SCHULEN

- Editorial**
- 142 Lernfabriken an beruflichen Schulen
Uwe Faßhauer/Karl Wilbers/Lars Windelband
- 144 Nachruf Bernd Vermehr
Georg Spöttl
- Schwerpunkt**
- 145 Potentiale von Lernfabriken für berufsbildende Schulen und die gewerblich-technischen Fachrichtungen
Lars Windelband
- 151 Lernfabriken erfordern und ermöglichen (neue) Kooperationen zwischen Berufen und Lernorten
Uwe Faßhauer/Karl Wilbers
- Praxisbeiträge**
- 155 Smart Factory im Eigenbau
Horst Pongratz
- 158 Die Lernfabrik an der B2 der Stadt Nürnberg
Martin Siegert/Jürgen Klose
- 162 Smart Factory Modell der Firma Köster Systemtechnik an den BBS-Rinteln
Jens Beermann/Björn König
- 164 Lasst uns die Zukunft gemeinsam gestalten! Oder die „R/Evolution der Bildung“
Stefan Manemann
- 170 AgilDrive – Ein Ansatz zur Förderung von Kompetenzen für die Arbeitswelt 4.0
Friedemann Grötzinger/Klaus Heeger
- 174 Schüleraustausch 4.0: Was können die, was wir nicht können?! Und wie profitieren wir davon?
Andreas Weiberg/Roman Saß
- Forum**
- 177 Förderung und Erwerb digitaler Kompetenzen zur Unterstützung des hybriden Lernens in der gewerblich-technischen Berufsbildung
Henning Klaffke/Ronny Röwert
- 182 Flensburger Erklärung 2022 der Arbeitsgemeinschaft Gewerblich-Technische Wissenschaften und ihre Didaktiken (gtw)
- Ständige Rubriken**
- I-IV BAG aktuell 4/2022
- 184 Verzeichnis der Autorenschaft
- U3 Impressum

Beiträge in der Zeitschrift lernen & lehren sollen diskriminierungs- und gendersensibel verfasst sein. Das generische Maskulinum wird daher nicht verwendet. Solange im amtlichen Regelwerk der deutschen Rechtschreibung keine verbindlichen Sonderzeichen (Genderstern, Unterstrich, Doppelpunkt etc.) zur Einbeziehung nicht-binärer Geschlechtsidentitäten vorgegeben sind, wird auf deren Verwendung in der Zeitschrift verzichtet. Stattdessen werden konsequent andere Möglichkeiten zur Vermeidung diskriminierender Sprache und zur Sichtbarmachung von Diversität genutzt. Dazu zählt primär die Nutzung von geschlechtsneutralen Formulierungen. Wenn dieses nicht möglich ist, werden ausschließlich Beidnennungen (z. B. Schülerinnen und Schüler) verwendet.



Editorial

Lernfabriken an beruflichen Schulen



UWE FAßHAUER



KARL WILBERS



LARS WINDELBAND

Lernfabriken sind als Lernraum für die berufliche Bildung immer noch vergleichsweise neu. Konzeptionell sollen sie die sich wandelnden industriellen Produktionsprozesse mit ihren weiterhin schnell steigenden Anteilen an automatisierten Fertigungsprozessen für eine berufliche Ausbildung abbildbar und zugänglich machen. Die Verbreitung der Lernfabriken begann im Kontext ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge an den Hochschulen. Erst ab Mitte der 2010er-Jahre wurde dieses Konzept an berufsbildende Schulen transferiert, auch wenn erste Vorläufer der Lernfabriken schon in den 80/90er-Jahren im Kontext der Umsetzung der C-Technologien erkennbar waren. Beispiele für erste Smart Factory-Anlagen an berufsbildenden Schulen sind u. a. die Lernfabrik 4.0 der Gewerblichen Schule in Göppingen, die Smart Factory-Anlage der Berufsbildenden Schulen Osnabrück Brinkstraße sowie die Industrie 4.0-Abfüllanlage der Berufsbildenden Schule 2 in Wolfsburg.

Wichtige Faktoren für deren wachsende Verbreitung sind die digitale Transformation und die damit verbundene Vernetzung aller Akteure und relevanten Anlagen, die im Zentrum der industriellen Wertschöpfung stehen. Die Erfassung und Verarbeitung von Echtzeitdaten via Cyber-Physischer-Systeme und die dazugehörigen Mensch-Maschine-Schnittstellen sind Beispiele für neuartige Entwicklungen. Neue Arbeitsstrukturen und komplexe berufliche Handlungssituationen wie Inbetriebnahme, Parametrierung oder die Diagnose innerhalb der Instandhaltung in vernetzten Produktionsprozessen sind weitere As-

pekte, die sich schon kurzfristig über den Einsatz von neuen Leichtbaurobotern, neuen digitalisierten Werkzeugen, „KI“ sowie die Integration von AR/VR-Anwendungen weiter entwickeln werden.

Insbesondere in den Bundesländern Baden-Württemberg und Bayern, aber auch in Niedersachsen oder Nordrhein-Westfalen, werden „Lernfabriken“ bzw. „Smart Factories“ an beruflichen Schulen implementiert. Die Lehrkräfte sind mit dem Aufbau und der Inbetriebnahme der Anlagen sehr stark gefordert. Gleichzeitig haben viele Schulen Schwierigkeiten, die komplexen Lernräume in den schulischen Alltag zu integrieren. Die Relevanz des Themas ergibt sich aus dem unmittelbaren Bedarf an Lernfabriken für berufliche Schulen zur Umsetzung einer Industrie 4.0-typischen dualen Berufsausbildung und in Fortbildungen (u. a. an Technikerschulen). Der daraus resultierende Bedarf an Lehrkräften, die die beruflichen und fachdidaktischen Konzepte für und mit diesen Anlagen zeitgemäß umsetzen können, unterstreicht diese Relevanz.

Die Implementierung einer Lernfabrik bedeutet für die einzelne berufliche Schule einen erheblichen Innovationsschub, der deutlich über die eigentliche technologische Weiterentwicklung hinaus wirksam wird. Diese Entwicklung ist zugleich Anlass für einen ggf. tiefgreifenden sozialen Gestaltungsprozess im Rahmen der Schulentwicklung, der zumindest auch die Organisations- und Personalentwicklung, die Lernfeldumsetzung sowie die Rahmung mittels interner und externer Kooperationen beeinflusst. Einen

wesentlichen Einflussfaktor stellt jedoch die Technologie als solche dar, so u. a. die Zusammensetzung technischer Komponenten der Lernfabrik sowie der Digitalisierungsgrad der Schule und die Nutzung digitaler Medien insgesamt.

Aktuell ist ein Forschungsdefizit hinsichtlich der Implementierung von Lernfabriken in die Organisations- und Unterrichtsentwicklung beruflicher Schulen zu konstatieren. Es fehlen genaue Aussagen zur Wirksamkeit der Lernfabriken oder auch zu den organisatorischen Veränderungen im Schulalltag. Auch fehlt eine intensive Vernetzung der beruflichen Schulen untereinander, insbesondere über die Landesgrenzen hinweg, um im engen Erfahrungsaustausch Expertise zu entwickeln, Good Practice-Beispiele für die beruflichen Fachrichtungen und deren Kooperationen zu benennen sowie die notwendige Schulentwicklung anzuregen.

Die Beiträge in diesem Heft sind im Zusammenhang mit der zweiten Netzwerktagung zum Entwicklungsstand der beruflichen Lernfabriken entstanden. Die erste Netzwerkveranstaltung ist im von KARL WILBERS und LARS WINDELBAND herausgegebenen Sammelband „Lernfabriken an beruflichen Schulen“ dokumentiert. In der zweiten Netzwerkveranstaltung im Mai 2022 wurden positive Beispiele durch die schulischen Akteure selbst präsentiert und diskutiert. Die Texte der schulischen Akteure greifen dabei zentrale Punkte für eine erfolgreiche Implementierung von Lernfabriken an berufsbildenden Schulen auf:

HORST PONGRATZ berichtet aus der BBS Amberg (Bayern), dass auch mit vergleichsweise geringen finanziellen Ressourcen die Ansprüche an Industrie 4.0-typische berufsschulische Bildung realisiert werden können. Die „Smart Factory im Eigenbau“, so der Titel des Beitrags, konnte auf Basis langjähriger Vorarbeiten und insbesondere durch das Einbeziehen des Kollegiums in den Entwicklungsprozess sowie einer kontinuierlichen Unterstützung durch die Schulleitung realisiert werden. Mit dem „Amberger Ohr“ wurde ein Produkt geradezu zur Marke stilisiert. Inhaltlich wird das Projekt im nächsten Ausbauschnitt insbesondere durch das Einbeziehen kaufmännischer Ausbildungsinhalte über die Integration von SAP4Schools noch weiter ausgebaut werden.

MARTIN SIEGERT und JÜRGEN KLOSE berichten in ihrem Beitrag vor allem über die didaktisch-methodischen Anforderungen an die Arbeit mit einer Lernfabrik. An der beruflichen Schule Direktorat 2 der Stadt Nürnberg (Bayern) ist als Kompetenzzentrum

für Fertigungstechnik nicht nur für die einschlägigen dualen Berufe, sondern auch für die Fachschule eine Lernfabrik in Betrieb. Hier können insbesondere die vollständige Auftragsbearbeitung in Fertigungsprozessen sowie die Integration neuer Technologien und Arbeitsprozesse in bestehende didaktische Konzepte umgesetzt bzw. erprobt werden. Die Lernfabrik wird auch zur Kooperation mit einer kaufmännischen Schule genutzt.

JENS BEERMANN und BJÖRN KÖNIG berichten aus der BBS Rinteln (Niedersachsen) u. a. von der erfolgreichen Kooperation kaufmännischer und technischer Berufe im Rahmen der Lernfabrik. Über die gemeinsame Beschaffung günstiger Module, die zu einem Smart Factory-Modell kombiniert werden, hat sich ein Netzwerk von 23 beruflichen Schulen gebildet. Über dieses wird ein reger Informations- und Erfahrungsaustausch realisiert.

STEFAN MANEMANN erläutert in seinem Beitrag, wie es an der BBS II Wolfsburg (Niedersachsen) gelungen ist, das seit einiger Zeit bestehende Smart Factory-Labor thematisch immer wieder weiterzuentwickeln. Insbesondere konnte zur Unterstützung eine offene

Lernplattform aufgebaut werden. Auf dieser werden nicht alleine spezifische Inhalte dauerhaft verfügbar gemacht, sondern auch die gemeinsame Projektarbeit von Schülerinnen und Schülern, Auszubildenden und Lehrkräften abgewickelt.

FRIEDEMANN GRÖTZINGER und KLAUS HEEGER schildern für die Hubert-Sternberg-Schule in Wiesloch (Baden-Württemberg) eine pädagogische und methodische Weiterentwicklung der bestehenden Lernfabrik im Rahmen des Projektes „AgilDrive“. Unter anderem arbeiten die Auszubildenden dort berufsübergreifend und werden von einem interdisziplinär zusammengesetzten Team aus Lehrkräften begleitet.

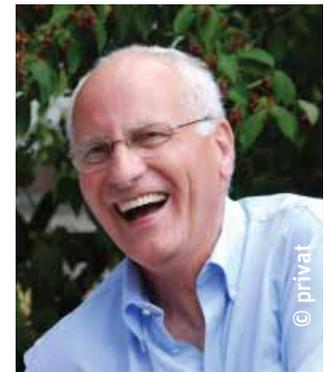
Ebenfalls unter Verwendung von Prinzipien des agilen Managements haben ROMAN SAß und ANDREAS WEIBERG bereits vor einigen Jahren ein schulübergreifendes Projekt an zwei berufsbildenden Schulen in Goslar (Niedersachsen) entwickelt. Unter dem programmatischen Titel „Schüleraustausch 4.0“ arbeiten Schülerinnen und Schüler von Beruflichen Gymnasien aus verschiedenen Fachrichtungen an einem interdisziplinären Marketingprojekt zu einem RFID-fähigen Produkt. Dass in dieses regionale Lernnetzwerk auch Unternehmen und Hochschulen eingebunden sind, zeigt das enorme Potenzial des Einsatzes von Lernfabriken.



Qualität – darum ging es ihm!

Zum Tode von Bernd Vermehr

Bernd Vermehr ist am 30.10.2022 im Alter von 83 Jahren, nur wenige Monate nach seinem engen Freund Jörg-Peter Pahl, verstorben. Er hinterlässt eine Ehefrau sowie Kinder und Enkel.



Meine erste Begegnung mit Bernd Vermehr war 1992 bei einer Sitzung der Bundesarbeitsgemeinschaft (BAG) Metalltechnik. Dabei ist mir aufgefallen, dass a) er ausgesprochen eng mit Jörg-Peter Pahl in allen organisatorischen Fragen zur Weiterentwicklung der BAG Metalltechnik kooperierte und b) sein Augenmerk der Durchführbarkeit von Beschlüssen der Vorstandsmitglieder galt. An dieser Stelle bohrte er nach und wollte genau wissen, wie Beschlüsse in die Umsetzung kommen sollen und welche Folgen das haben soll und kann. War er von den Überlegungen überzeugt, verfolgte er diese sehr zielgerichtet weiter.

Im Jahre 1993 wurde Bernd Vermehr zum Schriftleiter der Zeitschrift „lernen & lehren“ berufen, einige Jahre später, 2001, dann zum Mitherausgeber. Seine Stärke konnte er bei der Gestaltung der Zeitschrift „lernen & lehren“ für „Elektrotechnik, Informationstechnik und Maschinentechnik“ (so der damalige Name) voll entfalten: Genauigkeit und Gründlichkeit, gepaart mit Hilfsbereitschaft, konnte Bernd Vermehr ohne Grenzen in die Bearbeitung der Zeitschrift einbringen. Er leistete damit einen exzellenten Beitrag zur Qualitätsverbesserung. Auch sein sicherer Blick für gute und interessante Beiträge war eine große Hilfe, um für die jeweiligen Ausgaben Artikel vor allem mit Praxisbezug zu bekommen.

Bernd Vermehr hatte einen sicheren und sehr guten Blick für die Qualität der Zeitschrift: die fachlich-inhaltliche Richtigkeit, Aktualität der Themen und sprachliche Präzision waren seine zentralen Auswahlkriterien. Dabei ging er sehr behutsam vor, um Autorinnen und Autoren nicht zu verprellen.

Bei der Bewertung von Praxisartikeln aus beruflichen Arbeitsfeldern kamen ihm seine langjährigen schulischen Erfahrungen und Erkenntnisse als Seminarleiter am Studienseminar zu Gute. Er hatte durch die vielfältige Mitwirkung an der Zeitschrift „lernen & lehren“ ein sehr sicheres Gespür dafür entwickelt, ob ein Schwerpunktthema oder eingereichter Beitrag aus unterrichtspraktischem Blickwinkel überzeugte, denn das wurde vor allem von Ausbildungs- und Unterrichtspraktikern von der Zeitschrift erwartet.

Die Herausgeberrolle nutzte Bernd Vermehr, um durch intensive Recherche fachlich-inhaltliche und methodisch innovative sowie hochwertige Ausarbeitungen zu entdecken, an denen es in der Schriftleitung immer wieder mangelte. Dazu nutzte er zum einen seine persönlichen Kontakte. Darüber hinaus fahndete er insbesondere nach unterrichtspraktischen Konzepten, die von Lehrkräften, aber auch von Ausbildern möglichst direkt verwendet werden konnten. Hörte er von einem neuen unterrichtspraktischen Konzept, versuchte er die Innovatoren zu identifizieren und von einer Veröffentlichung zu überzeugen. Um die Entscheidung zu erleichtern, bot er Hilfe bei der schriftlichen Ausführung an.

Über all das hinaus übernahm Bernd Vermehr über rund zwei Jahrzehnte dankenswerterweise auch noch das Amt des Protokollführers und betreute die Dokumentation der Heftplanungen, die jeweils einen Vorlauf von ein bis zwei Jahren erforderlich machten. All diese Aufgaben nahm er ehrenamtlich neben seiner Tätigkeit als Studiendirektor wahr.

Bernd Vermehr sah sich als Dienstleister für die Leserinnen und Leser der Zeitschrift und für die BAG-Mitglieder, deren Wünsche nach Möglichkeit zu erfüllen sind. Dabei lag ihm die Qualität der Zeitschrift besonders am Herzen. Im Sinne einer weiteren Optimierung unterstützte er die Einführung eines Verfahrens zur Bewertung einer zur Veröffentlichung eingereichten wissenschaftlichen oder unterrichtspraktischen Publikation, mit dem durch einen oder mehrere Gutachter aus dem Herausgeberkollegium zu entscheiden war, ob ein Artikel in der gegebenen Form veröffentlicht werden kann oder ob Nachbesserungen erforderlich sind. Mit großem Engagement setzte er sich für eine gründliche Prüfung der Exposés und die eingereichten Beiträge durch zwei Reviewer ein. Anfang des vergangenen Jahrzehnts beendete er seine langjährige und sehr erfolgreiche Arbeit als Herausgeber und Mitgestalter der Zeitschrift.

Wir trauern um einen engagierten, freundlichen und kreativen Bernd Vermehr und sagen auf diesem Wege nochmals Danke für die große Unterstützung, die die Zeitschrift „lernen & lehren“ und die BAG durch ihn erfahren haben.

Georg Spöttl für die Herausgeber und Schriftleitung

Potentiale von Lernfabriken

für berufsbildende Schulen und die gewerblich-technischen Fachrichtungen



LARS WINDELBAND

Die digitale Transformation der Arbeitsprozesse in nahezu allen Domänen und Branchen erfordert ein berufliches Lernen in komplexen und vernetzten Systemen. Dies kann im Kontext von Lernfabriken an berufsbildenden Schulen ermöglicht werden. Die Herausforderung besteht darin, eine komplexe, digitalisierte und vernetzte Arbeitswelt in Form eines Produktionsprozesses realitätsnah abzubilden und lernhaltige, problem- und berufsbezogene Aufgaben für die beruflichen Fachrichtungen generieren zu können. Bisher ist die Umsetzung und Einführung von Lernfabriken in berufsbildenden Schulen unterschiedlich ausgeprägt. Der Beitrag beschreibt die Potentiale von Lernfabriken für die berufsbildenden Schulen und zeigt den Stand der Umsetzung der beruflichen Lernfabriken in ausgewählten Bundesländern in den gewerblich-technischen Fachrichtungen auf.

ZIELSTELLUNGEN EINER BERUFLICHEN LERNFABRIK

In einigen Bundesländern (bspw. Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Bayern) werden seit einigen Jahren verstärkt Lernfabriken mit teilweise erheblichen Landesmitteln an beruflichen Schulen implementiert. Die Lehrkräfte sind mit der Implementierung der Lernfabriken, aber vor allem mit der umfassenden didaktisch-methodischen Einbindung dieser komplexen Lernräume in den schulischen Alltag, stark gefordert. Der unmittelbare Bedarf an Lernfabriken für berufliche Schulen ist eng verknüpft mit der Umsetzung einer für das Konzept „Industrie 4.0“ (SPÖTTL & WINDELBAND 2019; WILBERS 2017) typischen dualen Berufsausbildung auf hohem fachlichen Niveau sowohl in technischen als auch in kaufmännischen Berufen. Viele berufsbildende Schulen reagieren damit auf die aktuellen technologischen Entwicklungen einer digitalisierten Arbeitswelt und einer immer stärkeren Vernetzung der Arbeits- und Geschäftsprozesse. Aufgrund ihrer Nähe zu realen beruflichen Arbeitsaufgaben haben gerade Lehr-Lern-Arrangements in Lernfabriken das

Potenzial, die Lücke zwischen grundlegendem Theorie- und praxisgebundenem Fachwissen (teilweise sogar Erfahrungswissen) zumindest deutlich zu verkleinern. Ziel der beruflichen Lernfabriken ist es dabei, die Lernenden zum kompetenten beruflichen Arbeitshandeln in komplexen Zusammenhängen zu befähigen (vgl. FAßHAUER et al. 2021).

Das Konzept der Lernfabrik für die berufliche Bildung ist nicht neu. Lütjens (vgl. 1999) entwickelte schon vor 20 Jahren ein Konzept einer Lernfabrik für die berufliche Bildung, um die sich wandelnden industriellen Produktionsprozesse mit immer mehr automatisierten Fertigungsprozessen für eine berufliche Ausbildung abbildbar zu machen. Es gab auch zuvor in den 1980er-Jahren schon berufliche Schulen, die Lerninseln eingeführt haben, die sehr nah am Verständnis einer beruflichen Lernfabrik waren. Die Verbreitung der Lernfabriken gelang jedoch zuerst im Kontext der Ausbildung im Ingenieurwesen an den Hochschulen (vgl. TISCH 2018). In einem zweiten Schritt sind die Lernfabriken als Weiterbildungsmöglichkeiten von beruflichen Fachkräften genutzt wor-

den, bevor diese in der beruflichen Erstausbildung eine erste Verbreitung fanden. Dabei werden in der beruflichen Ausbildung unterschiedliche mechatronische Systeme in Lernlaboren/-stationen schon sehr lange eingesetzt. Komplexe, verkettete und vernetzte Maschinensysteme, die einen kompletten Produktionsprozess in einem Unternehmen abbilden, sind für die berufliche Bildung in der Umsetzung an den beruflichen Schulen jedoch neue Lernumgebungen.

HERAUSFORDERUNGEN DURCH DEN WANDEL DER ARBEITSWELT

Ein wichtiger Faktor für die wachsende Verbreitung der Lernfabriken ist die immer stärkere Automatisierung und Vernetzung der Arbeitswelt. Zweifellos ist dabei die technologische Entwicklung einer der dominierenden Faktoren bei der Weiterentwicklung. Die digitale Transformation und die damit verbundene Vernetzung aller Akteure und relevanter Anlagen stehen im Zentrum der industriellen Wertschöpfung. Die Erfassung und Verarbeitung von Echtzeitdaten via Cyber-Physischer-Systeme und die dazugehörige Mensch-Maschine-Schnittstelle spielen dabei eine wichtige Rolle (vgl. PLATTFORM INDUSTRIE 4.0 2019; SCHMITT et al. 2021, S. 104 ff.). Dies führt zu vielfältigen neuen beruflichen Herausforderungen für die Facharbeit. Komplexe Aufgabenstellungen wie Inbetriebnahme, Parametrierung, Betreuung vernetzter Anlagen oder Diagnose innerhalb der Instandhaltung in vernetzten Produktionsprozessen sind umzusetzen, dabei kommen ständig neue Aufgaben im Kontext des Einsatzes von neuen Robotern, neuen digitalisierten Werkzeugen oder digitalisierter Medien, Bedienelementen und Arbeitsstrukturen hinzu.

Die EVA M+E-Studie (BECKER et al. 2022) bestätigt diese Entwicklungen, zeigt jedoch auch deutlich auf, dass es heute keinerlei Berührungspunkte mit digitalisierten Werkzeugen und Arbeitsumgebungen mehr geben darf, ganz unabhängig davon, ob es sich um einen metall-, elektro- oder informationstechnischen Beruf handelt. Folgende Anforderungen für die gewerblich-technische Facharbeit werden hier abgeleitet (ebd., S. 75):

- Gesamtverständnis Produktion und Mechatronik: Schnittstellenkenntnisse, Zusammenspiel von Software und Produktionsvorgang;
- Prozessverständnis und Komplexität der Prozesse überschauen: Synchronisierung von Prozessen entlang der Produktentstehung;
- Prozessoptimierung/Gewährleistung der Prozesssicherheit: variable Nutzung von Produktionsparametern, Störungen minimieren;

- Prozessdaten, Datenanalyse und deren Bewertung: Auftragsdaten bearbeiten, Produktionsparameter erfassen und verwerten;
- Programmieren (Low-Code)/Parametrieraufgaben: Anwendungssoftware nutzen;
- Datenanalyse und Vernetzungsprozesse: datengestützte Unterstützung der Arbeitsabläufe, Steigerung der Produktivität, Vernetzung von Produktionsbereichen;
- Störungssuche und -beseitigung: Analyse und Behebung von Störungsursachen (Lesen von Live-Bildern, Bewertung und Lösung des Problems);
- Hybride Aufgabenwahrnehmung: Kombination traditioneller Aufgaben und Sicherstellung mechanischer, elektro- und informationstechnischer Funktionalität.

Diese Anforderungen in der beruflichen Ausbildung abzubilden, bedingt nicht alleine eine Ausbildung mit beruflichen Aufgaben wie der Konstruktion, Fertigung, Produktion bis zur Instandhaltung an einzelnen Maschinen, sondern an einem verketteten, vernetzten Maschinensystem, welches einen kompletten Produktionsprozess in einem (modernen) Unternehmen abbildet und damit die realen beruflichen Arbeitsaufgaben simulieren kann. SPÖTTL et al. (2016, S. 109) sehen dabei als wichtiges Potential: „Aufgrund ihrer nicht nur räumlichen Nähe zu den Arbeitsplätzen der Lernenden haben Lehr-Lern-Arrangements in Lernfabriken das Potenzial, die Lücke zwischen grundlegendem theorie- und praxisgebundenem Erfahrungswissen zu schließen und die Lernenden zum kompetenten Arbeitshandeln zu befähigen.“

LERNFABRIK ALS LERNRAUM FÜHRT ZU EINER NEUEN LERNUMGEBUNG

Der Begriff „Lernfabrik“ steht für eine (fach-)didaktisch-methodisch begründete Lehr-Lernumgebung, die idealerweise den gesamten Produktionsprozess und angrenzende Unternehmensbereiche abbildet (vgl. STEFFEN et al. 2013). Ziel ist es, die Lernenden zum kompetenten Arbeitshandeln in komplexen Zusammenhängen zu befähigen sowie möglichst arbeitsprozessbezogene Aufgaben mit einem Denken und Agieren in einer vernetzten Produktion zu simulieren. In der Regel sind die Lernfabriken sehr modular aufgebaut, um diverse Variationen in der Produktionsbearbeitung und damit unterschiedliche, vielfältige Lernsituationen abbilden zu können. Wenn dies gelingt, dann ergeben sich einige Vorteile wie der ausgeprägte Praxisbezug mit einer Orientierung an realen beruflichen Arbeitsaufgaben. Damit lassen sich die flexible Durchführbarkeit von Lernmodulen mit einem entwicklungslogischen Charak-

ter, unterschiedliche Lernmethoden sowie variable Lernzeiten mit berufsspezifischen und/oder berufsübergreifenden Aufgaben- und Problemstellungen in einer industrienahen Lernumgebung verbinden (vgl. WINDELBAND 2019, S. 35).

Für eine theoretische Einordnung der Lernfabrik in der beruflichen Bildung ist das Konzept der Lernräume zu betrachten. Gerade für die Verbindung von Theorie- und Praxiskonzepten haben Lernräume eine besondere Bedeutung in der beruflichen Bildung. Deswegen erweitert BECKER (vgl. 2020, S. 381) den Medienbegriff auch auf die Lernräume und spricht von integrierten Klassenräumen, (integrierten) Fachräumen, Lernlaboren, Werkstätten und ganzen Lernfabriken. Der Grad der Realitätsnähe, die Aktualität und die Qualität der Lernräume hängen davon ab, wie wirklichkeitsnah berufliche Handlungssituationen mit einer hohen Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung sowie Problemorientierung umgesetzt werden können. Damit dies gelingt, müssen weiterhin folgende didaktische Kriterien für eine Lernfabrik erfüllt sein (vgl. LÜTJENS 2015, S. 529):

- Konkrete berufliche Handlungssituationen werden zu arbeitsprozessorientierten Lehr- und Lernsituationen,
- Arbeitsorganisation und Umgang mit Planungsstrategien werden zum Lernprinzip,
- Selbstorganisation und selbstverantwortliches Gruppenlernen führen zur Entscheidungs- und Reflexionsfähigkeit.

Lernfabriken sind Simulationen, die in einer modularen Struktur mit Hilfe flexibel nutzbarer aktueller technischer Komponenten sozio-technische Systeme der industriellen Produktion physischer Produkte abbilden (vgl. FAßHAUER, WILBERS & WINDELBAND, 2021, S. 26).

Eine Lernfabrik ist in mehreren beruflichen Fachrichtungen einsetzbar, aktuell dominiert hier der Einsatz in den gewerblich-technischen Berufen. Gleichzeitig wird im Grundkonzept ein interdisziplinärer Ansatz verfolgt, der berufsübergreifendes Lernen in den berufsbildenden Schulen fördern soll, was aus organisatorischen Gründen oftmals nur in Form von Projekten gelingt.

VERBREITUNG UND KONZEPTION VON LERNFABRIKEN IN DEUTSCHLAND

Es ist aktuell schwer einschätzbar, wie viele Lernfabriken in Deutschland existieren. Lernfabriken werden in verschiedenen Institutionen der akademischen Bildung und bei verschiedenen Trägern beruflicher Weiterbildung eingesetzt (vgl. FAßHAUER, WILBERS & WINDELBAND 2021). Außerdem ist nicht alles, was als „Lernfabrik“ bezeichnet wird, eine Lernfabrik im oben angeführten Sinne. Umgekehrt werden auch nicht alle Lernfabriken als solche bezeichnet. Die Zahl der Lernfabriken an beruflichen Schulen ist daher schwer abschätzbar. Aktuell sind in den Bundesländern unterschiedliche Konzepte zur Förderung von Lernfabriken erkennbar. Auszugsweise werden in Tab. 1 (nächste Seite) die Initiativen der Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern und Niedersachsen aufgeführt.

Bei der Zusammenstellung der technischen Komponenten lassen sich nach FAßHAUER et al. (vgl. 2021, S. 8) mehrere Strategien unterscheiden (vgl. Abb. 1):

- Eigenfertigung oder Fremdbezug: Die Lernfabrik kann prinzipiell fremdbezogen oder selbst gefertigt werden. Große Lehrmittelhersteller bieten inzwischen umfangreiche Offerten an. Schulen können Lernfabriken – auch als Schulentwicklungsprojekt – selbst erstellen. Die Eigenfertigung bietet Chancen, aber auch Risiken. Fremdbezogene Lernfabriken können unterschiedlich konfiguriert sein.
- Industriekomponenten oder Nicht-Industriekomponenten: Einige Lernfabriken verwenden ausschließlich Industriekomponenten, andere nicht. Eine Mischform ist denkbar. Ob eine ausschließlich aus Nicht-Industriekomponenten bestehen

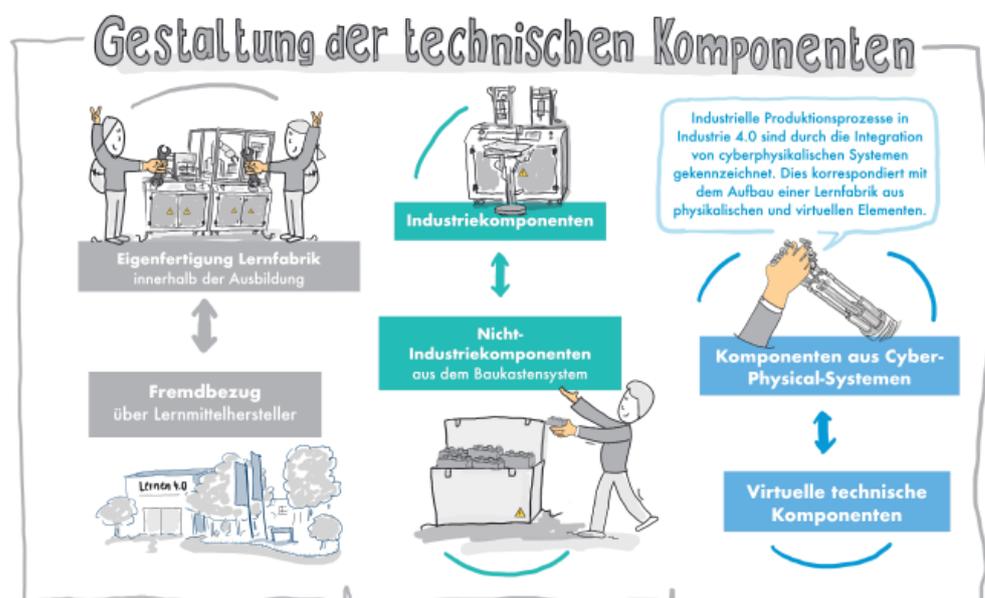


Abb. 1: Gestaltung der technischen Komponenten bei Lernfabriken

Bundesland	Initiativen	Schwerpunkte	Zielstellungen
Baden-Württemberg	Bisher (Stand 2022) zwei Förderungen aus Landesmitteln für „Lernfabriken 4.0“ an berufsbildenden Schulen; aktuelles Förderprogramm (2021) zur Erweiterung der Lernfabriken durch Module zur Künstlichen Intelligenz (KI) und zu virtuellen Darstellungen.	Förderrunde 1 und 2 zur Anschaffung und Etablierung von Lernfabriken (aktuell 43 Lernfabriken in Kooperation mit 74 berufsbildenden Schulen, Stand 2022); Förderung von Erweiterungen der Lernfabriken (KI) und Visualisierung (digitaler Zwilling).	Netzwerk von Lernorten schaffen, an denen Fragestellungen zur Entwicklung von Industrie 4.0 bis hin zu Wirtschaft 4.0 für den Ausbildungs- und Weiterbildungsbereich bearbeitet werden können.
Bayern	Landesförderprogramme „Industrie 4.0“ und „Exzellenzzentren an Berufsschulen“ zur Unterstützung von Aufwandsträgern ausgewählter bayerischer Berufsschulen bei der Bereitstellung. Zusätzliche Finanzmittel aus dem Masterplan BAYERN DIGITAL II sowie des Digitalpakts Schule 2019-2024. Unterstützende Arbeiten an der Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung sowie am Institut für Schulqualität und Bildungsforschung.	Die Schwerpunktsetzung erfolgt entlang der didaktischen Jahresplanungen respektive der Medienkonzepte an der Einzelschule oder dem Schulverbund mit Industrie 4.0-Anlagen.	Schaffung eines breiten und stets an die aktuellen Bedürfnisse angepassten Angebots an berufsspezifischer Ausbildung, das es den Schülerinnen und Schülern ermöglicht, sich individuell, entsprechend der persönlichen Leistungsfähigkeit und bestmöglich auf zukünftige berufliche Herausforderungen vorzubereiten.
Niedersachsen	Das niedersächsische Kultusministerium und das niedersächsische Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr setzen das Projekt „Keks 4.0“ bzw. „Kuli 4.0“ seit 2020 um.	An vier Standorten mit insgesamt fünf berufsbildenden Schulen (Keks 4.0) bzw. an zwei Standorten mit zwei berufsbildenden Schulen (Kuli 4.0) werden kollaborative und interdisziplinäre Projekte mit den Bestandteilen Robotik, Automatisierung und Einbindung von ERP-Software gefördert.	Möglichkeiten der interdisziplinären Zusammenarbeit im Rahmen von Wirtschaft 4.0 und Arbeit 4.0 erschließen und vertiefen, um diese Erfahrungen für alle berufsbildenden Schulen in Niedersachsen zu nutzen.
Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen	Das niedersächsische Kultusministerium setzt das länderübergreifende Projekt „Digitallabor Holzminden/Höxter“ seit 2022 um.	Einbindung eines Labors für Automatisierungstechnik sowie AR/VR-Technologie. Anbindung der Bereiche Wirtschaft, Informationstechnik, Labor für Sozialpädagogik/Gesundheit/Pflege.	Prüfung und Entwicklung von Optionen alternativer schulstandortübergreifender infrastruktureller Ausstattungsstrategien. Berufliche Handlungskompetenz der Lernenden durch Digitalisierung und inter-/disziplinäres Arbeiten in der dualen Ausbildung länderübergreifend stärken. Berufsbildende Schulen als Regionale Kompetenzzentren stärken.

Tab. 1: Ausgewählte Initiativen zur Förderung von Lernfabriken an berufsbildenden Schulen

de Konfiguration noch als Lernfabrik im oben genannten Sinne bezeichnet werden kann, ist strittig. In diese Kategorie fallen vor allem Zusammenstellungen von Elementen aus Konstruktions-Baukastensystemen wie Fischertechnik oder Lego Technic.

- Komponenten aus Cyber-Physikalischen-Systemen und virtuelle technische Komponenten: Industrielle Produktionsprozesse in Industrie 4.0 sind durch die Integration von Cyber-Physikalischen-Systemen gekennzeichnet. Dies korrespondiert mit dem Aufbau einer Lernfabrik aus physikalischen und virtuellen Elementen.

In der Regel sind die Lernfabriken in den berufsbildenden Schulen modular aufgebaut, um diverse Variationen in der Produktionsbearbeitung und damit

unterschiedliche, vielfältige Lernsituationen in den einzelnen Ausbildungsberufen abbilden zu können. Eine solche Modulbauweise ermöglicht in Abhängigkeit von der Lernumgebung und den beruflichen Aufgabenstellungen auch eine ständige Weiterentwicklung der Lernfabriken, um auf neue Entwicklungen reagieren zu können. Die modulare Bauweise ermöglicht es den Auszubildenden, bestimmte Teilabschnitte/Bereiche der Lernfabrik kennenzulernen und schrittweise zur Gesamtanlage zu kommen. Hier findet eine Vernetzung aller Module statt. Dies erfolgt in einigen berufsbildenden Schulen parallel, d. h. es gibt sowohl die Grundlagenmodelle als auch eine Gesamtanlage. Eine andere Variante ist, dass die jeweiligen Grundlagenmodule zum Ende der Ausbildung oder als Projekt zu einer Gesamtanlage verknüpft werden. Bei vielen aktuell entstehenden Lern-

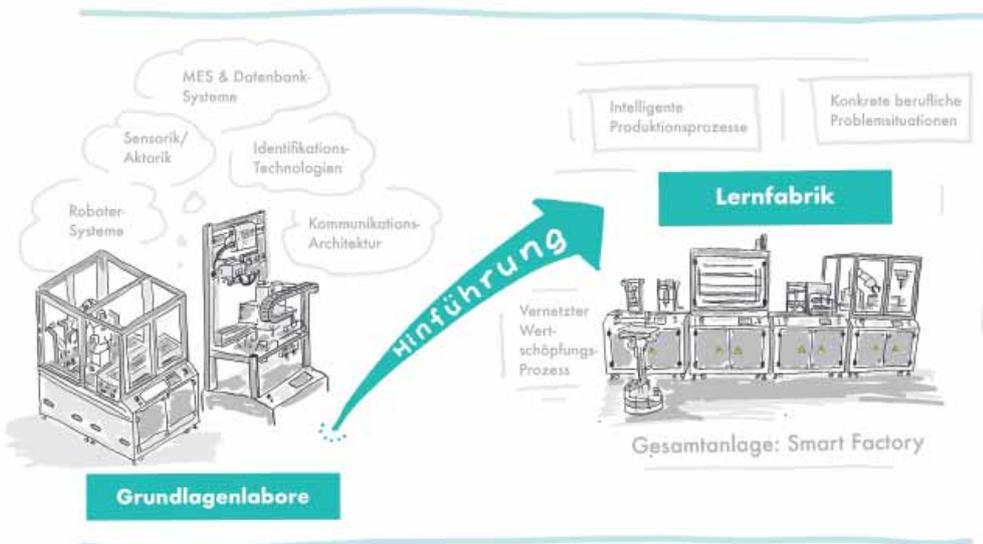


Abb. 2: Lernfabriken zum Schwerpunkt Industrie 4.0 an berufsbildenden Schulen

fabriken zum Schwerpunkt Industrie 4.0 ist folgende Unterscheidung zu erkennen (vgl. Abbildung 2):

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

FAZIT UND AUFGABEN FÜR DIE ZUKUNFT

Der Anspruch, ein berufliches Lernen in komplexen Systemen wie einer Lernfabrik zu ermöglichen, führt zu einer besonderen Herausforderung für alle beteiligten Akteure. Die Aufgabe besteht darin, die komplexe Arbeitswelt realitätsnah abzubilden und lernhaltige, problembezogene Aufgaben generieren zu können. Bisher haben sich tatsächlich nur wenige Lehrkräfte mit dem Aufbau, der Umsetzung und der Implementierung der Lernfabriken generell sowie deren Integration in die jeweiligen Lernfelder der gewerblich-technischen Fachrichtungen beschäftigt. Hier gilt es, möglichst viele Lernsituationen für die beruflichen Fachrichtungen zu entwickeln, diese in den Lernfabriken zu erproben und zu evaluieren. Ein wichtiger Erfolgsfaktor für das Gelingen und die

nachhaltige Integration des Konzepts der Lernfabriken in den beruflichen Fachrichtungen ist, diese fest in die Hochschulausbildung von Lehrkräften zu integrieren. Die Qualifizierung und damit die fachliche und didaktische Weiterbildung des Bildungspersonals wird ein wichtiger Baustein für den Erfolg der Lernfabriken sein. Wenn dies gelingt, dann können Lernfabriken einen wichtigen

Beitrag im Kontext der beruflichen Ausbildung liefern, da sie ein Denken, Arbeiten und Kooperieren in vernetzten Produktionssystemen fördern. Damit ergeben sich folgende Aufgaben für die Zukunft:

- Freiräume zur Einarbeitung und Weiterqualifikation der Lehrkräfte schaffen,
- Austausch- und Vernetzungsportale für Umsetzungsbeispiele in den Lernfabriken nach beruflichen Fachrichtungen und berufsübergreifend etablieren,
- Schulorganisation weiterentwickeln, um eine Umsetzung und Kooperation der Lernfabriken zu fördern,
- Unternehmen enger in die Umsetzung der Lernfabriken einbeziehen.

Literatur

- BARTHUFF, T.; DORNER, T.; HÖRNER, R.; WIEDMANN, B. (2021): Die Strategie der Lernfabriken in Baden-Württemberg. In: WILBERS, K.; WINDELBAND, L. (Hrsg.): Lernfabriken an beruflichen Schulen -Gewerblich-technische und kaufmännische Perspektiven. Berlin: epubli, S. 83-94.
- BECKER, M. (2020): Didaktik und Methodik der schulischen Bildung. In: ARNOLD, R.; LIPSMEIER, A.; ROHS, M. (Hrsg.) Handbuch Berufsbildung. Wiesbaden: Springer, S. 367-385.
- BECKER, M.; FLAKE, R.; HEUER, CH. et al. (2022): Evaluation der modernisierten M+E-Berufe – Herausforderungen der digitalisierten Arbeitswelt und Umsetzung in der Berufsbildung. Bremen, Hannover, Köln, Schwäbisch-Gmünd. DOI: 10.15488/11927
- FAßHAUER, U.; WILBERS, K.; WINDELBAND, L. (2021): Lernfabriken: Ein Zukunftsmodell für die berufliche Bildung? In: WILBERS, K.; WINDELBAND, L. (Hrsg.): Lernfabriken an beruflichen Schulen – Gewerblich-technische und kaufmännische Perspektiven. Berlin: epubli, S. 15-48.

- FRERICHS, C. (2021): Lernfabriken: Die Umsetzungs-Strategie in Niedersachsen. In: WILBERS, K.; WINDELBAND, L. (Hrsg.): Lernfabriken an beruflichen Schulen – Gewerblich-technische und kaufmännische Perspektiven. Berlin: epubli, S. 107–115.
- LÖHR-ZEIDLER, B.; HÖRNER, R.; HEER, J. (2016): Handlungsempfehlungen Industrie 4.0 – Umsetzungshilfen für Lehrerinnen und Lehrer der beruflichen Schulen. In: berufsbildung, 159, S. 11–14.
- LUCHA, W.; WEIS, A. (2021): Digitale Transformation an berufsqualifizierenden Schulen in Bayern. In: WILBERS, K.; WINDELBAND, L. (Hrsg.): Lernfabriken an beruflichen Schulen – Gewerblich-technische und kaufmännische Perspektiven. Berlin: epubli, S. 95–106.
- LÜTJENS, J. (1999): Berufliche Erstausbildung in komplexen Lehr- und Lernsituationen. Die „Lernfabrik“ als produktions- und prozessorientiertes Qualifikationskonzept im Berufsfeld Metalltechnik. Bremen: Donat.
- LÜTJENS, J. (2015): Lernfabrik. In: PAHL, J.-P. (Hrsg.): Lexikon Berufsbildung. Ein Nachschlagewerk für die nicht-akademischen und akademischen Bereiche. Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 529 f.
- PLATTFORM INDUSTRIE 4.0 (2019): Themenfelder Industrie 4.0 – Forschungs- und Entwicklungsbedarfe zur erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0. Verfügbar unter <https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Newsletter/2020/Ausgabe23/2020-05-publikation-themenfelder-i40.html> (Zugriff am 09.02.2022).
- SCHMITT, B.; KLAFFKE, H.; SIEVERS, T.; TRACHT, K.; PETERSEN, M. (2021): Veränderungen der Kompetenzanforderungen durch Zukunftstechnologien in der industriellen Fertigung. In: SEUFERT, S.; GUGGEMOS, J.; IFENTHALER, D.; ERTL, H.; SEIFRIED, J. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz in der beruflichen Bildung. Zukunft der Arbeit und Bildung mit intelligenten Maschinen?! ZBW Beiheft 31, Stuttgart: Franz Steiner Verlag, S. 103–128.
- SPÖTTL, G., GORLDT, C., WINDELBAND, L., GRANTZ, T., & RICHTER, T. (2016): Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. Studie herausgegeben vom Verband der bayerischen Metall- und Elektro-Arbeitgeber – bayme vbm. Verfügbar unter https://www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbm_Studie_Industrie-4-0.pdf (Zugriff am 14.11.2022).
- SPÖTTL, G.; WINDELBAND, L. (Hrsg.) (2019): Industrie 4.0 – Risiken und Chancen für die Berufsbildung? Bielefeld: W. Bertelsmann.
- STEFFEN, M.; DEUS, J.; FRYE, S. (2013): Vielfalt Lernfabrik. In: wt Werkstatttechnik online, Jg. 103, 3, S. 233–239.
- TISCH, M. (2018): Modellbasierte Methodik zur kompetenzorientierten Gestaltung von Lernfabriken für die schlanke Produktion. Aachen: Shaker.
- WILBERS, K. (Hrsg.) (2017): Industrie 4.0: Herausforderung für die kaufmännische Berufsbildung. Berlin: epubli.
- WINDELBAND, L. (2019): Berufsschulen in Baden-Württemberg auf dem Weg zur Berufsbildung 4.0 – eine Zwischenbilanz. In: VOLLMER, T.; JASCHKE, S.; HARTMANN, M. et al. (Hrsg.): Gewerblich-technische Berufsbildung und Digitalisierung. Praxiszugänge Unterricht und Beruflichkeit. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag, S. 31–44.

Liebe Leserinnen und Leser,

die Zeitschrift „lernen & lehren“ möchte sehr gern vor allem den Fachleuten an den Lernorten die Möglichkeit einräumen, die vielfältigen Erfahrungen gut funktionierender Ausbildungs- und Unterrichtspraxis in Beiträgen der Zeitschrift zu veröffentlichen. Daher möchten wir Sie ermuntern, sich mit der Schriftleitung in Verbindung zu setzen. Wir streben wie bisher an, pro Heft zwei vom Themenschwerpunkt unabhängige Beiträge zu veröffentlichen.

Wenn Sie Interesse haben, an einem Themenschwerpunkt mitzuwirken, setzen Sie sich bitte rechtzeitig mit uns in Verbindung, da die Herstellung der Zeitschrift einen langen zeitlichen Vorlauf benötigt.

Wir freuen uns auf Ihre Rückmeldung!

Herausgeber und Schriftleitung

Lernfabriken erfordern und ermöglichen (neue) Kooperationen zwischen Berufen und Lernorten



UWE FAßHAUER



KARL WILBERS

Lernfabriken werden in den Bundesländern sehr unterschiedlich an beruflichen Schulen implementiert. Im Beitrag wird dies für Baden-Württemberg, Bayern und Niedersachsen kurz skizziert. Gemeinsam ist allen Lernfabriken an beruflichen Schulen, dass sie zumindest konzeptionell darauf ausgelegt sind, Kooperationen zwischen Berufen (auch fachrichtungsübergreifend) als wesentlichem Merkmal einer Industrie 4.0-typischen Berufsausbildung sowie die duale Lernortkooperation zu ermöglichen bzw. zu verbessern. Bisher gibt es noch keine umfassenden empirischen Forschungsergebnisse, wo und in welchen Berufen sowie in welchen Handlungsfeldern welche Lernfabriken eingesetzt werden. Oftmals dominieren die gewerblich-technischen Fachrichtungen, jedoch sind immer mehr Kooperationsprojekte mit anderen, u. a. kaufmännischen, Ausbildungsberufen zu erkennen. Perspektivisch wird weiterhin eine Kooperation im Rahmen der beruflichen Weiterbildung als Potenzial erkennbar.

LANDESSPEZIFISCHE KONZEPTIONEN DER LERNFABRIKEN AN BERUFLICHEN SCHULEN

Das Konzept der Lernfabriken basiert in *Baden-Württemberg* auf sechs Szenarien, die in der Summe die Industrie 4.0-Strategie abdecken sollen (vgl. BARTHURFF et al. 2021). Diese Szenarien bilden den Ausgangspunkt einer sogenannten Musterlösung. Aufgrund der sehr großen fachlichen Bandbreite sind nicht alle Szenarien in der gleichen inhaltlichen Tiefe für alle Ausbildungsberufe relevant. Um eine möglichst einfache Orientierung und Zuordnung der Szenarien zu den entsprechenden Ausbildungsberufen zu erhalten, wurden die angestrebten Handlungsziele und Kompetenzen in den Szenarien differenziert und in drei unterschiedlich gestuften Anforderungsbereichen formuliert. In den Anforderungsbereichen 1 und 2 geht es hauptsächlich darum, einfache und komplexe Sachverhalte zu reproduzieren, anzuwenden und darzustellen. Der Schwerpunkt des Anforderungsbereichs 3 liegt im problemorientierten Arbeiten und Anwenden sowie dem Transfer komplexer

Sachverhalte auf neue Problemstellungen. Eine ausführliche Handreichung und ein umfassendes Fortbildungsprogramm für Lehrkräfte sollen die Einführung und Umsetzung der Lernfabriken begleiten. Zugleich bildet die softwaretechnische Umsetzung der installierten Lernfabriken eine gemeinsame Basis, basierend auf einer modularen serviceorientierten Architektur (SOA) in Verbindung mit einem Manufacturing Execution System (MES). Im bisherigen Konzept sind die Ausbildungs- und Fortbildungsbereiche Industriemechaniker/-in, Produktionstechnologe/-technologin, Mechatroniker/-in, Elektroniker/-in für Automatisierungstechnik bzw. Betriebstechnik, Fachinformatiker/-in sowie die Fachschulen für Metalltechnik, Elektrotechnik, Informationstechnik, Automatisierungstechnik und Mechatronik integriert (vgl. LÖHR-ZEIDLER et al. 2016, S. 12).

In *Bayern* wurde von der „Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung Dillingen“ (ALP) gemeinsam mit dem Staatsministerium die Fortbildungsinitiative „Digitale Transformation/Wirtschaft 4.0“ im

fachdidaktischen Bereich erarbeitet und aufgesetzt, welche stetig fortgeschrieben und erweitert wird. Der inhaltliche Fokus lag zu Beginn der Initiative auf den industriellen Bereichen und den Berufsfeldern Metall-, Elektro- und Informationstechnik. Die Weiterentwicklung schließt weitere Anwendungsbereiche cyber-physischer Systeme ein. Um dem Anspruch der digitalen Transformation gerecht zu werden und interdisziplinäres Denken und Handeln zu fördern, gibt es übergreifende Module und Module der Fachbereiche. Das modulare Angebot in den Fachbereichen umfasst Datenkommunikation, Aktoren/Sensoren, Planung/Fertigung, Steuerung/Regelung, Robotik, Energieversorgung/Energieeffizienz und Smart Living/Smart Home eines CPS. Fachbereichsübergreifende Module fokussieren das gesamte IoT-System/CPS als zentralen Lehr- und Lerngegenstand und fassen die einzelnen Wissensgebiete wieder zusammen, um das Prozessverständnis zu fördern (vgl. LUCHA & WEIS 2021, S. 98 f.). An der „Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung“ wird die Fortbildung im Bereich der Digitalen Transformation und zu Industrie 4.0-Anlagen stetig an die aktuellen Bedürfnisse adaptiert. Durch die Einrichtung einer eigenen Organisationseinheit wird das Thema fokussiert, um einen optimalen Einsatz der Industrie 4.0-Anlagen im Unterricht zu fördern. Das Institut für Schulqualität und Bildungsforschung arbeitet aktuell an einer Handreichung mit illustrierenden Beispielen, die Lehrkräften wertvolle Anregungen zur Arbeit mit Industrie 4.0-Anlagen zur Verfügung stellen soll.

In *Niedersachsen* wurden in einem Modellprojekt an vier Standorten mit insgesamt fünf berufsbildenden Schulen (Keks 4.0) bzw. an zwei Standorten mit zwei berufsbildenden Schulen (Kuli 4.0) unterschiedliche Lernsituationen gemäß den aktuellen Curricula erarbeitet, erprobt und umgesetzt. Informationen zu „BBS fit für 4.0“ werden konsequent auf dem Niedersächsischen Bildungsserver (NiBiS) und in einem entsprechenden Newsletter veröffentlicht. Es werden seitens des Landes parallel und kontinuierlich Fortbildungsmittel für den Transfer der 4.0-Thematik für die berufsbildenden Schulen zur Verfügung gestellt. Im Rahmen der Projektdurchführung an den Modellschulen ist über die Fachberatung zusätzlich die Idee eines Lernträgers 4.0 entstanden, um eine Smart Factory „im Kleinen“ abzubilden, damit unter finanziellen Gesichtspunkten jeder Schulstandort eine Smart Factory einrichten kann. Der Transfer der gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen wurde in einem weiteren Projekt mit der Einführung und Schulung von weiteren 23 berufsbildenden Schulen in Niedersachsen umgesetzt. Über die Fachberatung

werden, u. a. zwecks Vernetzung, sogenannte „Smart Factory Days“ angeboten (vgl. FRERICHS 2021, S. 111 f.).

KOOPERATIONEN UNTERSCHIEDLICHER BERUFE IN EINER LERNFABRIK

Die Lernfabrik als Verknüpfung der betrieblichen Funktionsbereiche bietet viele Möglichkeiten, kaufmännische und gewerblich-technische Lernbereiche miteinander zu verknüpfen. Durch die neue Form der Vernetzung und eine Dezentralisierung der Dienste ist die Bearbeitung von Daten und Informationen nicht nur auf einen Beruf beschränkt, sondern umfasst neben den IT-Berufen auch andere Berufe, wie die kaufmännischen, logistischen sowie alle gewerblich-technischen Berufe. Um eine zukünftige Zusammenarbeit zwischen Auszubildenden verschiedener Ausbildungsberufe zu ermöglichen, muss ein gemeinsames Prozessverständnis für die berufliche Bildung entwickelt werden, wobei jedoch die jeweilige Domäne der Betriebswirtschaft oder der gewerblich-technischen Wissenschaften klar zu erkennen sein muss. Hierfür kann die Lernfabrik eine gute Basis bilden, da dort der gesamte Wertschöpfungsprozess abgebildet werden kann.

Die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Berufen kann unterschiedlich angelegt sein (vgl. FAßHAUER, WILBERS & WINDELBAND 2021). Im einfachsten Fall wird der gewerblich-technisch simulierte Produktionsprozess (Make) ergänzt um vorgelagerte und nachgelagerte kaufmännische Prozessschritte (Prozessverbreiterung). So wird der Einkauf oder der Verkauf simuliert. Die Lernenden kooperieren ausschließlich an den Übergabepunkten, die sogar durch Datenübergaben ersetzt werden können. Im deutlich komplexeren Fall wird der gewerblich-technische Produktionsprozess ergänzt um parallellaufende Prozessschritte (Prozessvertiefung), die eine umfangreiche Kooperation begründen können. So wird beispielsweise die Erstellung eines komplexen Angebotes kombiniert mit parallellaufenden Konstruktionsaufgaben.

Höhere Formen der Zusammenarbeit werden durch die technisch anspruchsvolle Verbindung von ERP-Systemen mit MES unterstützt, die letztlich gewerblich-technische und kaufmännische Perspektiven zusammenführen.

POTENTIALE FÜR DIE ZUSAMMENARBEIT – KOOPERATIONEN INNERHALB UND ZWISCHEN SCHULEN

Aktuell haben die Lernfabriken häufig einen Schwerpunkt in der gewerblich-technischen Berufsbildung

Interdisziplinäres Denken
und Handeln fördern

rund um die Themenbereiche und die Berufsfelder Automatisierungstechnik, Elektrotechnik, Metalltechnik, Mechatronik sowie Steuerungs- und Regelungstechnik. Die hohe technische Komplexität in den Produktionsprozessen geht einher mit den hohen Anforderungen an das technische Verständnis der Lernenden und Lehrenden. Um die Arbeits- und Geschäftsprozesse innerhalb des gesamten Wertschöpfungsprozesses nachvollziehen zu können, werden sowohl Fachkräfte der gewerblich-technischen Berufe als auch der kaufmännischen Berufe mit diesen Anforderungen konfrontiert. Für die kaufmännische Bildung ist die Arbeit mit Lernfabriken relativ neu (vgl. FAßHAUER, WILBERS & WINDELBAND 2021, S. 24).

Die Entwicklungen erfolgen hier zurzeit vor allem in der Kooperation von kaufmännischen und gewerblich-technischen Schulen, die teilweise eine gemeinsame Lernfabrik betreiben. In eine ähnliche Richtung zielt eine intensivierte innerschulische Kooperation. Damit entsteht eine neue Form der Kooperation zwischen den Berufen.

Neue Formen der Berufs-Kooperation

Die didaktisch anspruchsvollen und technisch aufwändigen Lernfabriken (Smart Factories) nehmen zunehmend eine Schlüsselrolle ein, um die technische Komplexität und den Innovationscharakter von Industrie 4.0 unter realitätsnahen Bedingungen auszubilden. Die Institutionen der geförderten Lernfabriken haben sich dazu verpflichtet, auch Weiterbildungsangebote für die jeweilige Region anzubieten. Teilweise sind jedoch die beruflichen Schulen damit überfordert, da die Lehrkräfte mit Inbetriebnahmen, Wartungen aber vor allem der umfassenden didaktisch-methodischen Einbindung dieser komplexen Lernräume in den schulischen Alltag schon sehr herausgefordert sind. An vielen Standorten scheint ein umfassender Einsatz der Lernfabriken bisher nur in der Fachschule zu gelingen. Die Gründe für die Schwierigkeiten der Nutzung im Unterrichtsalltag und für externe Weiterbildungsangebote sind sehr vielfältig:

- fehlender Freiraum zur Einarbeitung für die Lehrkräfte,
- Involvierung weniger Lehrkräfte in den Aufbau, die Umsetzung und Integration der Lernfabriken,
- hohe Komplexität der Gesamtanlage, nur wenige Lehrkräfte können diese beherrschen,
- unflexible Schulorganisation, mit der eine Umsetzung und Kooperation zwischen verschiedenen Berufen sowie die Nutzung der Lernfabrik außerhalb der Unterrichtszeit verhindert wird,

- fachsystematisch aufgebaute Fortbildungen, mit denen oftmals nicht handlungs- und problemorientierte berufliche Aufgabenstellungen umgesetzt werden können,
- fehlende Integration der Ausbildungsunternehmen in die Arbeit mit der Lernfabrik (vgl. WINDELBAND 2019, S. 41 f.).

Genau hier könnten zukünftige Projekte ansetzen, um konkrete Handlungsempfehlungen zu entwickeln, die auch eine Nutzung der Lernfabriken für die berufliche Weiterbildung – idealerweise für Akteure der dualen Partner – ermöglichen.

Längerfristige Impulse sind auch für die Lernortkooperation auf Meso- und Mikroebene mit den ausbildenden Unternehmen zu erwarten. Für die didaktische Gestaltung von beruflichen Lernprozessen zum Verständnis von vernetzten Arbeits- und Geschäftsprozessen in der Produktion und bei Dienstleistungen existieren bisher kaum elaborierte Konzepte. Vielmehr werden diese hinsichtlich spezifischer Bedarfe erst berufs- und lernortübergreifend entwickelt. Das

dafür notwendige Know-how steht nicht komplett an einzelnen Lernorten zur Verfügung und lässt insbesondere die Zusammenarbeit von Unternehmen und Berufsschulen notwendig erscheinen. Lediglich in einzelnen Pilotprojekten scheint bereits das Potential einer erhöhten Lernortkooperation auf.

HERAUSFORDERUNGEN DER LERNFABRIKEN FÜR DIE BERUFSBILDENDEN SCHULEN

Die weitere Entwicklung der Lernfabriken steht vor großen Herausforderungen. Dazu gehören insbesondere:

- Die Verhinderung von Innovationsinseln: Sowohl innerhalb der Schule als auch zwischen den Schulen ist zu verhindern, dass die angeschobenen Innovationen eingekapselt werden. Die Komplexität der Anlagen erschwert dies deutlich.
- Das Bewältigen des technischen Fortschritts: Die den Lernfabriken zugrundeliegende Technik verändert sich in vergleichsweise kurzen Innovationszyklen. Dies stellt hohe Herausforderungen an die Ausstattung, aber auch die begleitende Personal-, Unterrichts- und Organisationsentwicklung.

Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, sollte eine frühzeitige Darstellung und Dokumentation von Konzepten erfolgen, d. h. auch solchen, die noch nicht mehrere Veränderungszyklen durchlaufen haben. Weiterhin sind Supportstrukturen zu gewährleisten, die vor allem auf den Austausch guter Beispiele zielen.

Literatur

- BARTHURFF, T.; DORNER, T.; HÖRNER, R.; WIEDMANN, B. (2021): Die Strategie der Lernfabriken in Baden-Württemberg. In: WILBERS, K.; WINDELBAND, L. (Hrsg.): Lernfabriken an beruflichen Schulen – Gewerblich-technische und kaufmännische Perspektiven. Berlin: epubli, S. 83–94.
- FAßHAUER, U.; WILBERS, K.; WINDELBAND, L. (2021): Lernfabriken: Ein Zukunftsmodell für die berufliche Bildung? In: WILBERS, K.; WINDELBAND, L. (Hrsg.): Lernfabriken an beruflichen Schulen – Gewerblich-technische und kaufmännische Perspektiven. Berlin: epubli, S. 15–48.
- FRERICHS, C. (2021): Lernfabriken: Die Umsetzungs-Strategie in Niedersachsen. In: WILBERS, K.; WINDELBAND, L. (Hrsg.): Lernfabriken an beruflichen Schulen – Gewerblich-technische und kaufmännische Perspektiven. Berlin: epubli, S. 107–115.
- LÖHR-ZEIDLER, B.; HÖRNER, R.; HEER, J. (2016): Handlungsempfehlungen Industrie 4.0 – Umsetzungshilfen für Lehrerinnen und Lehrer der beruflichen Schulen. In: berufsbildung, 159, S. 11–14.
- LUCHA, W.; WEIS, A. (2021): Digitale Transformation an berufsqualifizierenden Schulen in Bayern. In: WILBERS, K.; WINDELBAND, L. (Hrsg.): Lernfabriken an beruflichen Schulen – Gewerblich-technische und kaufmännische Perspektiven. Berlin: epubli, S. 95–106.
- WINDELBAND, L. (2019): Berufsschulen in Baden-Württemberg auf den Weg zur Berufsbildung 4.0 – eine Zwischenbilanz. In: VOLLMER, T.; JASCHKE, S.; HARTMANN, M. et al. (Hrsg.): Gewerblich-technische Berufsbildung und Digitalisierung. Praxiszugänge Unterricht und Beruflichkeit. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag, S. 31–44.

Save the Date + + Save the

BAG-Fachtagungen 2023

auf den 

22. Hochschultage Berufliche Bildung

Fachkräftesicherung – Zukunftsweisende Qualifizierung, gesellschaftliche Teilhabe und Integration durch berufliche Bildung

vom 20.–22. März 2023

an der Universität Bamberg

<https://www.uni-bamberg.de/wipaed-htbb2023/>

Praxisbeiträge

Entwicklungsstand von beruflichen Lernfabriken – Berichte von schulischen Akteuren im Rahmen einer Netzwerktagung im Mai 2022

Smart Factory im Eigenbau

Berufliches Schulzentrum Amberg, Bayern

Das seit 2017 laufende Pilotprojekt „Industrie 4.0“ am beruflichen Schulzentrum Amberg zieht im Jahr 2022 ein erstes Zwischenfazit. Wie haben sich die Corona-Pandemie und Distanzunterricht auf das laufende Projekt ausgewirkt? Müssen die Planungen von 2017 neu angepasst werden oder kann das Projekt im geplanten Zeitrahmen umgesetzt werden? Eine Bestandsaufnahme.



HORST PONGRATZ

DIE BETEILIGTEN AM PILOTPROJEKT „INDUSTRIE 4.0“ AM BSZ AMBERG

Das Berufliche Schulzentrum Amberg ist eine von siebzehn Schulen im Freistaat Bayern, die 2017 in das Pilotprojekt „Industrie 4.0“ aufgenommen wurden. Besonders hervorzuheben ist der in Amberg gewählte Ansatz, statt auf vorgefertigte Laborlösungen eine Smart Factory in Eigenregie aufzubauen. Der Projektansatz ist kooperativ ausgelegt, sowohl schulartübergreifend als auch abteilungsübergreifend wird an und in der Smart Factory gearbeitet. Das bedeutet, dass vom Beruflichen Schulzentrum Amberg die Berufsschule mit den Abteilungen Metalltechnik und Elektrotechnik, die gesamte Fachschule für Mechatronik und aus der FOSBOS (Fachoberschule und Berufsoberschule) die Berufsoberschule Wirtschaft am Projekt beteiligt sind.

Durch diese breite Aufstellung des Projekts am BSZ Amberg ruhte das Projekt von Beginn an auf mehreren

Schultern und bringt seit Beginn die Expertise der jeweiligen Projektbeteiligten in das laufende Projekt ein.

Zum Zeitpunkt der Antragsstellung war das Produkt, welches in der Smart Factory gefertigt werden sollte, bereits vorhanden. Hierbei handelt es sich um das bereits in der Vergangenheit entwickelte Electro-Acoustic-Radiometer-System „The Ear“ oder das „Amberger Ohr“, mit dessen Hilfe die Lautstärke in einem Raum gemessen werden kann und das bereits in mehreren Amberger Kindergärten und Grundschulen eingesetzt wird. Zielvorgabe für die Amberger „Smart Factory“ ist es, dieses „Ohr“ gezielt den Kundenwünschen anzupassen, über einen Online-Shop weiter zu vertreiben sowie weitere Produkte zu entwickeln. Eine detaillierte Beschreibung von beteiligten Klassen und den jeweiligen Lehrplanbezügen sind im Begleitband zur 1. Netzwerktagung „Lernfabriken an berufsbildenden Schulen“ ausführ-

lich beschrieben (vgl. WILBERS & WINDELBAND 2021, S. 99 ff.).

ARGUMENTE FÜR DEN INDIVIDUELLEN WEG

Zum Zeitpunkt der Ausschreibung des Pilotprojekts verfügte das BSZ Amberg unter anderem bereits viele Jahre über eine Laborlösung eines vollautomatischen mechatronischen Systems. Die Erfahrung im Unterricht mit diesem System war, dass es selbst bei Gruppenteilungen nicht optimal geeignet war, um mit Schülergruppen effizient und zielführend daran zu arbeiten. Anhand des Nutzungsverhaltens zeigte sich, dass die verfügbare Hardware technisch zwar auf einem sehr guten Niveau, die effektive Arbeitszeit am System jedoch höchst begrenzt war. Aus diesen Erfahrungen heraus wurde die erste Grundanforderung für die Amberger Smart Factory abgeleitet.

Vorhandene Hardware muss umfassend genutzt werden

Alle für die Smart Factory angeschafften Maschinen sind seit dem Tag der Inbetriebnahme im unterrichtlichen Einsatz. Auch wenn nach Inbetriebnahme keine direkte Vernetzung der Maschinen untereinander vorhanden war, so konnten doch die einzelnen Produktionsschritte bei der Fertigung des „Amberger Ohrs“ an den jeweiligen Maschinen umgesetzt, getestet und modifiziert werden. Die sofortige Nutzbarkeit der Maschinen für den Unterricht in allen gewerblichen Bereichen des BSZ Amberg war ein Kernziel bei Projektbeginn, welches als umfassend erreicht bezeichnet werden kann.

Um in der künftigen Smart Factory tatsächlich eigene Entwürfe modifizieren und neue Entwürfe produzieren zu können, waren weitere über die Montage hinausgehende Investitionen nötig. So wurden für das Pilotprojekt „Industrie 4.0“ in Amberg neben den Montageinseln unter anderem diverse 3D-Drucker, ein 3D-Scanner, ein selbstfahrender Roboter und ein Bestücker zum eigenständigen Fertigen der LED-Platinen angeschafft. Dadurch wird es beispielsweise möglich, das „Amberger Ohr“ auf Grundlage eines 3D-Scans des Ohrs einer Person aus der KiTa-Leitung zu fertigen. Ein gutes Beispiel für die individuelle Fertigung eines Massenprodukts.

Lernen im Modell und am Modell

Alle beteiligten Klassen und Schulformen am BSZ Amberg nutzen die Möglichkeiten, sowohl an der sich entwickelnden Smart Factory als auch in der Smart Factory zu lernen. Aus Sicht der Fachschülerinnen und Fachschüler Mechatronik bieten sich eine Fülle von technischen Fragestellungen, die im Rahmen von

Projektarbeiten im Team bearbeitet und gelöst werden können. Diese Fragestellungen reichen von der Übergabe von Werkstücken von einer Arbeitsstation zur Nächsten bis zur Optimierung von Fahrwegen der selbstfahrenden Roboter, um den Produktionsprozess zu optimieren. Des Weiteren sind Mechatronikerinnen und Mechatroniker, Elektronikerinnen und Elektroniker für Geräte und Systeme, Werkzeugmechanikerinnen und Werkzeugmechaniker sowie Industriemechanikerinnen und Industriemechaniker in und an der Smart Factory tätig. Die Lehrplaninhalte werden anhand realer Problemstellungen an Komponenten der Smart Factory erarbeitet. Der dadurch mögliche hohe Realitätsgrad und der notwendige Blick auf die vorgelagerten und auch nachgelagerten Prozesse im Rahmen des Produktionsprozesses fördern einen Blick auf Prozesszusammenhänge. Dieses dort erforderliche Prozessdenken und das damit auch in der Smart Factory notwendige kontinuierliche Optimieren von Prozessen bringt einen hohen Realitätsbezug in die Smart Factory und ermöglicht zusätzlich, neben den gewerblichen Fragestellungen auch kaufmännische Probleme zu thematisieren.

Es wäre jederzeit möglich gewesen, die Smart Factory nur von gewerblicher Seite her aufzubauen. Die Berücksichtigung der kaufmännischen Sichtweise im Projekt bringt allerdings zusätzliche interessante Impulse. Die Möglichkeit, anhand eines realen Produkts und realer Maschinendaten

Hoher Realitätsgrad

Kosten- und Leistungen zu berechnen oder Angebote zu kalkulieren, bringt betriebliche Realität in die kaufmännische Ausbildung. Der Einsatz von SAP innerhalb von SAP4school war ein erster Schritt, diese betriebliche Realität in den Unterricht zu bringen. Gleichzeitig wird den Kaufleuten im direkten Kontakt mit der Technik und den Arbeiten rund um den Produktionsprozess bewusst, wie Kosten in der Produktion entstehen, und dass Einsparmöglichkeiten nur im Dialog mit der Technik umgesetzt werden können. Zudem fördert dieser Austausch auch ein Kostenverständnis auf Seiten der gewerblichen Schülerinnen und Schüler. Dieses gegenseitige Verständnis ist ein nicht zu unterschätzender Faktor für eine gute Zusammenarbeit im Modell, am Modell und in der echten Welt.

LESSONS LEARNED ODER BEWERTUNG DES BISHERIGEN PROJEKTS

Ein Projekt der Dimension dieses „Industrie 4.0“-Projekts ist aus Sicht einer beteiligten Schule sehr spannend. Wenn man sich nicht auf Laborlösungen verlassen will, sondern einen individuellen Weg wählt, dann erhöht sich der Herausforderungsgrad merklich, der mögliche Nutzen für die Schülerinnen

und Schüler sowie für die beteiligten Lehrkräfte allerdings auch. Rückblickend auf die Zeit seit 2017 und den Beginn des Projekts über die Corona-Zeit bis heute lassen sich die bisherigen Erkenntnisse wie nachstehend zusammenfassen.

Erkennbare positive Aspekte des Amberger Ansatzes

Besonders positiv herauszustellen ist die Intensivierung der Zusammenarbeit über Abteilungs- und Schulgrenzen hinweg. Dies ist vor allem dem intensiven Austausch der beteiligten Lehrkräfte und der Unterstützung des Projekts durch die Schulleitung zu verdanken. Der rückblickend hohe individuelle Arbeitseinsatz der beteiligten Lehrkräfte war durch die gewählte Projektform in Amberg höher als bei einer Komplettlösung und daher sicherlich eine spürbare zusätzliche Belastung. Diese höhere Investition von Arbeitszeit war jedoch nötig, um die jetzt erkennbaren positiven Faktoren überhaupt möglich zu machen, denn diese intensive Zusammenarbeit führte zu einer sehr hohen Motivation der beteiligten Lehrkräfte und auch in den beteiligten Klassen war von Beginn an eine hohe Motivation festzustellen. Insbesondere im Bereich der Fachschule, welche intensiv in die Entwicklung der Smart Factory eingebunden ist, lässt sich eine hohe Identifikation mit dem Projekt erkennen und auch über die Dauer der eigenen Schulzeit hinaus halten. Fachschülerinnen und Fachschüler den Kontakt zur Schule und begleiten mit Interesse die weitere Entwicklung. Die sich daraus ergebende Vernetzung zu den mittelständischen Unternehmen und den Großunternehmen im Einzugsbereich der Fachschule für Mechatronik ist auch im Hinblick auf zukünftige Schulentwicklungsprojekte nicht zu unterschätzen.

Weiterhin wird die Flexibilität der gewählten Lösung als ein wichtiger positiver Faktor gesehen. Durch die eigenständige Einrichtung wird erwartet, dass die Amberger Smart Factory mit dem technischen Fortschritt mitwachsen kann. Fertigungsprozesse können jederzeit selbst modifiziert werden, eigene Produkte neu entwickelt werden und Fertigungsplätze können jederzeit im Fertigungsprozess ergänzt oder aus dem Prozess herausgenommen werden.

Mögliche und erlebte Herausforderungen

Noch ist die Smart Factory Amberg im Aufbau und daher gibt es eine Vielzahl möglicher Herausforderungen, die im laufenden Betrieb zu lösen sind.

Wünschenswert wäre bereits jetzt eine intensivere Einbindung der kaufmännischen Abteilung der Berufsschule, jedoch findet in Amberg keine Beschulung von affinen Berufen wie Industriekaufleuten

statt und die geplante Einbindung von Handelsberufen ist erst im Vertriebsprozess angedacht.

In den nächsten zwei Jahren ist die Integration der Maschinendaten in den SAP-Mandanten geplant. Dieser bietet eine Industrie 4.0-Möglichkeit, allerdings auf Basis einer Komplettanlage; eine individuelle Berücksichtigung von Maschinendaten ist im Grundsatz nicht vorgesehen, lässt sich jedoch, soweit die ersten ermutigenden Informationen aus dem SAP-UCC Magdeburg, mit etwas Aufwand realisieren. Wie hoch dieser Aufwand tatsächlich sein wird, ist aktuell noch nicht absehbar.

Die Corona-Pandemie ging auch nicht ganz spurlos am Amberger Projekt vorbei, wobei das Projekt in weiten Teilen im Zeitplan liegt, jedoch kaum mehr Pufferzeiten vorhanden sind. Allgemein stellen externe Einflüsse große Herausforderungen für ein derart umfangreiches Projekt dar.

Flexibilität
ist wichtig

Letztendlich steht und fällt ein derartiges Projekt mit den Menschen, die es verantworten. Daher ist es unabdingbar, bereits in der Phase des

Aufbaus ausreichend junge Kolleginnen und Kollegen mit ins Boot zu holen, so dass in Zukunft Veränderungen im Kollegium nicht zum Ende des Projekts führen. Dies ist eine kontinuierliche Herausforderung, die durch den herrschenden Lehrkräftemangel im Bereich der Elektrotechnik und Metalltechnik zukünftig noch mehr Bedeutung bekommen wird.

FAZIT

Das Projekt in Amberg entstand aus dem Kollegium heraus und wurde von Anfang an durch die Schulleitung wohlwollend unterstützt. Dies ist als eine der wichtigsten Voraussetzungen für den bisherigen positiven Verlauf des Projekts zu sehen. Alle beteiligten Abteilungen und Schulformen wollten Teil dieses Projekts sein und hohe Identifikation und Motivation sind Grundlagen jedes Projekts. Rückblickend sind alle Projektbeteiligten mit der Planung und der bisherigen Umsetzung hoch zufrieden und freuen sich über Anregungen und Feedback.

Die Smart Factory Amberg kann jederzeit in Absprache mit den beteiligten Abteilungen besichtigt werden. Nehmen Sie gerne Kontakt über info@bszam.de mit dem Beruflichen Schulzentrum Amberg auf.

Literatur

WILBERS, K.; WINDELBAND, L. (Hrsg.) (2021): Lernfabriken an beruflichen Schulen. Gewerblich-technische und kaufmännische Perspektiven. Berlin: epubli, S. 199 ff.

Die Lernfabrik an der B2 der Stadt Nürnberg

Berufliche Schule Direktorat 2 der Stadt Nürnberg, Bayern



MARTIN SIEBERT



JÜRGEN KLOSE

Es wird eine Lernfabrik beschrieben, in der fertigungstechnische Produktions- und Handhabungsanlagen eine zentrale Stellung einnehmen. Es wird ein kompletter Auftrag vom Kundenwunsch bis zur Lieferung bearbeitet. Die gewonnenen Daten und Erkenntnisse werden sowohl aus technischer als auch aus kaufmännischer Sicht analysiert, reflektiert und optimiert.

PROJEKTBERICHT

Unter dem Dach der Beruflichen Schule Direktorat 2 der Stadt Nürnberg (B2) sind die Berufsschule 2, das Kompetenzzentrum für Fertigungstechnik mit der Berufsfachschule für Fertigungstechnik und die Rudolf-Diesel-Fachschule (RDF) für Maschinenbau-, Bau-, Mechatronik-, Elektrotechnik und Informatik zusammengefasst.

Die „Industrie 4.0“-relevanten Ausbildungsberufe an der Berufsschule/Berufsfachschule der B2 sind Industriemechanikerin/Industriemechaniker (IM), Fertigungsmechanikerin/Fertigungsmechaniker, Werkzeugmechanikerin/Werkzeugmechaniker (WM), Technische Produktdesignerin/Technischer Produktdesigner (TPD) sowie Maschinen- und Anlagenführerin/Maschinen- und Anlagenführer.

Die Fachschule ist vom Standort der Berufsschule räumlich getrennt und besitzt keine eigene fertigungstechnische Werkstattausrüstung. Auch bisher nutzen Klassen der Fachschule, v. a. in der CNC-Technik, die Ausstattung der Berufsschule. Die Lernfabrik und das Roboterlabor werden von der Fachschule mitgenutzt und eignen sich hervorragend zur Umsetzung von Abschlussprojektaufgaben in den Bereichen vernetzte Anlagen, CNC-Fertigung und Robotik.

DAS KONZEPT DER LERNFABRIK

In der grafischen Darstellung sind die Elemente der B2-Lernfabrik, wie sie zurzeit konzipiert ist, dargestellt (vgl. Abb. 1). In der Lernfabrik werden kleine Geschicklichkeits- und Strategiespiele aus Aluminium hergestellt.

Die einzelnen Bausteine der Lernfabrik und ihr Realisierungsgrad werden nachfolgend beschrieben.

Die wichtigsten physischen Anlagenbestandteile der Lernfabrik sind (vgl. Abb. 2):

- CNC-Fertigung: vier Fräsmaschinen vom Typ Emco Concept-Mill 105,
- Robotik und SPS: vier UR (Universal Robots) Cobots, die je mit einer SPS-Steuerung und einem Förderband bestückt sind,
- 3D-Druck: drei Filament- und ein Flüssigkunststoffdrucker,
- Transport: neben den Laufbändern ein „Robotino“-Transportroboter.

Eine CNC-Drehmaschine, die Lagerlogistik für die Fertigung, die RFID-Technologie und weitere Roboter zum Be- und Entladen der Fertigungsanlagen sind noch in Planung.

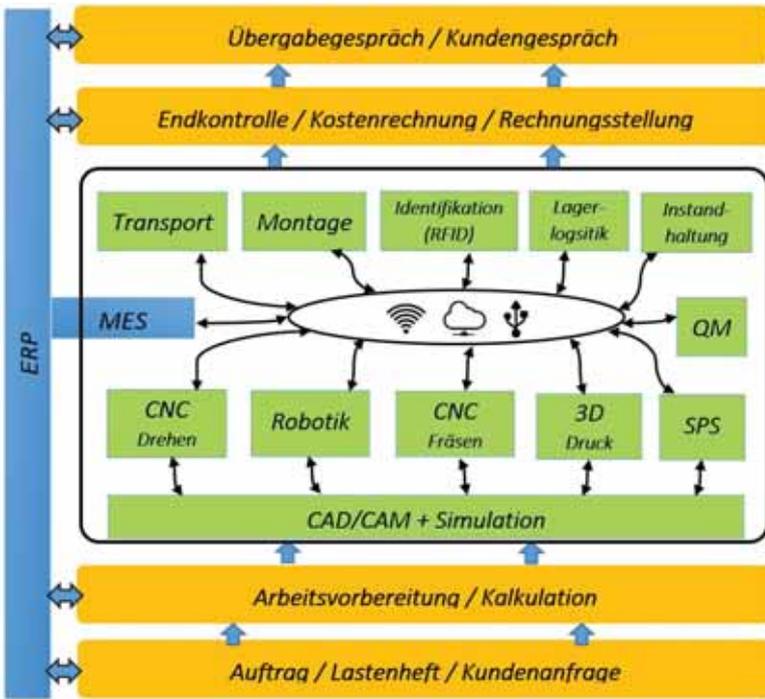


Abb. 1: Industrie 4.0-Lernfabrik in der letzten Ausbaustufe

Lernsequenzen, in denen das Qualitätsmanagement oder die Instandhaltung im Kern des Lernprozesses stehen, können mit den vorhandenen vernetzten Anlagen gut umgesetzt werden. 3D-Modelle, die wir mit der Software Inventor von Autodesk erstellen, begleiten den gesamten Produktherstellungsvorgang.

In der Lernfabrik werden aus Aluminiumhalbzeugen kleine Geschicklichkeits- oder Strategiespiele hergestellt (vgl. Abb. 3, nächste Seite). Das Mentoring des Produktionsprozesses und zum Teil die Datengenerierung soll dabei anstelle eines „fertigen“ MES (Manufacturing Execution System) die Software TULIP von DMG MORI übernehmen. Damit soll erreicht werden, dass Lernsituationen zum Datenmanagement auch in der beruflichen Erstausbildung handlungsorientiert umsetzbar sind.

Der Einsatz von TULIP ermöglicht die exemplarische Generierung von Maschinendaten, so dass aus den einzelnen CNC-Maschinen (Industrie 3.0) eine komplette vernetzte Produktionsanlage wird, ohne dass Programmierkenntnisse in einer Hochsprache erforderlich sind.

DIDAKTISCHE UND METHODISCHE ANFORDERUNGEN AN DAS KONZEPT DER LERNFABRIK

Lernfabriken eignet sich gut, um einen gesamten Produktionsprozess und angrenzende Unternehmensbereiche abzubilden und so das berufliche Leh-

ren und Lernen zum Erwerb fachlicher sowie personaler Kompetenzen zu unterstützen (vgl. STEFFEN, DEUS & FRYE 2013, S. 233 ff.; FABHAUER, WILBERS & WINDELBAND 2021, S. 25). So wird auch bei der B2-Lernfabrik der Arbeitsauftrag als Kundenauftrag eingespeist, durchläuft den Fertigungsprozess und wird durch die Übergabe an die Kundin bzw. den Kunden abgeschlossen. Dadurch lassen sich die kaufmännischen und technischen Prozesse gut ineinander verwoben bearbeiten, sodass zukünftige Fachkräfte mit unterschiedlichen Berufsprofilen, die bisher nahezu unabhängig voneinander agierten, zusammenarbeiten und sich ergänzen. Dies entspricht den veränderten Anforderungen infolge der digitalen Transformation (vgl. ALP o. J.).

Der Schwerpunkt bei den wirtschaftlichen Prozessen liegt hierbei bei der Bearbeitung der Anfrage mit Kalkulation und Angebotserstellung sowie der Abbildung des komplexen gesamten Fertigungsprozesses in einem ERP (Enterprise Resource Planning)-System (SAP).

Der Schwerpunkt der technischen Prozesse liegt bei den Fertigungsverfahren und den daran angebotenen Technologien. Hier findet die Vernetzung auf einem niederschweligen MES statt. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass die Einzeltechnologien, wie z. B. die CNC-Technik oder die Robotik, auch gesondert für die Grundlagenausbildung geschult werden können. Dabei erleichtern die vier baugleichen CNC-Maschinen die Umsetzung von Lernszenarien in Kleingruppen. Bestehende Anlagen und Maschinen werden dabei integriert, in der Verknüpfung der Anlagen entstehen anspruchsvolle Lernsituationen, die in den Wahlpflichtmodulen oder in verschiedenen Industrie-4.0-Projekten verortet sind.

Technologien verändern sich rasend schnell. Ein paar Beispiele: 3D-Druck, QM (Qualitätsmanagement):



Abb. 2: CNC-Werkstatt und Robotiklabor

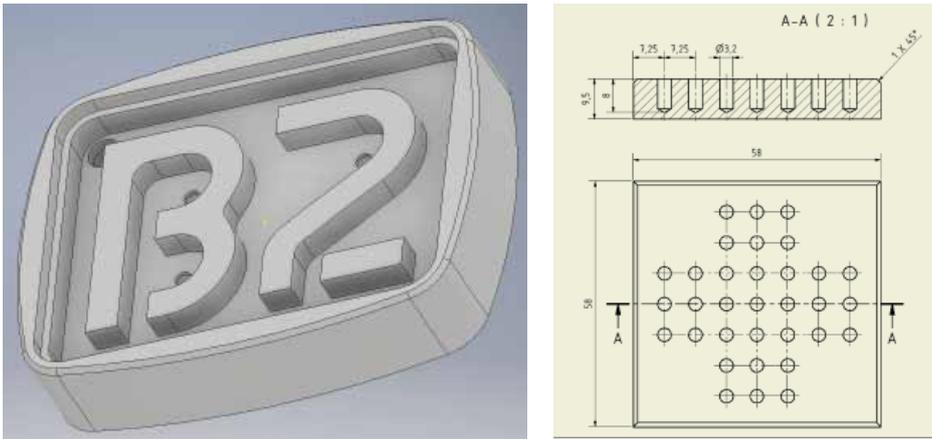


Abb. 3: Beispiele für Produkte der Lernfabrik: Geduldspiel Labyrinth und Steckspiel Solitär

Das Wahlpflichtmodul-KONZEPT

An der B2 findet die Beschulung in der Regel in Blockunterricht statt. In der Jahrgangsstufe 12 der Industriemechanikerinnen und Industriemechaniker sowie der Werkzeugmechanikerinnen und Werkzeugmechaniker wird in den letzten zwei Blockwochen der Klassenverband aufgelöst und die Schülerinnen und Schüler können aus einem Katalog

Scannen von Produktmerkmalen, CNC-Programmierung mit CAD/CAM, Integration von VR/AR z. B. in der Instandhaltung, Arbeiten mit und Erstellen von digitalen Zwillingen, Netzwerktechnologien und vieles mehr. Eine Lernfabrik an der Schule bietet einen Ort, neue technologische Entwicklungen in einen bestehenden didaktischen Rahmen einzubinden. Sie kann somit eine Spielwiese und ein gedanklicher Kristallisationspunkt für Neuerungen in den Zeiten der digitalen Transformation sein. Die Lernfabrik erleichtert die methodisch-didaktische Umsetzung dieser Inhalte in schulischem Unterricht (vgl. Abb. 4).

von Wahlpflichtangeboten, nach Abstimmung mit ihren Ausbildungsbetrieben, auswählen.

Das Angebot der Wahlpflichtmodule richtet sich nach den Bedarfen der Ausbildungsbetriebe und den Wünschen und Angeboten von Schülerinnen und Schülern bzw. Lehrkräften.

Die Lernfabrik mit Robotiklabor bietet viele Möglichkeiten, interessante Angebote und neue Ansätze auch berufsübergreifend im Bereich der Wahlpflichtmodule umzusetzen. In Abbildung 5 ist das Wahlpflichtprogramm des letzten Schuljahres abgebildet.

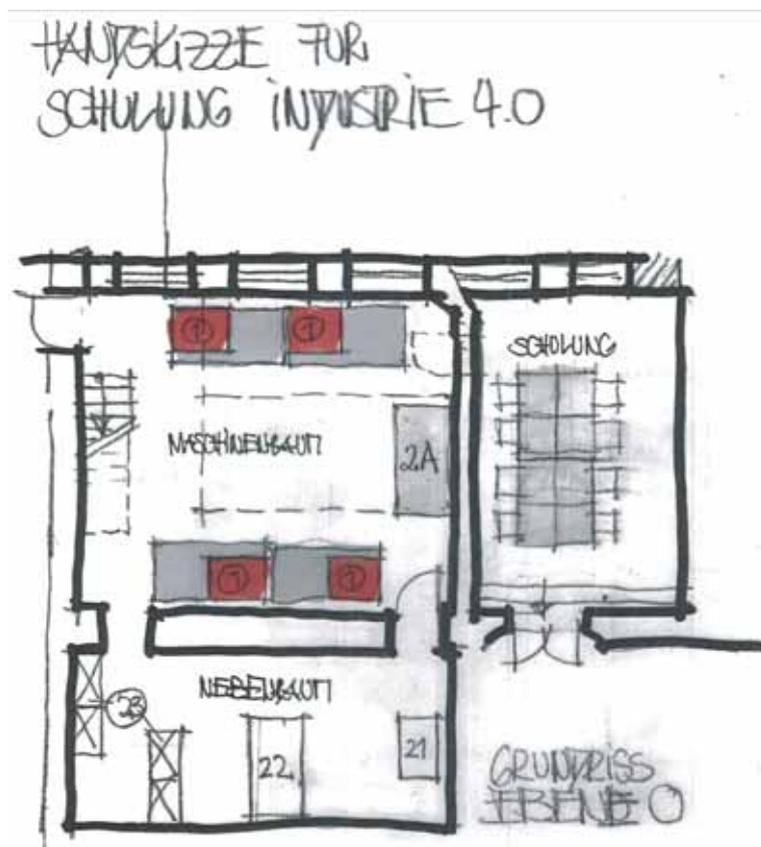


Abb. 4: Lernfabrik Industrie 4.0: Planung der Architektur-Bürogemeinschaft Neumüller und Maurer, Neumarkt

Wahlpflichtmodule (12. Klasse) IM/WM/TPD

- W1: SPS-Programmierung (FUP) von vernetzten Laufbändern
- W2: Grundlagen der Proportionalhydraulik
- W3: Wälzlagermontage (hydraulisch, thermisch, mechanisch)
- W4: Netzwerktechnik (Topologien, Adressierung, Routing)
- W5: Konstruktions- und Fertigungsprojekt mit Tech. Produktdesignern
- W6: Arbeiten mit kollaborierenden Industrierobotern
- W7-W8: Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten
- W9: Förderkurs zur Wiederholung von Grundlagenwissen
- W10: CAD/CAM für Fortgeschrittene (HSM Inventor)
- W11: Vertiefung der Kenntnisse im Zeichnen / Konstruieren mit INVENTOR
- W12: Stanz-, Form- und Spritzgusswerkzeuge
- W13: KI und neue Technologien

Abb. 5: Wahlpflichtprogramm 12. Klasse IM/WM/TPD

Der Vollständigkeit halber, so dass das didaktische Konzept der Wahlpflichtmodule im Ganzen erkennbar wird, sind alle Wahlpflichtmodule des letzten Schuljahres dargestellt, auch wenn W2, W3, W7, W8, W9 und W12 keinen direkten Bezug zur Lernfabrik haben. Ausführliche Beschreibungen der einzelnen Module können im Internetauftritt der B2 nachgeschlagen werden (https://www.nuernberg.de/internet/berufsschule_2/wahlpflicht.html).

KOOPERATION MIT DER BERUFLICHEN SCHULE DIREKTORAT 4 DER STADT NÜRNBERG

In der Kooperation mit der Kaufmännischen Berufsschule 4 der Stadt Nürnberg wird ein Vorläufer der Lernfabrik aktuell zur Durchführung des Projekts „Cars B24“ genutzt. Im Rahmen des dreitägigen Projektes arbeiten kaufmännisch und gewerblich-technisch Auszubildende gemeinsam an Problemstellungen entlang der gesamten betrieblichen Wertschöpfungskette von Modellautos vom Auftragseingang über die Fertigung bis hin zur Auslieferung an Kundinnen und Kunden. Als Handlungsträger dienen bis dato Modellautos von Fischer-Technik, anhand derer ein Fertigungsprozess simuliert wird.

Neben der Herstellung der Autos gilt es, marktfähige Preise für diese zu kalkulieren. Durch die Anlage des Projektes werden die Schülerinnen und Schüler dazu angehalten, den Fertigungsprozess aus der jeweils anderen Perspektive zu betrachten und ihr Handeln regelmäßig zu überprüfen und geänderten Bedingungen anzupassen. Dabei stehen sowohl die Schülerinnen und Schüler als auch die Lehrkräfte der beiden Berufsbereiche im ständigen Austausch über Herangehensweisen und Ziele, was zu einem vertieften gegenseitigen Verständnis führt. Neben kommunikativen Kompetenzen erwerben die Lernenden fachliche Kompetenzen wie Prozessdenken, das Festlegen und Analysieren von Qualitätsstandards und das Erfassen und Bewerten von Einflussfaktoren auf die Höhe der Herstellungskosten.

Die Projekttag sind mittlerweile fester Bestandteil in den Stundenplänen der beiden Schulen und werden beispielsweise in allen Eingangsklassen für Industriekaufleute durchgeführt.

PERSPEKTIVEN

Die Lernfabrik bietet Ansätze für viele Lehr-Lern-Arrangements. Dabei bietet es sich an, neue Technologien, z. B. in Projektwochen, in die Fabrik mit einzubauen, so dass die Fabrik in ständigem Wandel, Umbau, Ausbau steht.

Auch in der Kooperation der beiden Schulen ist eine weitere Vertiefung und Erweiterung des Angebotes angedacht. So könnten beispielsweise die beschriebenen Geduldsspiele individuell gestaltet vertrieben werden.

Literatur

ALP (AKADEMIE FÜR LEHRERFORTBILDUNG UND PERSONALFÜHRUNG) (o. J.): Digitale Transformation – Wirtschaft 4.0. Online verfügbar: https://alp.dillingen.de/fileadmin/user_upload/1_Akademie/Publikationen/Abteilung-2_Brochuere.pdf (abgerufen am 24.09.2022).

FAßHAUER, U.; WILBERS, K. & WINDELBAND, L.: Lernfabriken: Ein Zukunftsmodell für die berufliche Bildung? In: WILBERS, K.; & WINDELBAND, L. (Hrsg.): Lernfabriken an beruflichen Schulen – Gewerblich-technische und kaufmännische Perspektiven. Berlin: epubli, S. 15–48.

STEFFEN, M.; FRYE, S. & DEUSE, J. (2013): Vielfalt Lernfabrik. Morphologie zu Betreibern, Zielgruppen und Ausstattungen von Lernfabriken im Industrial Engineering. In: wt Werkstatttechnik online, Jg. 103, H. 3, S. 233–239.

Smart Factory Modell der Firma Köster Systemtechnik an den BBS Rinteln

Berufsbildende Schulen Rinteln, Niedersachsen



JENS BEERMANN



BJÖRN KÖNIG

Die BBS Rinteln erhielten im Jahr 2019 die Chance, am geförderten Projekt „Berufsbezogene und berufsübergreifende digitale Kompetenzen in vernetzten Unternehmensprozessen an Modellen einer Smart Factory in niedersächsischen BBSn (Berufsbildende Schulen)“ des Niedersächsischen Kultusministeriums teilzunehmen. Zwölf mit der gesamten technischen Peripherie geförderte Smart Factories bilden dabei das technische Rückgrat und sind gemeinsame Lernträger, an denen technische Probleme exemplarisch gelöst und das Zusammenspiel aus Technik und Wirtschaft erprobt werden kann, um Industrie 4.0 für die Lernenden greifbar zu machen.

KONZEPT EINER SMART FACTORY UND EINSATZ IM UNTERRICHT

Aufgrund der mit 5.000 Euro vergleichsweise geringen Anschaffungskosten und den enormen technischen Möglichkeiten, die das „Smart Factory Model (sfm)“ bietet (vgl. Abb. 1), haben sich 23 Berufsschulen entschlossen, an dem Projekt teilzunehmen und die Lernträger (vgl. Abb. 2) in höherer Stückzahl anzuschaffen. Insgesamt wurden in Niedersachsen deutlich über 200 Stationen des „Smart Factory Models“ von insgesamt 23 Berufsschulen beschafft.

Der Lernträger der Firma Köster Systemtechnik wird seit etwa zwei Jahren an den BBS Rinteln eingesetzt. Eine hohe Auslastung über das Jahr in verschiedenen Schulformen von der Berufseinstiegsschule bis zur Fachoberschule Klasse 12 zeugt von den Einsatzmöglichkeiten, die sich mit dem Lernträger ergeben. Der hohe „Wirkungsgrad“ kann entstehen, weil alle Stationen der Smart Factory hardwaregleich aufgebaut sind, aber trotzdem verschiedenste Funktionen innerhalb einer Smart Factory übernehmen können. Die Funktionen können dabei auf einem HMI Panel

dargestellt oder Bewegungen z. B. über die Dreiachsportale ausgeführt werden. Zu Beginn der Arbeit mit dem Lernträger wird im Unterricht an einfachen Lernsituationen wie z. B. dem Rolltor arbeitsgleich gearbeitet. Im weiteren Verlauf der Schulungen werden dann zunehmend divergierende Aufgaben an die einzelnen Arbeitsgruppen vergeben und diese in höheren Ausbildungsstufen miteinander vernetzt.



Abb. 1: Modell einer Smart Factory

weiter auf Seite 163

Ausbildungsjahr mit 14 neuen und modernisierten Berufen gestartet

Am 1. August startete das neue Ausbildungsjahr mit zwei neuen und zwölf modernisierten Ausbildungsberufen. Insgesamt können Jugendliche und junge Erwachsene nach Ende ihrer allgemeinbildenden Schulzeit dann aktuell aus einer Gesamtzahl von 327 anerkannten dualen Ausbildungsberufen auswählen. Wie anpassungs- und wandlungsfähig die duale Berufsausbildung in Deutschland ist, verdeutlicht auch die Anzahl von insgesamt 129 Ausbildungsordnungen, die das BIBB gemeinsam mit den zuständigen Bundesministerien, den Sozialpartnern und den Sachverständigen aus der betrieblichen Praxis seit 2012 überarbeitet und an die aktuellen wirtschaftlichen, technologischen und gesellschaftlichen Anforderungen angepasst hat.

Dazu erklärte BIBB-Präsident Friedrich Hubert Esser: „Der russische Angriffskrieg auf die Ukraine und die daraus resultierenden Folgen für die Wirtschaft werden sich auch auf das jetzt beginnende neue Ausbildungsjahr 2022/2023 auswirken. [...] Die mit der demographischen Entwicklung sowie dem veränderten Bildungsverhalten einhergehende Ausdünnung unserer Fachkräftebasis gefährdet bereits jetzt massiv das Erreichen der anspruchsvollen Ziele, die mit der Energiewende und der Digitalisierung verbunden sind. Wir müssen deshalb dafür Sorge tragen, dass wir die Liste der sogenannten Engpassberufe zügig eindampfen. Das Spektrum der Fachkräfte, die zunehmend fehlen, ist groß: vom Dachdecker bis zum Softwareentwickler. Daher muss der beruflichen Bildung jetzt unsere volle Aufmerksamkeit gehören. Sonst haben wir in naher Zukunft niemanden mehr, der Windkraftanlagen baut oder

INTRO

Das Thema Fachkräftemangel begleitet uns nun schon seit Jahren, wenn nicht gar Jahrzehnten. Und es tut sich was, aber anscheinend nicht so, wie wir es uns vielleicht wünschen würden. An den Arbeitsplätzen des Landes, in Werkstätten, Büros und vor Ort beim Kunden scheint sich etwas Grundlegendes zu verändern: „Da ist ein Schornsteinfeger, der so verzweifelt neue Mitarbeiter sucht, dass er eine Pünktlichkeitsprämie auslobt – und Bewerbern für jeden Tag ohne Verspätung einen Bonus verspricht. Da sind Beratungsfirmen, die ihren Angestellten Massagen, Yoga- oder Meditationskurse anbieten, als seien sie ein Wellness-Hotel an der Adria. Und da ist ein Malermeister, der seine Mitarbeiter auf Kreuzfahrt einlädt, um ihnen den Job genehm zu machen.“ (Sebastian Kempkens/Charlotte Parnack: Sie sind wie Plankton, ZEIT am Wochenende, Ausgabe 51/2022).

Was ist da los an den Arbeitsplätzen? Etwas überspitzt formuliert, wirke es fast so, „als arbeite nicht der Angestellte für den Arbeitgeber, sondern umgekehrt. Der Arbeitgeber ist zum Dienstleister geworden. Darf es noch etwas sein, verehrte Mitarbeiterschaft?“ Es ist wohl ein Wandel, der uns alle trifft und man kennt es aus den Erzählungen aus der Familie und von Bekannten, die davon berichten, dass neue Mitarbeiter*innen und/oder Auszubildende heutzutage in vielen Fällen anders auftreten und sich verhalten. Ein etwas resignatives Zitat aus dem o.g. Zeit-Beitrag eines Leiters eines Dachdeckerbetriebes bringt es auf dem Punkt: „Du willst sie fördern, sie wollen reisen. Man muss sich also anpassen“. Wir werden uns wohl oder übel auf diese neue Generation von Auszubildenden und Arbeitnehmer einstellen müssen.

Frohe Weihnachten und einen guten Rutsch!

Michael Sander

moderne Heizungs- und Solaranlagen installiert.“ Quelle: BIBB-Pressemitteilung 7/2022

BIBB veröffentlicht Jahresbericht 2021

Das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) hat seinen Jahresbericht 2021 veröffentlicht. Er informiert über die wichtigsten Entwicklungen in der beruflichen Aus- und Weiterbildung sowie über die Höhepunkte der Arbeit des BIBB im vergangenen Jahr. Hierzu

erklärt BIBB-Präsident Friedrich Hubert Esser: „Corona hatte die berufliche Aus- und Weiterbildung auch im Jahr 2021 fest im Griff. Zwar hat sich im zweiten Corona-Jahr die Lage auf dem Ausbildungsmarkt im Vergleich zu 2020 leicht entspannt. Unsere Forschungsergebnisse zeigen aber, dass das Niveau von vor der Pandemie bei Weitem noch nicht wieder erreicht ist. Und die aktuellen wirtschaftspolitischen Entwicklungen als Auswirkungen des russischen Angriffs-

WAS UND WANN

27.02.2023–02.03.2023: Zehnte Tagung der Gesellschaft für Empirische Bildungsforschung, Essen, Infos unter <https://www.gebf-ev.de/deutsch/tagungen-der-gebf/2023-10-gebf-tagung-duisburg-essen/>

20.–22.03.2023: 22. Hochschultage Berufliche Bildung „Fachkräftesicherung – Zukunftsweisende Qualifizierung, gesellschaftliche Teilhabe und Integration durch berufliche Bildung“ an der Universität Bamberg

20.04.2023–21.04.2023: Frühjahrstagung der DGS Sektion Bildung & Erziehung, Halle, Infos unter https://sociohub-fid.de/s/sektion-bildung-und-erziehung/custom_pages/view?id=169

krieges auf die Ukraine lassen auch über dem Ausbildungsmarkt 2022 neue dunkle Wolken aufziehen. Fachkräfte werden allerorten händeringend gesucht, die berufliche Bildung hat an Attraktivität weiter eingebüßt. Es muss daher eine vorrangige Aufgabe aller Beteiligten bleiben, die Attraktivität der beruflichen Bildung wieder zu erhöhen und duale Aus- und Fortbildungsberufe wieder mehr wertzuschätzen. Dazu gehört auch, die Gleichwertigkeit von beruflicher und akademischer Bildung nicht nur in Sonntagsreden zu erwähnen, sondern sie endlich anzuerkennen und rechtlich zu verankern. Dies würde in der Gesellschaft die Erkenntnis fördern, dass ein beruflicher Abschluss durchaus der Karriere dient und damit ein gutes Einkommen erzielbar ist.“

Der Jahresbericht 2021 gibt Einblicke in die zentralen Tätigkeitsfelder des BIBB. Er informiert über die wesentlichsten Ergebnisse der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des BIBB zum Beispiel zu den Themen Digitalisierung und Nachhaltigkeit. Der Jahresbericht gibt darüber hinaus einen Überblick über die Entwicklung des Ausbildungsmarktes, die Modernisierung von Ausbildungsordnungen und Fortbildungsregelungen sowie die Unterstützung des betrieblichen Ausbildungspersonals. Die stärkere Vernetzung mit Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen, die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, die erfolgreiche Durchführung zahlreicher nationaler Berufsbildungsprogramme im Auftrag der Bundesregierung sowie die internationale Berufsbildungszusammenarbeit bilden weitere Schwerpunkte. Der Jahresbericht kann unter www.bibb.de/jahresbericht-2021 kostenlos heruntergeladen werden.

Quelle: BIBB-Pressemitteilung 29/2022

Weiterbildungsanbieter setzen in der Pandemie auf Onlineformate – BIBB und DIE veröffentlichen Ergebnisse der wbmonitor-Umfrage 2021

Weiterbildungsanbieter nutzen seit der Coronapandemie verstärkt internetbasierte Veranstaltungsformate. Sie investieren in ihre digitalen Infrastrukturen und unterstützen Lehrende bei der Wissensvermittlung im digitalen Raum. Dies zeigen Ergebnisse

der wbmonitor-Umfrage 2021 des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des Deutschen Instituts für Erwachsenenbildung – Leibniz-Zentrum für Lebenslanges Lernen e.V. (DIE). Vor dem Hintergrund ihrer Anpassungsleistungen an die veränderten Rahmenbedingungen waren die Weiterbildungsanbieter im Sommer des vergangenen Jahres wirtschaftlich positiver gestimmt als noch ein Jahr zuvor, kurz nach Pandemiebeginn. Onlineformate stellten für die Anbieter eine Alternative dar, ihr Bildungsangebot aufrechtzuerhalten, als während der bundesweiten Kontaktbeschränkungen Präsenzveranstaltungen zeitweise verboten waren.

So wurden im ersten Halbjahr 2021 im Durchschnitt mehr als die Hälfte der Weiterbildungsveranstaltungen (55 %) in vollständig digitalen Formaten durchgeführt. Während des ersten Pandemiejahres 2020 traf dies auf ein Drittel (33 %) zu. Zudem wurden Onlineformate häufig mit Präsenzunterricht zu Mischformen kombiniert. Angebote mit wechselnden Phasen der Anwesenheit vor Ort und über das Internet (Blended Learning) sowie gleichzeitige Teilnahmen mittels beider Zugangsformen, sogenannte hybride Formate, stellten durchschnittlich jeweils 17 Prozent der Weiterbildungen. Auf Präsenzveranstaltungen entfiel in der ersten Jahreshälfte 2021 nur ein Viertel (25 %) aller Weiterbildungen, 2020 waren es knapp die Hälfte (47 %). Die überwiegende Mehrheit der Anbieter investierte seit Pandemiebeginn zudem in ihre Ausstattung an Hard- und Software beziehungsweise in entsprechende Dienstleistungsangebote. Am häufigsten wurden digitale Konferenzsysteme (zum Beispiel Headsets und Webcams; 83 %) sowie Software beziehungsweise Softwarelizenzen für virtuelle Formate (77 %; Mehrfachnennungen waren möglich) angeschafft. Auch der Bestand an digitalen Endgeräten für das Personal (61 % für Lehrende und 57 % für Beschäftigte in anderen Tätigkeitsfeldern der Weiterbildung) wurde häufig er-

weitert beziehungsweise modernisiert. Zur Finanzierung griff fast jeder zweite Anbieter (45 %) auf finanzielle Rücklagen zurück. Ein Viertel (25 %) konnte von staatlichen Förderungen profitieren. Die meisten Einrichtungen unterstützten zudem ihr Lehrpersonal. Dies erfolgte beispielsweise, indem sie interne Weiterbildungsveranstaltungen zu digitalen Kompetenzen durchführten (für Angestellte: 80 %; für Honorarkräfte: 62 %) oder Handreichungen zur Bedienung von Hard- und Software (77 % beziehungsweise 66 %) zur Verfügung stellten. Die häufige Nutzung internetbasierter Weiterbildungsformate leistete vermutlich auch einen Beitrag dazu, dass die Weiterbildungsbranche im Sommer 2021 wirtschaftlich wieder leicht positiv gestimmt war. Nachdem sie im Jahr zuvor von den ersten Auswirkungen der Coronapandemie wirtschaftlich schwer getroffen wurde und die Weiterbildungsanbieter insgesamt einen negativen Klimawert aufwiesen (-13; auf einer Skala von -100 bis +100), stieg der Wert 2021 um 28 Punkte auf +15 an. Die Stimmung blieb jedoch deutlich schlechter als in den Jahren vor der Pandemie.

Der wbmonitor ist ein Kooperationsprojekt von BIBB und DIE, das mit einer jährlichen Umfrage bei Anbietern allgemeiner und beruflicher Weiterbildung zu mehr Transparenz über die Weiterbildungslandschaft und Anbieterstrukturen beiträgt und aktuelle Veränderungen aufzeigt. An der Umfrage 2021 „Digitale Weiterbildung in Zeiten der Coronapandemie“ beteiligten sich 1.689 Weiterbildungsanbieter. Der wbmonitor-Klimawert bildet die Einschätzung der wirtschaftlichen Situation durch die Weiterbildungsanbieter ab. Er berechnet sich in Anlehnung an das ifo-Geschäftsklima aus dem Mittel der Differenzen zwischen den positiven und negativen Urteilen über die gegenwärtige wirtschaftliche Lage sowie die Erwartung in einem Jahr. Weitere Informationen zum wbmonitor sowie der ausführliche Ergebnisbericht 2021 sind im Internetangebot des BIBB unter www.bibb.de/wbmonitor sowie beim DIE unter www.die-bonn.de/id/32322 abrufbar. Quelle: BIBB-Pressemitteilung 38/2022

IN EIGENER SACHE

Liebe BAG-Mitglieder,

lange haben wir versucht, die Mitgliedsbeiträge seit der letzten Erhöhung im Jahr 2010 auch zukünftig auf dem derzeitigen Stand halten zu können. Auf der letzten Mitgliederversammlung in Hamburg wurde dieses Thema bereits angesprochen. Leider stellt sich die Situation für die BAG vor dem Hintergrund der aktuellen Preisentwicklungen inzwischen so dar, dass wir eine Erhöhung der Mitgliedsbeiträge nicht mehr vermeiden können, wenn wir das Niveau unserer Aktivitäten (die Herausgabe von jährlich vier Ausgaben von lernen & lehren, die jährliche Ausrichtung und Organisation einer Fachtagung sowie einen angemessenen Auftritt im Internet) weiterhin halten wollen.

Vor diesem Hintergrund wurde auf der letzten Vorstandssitzung beschlossen, die Mitgliedsbeiträge in diesem Jahr in unveränderter Höhe wie gewohnt zum Jahresende einzuziehen, ab dem kommenden Jahr dagegen den Einzug bereits auf den März vorzuverlegen und auf ein Niveau anzuheben, mit dem wir absehbar auskömmlich arbeiten können. Die Mitgliedsbeiträge gestalten sich ab 2023 wie folgt:

20 € Studierende und Lehrkräfte im Vorbereitungsdienst, verzögerter Einzug erst im darauffolgenden Jahr des Eintritts

42 € Regelmitgliedschaft

200 € Juristische Personen (Institutionen wie Schulen, Ausbildungsbetriebe etc.)

Zusätzlich werden wir den Preis für ein Einzelheft von lernen & lehren auf 14,95 € pro Heft anheben müssen (bei einer bestehenden BAG-Mitgliedschaft bleibt der Bezug von l & l natürlich weiterhin inklusive).

Wir bitten um Ihr Verständnis für diese Schritte, die uns nicht leichtgefallen sind. Gleichzeitig sind wir aber auch der Ansicht, dass die neuen Mitgliedsbeiträge, gemessen an den Aktivitäten der BAG, insgesamt auf einem vertretbaren Niveau liegen.

Wir möchten an dieser Stelle erneut auf die Möglichkeit einer Fördermitgliedschaft verweisen. Nähere Informationen hierzu finden Sie auf unserer Homepage www.bag-elektrometall.de.

Ulrich Neustock

Erster Vorsitzender



lernen & lehren online beziehen

Ihr Beitrag zur Nachhaltigkeit

Liebe Mitglieder,

seit langem ist Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung für die Bundesarbeitsgemeinschaften Elektrometall ein großes Thema. Daher möchten wir Sie heute auf die Möglichkeit hinweisen, unsere Zeitschrift lernen & lehren als Download zu beziehen. Das verringert Ihren ökologischen Fußabdruck und ist ein gemeinsamer Beitrag zum Klimaschutz. Weiterer Vorteil: Sie erhalten die Zeitschrift schneller, weil der Postweg entfällt, und ein Großteil der Abbildungen ist farbig und somit besser erkennbar. Natürlich haben Sie auch weiterhin die Möglichkeit, die Zeitschrift als Printversion zu erhalten.

Wenn Sie sich für die Download-Version entscheiden, können Sie die Versandart über die BAG-Homepage und dort über den Link **„BAG-Mitgliedschaft anpassen“** ändern.

BAG IN KÜRZE

Plattform zu sein für den Dialog zwischen allen, die in Betrieb, berufsbildender Schule und Hochschule an der Berufsbildung beteiligt sind – diese Aufgabe haben sich die Bundesarbeitsgemeinschaften gestellt. Ziel ist es, die berufliche Bildung in den jeweiligen Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik auf allen Ebenen weiterzuentwickeln.

Die Zeitschrift „lernen & lehren“ – als wichtigstes Organ der BAG – ermöglicht den Diskurs in einer breiten Fachöffentlichkeit und stellt für die Mitglieder der BAG regelmäßig wichtige Informationen bereit, die sich auf aktuelle Entwicklungen in den Fachrichtungen beziehen. Sie bietet auch Materialien für Unterricht und Ausbildung und berücksichtigt abwechselnd Schwerpunktthemen aus der Elektrotechnik und Informationstechnik sowie der Metalltechnik und Fahrzeugtechnik. Berufsübergreifende Schwerpunkte finden sich immer dann, wenn es wichtige didaktische Entwicklungen in der Berufsbildung gibt, von denen spürbare Auswirkungen auf die betriebliche und schulische Umsetzung zu erwarten sind.

Eine mittlerweile traditionelle Aufgabe der Bundesarbeitsgemeinschaften ist es, im zweijährlichen Turnus die Fachtagungen Elektrotechnik und Metalltechnik im Rahmen der HOCHSCHULTAGE BERUFLICHE BILDUNG zu gestalten und so einer breiten Fachöffentlichkeit den Blick auf Entwicklungstendenzen, Forschungsansätze und Praxisbeispiele in den Feldern der elektro-, informations- sowie metall- und fahrzeugtechnischen Berufsbildung zu öffnen. Damit geben sie häufig auch Anstöße, Bewährtes zu überprüfen und Neues zu wagen.

Die Bundesarbeitsgemeinschaften möchten all diejenigen ansprechen, die in der Berufsbildung in einer der Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- oder Fahrzeugtechnik tätig sind, wie z. B. Ausbilder/-innen, (Hochschul-)Lehrer/-innen, Referendare und Studierende, wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen sowie Vertreter/-innen von öffentlichen und privaten Institutionen der Berufsbildung. Sie sind herzlich eingeladen, Mitglied zu werden und die Zukunft mitzugestalten.

BAG IN IHRER NÄHE

Baden-Württemberg	Lars Windelband	lars.windelband@ph-gmuend.de
Bayern	Peter Hoffmann	peter.hoffmann@smartsteps.de
Berlin/Brandenburg	Bernd Mahrin	bernd.mahrin@alumni.tu-berlin.de
Bremen	Olaf Herms	O.Herms@bbs2.de
Hamburg	Wilko Reichwein	reichwein@gmx.net
Hessen	Uli Neustock	u.neustock@web.de
Mecklenburg-Vorpommern	Christine Richter	ch.richter.hro@gmx.de
Niedersachsen	Matthias Becker	becker@ibm.uni-hannover.de
Nordrhein-Westfalen	Thomas Wesseler	thomaswesseler@arcor.de
Rheinland-Pfalz	N.N.	
Saarland	N.N.	
Sachsen	Martin Hartmann	martin.hartmann@tu-dresden.de
Sachsen-Anhalt	Frank Wengemuth	wengemuth@t-online.de
Schleswig-Holstein	Reiner Schlausch	reiner.schlausch@biat.uni-flensburg.de
Thüringen	Matthias Grywatsch	m.grywatsch@t-online.de

BAG-MITGLIED WERDEN

www.bag-elektrometall.de/pages/BAG_Beitritt.html

www.bag-elektrometall.de
kontakt@bag-elektrometall.de

Tel.: 04 21/218-66 301
Fax: 04 21/218-98 66 301

Konto-Nr. 809 487 14
Sparkasse Bremen (BLZ 290 501 01)

IBAN: DE30 290 501 01 0080 9487 14
SWIFT-/BIC-Code: SBRE DE 22 XXX

IMPRESSUM

Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V.:
BAG ElektroMetall e.V.

c/o ITB – Institut Technik und Bildung
Am Fallturm 1
28359 Bremen
04 21/218-66 301
kontakt@bag-elektrometall.de

Redaktion Michael Sander
Layout Brigitte Schweckendieck
Gestaltung Winnie Mahrin



Abb. 2: Interagierende, über Profinet verbundene Lernträger

So ist es leicht möglich, Stationen zu konfigurieren, in denen in einer Mischung aus realen und virtuellen Automatisierungsprozessen höchst flexibel unterschiedlichste Fertigungsprozesse gesteuert und verwaltet werden können. Schülerinnen und Schüler unterschiedlicher Schulformen können dabei in allen Teilbereichen der Smart Factory aktiv und selbstgesteuert mitwirken, ohne dass bei Fehlleistungen, z. B. bei fehlerhafter Programmierung, nachhaltige Schäden oder gar größere Sachschäden zu befürchten wären.

BETEILIGTE AM PROJEKT MIT DER SMART FACTORY UND INHALTLICHE SCHWERPUNKTE

Die große Anzahl der am Projekt beteiligten Schulen ermöglicht einen vielfältigen und regen Informations- und Ideenaustausch. Betreut und organisiert wird der Austausch von der Landesfachberatung 4.0 in Niedersachsen. Daten und Arbeitsmaterial werden auf einer betreuten Moodle-Plattform ausgetauscht. In der Zwischenzeit sind unzählige Lernsituationen aus allen Bereichen der Steuerungs-, Regelungs- und Automatisierungstechnik für die Modelle verfügbar und kontinuierlich kommen neue Lernsituationen dazu.²

Die Verfügbarkeit der Lernträger in 23 Schulen hat auch dazu geführt, dass Siemens als Hersteller der Steuerung des Modells ein gesteigertes Interesse daran hat, Fortbildungen anzubieten, die speziell auf dieses Smart Factory-Modell angepasst sind. So werden derzeit etwa alle sechs Wochen mehrtägige Fortbildungen angeboten, die sich auf einzelne Teile des Modells beziehen. In den Fortbildungen werden konkrete Lernsituationen entwickelt und bearbeitet, um den Lehrkräften einen besseren Zugang zum Modell zu ermöglichen und den Einsatz im Unterricht nachhaltig zu verbessern. Hier zeigt sich die Stärke des Modells in der Flexibilität der produzierten Bau-

teile. Da es sich um ein Modell handelt, kann das produzierte Produkt leicht auf verschiedene Zielgruppen angepasst werden. Es spielt keine Rolle, ob die Smart Factory im Bereich Holztechnik zur automatisierten Produktion von Tischen eingesetzt wird oder, wie an den BBS Rinteln, im Fluggerätbereich, wo es um die Produktion und Logistik von Flugzeugkomponenten geht.

KOOPERATIONEN

An den BBS Rinteln findet eine Kooperation zwischen den Industriekaufleuten und den Industriemechanikerinnen und Industriemechanikern statt. Hierbei werden die Lernenden gemischt und gemeinsam unterrichtet, damit ein fachbereichsübergreifender Austausch stattfinden kann. Teilnehmende sollen einen tieferen Einblick in die Abläufe des jeweils anderen Fachbereiches erhalten und darüber hinaus für deren Problemstellungen sensibilisiert werden. Dazu bietet sich die Arbeit mit einer Lernfabrik wie dem Smart Factory-Modell an, da diese Modelle alle Abläufe eines Betriebs darstellen können und vertiefende Einblicke für die Schülerinnen und Schüler ermöglichen. Da in den Modellen eine SPS von Siemens ihre Arbeit verrichtet (S7-1200), muss zusätzlich eine Anbindung an ein übergeordnetes ERP-System (Enterprise Resource Planning) erfolgen. Die BBS Rinteln setzte hierbei zunächst auf SAP4School. Die zurückliegenden Unterrichtseinsätze haben jedoch gezeigt, dass die ERP-Software wenig flexibel und nur sehr eingeschränkt an den Unterrichtsbetrieb angepasst werden kann. Da eine Verzahnung der verschiedenen Softwarelösungen angestrebt wird, soll zukünftig eine alternative ERP-Software getestet werden. Hier steht Odoo bei den Schulen im Fokus und soll nun als ERP-Lösung für die Smart Factory erprobt werden. Der Vorteil an dem System wäre, dass es sich um eine quelloffene und kostenlose ERP-Software handelt, welche mit einem Raspberry Pi keine großen Anforderungen an den Server der Datenbank stellt. So können gerade beim Start der Arbeit mit dem System alle Lernenden mit einer eigenen Datenbank arbeiten und beeinflussen damit nicht die anderen Teilnehmenden. In späteren anspruchsvolleren Lernsituationen kann dann beim Zusammenstellen der Stationen zu einer Smart Factory ebenfalls ein Raspberry Pi das ERP übernehmen und einen Webshop zur Verfügung stellen. Somit ist von der Bestellung über die Produktion bis hin zur Auslieferung alles ganzheitlich darstellbar.

FAZIT

An den BBS Rinteln wurde jede Station mit einem Laptop, auf dem TIA-Portal als Programmiersoftware läuft, und einem Rollwagen ausgerüstet. So kann jede Station einzeln betrieben werden, wenn z. B. ein Rolltor programmiert wird. Aber auch ein Zusammenschieben der Stationen zu einer Smart Factory ist in wenigen Minuten möglich. Die Arbeit mit Industrie 4.0 und der Lernfabrik hat die Zusammen-

arbeit der Kolleginnen und Kollegen der BBS-Rinteln positiv gesteigert. In einem eigenen Team wird die Zusammenarbeit koordiniert und werden zukünftige Entwicklungen und Projekte gemeinsam angegangen.

Anmerkung

1) <https://moodle.nibis.de/bgtmech1/>

Lasst uns die Zukunft gemeinsam gestalten! Oder die „R/Evolution der Bildung“

BBS II Wolfsburg, Niedersachsen



STEFAN MANEMANN

Berufsschule muss sich verändern, um auf aktuelle Entwicklungen in der (Arbeits-)Welt dynamisch reagieren zu können. Dabei muss Bildung nachhaltig sein, damit Schule eine Sinnhaftigkeit im Lernen transportiert und Perspektiven für die Zukunft liefert. In diesem Artikel wird ein Ansatz vorgestellt, wie dies kooperativ gemeinsam mit Schülerinnen, Schülern, Lehrkräften und Partnern aus der Industrie seit vielen Jahren an der BBS II Wolfsburg gestaltet wird. Jeder kann daran partizipieren, da die dabei entstehenden Konzepte auf der offenen Lernplattform www.xplore-dna.net frei zur Verfügung gestellt werden.

EINLEITUNG

Die Arbeitswelt verändert sich sehr dynamisch und mit ihr auch die Erwartungen und die Notwendigkeit, dass Berufsschule und Ausbildung diesen Wandel mit begleiten und gestalten. Im Folgenden wird beschrieben, wie dies gelingen kann und gleichzeitig für alle Beteiligten einen großen Lernerfolg mit sich bringt.

AUFGABENSTELLUNG

In der Berufsschule ist es notwendig, flexible Schulungskonzepte angelehnt an industriellen Fertigungsprozessen und gemäß den Rahmenrichtlinien

durchzuführen. Doch wie kann eine Berufsschule mit begrenzten personellen und finanziellen Ressourcen dies gewährleisten?

Die BBS II Wolfsburg hat dazu viele im Unterricht eingesetzte Lernträger, Schulungsmodelle und Lerninhalte über die letzten Jahre eigenständig entwickelt. Diese Lerninhalte werden auf einer offenen Lernplattform im Internet frei zur Verfügung gestellt.

Die Lernplattform und das Smart Factory-Labor der BBS II Wolfsburg würden jedoch ohne Schülerinnen und Schüler erst gar nicht existieren.

Die überwiegenden Inhalte der Lernplattform werden in Projektarbeiten kollaborativ mit Schülerinnen und Schülern, Studierenden und Lehrkräften der Berufsschule entwickelt. Das Smart-Factory-Labor der BBS II Wolfsburg und das T1-Projekt wurden so durch Auszubildende realisiert (<https://tinyurl.com/T1projekt>).

Die Konzentration auf die Projektmethode ist nahelegend, da Fähigkeiten des Problemlösens, die von Fachkräften verstärkt benötigt werden, gefördert werden. Dabei sollen die Schülerinnen und Schüler auch lernen, ein konkretes Problem in seinem Gesamtzusammenhang zu betrachten. Ein weiteres entscheidendes Merkmal des Projektes ist die Theorie-Praxis-Verknüpfung, denn um das Projekt erfolgreich abzuschließen, müssen Lösungen entwickelt, umgesetzt und bewertet werden. Insgesamt betrachtet, ist ein „fachübergreifender, ganzheitlicher und handlungsorientierter Charakter“ (Pahl 2019, S. 363) kennzeichnend für ein Projekt.

Um das T1-Projekt zu ermöglichen, werden Auszubildende aus unterschiedlichen industriellen Ausbildungsberufen einbezogen. Dazu wird auch die Moodle-Lernplattform genutzt, die mit der Unterstützung von Auszubildenden der Fachinformatik gehostet und auf dem aktuellen Stand gehalten wird. Die Auszubildenden der Fachinformatik aus der Anwendungsentwicklung und Systemintegration realisieren weiterhin die interaktiven Inhalte in den Lernkursen. Die Konstruktion der mechanischen Komponenten erfolgt mit Auszubildenden der Mechatronik. Auszubildende zum Elektroniker oder zur Elektronikerin mit der Fachrichtung Automatisierungs- und Systemtechnik übernehmen die Programmierung der Anla-

gen mit den speicherprogrammierbaren Steuerungen. Die Cloud-Anbindung der Industrie-4.0-Anlage ist ein Zusammenspiel zwischen Fachinformatikerinnen und Fachinformatikern sowie Auszubildenden der Automatisierungstechnik.

Komplexere Entwicklungen werden mit dual Studierenden umgesetzt, die neben der Ausbildung Erfahrungen aus ihrem Studium mitbringen.

Die aktuellen Herausforderungen gehen jedoch über die Fachtheorie hinaus und es müssen Konzepte entwickelt werden, die projektbasiert und in Teams umgesetzt werden können (vgl. Abb. 1). Die Projekte sollten die Zusammenarbeit von Schülerinnen und Schülern unterschiedlicher Ausbildungsberufe und Schulformen ermöglichen.

Das T1-Projekt war beispielsweise ursprünglich eine Stiftebox in der Form eines Volkswagen T1-Bullies, die in über 25 Projekten mit Auszubildenden um unterschiedlichste Funktionen immer wieder erweitert wurde. Hierzu zählen das autonome Fahren, App-Steuerung, Internet of Things, Sensorik, Energieerfassung ...

Die Umsetzung erfolgte jeweils im Sinne einer kollaborativen Projektentwicklung. Das heißt, dass mehrere Gruppen gleichzeitig an einer Projektidee arbeiteten. Jede Gruppe, jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer übernahmen damit Verantwortung für das Gelingen der Projektumsetzung. Kann diese kollaborative Projektentwicklung ein Ansatz sein, Bildung und Ausbildung zukunftsweisend zu gestalten?

Welche Herausforderungen und Chancen hat diese Vorgehensweise und wie sieht der konkrete Ansatz dazu aus?



Abb. 1: Herausforderungen an den Unterricht in unterschiedlichen Ausbildungsberufen und Schulformen

DER PROJEKTSTART – JEDES ERFOLGREICHE PROJEKT BEGINNT MIT EINEM KICK-OFF-MEETING

Die Projektphase startet mit einem Kick-off Meeting. Ziel dieses Meetings ist es, die Projektidee mit den zu erreichenden Zielen, die von der Lehrkraft im Vorfeld definiert wurden, zu verstehen sowie ein erstes Kennenlernen des Projektteams und die Entwicklung einer gemeinsamen Motivation.

In dem Kick-Off-Meeting erläutert die Lehrkraft die persönliche Motivation, die sich sehr gut in der Bildungsagenda 2030 der UNESCO widerspiegelt (vgl. Abb. 2). Diese wird zur Motivationsbildung vorgestellt.



Abb. 2: Meine persönliche Motivation als Lehrkraft in der Schule

Die Bildungsagenda der UNESCO enthält 17 Ziele (SDGs, engl. Sustainable Development Goals), wie wir unsere Zukunft und Bildung nachhaltig gestalten können (vgl. <https://www.unesco.de/bildung/agenda-bildung-2030/bildung-und-die-sdgs>). Diese Ziele sind fest in der Grundidee der Projekte integriert.

Für die Projektarbeiten wurden vier Säulen des Lernens plus „Lernen, nachhaltig zu leben“ herausgenommen, die die Projektteams durch die eigenständige und kollaborative Zusammenarbeit neben den konkreten Projektzielen umsetzen:

- Lernen, Wissen zu erwerben,
- Lernen, zu handeln,
- Lernen, zusammenzuleben,
- Lernen, zu sein,
- Lernen, nachhaltig zu leben.

Sicherlich sind dies auch implizite Ziele, die nicht nach einer Checkliste abgehakt werden können, aber sie er-

schließen sich doch im Rahmen der gemeinsamen Projektarbeit.

So gibt der Punkt „Lernen, zu sein“ nur den Hinweis an die Schülerinnen und Schüler, dass jeder für sich eine Berufung finden muss, welches Tätigkeitsfeld ihm oder ihr liegt, so dass sie als Person gerne daran teilnehmen.

In einer Kartenabfrage wird anschließend die persönliche Motivation jedes einzelnen abgefragt und untereinander ausgetauscht. Es werden dazu Statements zu drei Fragestellungen eingeholt: „Was ist meine Motivation?“, „Was sind meine Erwartungen?“ und „Wo liegen meine Interessen“ (vgl. Abb. 3).

Dieser Start ist ein sicherlich ungewöhnlicher Ansatz, aber er legt den Grundstein für eine gegenseitige Akzeptanz und bildet damit die Basis erfolgreichen Zusammenarbeitens.

DER PROJEKTSTECKBRIEF ZUR KONKRETISIERUNG DER EINZELPROJEKTE

Zur Realisierung der Industrie 4.0-Anlage (<https://tinyurl.com/I40Anlage>) und zur Umsetzung des T1-Projekts wurden den Projektklassen unterschiedliche Projektthemen über Projektsteckbriefe vorgestellt, aus denen sich die Auszubildenden, alle vom dualen Partner Volkswagen, ein Thema aussuchen konnten (vgl. Abb. 4).

Der Projektsteckbrief liefert einen ersten Projektüberblick mit einigen Rahmenbedingungen. Die Ausgestaltung des Projekts übernehmen die Schülerinnen und Schüler in Rücksprache mit der betreuenden Lehrkraft.

Bei dem in der Abbildung 4 dargestellten Projekt sollte die Steuerung der Industrie 4.0-Anlage über ein Smartphone umgesetzt werden. Das Projektteam

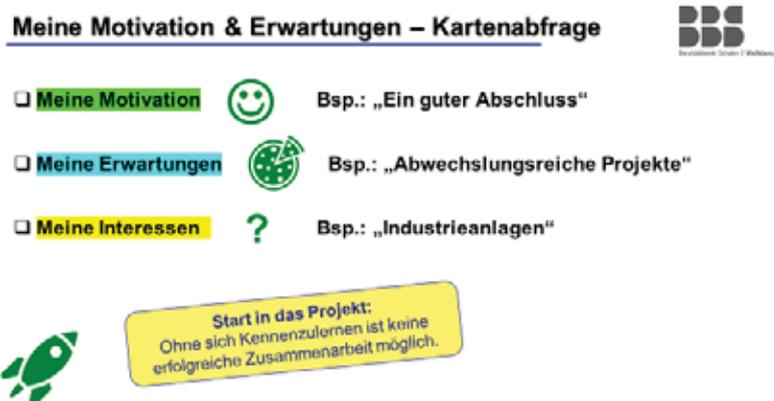


Abb. 3: Kartenabfrage zum Start in Projektphasen und am ersten gemeinsamen Unterrichtstag

14.0 – Smartphone – Beispielprojekt

Beispiel für einen Projektsteckbrief



Projektarbeit:

Steuerung der Industrie-4.0-Anlage mit Smartphone-App über ESP32/Arduino

Projektteam:

□ N.N.

Projekthinhalte:

- Integration des ESP32/Raspberry Pi in die Industrie-4.0-Anlage
- Entwicklung eines einfache Konzepts zur Anlagenüberwachung und Anlagensteuerung

Materialplanung:

- Smartphone
- Access Point

Projekt in Moodle:

□ 14.0 – Smart Device

Peer Group

□ Steuerung der Funktionen über PROFINET (14.0 – PROFINET)

- Profession ★★☆☆
 Peer ★★☆☆
 Play ★★☆☆
 Planet ★★☆☆



Abb. 4: Projektsteckbrief zur Auswahl eines Projekts

steht bei der Vorstellung noch nicht fest und kann aus einer oder mehreren Personen bestehen, je nach Komplexität des zu realisierenden Projekts. Bei den Projekthinhalten wird beschrieben, was die Grundidee dieses Projekts ist. Bei diesem Projekt soll eine eigene Smartphone-App entwickelt werden, mit der die Industrie 4.0-Anlage gestartet und gestoppt werden kann. Die dazu erforderliche Hardware wird in der Materialplanung entweder vorgegeben oder gemeinsam abgestimmt. Der Punkt „Projekt in Moodle“ gibt an, unter welchem Titel das Projekt anschließend in der Lernplattform veröffentlicht wird. Wenn das Projekt Schnittstellen zu weiteren Projekten hat, die bei der Projektumsetzung zu berücksichtigen sind, wird in der „Peer Group“ angegeben, mit welchem Projekt eine Abstimmung und Zusammenarbeit erforderlich ist.

Die Lehrkräfte stehen während der Projektphasen den Schülerinnen und Schülern zur Seite und organisieren Material, Ansprechpartner bei den Technologielieferanten, lassen Teamsitzungen stattfinden, helfen bei der Programmierung etc.

Ziel eines jeden Projekts ist nicht nur, einen physikalischen Lernträger zu entwickeln, sondern auch einen dazugehörigen Kurs in der Moodle-Lernplattform. Die Kurse besitzen verschiedene Motivationsfaktoren, die individuell verschieden ausgeprägt sein können. So sollte der Bezug zum Berufsleben (Profession) hergestellt oder auch Aspekte zur Nachhaltigkeit (Planet Earth) betrachtet werden. Auf weitere Motivationselemente wird später eingegangen (vgl. Abb. 5).

DIE PROJEKTDURCHFÜHRUNG: ENTWICKLUNG VON LERNTRÄGER UND LERNKURS

Die Projektumsetzung erfolgt zum Beispiel über vierwöchige Projektphasen oder im Rahmen von praktischen Abschlussprüfungen der Industrie und Handelskammer in der Elektronik für Automatisierungstechnik oder in der Mechatronik. Dazu werden die Auszubildenden von Volkswagen an die BBS II Wolfsburg versetzt, wo sie dann in den Laboren der BBS II die Projekte umsetzen.

Unsere Motivationsfaktoren im Projekt



Das Lernen & Lehren muss Spaß und Sinn machen, sonst lernen wir nicht(s)!

Integration der Motivationsfaktoren in die Projekte auf der Lernplattform

Projects, passion, peers and play - MIT Media Lab
<https://vimeo.com/315814044>



Abb. 5: Motivationsfaktoren in einem Projekt

MOTIVATIONSELEMENTE IN DER KURSSTRUKTUR

Die Basisstruktur der Moodle-Kurse ist vorgegeben und beginnt mit den folgenden Inhalten: Projekteinführung, Auftragsbeschreibung, Inhalte, Kompetenzen, Projektablauf und den Motivationsfaktoren +.

Da die Schülerinnen und Schüler sich zuvor noch nicht mit dem Entwurf von Online-Lernkursen auseinandergesetzt haben, werden die Elemente der Grundstruktur der Kurse beispielhaft und erläuternd vorgestellt (vgl. Abb. 6).

Moodle-Kurse – Aufbau

Kurse haben immer den gleichen Aufbau aber natürlich unterschiedliche Inhalte.

Der Aufbau der Kurse ist wie folgt:

- Einführung (Profession):** Wozu dient dieser T1-Kurs?
Z.B. Was ist eigentlich additive Fertigung?, Wozu brauchen wir additive Fertigung?
Wichtig: Die erste Motivation für den Kurs erzeugen ;-)
Deshalb bitte auch eine ansprechende Grafik und/oder ein Video mit Praxisbezug einfügen.
- Auftrag (Project):** Was ist der konkrete Auftrag. Beispiel: 3D-Druck der Transportbox
- Inhalte:** Welche konkreten Inhalte werden vermittelt. Zum Beispiel:
Welche Druckmaterialien gibt es. Wie parametriere ich den Druck
- Kompetenzen:** Welche Kompetenzen habe ich nach dem erfolgreichen Durchlaufen des Kurses.
Zum Beispiel: Ich bin in der Lage eine Komponente additiv zu fertigen.
Ich kann das passende Material für die additive Fertigung auswählen
- Projektablauf:** Wie ist der Ablauf des Kurses. (Durchnummeriert)
- Motivationsfaktoren +:** Peer/Team, Play, Planet, Passion (siehe vorherige Folie).
Bitte z.B. an den T1-Kursen orientieren, z.B.: <https://www.xplore-dna.net/course/view.php?id=157>

S. 144). So wird es bei den beschriebenen Projekten in der BBS II Wolfsburg umgesetzt.

DAS PROJEKTERGEBNIS: LERNTRÄGER, MOODLE-KURS UND DIE SCHULUNG DES KOLLEGIUMS

Nach Abschluss der Projekte werden die durch die Schülerinnen und Schüler erstellten Lernkurse gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen der BBS 2 Wolfsburg durchlaufen, wobei die Auszubildenden die Trainerinnen und Trainer der Projektkurse sind.



10

Abb. 6: Aufbau der Moodle-Kurse

Die „Motivationsfaktoren +“ greifen weitere Impulse für das Projekt auf:

- Peer/Team: Wie kann ich in dem Projekt meine Personalkompetenzen erweitern?
- Play: Welche Freiheiten habe ich in dem Projekt?
- Passion: Wofür kann ich mich in dem Projekt begeistern?

Anschließend folgt im Kurs ein geführter Projektauftrag, der häufig offen für individuelle Umsetzungen ist.

Diesen Grundgedanken des kreativen und motivierenden Lehrens und Lernens greift das Buch „Life-long Kindergarten“ sehr gut auf. In dem Buch von Mitchel Resnick werden die Elemente „Projects, Passion, Peers und Play“ an praktischen Beispielen „erlesbar“ vermittelt. Die Lehrkraft muss Mentorin oder Mentor sein, „ein zur Seite stehender Begleiter und kein Wissender auf der Bühne“ (RESNICK 2020,

Dies ist sicherlich ein wenig (r)evolutionär, zu akzeptieren, dass man auch als Lehrkraft selbst jede Menge von den Schülerinnen und Schülern lernen kann.

Die Schulung von Lehrkräften, auch aus anderen Schulen, wurde bereits für unterschiedliche Themenfelder erfolgreich umgesetzt. Hierzu gehören: Einstieg in die Moodle-Lernplattform, PROFINET, Analogwertverarbeitung, Visualisierung oder Smart Devices im Kontext der Industrie-4.0-Anlage.

Die Moodle-Kurse für das T1-Projekt werden an der BBS II Wolfsburg in folgenden Schulformen eingesetzt: Fachschule Technik, Berufsschule (Fachinformatik) und Fachoberschule (Fachinformatik). An einem Gymnasium in Gifhorn wird das T1-Projekt in der Jahrgangsstufe 12 als Projektarbeit umgesetzt.

Die Aufrufe der Kurse in der offenen Moodle-Lernplattform www.xplore-dna.net zeigen, dass die so erstellten Inhalte deutschlandweit zum Erlernen unterschiedlicher Themen häufig genutzt werden (vgl. Abb. 7).

Unter www.xplore-dna.net, kann ein Eindruck gewonnen werden: Zum agilen Projektmanagement,



Abb. 7: Aufrufstatistiken der Kurse in der Moodle-Lernplattform und von den YouTube-Videos der BBS 2 Wolfsburg

zur Gestaltung von Kursen auf der Moodle-Lernplattform, zu den Grundlagen der SPS-Programmierung mit interaktiven Animationen, zur Robotik, zum T1-Projekt mit selbst erstellten Videos der Auszubildenden etc.

Zwei Kurzfilme zu den Projekten des Bundesinstituts für Berufliche Bildung sind hier zu finden: Die Smart Factory der BBS II Wolfsburg: <https://tinyurl.com/BB2Wobforaus> und das T1-Projekt: <https://tinyurl.com/T1Wobforaus>.

ANGEBOT, OPTIONEN UND FAZIT

Gerne können die Kurse auch in anderen Bildungseinrichtungen genutzt werden. Dieser Ansatz wird mit dem Konzept der Open Educational Ressource der BBS II Wolfsburg verfolgt. So sind beispielsweise in Hamburg drei Schulen mit der Wolfsburger Smart Factory erfolgreich gestartet.

Große Chancen liegen in der Möglichkeit zur Anpassung der Kurse und Projekte an eigene Ideen. Das Potential, die Projekte an eigene Anforderungen und das individuelle Umfeld anzupassen, ist sehr groß.

Auf jeden Fall muss eine Offenheit zum Experimentieren vorhanden sein. Es wird notwendige Diskussionen im Kollegium geben und Zeit ist zu investieren, um die Projekte selbst zu testen und anzupassen. Es wurden bereits viele kreative Ideen umgesetzt, von denen andere Bildungseinrichtungen profitieren können.

Natürlich sind nicht alle Kurse perfekt und bedürfen immer wieder der Ergänzung und Optimierung. Dies

ist mit einer Online-Lernplattform im Sinne einer kollaborativen Zusammenarbeit gut zu realisieren und stellt eine Herausforderung dar, der wir uns stellen müssen.

Fazit

Wir haben alle Optionen zur Verfügung: Lernplattformen, um digital zu lernen, Lernträger, um handlungsorientiert Zukunftstechnologien vermitteln zu können, unsere eigenen Fähigkeiten und die unserer Mitmenschen – und wir haben die Verantwortung und Notwendigkeit, auf aktuelle Entwicklungen in unserer Umwelt zu reagieren.

Daraus ergibt sich die Chance: Lasst uns die Zukunft gemeinsam gestalten!

Literatur

PAHL, J.-P. (2019): Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren. Kompendium für Lehrkräfte in Schule und Betrieb. 6. Auflage. Bielefeld: wbv.

RESNICK, M. (2020): Lifelong Kindergarten. Warum eine kreative Lernkultur im digitalen Zeitalter so wichtig ist. Berlin: Bananenblau

AgilDrive – Ein Ansatz zur Förderung von Kompetenzen für die Arbeitswelt 4.0

Hubert-Sternberg-Schule Wiesloch, Baden-Württemberg



FRIEDEMANN GRÖTZINGER



KLAUS HEEGER

Die Hubert-Sternberg-Schule Wiesloch (HSS) hat bei der regelmäßigen Evaluierung mit Ausbildungsbetrieben die Rückmeldung erhalten: „Ihr bildet hervorragend fachlich aus, aber die Zusammenarbeit der einzelnen Berufe bei Problemen ist in der Praxis nicht optimal und es geht dabei viel wertvolle Zeit verloren.“ Daraufhin hat sich das Kollegium Gedanken gemacht, wie die Kommunikation unter den einzelnen Berufen (Fachinformatiker und Fachinformatikerin, Industriemechaniker und Industriemechanikerin sowie Elektroniker und Elektronikerin für Geräte und Systeme) zu fördern bzw. entwickelt werden könnte. Außerdem soll den Schülerinnen und Schülern eine agile Arbeitsweise vermittelt werden. Im Beitrag wird AgilDrive, ein Ansatz zur Förderung von Kompetenzen für die Arbeitswelt 4.0, vorgestellt.

Einleitung

Industrie 4.0 erwartet von den Fachkräften neue Kompetenzen, wie interdisziplinäres und agiles Arbeiten. Die Hubert-Sternberg-Schule Wiesloch versucht mit einem neuen Unterrichtskonzept diesen Anforderungen der Industrie durch nachhaltiges, problembasiertes Lernen gerecht zu werden.

Projekthintergrund

Was brauchen unsere Schülerinnen und Schüler für die Arbeitswelt 4.0? Wie können wir die besonderen Kompetenzen stärker trainieren? Das war unser Thema; stärker noch seitdem wir die Lernfabrik Industrie 4.0 im Hause haben.

Die Arbeitswelt von Industrie 4.0 braucht anders ausgebildete Fachkräfte. Wo die Dinge sich vernetzen, muss der Mensch systemisch denken und stark sein im Team. Wo eine Vielfalt an Komponenten kombiniert wird, muss jede Fachkraft handlungsfähig

sein und sich über Fachgrenzen hinweg verständlich machen.

Digitalisierung einer Beruflichen Schule heißt: An vernetzter Hochtechnologie lernen, um in der Arbeitswelt 4.0 kompetent zu handeln.

Wichtige Impulse dazu kamen in den letzten Jahren von außen: Nicht nur die Industrie- und Handelskammer und der Arbeitgeberverband Gesamtmetall, auch unsere regionalen Partner (wie SEW-EURODRIVE, Heidelberger Druckmaschinen, Pepperl+Fuchs, SAP) machten in unseren regelmäßigen Austauschtreffen deutlich, welche Kompetenzen eine stark wachsende Bedeutung haben.

Von jungen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern wird heute erwartet, dass sie nicht nur vernetzte Systeme verstehen, sondern auch die Kommunikation der Komponenten untereinander und deren Schnittstellen zum Menschen und anderen Systemen. Zukünftige Arbeitskräfte müssen über Kompetenzen verfügen, die es Ihnen ermöglichen, mit der technischen

Komplexität sowie der technologischen Diversität umgehen zu können. Arbeitskräfte bekommen mehr Freiheiten und Entscheidungsmöglichkeiten, müssen sich aber rasch anpassen und mit der Dynamik des Wandels mithalten. Unterschiedliche Kommunikationswege und Kollaborationswerkzeuge über zahlreiche Medien gehören zum normalen Arbeitsalltag. Es muss aber auch eine Fehlerkultur entwickelt werden – wie reagiert man auf Fehler und wie geht man mit Fehlern unter den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern um?

Die angeführten Kompetenzanforderungen stellen für die beruflichen Schulen eine große Herausforderung dar. Die aktuellen Rahmenlehrpläne sind zwar kompetenzorientiert ausgerichtet, dennoch werden Konkretisierungen und praktikable Unterrichtsmodelle gebraucht.

Wir suchten für die Unterrichtsgestaltung nach konkreten Problemen, nah an der Wirklichkeit, die diese Kompetenzen herausfordern. Wir suchten nach einer technischen Problemstellung auf Industrie-Niveau, die Auszubildende verschiedener Berufe für Technik begeistert und zu neuen Formen der Zusammenarbeit führt. Wir fanden den Drehstromasynchronmotor mit einem Servoantrieb als Last, der verschiedene Einsatzbereiche simulieren kann, wie bspw. das

motor gekoppelt. Der Asynchronmotor deckt viele Inhalte im Bildungsplan der Elektronikerinnen und Elektroniker ab und das Getriebe bildet viele Bildungsinhalte der Industriemechanikerinnen und Industriemechaniker ab. Der Synchronmotor mit Frequenzumrichter ermöglicht es, vielfältige Belastungen zu simulieren. Durch die geforderte I4.0-Anbindung, Monitoring und Predictive Maintenance per Internet, lassen sich auch sehr viele Inhalte der Bildungspläne der Fachinformatikerinnen und Fachinformatiker aller Fachrichtungen in Problemstellungen integrieren. Die Firma, in der die Auszubildenden agieren, hat auf Grund der agilen Arbeitsweise den Namen AgilDrive.

Seit einigen Monaten steht ein Drehstrommotor mit einem daran angeflanschten Getriebe mitten in einem Klassenzimmer. Die Lehrkräfte haben Lerninhalte identifiziert, die am Drehstrommotor und in der Lernfabrik 4.0 erarbeitet werden können und fächerübergreifende Szenarien erstellt. Fertig ist die Lernfabrik? Ja, wenn ...

- die Schüler und Schülerinnen spielerisch zu Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern werden sowie die Lehrkräfte die Rolle der Bereichsleitung übernehmen und

– es einen problembasierenden Auftrag der Geschäftsführung gibt.

Ein Beispiel: „Die Kundin oder der Kunde wünscht digitale Hilfe bei der Inbetriebnahme, aber auch eine Zustandsüberwachung und vorausschauende Wartung.“

Die Schülerinnen und Schüler sind in der aktiven, gestaltenden und verantwortungsvollen Rolle von Fachkräften im fiktiven Unternehmen AgilDrive. Sie müssen Lösungen entwickeln, ihre eigenen Schwächen und Stärken reflektieren und

Verantwortung im Team übernehmen. Die Schülerinnen und Schüler erkennen auch die Notwendigkeit der Zusammenarbeit mit anderen Gruppen von Schülerinnen und Schülern anderer Berufe. In Bezug auf das angeführte Beispiel sind Industriemechanikerinnen und Industriemechaniker, Elektronikerinnen und Elektroniker sowie Fachinformatikerinnen und Fachinformatiker gefragt. Die einen verstehen den Montageplan, die anderen können ihn webbasiert



Abb. 1: Zwei Auszubildende zum Industriemechaniker / zur Industriemechanikerin besprechen die Problemstellung bzw. ihre Lösung mit zwei Auszubildenden zum Elektroniker / zur Elektronikerin für Geräte und Systeme

Abwickeln einer Papierrolle oder den Antrieb eines Fahrstuhls. Diese Kombination wurde fahrbar montiert und passt in jedes Klassenzimmer (vgl. Abb. 1).

DARUM GEHT ES: AGILES ARBEITEN AN EINEM ANTRIEBSMOTOR

Ein Asynchronmotor mit Frequenzumrichter und angebautem Getriebe wird mit einem Synchron-

visualisieren. Die einen beherrschen die Sensortechnik, die anderen verbauen sie und die dritten erfassen die Meldungen in Datenbanken. Hier braucht es Problemlösungsfähigkeiten und Selbständigkeit. Hier müssen alle agil, also in schnellen, sich wiederholenden und im kritischen Austausch verbesserten Schritten zum besten Ergebnis kommen. Dazu werden Videokonferenzen und Kollaborationstools, das Arbeiten an gemeinsamen Dokumenten mittels MS-Teams und Programmierungen auf Softwareentwicklungsplattformen genutzt.

Es gibt einen Plan der Szenarien, der beteiligten Klassen und der groben Zeitvorgaben. In den Projektphasen müssen Stundenpläne flexibel umgesetzt werden. Es gibt ein Koordinationsteam für das Gesamtprojekt und verantwortliche Lehrkräfte für jedes Szenario.

Es gibt Phasen im Fachunterricht, in denen die fachlichen Inhalte erarbeitet werden. Es gibt aber auch Phasen der Kollaboration mit Auszubildenden eines anderen Berufs. Hier werden Problemstellungen ausgetauscht und Lösungsschritte kritisch bewertet. Dies geschieht in kurzen Etappen, Rückmeldungen und Weiterentwicklungen, also agiles Arbeiten der verschiedenen Ausbildungsberufe miteinander. Das fachliche Verstehen und die Kommunikation verbessern sich. Die Aneignung von Fachwissen ist von einem Auftrag her motiviert. Jedes Methodentraining erfährt in Kürze seinen Test unter Wettkampfbedingungen.

Im Rahmen dieses Ansatzes ist es auch denkbar, Schülerinnen und Schüler individuell zu fördern. So können Aufgaben im Projekt unterschiedlich zugeschnitten werden, sodass sich Aufgaben mit unterschiedlichen Schwierigkeitsniveaus ergeben. Zusätzlich können weniger leistungsstarke Lernende durch das Angebot von ergänzendem Material oder durch die von der Lehrkraft initiierte Zusammenarbeit mit leistungsstärkeren Schülerinnen und Schülern unterstützt werden. Grundsätzlich ist abzuwägen und fortlaufend zu prüfen, was durch die Umsetzung der Projektmethode erreicht werden kann. Wenn auch die Vorteile dieser Methode auf der Hand liegen und bereits gute Erfahrungen gemacht wurden, kann durch das Projekt nicht alles erreicht werden. So ist es bspw. aufgrund der hohen Anforderungen, die an die Lernenden gestellt werden, eine Herausforderung zu verhindern, dass weniger leistungsstarke Schülerinnen und Schüler den Anschluss verlieren und sich alle Lernenden mit ihren Stärken und Interessen einbringen können.

Individuelle Förderung ist möglich

Unterricht bzw. das Lösen der Problemstellung orientiert sich an Prinzipien des agilen Lernens, die da lauten: Flexibilität in der Organisation, Selbstorganisation, interdisziplinäre Teams, Erfahrungswissen laufend austauschen und weiterentwickeln. Ebenso gehört die direkte und offene Kommunikation auf Augenhöhe dazu. Zudem übernimmt jede Mitarbeiterin und jeder Mitarbeiter Verantwortung für sein Handeln.

In der praktischen Umsetzung stellt sich dies z. B. in dem methodischen Vorgehen dar, wie Visualisierung (alle wichtigen Infos werden bildlich vermittelt), Timeboxing (enge Zeitvorgaben fördern die Fokussierung auf die Ziele), Sprints und Wiederholung und User Stories (Anforderungen werden als Kundengeschichten erzählt).

Im vergangenen Schuljahr 2020/21 wurden vier Lernszenarien rund um den Getriebemotor durchgeführt. Im laufenden Schuljahr 2021/22 sind zwei weitere hinzugekommen. Bei jedem Lernszenario sind zwei bis drei Klassen aus unterschiedlichen Fachrichtungen beteiligt. Kern jedes Szenarios ist die Bildung arbeitsfähiger Einheiten (Teams) in den jeweiligen Berufsschulklassen (z. B. Fachinformatikerinnen und Fachinformatiker und Elektronikerinnen und Elektroniker) und die Kommunikationsphasen auch zwischen den einzelnen Klassen.

AUSBLICK: ERWEITERUNG DES KONZEPTS AGIL DRIVE AUF UNSERE LERNFABRIK INDUSTRIE 4.0

Die Lernfabrik ist das Modell einer industriellen, voll-digitalisierten Produktion nach Industrie 4.0-Vorgaben. Die sechs Schulen des Rhein-Neckar-Kreises wurden mit entsprechenden Anlagen ausgestattet und agieren als modellhafter gemeinsamer Konzern mit unterschiedlichen Produktionsstandorten mit den spezifischen Ausrichtungen nach Bildungsgängen und Schwerpunkten der jeweiligen Schule. Die Produktionsanlagen entsprechen aktuellen Industriestandards und sind untereinander vernetzt. Unterstützt bzw. gesteuert wird der Prozess durch ein ERP (Enterprise Resource Planning) (SAP).

Zukünftig soll ein funktionsfähiger Fahrradcomputer produziert werden. Damit wird die bisher abgebildete Wertschöpfungskette um die Planung, das Design und die Programmierung des Computers erweitert. Daraus ergeben sich unmittelbar Vorteile:

- Mehr Raum für eigene Ideen: Der eingesetzte Mikrocontroller bietet im Standard bereits diverse moderne Schnittstellen, die zur individuellen Erweiterung eingesetzt werden können. Von Schülerinnen und Schülern wurde bereits die Integration

eines GPS-Trackers oder eines Kraftsensors per Bluetooth vorgeschlagen.

- Höhere Anzahl an Szenarien, die eine höhere Flexibilität bezüglich der Zusammenarbeit der Klassen ermöglichen. Allein durch die größere Auswahl an Szenarien ist es einfacher, passende Kombinationen von Klassen, Berufen und Unterrichtsthemen zu finden.
- Kürzere Unterrichtseinheiten zur Erleichterung der Planung und Terminabsprachen: Die Arbeit am Fahrradcomputer lässt kürzere Lerneinheiten zu, was insbesondere den Auszubildenden im dreiwöchigen Blockunterricht zugutekommt.
- Kleinere Gruppengrößen: Bei Arbeiten an den Produktionsanlagen ist die Anzahl der gleichzeitig an der Anlage arbeitenden Schülerinnen und Schülern begrenzt, was ein entsprechendes Zeitmanagement erfordert.

Durch die geringen Kosten eines Fahrradcomputers können den Lernenden eine entsprechend hohe Anzahl an Arbeitsexemplaren zur Verfügung gestellt werden. Im Extremfall könnte jede Schülerin und jeder Schüler an „ihrem“ oder „seinem“ Computer arbeiten und das Produkt am eigenen Fahrrad nutzen.

In Wiesloch werden AgilDrive-Seminarkurse auch in der Jahrgangsstufe 1 des Technischen Gymnasiums durchgeführt. Dort gibt es die Profile Mechatronik, Informationstechnik und Umwelttechnik. Dies ergibt neue interdisziplinäre Möglichkeiten mit intensivem Teamplay in begleiteten Kleingruppen mit viel Selbstständigkeit, Eigenverantwortung und Forschungsdrang.

Und was ist mit denen, die zu uns kommen, weil sie als „noch nicht ausbildungsreif“ eingestuft wurden? Die Schülerinnen und Schüler des Vorqualifizierungsjahrs Arbeit und Beruf (VAB) wollen wir künftig

in AgilDrive einbeziehen. So lassen sich Berührungspunkte zwischen unterschiedlichen Gruppen von Schülerinnen und Schülern schaffen.

Die Umsetzung der AgilDrive-Unterrichtseinheiten wird durch Evaluationen begleitet. Die Evaluation nimmt dabei verschiedene Wege: Es finden Reflexionsgespräche in den Teams statt. Die Schülerinnen und Schüler evaluieren die einzelnen Projektphasen. Auch die Ausbildungsbetriebe sind mit der Reflexion zur Durchführung und der Wirksamkeit durch engen Austausch eingebunden. Eine wissenschaftliche Evaluation wird durch die Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd durchgeführt.

Um die Wirkung qualitativ einschätzen zu können, wurden im ersten Durchlauf Prä-Post-Befragungen durchgeführt. So geben z. B. 70 % der Schülerinnen und Schüler an, dass sie im Austausch die Inhalte gut erklären konnten. Die Mehrheit (66 %) gibt an, dass der Austausch geholfen hat, das Problem besser zu durchdringen.

Das Konzept AgilDrive ist von jeder gewerblich-technischen Berufsschule adaptierbar, die in den Bereichen Fachinformatik, Industriemechanik, Mechatronik, Elektronik ausbildet oder Vollzeitbildungsgänge anbietet. Die Unterrichtsszenarien sind modular und anpassbar. Es wird keine besondere technische Plattform benötigt. Es kann auch in die bestehenden Lernfabriken integriert werden.

Die Hubert-Sternberg-Schule Wiesloch geht gerne in den Austausch mit anderen Schulen, denn nur so können wir nachhaltiges Lernen weiterentwickeln und weiterverbreiten. Weiterführende Informationen finden Sie auf unserer Internetseite www.hss-wiesloch.de sowie auf <https://agildrive.de>. Dort gibt es unterschiedliche Erkundungswege für Schülerinnen und Schüler, für Lehrkräfte und Auszubildende.

Schüleraustausch 4.0: Was können die, was wir nicht können?! Und wie profitieren wir davon?

BBS 1 Goslar – Am Stadtgraben und BBS Goslar-Baßgeige/Seesen, Niedersachsen



ANDREAS WEIBERG



ROMAN SAß

Zwei berufsbildende Schulen aus Goslar arbeiten in den beruflichen Gymnasien seit dem Projekt „BBS fit für 4.0“ des Landes Niedersachsen in einem Unterrichtsprojekt als Lernsituation an einem Thema: Digitalisierung oder Industrie + Wirtschaft 4.0. Dabei erarbeiten verschiedene Schwerpunktklassen beider Schulen in kollaborierenden Gruppen jährlich einen neuen Produktauftrag innerhalb des Unterrichtsprojekts. Dies geschieht im geplanten Regelunterricht über ein Schulhalbjahr, unterstützt mit einem Kick-Off-Meeting sowie den Meilensteintreffen, bei denen alle Ergebnisse gegenseitig und abschließend für das nächste Schuljahr der Anknüpfungsgruppe präsentiert werden. Die Besonderheit liegt in der engen Verknüpfung beider Schulen durch die Planung des gemeinsamen Unterrichtsprojekts. In beiden Schulen wird die Kompetenzentwicklung in den jeweiligen Bildungsgängen zusammen mit den digitalen Medienkompetenzen in den Fokus genommen.

EINLEITUNG

Im Folgenden werden die kurze Historie, die besonderen Anforderungen, auch die Herausforderungen, Entwicklungspotentiale sowie die Erfahrungen des Unterrichtsprojekts dargestellt. Dabei sind in diesem stetigen Prozess nicht die technischen Angaben immanent und im Vordergrund, sondern immer die didaktisch-methodischen Ziele als Ausgangspunkt dargestellt.

HINTERGRÜNDE DES UNTERRICHTSPROJEKTS

Ein wichtiges Ergebnis des Innovationsvorhabens „Digitalisierung in der Arbeitswelt – Industrie 4.0/ Wirtschaft 4.0“ am Standort Goslar spiegelt sich schwerpunktmäßig im interdisziplinärem Marketingprojekt des Beruflichen Gymnasiums in den Fachrichtungen Mediengestaltung (BGM), Technik (BGT) und Wirtschaft (BGW) am Beispiel eines RFID-fähigen (Radio-Frequency Identification) Produktes

wider. Bei diesem fortlaufenden Unterrichtsprojekt, welches aktuell im fünften Schuljahr läuft, arbeiten die Schülerinnen und Schüler kollaborativ in Schwerpunkten des jeweiligen Bildungsganges. Unter Verwendung eines agilen Projektmanagements mit Anbindung an bereits bestehende Curricula wird das Projekt jährlich neu dem vorherrschenden Megatrend (aktuell: RFID in der Freizeit: „Eintrittskarten für Rocken am Brocken“) angepasst. Dabei wird jedes Jahr ein gleichartiges Produkt (hier: Anwendungen für die RFID-Technologie) neu entwickelt. Die Teilergebnisse des jeweiligen Bildungsganges werden wechselseitig präsentiert bzw. verwendet, um weitere Bearbeitungsprozesse im Fortgang des Projekts auszulösen. Hierzu werden u. a. Designvorschläge entwickelt, Marktforschungsdaten erhoben und verarbeitet, Prototypen für den 3D-Druck entwickelt und gefertigt, grundlegende Beschaffungs- und Absatzprozesse in einer ERP-Software (Enterprise-Resource-Planning) (hier: SAP4school) abgebildet,

wissenschaftliche Fragestellungen im Rahmen von Projektarbeiten zum Megatrend erarbeitet sowie der automatisierte Fertigungsprozess in einer Smart Factory geplant, gemanagt aber auch durch- und durchgeführt.

Der Transfergedanke des interdisziplinären Projektes ist es, den in Niedersachsen zumeist separat agierenden berufsbildenden Schulen des gewerblichen und kaufmännischen Zweiges die Möglichkeiten und Vorzüge einer interdisziplinären Zusammenarbeit aufzuzeigen. Hierbei steht nicht nur der Gedanke der Implementierung neuer Technologien im Vordergrund, vielmehr soll den Schülerinnen und Schülern (sowie Lehrkräften) der jeweiligen Schulform die stetig wachsende Bedeutung der zunehmenden digitalen Arbeitswelt mit ihren Anknüpfungspunkten in traditionell zumeist getrennt agierenden Berufen verdeutlicht werden. Zudem steht hierbei nicht zwingend die Ausstattung der beteiligten Schulen im Vordergrund, sondern vielmehr die Bereitschaft und Fähigkeit, sich von fachfremden Bereichen inspirieren zu lassen, vorhandene Ressourcen, Prozesse und Erfahrungen zu nutzen und dabei zusätzlich die geplanten curricularen Ziele erreichen zu können.

ANFORDERUNGEN IM UNTERRICHTSPROJEKT

Die Herausforderungen sind stetig wechselnde Lehrkräfte und Lerngruppen, die jedes Jahr auf ein Neues in den grundlegenden Jahresablauf des Projekts eingebunden werden. Dadurch, dass die beteiligten Lehrkräfte im Beruflichen Gymnasium ihre Lerngruppen bis zum Abitur begleiten, ist jedes Jahr ein weitestgehend neuer Personenkreis involviert. Außerdem schien zu Beginn die Umsetzbarkeit innerhalb der Vorgaben der Rahmenrichtlinien sowie eine völlig neue ERP-Software ein Hemmnis für die beteiligten Lehrkräfte zu sein.

Als förderlich hat sich erwiesen, dass bei einem konstanten Kernteam der jeweiligen Fachrichtung (Mediengestaltung, Technik und Wirtschaft), mit fortschreitender Anzahl der Projektdurchläufe eine gewisse Routine eintritt. Des Weiteren haben sich verbindliche Arbeitstreffen als hilfreich erwiesen, um auch weitere Lehrkräfte zu integrieren und für das Projekt zu motivieren. Aufgrund der Lage des interdisziplinären Projekts im zweiten Schulhalbjahr erwiesen sich bisher zwei bis drei Arbeitstreffen im Vorfeld als ausreichend, um den aktuellen Megatrend, das aktuell geplante Produkt sowie die Schwerpunktthemen festzulegen. Förderlich ist weiterhin, dass die übergeordnete Lernsituation im BGM Klasse 11 und Klasse 13 mit der Thematik Produktdesign mit Hilfe von CAD-Software Anknüpfungspotenzial bietet. Auch für Klasse 11 und 12 BGT werden

durch die Thematiken MES-Systeme und Maschinenprozesse, die exemplarisch an der Smart Factory mit integrierter industrieller und mobiler Robotik sowie 3D-Druckern als additive Produktionsverfahren sowie deren verschiedene Optimierungsprozesse erlebt werden können, Möglichkeiten geboten. Für die Klasse 12 des BGW besteht Anknüpfungspotenzial für die Thematik Marketing sowie für die Projektarbeiten im zweiten Halbjahr der Klasse 12. Aus unternehmerischer Sicht trug zum Erfolg bei, dass eine zunehmende Zahl an Absolventinnen und Absolventen und somit Bewerberinnen und Bewerbern über neue Kompetenzen (wie bspw. CAD-Entwürfe erstellen und 3D-Druck-Verfahren anwenden) verfügte, was dazu führte, dass in den entsprechenden Ausbildungsberufen eine Verstärkung der Schulung in diesen Kompetenzen mehr als begrüßt wurde. Dies war auch Anlass, dass sich zunehmend über schulinterne und standortbezogene Mikrofortbildungen durch Multiplikatorinnen und Multiplikatoren die Akzeptanz und Anwendung der ERP-Software in den beteiligten Kollegien ausbreitete.

VERSCHIEDENE LERNFORMEN IN DER ANWENDUNG

Die konstante interdisziplinäre Zusammenarbeit der eingesetzten Lehrkräfte greift die seit längerem vorherrschende Verzahnung der verschiedenen beruflichen Fachrichtungen in der Industrie und der Wirtschaft auf. Alte Denkmuster und Vorbehalte gegenüber den Lerninhalten des anderen Fachbereichs werden aufgrund der sich bietenden praxisnahen Möglichkeiten für den eigenen Unterricht zunehmend als bereichernd empfunden.

Zudem bieten die praxisnahen, schülerzentrierten Projekte und Ergebnisse nicht nur eine höhere Motivation der Lernenden, sondern es findet auch ein interdisziplinärer Austausch auf Ebene der Schülerinnen und Schüler statt und fördert somit deren Kompetenzerwerb im Rahmen der beruflichen Handlungskompetenz.

Virtuelles Lernen hat sich, auch bedingt durch die Corona-Pandemie, durch die verschiedenen digitalen Kommunikationsmöglichkeiten verändert. Fand noch in den ersten beiden Durchgängen (2018 und 2019) stets ein Austausch in Präsenz statt, so musste, bedingt durch die Pandemie, der Austausch in den folgenden beiden Projektdurchläufen (2020 und 2021) ausschließlich auf digitalem Weg erfolgen. Hierbei dienten die verwendeten Lernplattformen und Lernmanagementsysteme der Standorte (u. a. Moodle, Kommunikationsplattformen ISERV und MS TEAMS) für den Austausch innerhalb der jeweiligen Fachrichtungen. Videokommunikationssysteme dienten dabei dem Austausch der Lerngruppen untereinander.

Virtuelles Lernen
hat sich verändert

Auch ist Virtual Reality ein sich dabei entwickelnder Zweig, um das Prototyping zu unterstützen und reale Formen einer technologisch sich wandelnden Industrielwelt auch in den Kommunikationsformen zu unterstützen. Diese Möglichkeiten haben wir für den Kompetenzerwerb aller Teilnehmenden in diesem Projekt aufgenommen.

BETEILIGUNG VON PARTNERN

Für Unternehmen der Region war die Einbettung von ERP-Software im BGW dahingehend interessant, dass Absolventinnen und Absolventen über diverse Bescheinigungen verschiedener Module der gängigsten ERP-Software verfügen.

Dies führte dazu, dass auch vermehrt von den Ausbildungsbetrieben diese Form der Qualifizierung für die Auszubildenden begrüßt wurde. Des Weiteren konnten der Bereich des 3D-Drucks für das Prototyping und der Bereich CAD für die digitale Zeichnungserstellung stark forciert werden. Viele duale, aber auch vollzeitschulische Bildungsgänge, auch aus dem Berufseinstiegsbereich, sind mittlerweile durch das Projekt in die Prozesse der Produktionsplanung und technischen Realisierung an einer Smart Factory involviert worden und haben von den Ergebnissen profitiert. Dabei entstehen immer neue Aufgabenstellungen, die in anderen Bildungsgängen geplant und realisiert werden können. Ein Beispiel dafür ist die Erweiterung von Qualitätsprüfungen mit Hilfe neuer industrieller 3D-Kameras.

Die Hochschulen sind in den Entwicklungsprozess dahingehend eingebunden, dass sie bei vielen Aufgabenstellungen unterstützen und beratend die Umsetzung begleiten. Leider ist diese Kooperation durch die Einschränkungen der Corona-Pandemie noch in den Ansätzen verhaftet.

Viele Bildungsgänge
involviert

Auch die Einbindung von Ausbildungsberufen in das Projekt musste daher in den kaufmännischen Berufen separiert erfolgen. Eine thematische Einbindung sowohl des interdisziplinären Projekts als auch der ERP-Software in den regulären Unterricht ließ sich nur bedingt umsetzen. Jedoch hat sich aufgrund der stets wachsenden Nachfrage aus den Betrieben eine Vertiefung der kaufmännischen Inhalte im Rahmen einer Zusatzqualifikation in der ERP-Software etabliert. Dadurch konnten auch anfängliche Vorbehalte im Kollegium abgebaut und zunehmend als eine zusätzliche Bereicherung des eigenen Unterrichts empfunden werden.

FAZIT

Die Aktivierung von Schülerinnen und Schülern konnte bei den beteiligten Klassen der verschiedenen Fachrichtungen im Beruflichen Gymnasium gesteigert werden. Aufgrund der Festlegung, welches Produkt schließlich gefertigt werden wird sowie der Tatsache, dass Ergebnisse auch schulübergreifend präsentiert wurden, war eine höhere Eigenmotivation bei den Beteiligten zu beobachten. Als schwierig gestaltete sich die fortlaufende Implementierung des Projekts auch bei Wechsel der verantwortlichen Lehrkräfte, was durch eine stetige Unterstützung und eine gut geplante Projektstruktur entschärft werden konnte. Mikrofortbildungen für Kolleginnen und Kollegen in der ERP-Software erwiesen sich bei genügend Freiraum für die Planung und Durchführung als hilfreich. Fortlaufende Unterstützung der Kolleginnen und Kollegen, welche die Software erstmalig einsetzen, ist empfehlenswert.

Förderung und Erwerb digitaler Kompetenzen zur Unterstützung des hybriden Lernens in der gewerblich-technischen Berufsbildung



HENNING KLAFFKE



RONNY RÖWERT

In den letzten Jahren wurde ein besonderes bildungspolitisches Augenmerk darauf gerichtet, den Kompetenzerwerb für eine digitale Lebens- und Arbeitswelt in der beruflichen Bildung zu stärken. Im Zuge der Corona-Pandemie und der Umstellungen auf digitale Lernumgebungen gerieten mediendidaktische Fragen des Einsatzes von digitalen Technologien in den Vordergrund und das Lernen sowie ein Kompetenzerwerb über digitale Medien erfuhr weniger Aufmerksamkeit. Dabei bietet gerade der Einsatz digitaler Lernumgebungen in hybriden Lernkontexten eine besondere Möglichkeit, hier lehrbezogen verstärkt digitalisierungsbezogene Kompetenzen zu fördern. Dafür werden in diesem Beitrag anhand der offenen Plattform [digital.learning.lab¹](#) sowie einer Formulierung von Leitwerten für hybrides Lernen in der beruflichen Bildung Perspektiven aufgezeigt.

HYBRIDES LERNEN IM KONTEXT DIGITALISIERUNGS-BEZOGENER KOMPETENZENTWICKLUNG

Im Zuge der Corona-Pandemie sind neue Anforderungen an die Unterrichtsorganisation in der Allgemein- wie Berufsbildung gestellt worden. Die Konstellationen des Einsatzes digitaler Medien wurden grundsätzlich neu geordnet. Neue Organisationsformen des Unterrichts wurden erprobt und weiterentwickelt, die unter Begriffen zu fassen sind wie Blended Learning, Distanzunterricht, Wechselunterricht, digitale Anreicherung sowie ganz allgemein Hybridunterricht. Ganz allgemein kann dabei Hybridunterricht als übergeordnete Bezeichnung für die Kombination von Präsenz- und Distanzunterricht verwendet werden (vgl. KERRES 2018; KANTEREIT 2020). Dabei ist von besonderer Bedeutung, wie eine Verzahnung und Abstimmung dieser synchronen und asynchronen Phasen erfolgt, deren Priorität insbesondere

durch die Komplexität der Lernortkooperation(en) in der beruflichen Bildung hervorzuheben ist.

Die Umstellung auf Blended Learning bzw. hybride Unterrichtsformen zeigt zudem deutliche Grenzen für die gewerblich-technischen Fachrichtungen der beruflichen Bildung auf. So sind berufspraktische Übungen nur bedingt im Distanzunterricht umzusetzen. Auch berufsbezogene Dimensionen von Arbeit, wie Handlungsschritte, Anwendungen von Methoden und Werkzeugen im Arbeitsprozess etc. lassen sich nur begrenzt über die Distanz digital simulieren. Viele weitere Limitationen des Erwerbs berufsbezogener Kompetenzen sind denkbar und wurden in der Corona-Pandemie sichtbar. Gleichzeitig zeigt der verstärkte Einsatz digitaler Medien in Lernsituationen neue Potentiale für die Förderung digitaler Kompetenzen in der fachlich-beruflichen Unterrichtspraxis auf, die bereits in den Jahren vor der Corona-

Pandemie als sich verdichtende Anforderungen des „digitalen Strukturwandels“ (vgl. HARTMANN u. a. 2018, S. 63) an die Lernorte der beruflichen Bildung herangetragen wurden. Es stellt sich die Frage, wie sich eine zeitgemäße digitale Kompetenzförderung in hybriden Kontexten in den gewerblich-technischen Fachrichtungen der beruflichen Bildung verankern lässt, wenn dem Einsatz digitaler Medien eine grundsätzlich neue Rolle zugeschrieben wird. Dafür sollen abschließend auf Basis der Erfahrungen im Projektzusammenhang des digital.learning.lab Handlungsempfehlungen für die berufliche Bildung ausgesprochen werden.

MÖGLICHKEITEN FACH- UND PROZESSINTEGRATIVER FÖRDERUNG DIGITALISIERUNGSBEZOGENER KOMPETENZEN AM BEISPIEL DES DIGITAL.LEARNING.LAB

Die berufliche Bildung in den gewerblich-technischen Fachrichtungen steht vor weiteren Herausforderungen, nämlich den digitalisierungsbezogenen Kompetenzerwerb im Arbeits- und Lernprozess zu unterstützen. Gerade auf die Förderung der digitalen Kompetenzen im Unterricht sollte ein Augenmerk gelegt werden. Dies äußert sich z. B. in der Verankerung von berufsübergreifenden Inhalten für digitale Kompetenzförderung sowie der berufsspezifischen Verankerung von Zusatzqualifikationen in den novellierten Metall- und Elektroberufen (vgl. BECKER & WINDELBAND 2018). Die Teilnovellierung der Metall- und Elektroberufe sowie des Berufs Mechatroniker/-in verdeutlichen ebenfalls, wie vornehmlich im Arbeitsprozess fachliche digitale Kompetenzen gefördert werden können als Antwort auf große Themen wie z. B. Industrie 4.0.

Dies ist kohärent mit den vor wenigen Jahren von der Kultusministerkonferenz in ihrer Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ (siehe KMK 2017) verabschiedeten Anforderungen, dass alle Bereiche des deutschen Bildungssystems einen Beitrag zur Kompetenzentwicklung für eine digitale Lebens- und Arbeitswelt leisten sollen. Dies soll weniger durch zusätzliche Fächer und curriculare Module erfolgen, sondern fachintegrativ mit und über digitale Medien. Die Kultusministerkonferenz liefert einen wichtigen Beitrag, um die benötigten Kompetenzen für eine digitalisierte Lebens- und Arbeitswelt zu beschreiben. Die Kompetenzen werden dafür in folgende sechs Bereiche aufgeteilt:

- Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren
- Kommunizieren und Kooperieren
- Produzieren und Präsentieren
- Schützen und sicher Agieren
- Problemlösen und Handeln
- Analysieren und Reflektieren

Die KMK formuliert in ihrer Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ eindrücklich, dass die Förderung dieser Kompetenzen für die digitale Welt bei Lernenden nicht durch zusätzliche Fächer wie Informatik oder Medienbildung erfolgen soll, sondern fachintegrativ. Dafür sind zeitgemäße medienpädagogische und -didaktische Szenarien bzw. Beispiele guter Unterrichtspraxis (auch für die gewerblich-technische Bildung) zu entwickeln. Vorbild dafür kann das digital.learning.lab sein, das konsequent Beispiele guter Unterrichtspraxis („digitale Unterrichtsbausteine“ genannt) als offene Bildungsressourcen (OER) zur Verfügung stellt, die konkrete Unterrichtssituationen im schulischen Fachunterricht mit digitalen Medien beschreiben. Diese Lernszenarien sind so aufbereitet, dass andere Lehrkräfte sie direkt herunterladen und für ihren eigenen Unterricht nutzen können. Alle Inhalte, insbesondere die digitalen Unterrichtsbausteine, sind entlang der sechs Kompetenzbereiche der KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ strukturiert und diesen zugewiesen.

Neben der vertiefenden Sensibilisierung für den KMK-Kompetenzrahmen soll über alle konkreten Inhalte im digital.learning.lab und ihre jeweiligen Bezüge zum Kompetenzrahmen der KMK das Bewusstsein und Verständnis unter Lehrkräften zur fachintegrativen Verankerung verstärkt werden. Besonders deutlich leisten dies die digitalen Unterrichtsbausteine, die entsprechend BRAUSE und SPAHN (2017) dem Leitgedanken folgen, das Lehren und Lernen mit und über digitale Medien flächendeckend in den schulischen (und damit auch berufsschulischen) Fachunterricht zu integrieren seien.

Hervorzuheben ist insbesondere für den Kontext der beruflichen Bildung mit den besonderen Anforderungen der Lernortkooperation(en), dass alle Inhalte des digital.learning.lab von Lehrkräften oder außerschulischem pädagogischem Personal (u. a. in Stiftungen oder NGOs) erstellt und diese in einem redaktionellen Prozess qualitativ überprüft wurden. Alle Inhalte sind frei zugänglich und bieten fachübergreifend Impulse digitale Kompetenzförderungen zu ermöglichen. Da die Inhaltselemente immer den entsprechenden Kompetenzbereichen zugeordnet sind, können Lehrkräfte direkt die Inhalte auswählen, die sie brauchen, um die jeweiligen Kompetenzen bei ihren Schülerinnen und Schülern zu fördern. Viele Elemente und Ansätze aus den Unterrichtsbausteinen lassen sich auf die berufliche Bildung übertragen, sodass überlegenswert ist, auch für die gewerblich-technische Bildung ebenfalls entsprechende Unterrichtsbausteine zu entwickeln und zu kuratieren.

Die digitalen Unterrichtsbausteine sind vordergründig für den Kontext der Allgemeinbildung entwickelt und vorgesehen, doch lassen sich daraus auch Sze-

narien für die berufliche Bildung ableiten wie folgendes Beispiel eines digitalen Unterrichtsbausteines für Einsatzmöglichkeiten in den Fächern Informatik oder Naturwissenschaft und Technik zeigt. Demnach lernen Schülerinnen und Schüler mit Hilfe des digitalen Unterrichtsbausteines „Projekt Smartplant – Automatische Bewässerung mit Calliope“ durch projektbasiertes Lernen das Bauen und Realisieren einer automatischen Bewässerungsanlage für ein Hochbeet mit dem Einplatinencomputer Calliope. Der digitale Unterrichtsbaustein wurde im Rahmen der ersten Phase der beruflichen Lehrkräftebildung am Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik an der Technischen Universität Hamburg im Wintersemester 2019/20 und Sommersemester 2020 erfolgreich entwickelt, pilotiert und nach Qualitätsprüfung veröffentlicht (vgl. RÖWERT u. a. 2020).

Ziel des Projektes ist es, dass die Lernenden mit einem hohen Grad an Selbstständigkeit eine automatische Bewässerungsanlage, welche täglich – aber nur bei Trockenheit – den Boden gießt, entwickeln. Dies schließt den zweckmäßigen Einsatz einer Bodenfeuchtmessung, einer Tauchpumpe mit Netzteil und einer Schaltung, der sich über den Calliope steuern lässt, ein, die zusammen verkabelt und programmiert sind. Dadurch werden übergeordnete Kompetenzen wie Handlungsorientierung, Selbstständigkeit, Problemlösefähigkeiten, konstruktive Vorgehensweisen sowie kreativ-produktive Lö-

sungsprozesse auf Seiten der Lernenden gefördert. Dieser Kompetenzaufbau korrespondiert auch mit der Förderung von digitalisierungsbezogenen Kompetenzanforderungen, wie ihn die KMK formuliert. So werden zwei der sechs Kompetenzbereiche der KMK-Strategie („5. Problemlösen & Handeln“ und „6. Analysieren & Reflektieren“) gefördert (siehe Abb. 1). Der Einsatz digitaler Bildungsmedien ermöglicht in diesem Sinne die Verflechtung fach- und medien-didaktischer Ziele des Unterrichts. Darüber hinaus sind fächerübergreifende Unterrichtsansätze Gegenstand der digitalen Unterrichtsbausteine, denn auch ihnen kann eine besondere Qualität und Relevanz für eine Bildung in der digitalen Welt zugeschrieben werden.

ANSÄTZE DER DIGITALISIERUNGSBEZOGENEN KOMPETENZFÖRDERUNG IN HYBRIDEN UNTERRICHTSKONTEXTEN

Im Zuge der neuen Anforderungen an die Organisation des Unterrichts in Folge der Corona-Pandemie waren insbesondere digitale Unterrichtsbeispiele im digital.learning.lab gefragt, die auch in hybriden Lehr-Lernsituationen Anwendung finden können. Dafür wurden in einer Weiterentwicklung des digital.learning.lab die digitalen Unterrichtsbausteine dahingehend geprüft, ob sie auch in hybriden Unterrichtskontexten Anwendung finden und in diesen Zusammenhängen weiter einen Beitrag zur digita-

Abb. 1: Exemplarischer digitaler Unterrichtsbaustein „Projekt Smartplant – Automatische Bewässerung mit Calliope“ für einen Fachunterricht in der digitalen Welt²

lisierungsbezogenen Kompetenzentwicklung bei Lernenden leisten können. Die besonders für den Hybridunterricht geeigneten digitalen Unterrichtsbausteine werden seitdem über die Filterfunktion sortiert dargestellt³. Einblicke in die entsprechenden digitalen Unterrichtsbausteine, die insbesondere im Hybridunterricht eingesetzt werden können, zeigen erste Perspektiven einer fachintegrativen digitalisierungsbezogenen Kompetenzförderung in neuen hybriden Unterrichtskontexten auf, jedoch sind diese ebenfalls vorrangig für den allgemeinbildenden Bildungsbereich gedacht. Davon können nachfolgend Perspektiven für die berufsbezogene fachintegrative Förderung von Digitalkompetenzen für die gewerblich-technische Bildung abgeleitet werden.

LEITWERTE VON HYBRIDEM LERNEN IN DER BERUFLICHEN BILDUNG

Das Praxisbeispiel des digital.learning.lab zeigt erste exemplarische Unterrichtsszenarien auf, wie sich der digitalisierungsbezogene Kompetenzerwerb in hybriden Lernkonstellationen fördern lässt. So spezifisch die Ausgestaltung dann auch entlang der Spezifika des Lernfeldunterrichts in der gewerblich-technischen Fachrichtung erfolgt, lassen sich dennoch auf Basis der pandemischen Erfahrungen in Schulen in Kombination mit Einblicken in konkrete hybride Unterrichtsbeispiele in Portalen wie dem digital.learning.lab Empfehlungen für eine zeitgemäße und lernwirksame hybride Lernpraxis ableiten. Ergänzend zu den zuvor skizzierten Beispielen guter Unterrichtspraxis können dafür die bereits mit einer offenen Lizenz entwickelten Leitwerte bzw. Kriterien für eine gute hybride Lehr-Lernpraxis für die gewerblich-technische Berufsbildung von KANTEREIT (2020) herangezogen werden:

1. Vertrauen vor Kontrolle: Eine neue Form der Kommunikation und Zusammenarbeit in hybriden Lehr-Lernkontexten, insbesondere an sehr unterschiedlichen Lernorten wie dem Betrieb, der Berufsschule und zu Hause sollten eher von Vertrauen statt Kontrolle geprägt sein. Neue digitale Lernumgebungen wie Lernmanagementsysteme (zum Beispiel Moodle) erfreuen sich auch in der beruflichen Bildung hoher Beliebtheit, doch ergeben sich hier neue Möglichkeiten des Vertrauens und der Kontrolle. Lehrkräfte sollten hier kritisch prüfen, mit welchen der Werte sie die neuen digitalen Lernumgebungen nutzen.
2. Feedback: Wenn das Lernen in hybriden Kontexten nicht mehr nur synchron stattfindet, haben Schülerinnen und Schüler das Bedürfnis, Rückmeldung zu erhalten, insbesondere auch wenn der Ausbildungsbetrieb vermehrt im Home-Office arbeitet und sich Feedbackmöglichkeiten begrenzen. Hier

sind insbesondere digitale Möglichkeiten dahingehend verstärkt zu nutzen, die Feedback und Rückmeldung erleichtern, die auch kurzfristig erfolgen können, wie z. B. mit Hilfe von Tools wie Mentimeter⁴.

3. Positive Fehlerkultur: Hybrides Lernen bedeutet auch immer, dass neue digitale Lernumgebungen sowie Inhalte im Unterricht Berücksichtigung finden. Allen Beteiligten, also Lehrkräften wie Lernenden, sollte die Möglichkeit gegeben werden, dabei zu experimentieren und sukzessive verbesserte Lehr-Lernkontexte zu entwickeln. Darüber ergeben sich neue Möglichkeiten der Kompetenzentwicklung im Bereich einer neuen Fehlerkultur im digitalen Raum, was nicht selten auch von Ausbildungsbetrieben gefordert wird.
4. Orientierung und Klarheit: Je weniger das Lehren und Lernen synchron erfolgt und je größer auch die Distanzen zu den Betrieben und Schulen sind, desto klarer sollten Aufgaben, Anleitungen und Hilfestellung sein. Insbesondere in Lerngruppen in der beruflichen Bildung mit sehr unterschiedlichen Graden an Selbstständigkeit hilft Orientierung und Klarheit.
5. Kollaboration und Kommunikation: Die Arbeitswelt ist nicht erst, aber besonders seit der Corona-Pandemie, von digital gestützter Kollaboration und Kommunikation geprägt. Somit bietet hybrides Lernen viele Möglichkeiten, diese übergreifenden Kompetenzentwicklungen zu fördern. Dem sollte möglichst ein gesonderter Raum für Anleitung, Vertiefung und Reflexion gegeben werden.
6. Rolle der Lehrkraft: Der digitale Strukturwandel in gewerblich-technischen Berufen beschleunigt die Weiterentwicklung von Technologie und erweitert das Know-how. Lehrkräfte in der beruflichen Bildung sind zunehmend gefordert, ihre Rollen von einer wissensvermittelnden Form hin zu einer lernbegleitenden bzw. architektonischen Form erneut neu zu interpretieren. Hybrides Lernen kann durch größere selbstständige Lernphasen in der Distanz diesen Wandel befördern.
7. Methoden und Medien: Digitale Medien im hybriden Lernen vervielfältigen die Methoden- sowie Medienmöglichkeiten. Hier ergeben sich neue Möglichkeiten des gemeinsamen Suchens und Findens passender digitaler Lernumgebungen. Dieser co-kreative Prozess zwischen Lehrenden und Lernenden in der beruflichen Bildung öffnet nicht nur Entscheidungs- und Mitbestimmungsspielräume, sondern auch Wege der verstärkten Reflexion des digitalen Medieneinsatzes und damit der digitalisierungsbezogenen Kompetenzförderung.

8. Agilität: So schnell sich Arbeitsformen und -welten in der Berufswelt verändern, so schnell können sich auch Lehr-Lernsituationen in hybriden Kontexten der beruflichen Bildung ändern. Hier ergeben sich Möglichkeiten, dass die berufliche Bildung durch das hybride Lernen an Anpassungsfähigkeit und Agilität gewinnt und so neue, auch digitale Kompetenzförderungen in den gewerblich-technischen Fachrichtungen verankert werden können.
9. Formative Assessment: Der verstärkte Einsatz digitaler Lernumgebungen in hybriden Settings in der beruflichen Bildung ermöglicht auch neue Formen des Prüfens und der Kompetenzfeststellung. Blogs, ePortfolios, digitale Lernprodukte wie Websites, Videos, Infografiken, Podcasts etc. eignen sich, um der Vielfalt der Inhalte der gewerblich-technischen Berufsausbildung im Sinne des Constructive Alignment (der kohärenten Abstimmung von Lernzielen, Lehr-/Lernaktivitäten und Prüfungsformen) auch mit den Prüfungsformen adäquater gerecht zu werden.

FÜR EIN VERSTÄRKTES ZUSAMMENSPIEL VON HYBRIDEM LERNEN UND DIGITALISIERUNGSBEZOGENER KOMPETENZFÖRDERUNG

Es wurde deutlich gemacht, dass in den letzten Jahren ein besonderes bildungspolitisches Augenmerk darauf gerichtet wurde, den Kompetenzerwerb für eine digitale Lebens- und Arbeitswelt in der beruflichen Bildung zu stärken. Dafür stehen stellvertretend die Initiativen rund um die KMK-Strategie "Bildung in der digitalen Welt" von 2016/17 sowie die Anstrengungen für eine verstärkte Verankerung von Zusatzqualifikationen in der beruflichen Bildung, insbesondere auch in den gewerblich-technischen Fachrichtungen. Im Zuge der Corona-Pandemie und der Umstellungen auf digitale Lernumgebungen gerieten mediendidaktische Fragen des Einsatzes von digitalen Technologien (Lernen mit digitalen Medien) für hybride Lernkontexte in den Vordergrund und das Lernen über digitale Medien erfuhr weniger Aufmerksamkeit. Es wurde skizziert, wie gerade der verstärkte Einsatz digitaler Lernumgebungen in hybriden Formaten in der beruflichen Bildung eine gute Möglichkeit bietet, um eine digitalisierungsbezogene Kompetenzförderung zu verstärken. Dafür liegen erste Praxiserfahrungen in Projekten wie dem digital.learning.lab offen und frei verfügbar vor. Es gilt nun, weitere Praxiserfahrungen zu sammeln, um den Erwerb digitaler Kompetenzen auch in gewerblich-technischen Fachrichtungen in hybriden Lehr- Lernkonzepten zu verstärken. Als Impuls wurden dafür Leitwerte für hybrides Lernen in der beruflichen Bildung adaptierend formuliert, die im besten Falle

Ausgangspunkt für weitere didaktische und praktische Diskussionen in der beruflichen Bildung werden können.

Anmerkungen

- 1) Entwickelt wurde das digital.learning.lab von der Technischen Universität Hamburg, der Behörde für Schule und Berufsbildung (BSB) und der Joachim Herz Stiftung. Für die Konzeption, technische Infrastruktur, Entwicklung, Programmierung und Administration der Plattform ist das Institut für Technische Bildung der Technischen Universität Hamburg zuständig. Siehe auch www.digitallearninglab.de.
- 2) Siehe <https://digitallearninglab.de/unterrichtsbausteine/projekt-smartplant-automatische-be-wasserung-mit-ca>
- 3) Siehe <https://digitallearninglab.de/unterrichtsbausteine?hybrid=true&page=1&sorting=-latest>
- 4) Mit dem Tool Mentimeter (<https://www.mentimeter.com>) können insbesondere Feedbacks in Form von Abstimmungen, Kommentaren und Fragen erzeugt werden. Auch weitere Abfragemöglichkeiten, wie z. B. Quizze, lassen sich erstellen.

Literatur

- BECKER, M.; WINDELBAND, L. (2018): Zusatzqualifikationen – Herausforderungen von Industrie 4.0 damit meisterbar? In: lernen & lehren, Heft 129, 33 Jg., S. 11-17.
- BRAUSE, M.; SPAHN, T. (2018): Digitale Unterrichtsbausteine. Content für Bildung in der digitalen Welt. In: Synergie. Fachmagazin für Digitalisierung in der Lehre, Heft 5, S. 86–87.
- HARTMANN, E. A.; APT, W.; SHAJEK, A.; STAMM, I.; WISCHMANN, S. (2018): Perspektiven: Industrie 4.0 – Hype oder echte Revolution? In: Spöttl, G.; Windelband, L. (Hrsg.): Industrie 4.0. Risiken und Chancen für die Berufsbildung, 2. Aufl., Bielefeld: wbv, S. 49-74.
- KANTEREIT, T. (Hrsg.) (2020): Hybridunterricht 101. Ein Leitfaden zum Blended Learning für angehende Lehrer:innen. Karlsruhe: Visual Ink. Verfügbar unter: <https://visual-books.com/download/1539/>, abgerufen am: 25.06.2020.
- KERRES, M. (2018): Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote (5. Auflage). Berlin: De Gruyter Oldenbourg.
- KMK (2017): Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_be-schluesse/2018/Strategie_Bildung_in_der_digitalen_Welt_idF_vom_07.12.2017.pdf, abgerufen am: 25.06.2021.
- RÖWERT, R.; LEHMANN, A.; KLAFFKE, H. (2020). Praxisleitfaden: Einsatzszenarien des digital.learning.lab in der universitären Lehrkräftebildung. open discourse series #2, TUHH Universitätsbibliothek. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.15480/882.2912>, abgerufen am: 26.08.2021.

Flensburger Erklärung 2022

Die Arbeitsgemeinschaft Gewerblich-Technische Wissenschaften und ihre Didaktiken (gtw) in der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. hat sich im Rahmen der 22. gtw-Herbstkonferenz 2022 anlässlich des 25-jährigen Bestehens des Berufsbildungsinstituts Arbeit und Technik (biat) an der Europa-Universität Flensburg mit dem Themenkomplex „Dekarbonisierung, Digitalisierung, Demographie – Gestaltungsanspruch für gewerblich-technische Facharbeit und Bildung“ auseinandergesetzt. Sie fasst ihre Einschätzungen zu notwendigen Entwicklungen in den Didaktiken und der Lehrkräftebildung in der folgenden Erklärung zusammen.

BERUFSBILDUNG IST SCHLÜSSEL FÜR DIE ENERGIEWENDE

In gewerblich-technischen Berufszweigen herrscht ein anhaltender Fachkräftemangel, wie unlängst anhand des fehlenden Fachpersonals zur Installation von Wärmepumpen in der Öffentlichkeit deutlich wurde. Berufe der Informationstechnik, der Fahrzeugtechnik oder der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik finden sich unter den Top Ten mit dem größten Personalmangel. Deutlich wird: Die drei zentralen Themenstellungen der gtw-Herbstkonferenz setzen die Berufsbildung seit geraumer Zeit und zukünftig noch wesentlich stärker unter enormen Handlungsdruck: Dekarbonisierung, Digitalisierung und Demographie.

Die Umstellung auf CO₂-freie Technologien führt zu gravierenden Veränderungen in der Energiewirtschaft, der industriellen Produktion und in den Dienstleistungsbereichen des Handwerks. Unmittelbare Auswirkungen auf die Facharbeit und die benötigten Kompetenzen der Fachkräfte sind die Folge. Ohne einen hoch qualifizierten gewerblich-technischen Fachkräftenachwuchs werden die anstehenden Aufgaben zur Realisierung der Energiewende nicht bewältigt werden können. Die gewerblich-technischen Wissenschaften und ihre Didaktiken (gtw) sind hier gefordert, die Veränderungen in der Facharbeit zu identifizieren und nachhaltig wirksame Konzepte für die Berufsbildung zu erarbeiten. Die gtw fordert daher den Bund und die Länder auf, die hierfür notwendigen Strukturen an den Hochschulen zu stärken und Programme aufzulegen, mit denen die Berufsbildung substantielle Beiträge zur Gestaltung der Energiewende leisten kann.

DIGITALISIERUNG IST WESENTLICHE HERAUSFORDERUNG FÜR DIE BERUFLICHE DIDAKTIK

Die Beiträge der Flensburger gtw-Konferenz zeigen: In den gewerblich-technischen Wissenschaften wird der Einfluss der Digitalisierung auf Facharbeit und Berufsbildung bereits vielfältig untersucht. Dabei wird auch deutlich, dass die Digitalisierung auch attraktivitätssteigernd und unterstützend auf Berufsbildungsstrukturen wirkt. Ebenso deutlich wird allerdings auch, dass in Lehr- und Lernprozessen oftmals eine Verkürzung auf den Aspekt der „Digitalisierung als Methode“ erfolgt. Digitalisiertes Lehren und Lernen sichert jedoch nicht ab, dass die relevanten Digitalisierungsinhalte gelernt werden. Letztere sind den vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnissen nach mit den berufsbezogenen Handlungsstrukturen untrennbar verwoben. Digitalisierung kann daher nicht als isolierter Inhalt gelehrt werden. Für die gtw-Standorte ergibt sich daraus die Herausforderung, die Digitalisierungsinhalte im Studium gewerblich-technischer Studiengänge entsprechend didaktisch aufzuarbeiten. Die bislang in den ländergemeinsamen inhaltlichen Anforderungen der Kultusministerkonferenz für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken enthaltenen fach- und berufswissenschaftlichen Inhalte beschränken sich auf elementare Grundlagen der Informationstechnik und werden dem Charakter der durch die Digitalisierung aufkommenden Anforderungen an Lehrkräfte nicht mehr gerecht. Die gtw empfiehlt daher, die inhaltlichen Anforderungen fachrichtungsbezogen und berufsbezogen zu überarbeiten.

DEMOGRAFIE-HERAUSFORDERUNGEN ZUKUNFTSORIENTIERT BEGEGNEN

Es herrscht nicht nur ein Mangel an gewerblich-technischen Fachkräften, sondern es fehlt auch im hohen Maße der Nachwuchs für berufsbildende Schulen und Forschungseinrichtungen für die beruflichen Fachrichtungen Metalltechnik, Elektrotechnik, Fahrzeugtechnik, Informationstechnik und Bautechnik. Diesem, seit mehreren

Jahrzehnten stets wiederholt kritisierten Mangel, wird nach wie vor nicht strukturell begegnet. Immer noch dominieren Sondermaßnahmen einzelner Bundesländer, Direkteinsteigerprogramme und eine Tendenz der Einführung ungeeigneter Bereichsdidaktiken an den Hochschulen. Eine Absicherung von Mindeststandards bei der Lehrkräfteausbildung ist so kaum zu erreichen oder gar abzusichern. In der Folge fehlt auch der wissenschaftliche Nachwuchs für die Berufsbildungsforschung.

Die gtw wird daher eine Initiative zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses durch die Etablierung einer Veranstaltungsreihe ergreifen. Diese soll die Kompetenzen von Nachwuchswissenschaftler/-innen zur Untersuchung gewerblich-technischer Facharbeit und Berufsbildung fördern und einen Beitrag zur Nachwuchsgewinnung in der Wissenschaft leisten. Zudem wird die gtw die Vernetzung mit anderen Fachdidaktiken und insbesondere mit der Gesellschaft für Fachdidaktik (GFD) erhöhen. Zugleich fordert die gtw, dass Bund und Länder endlich gemeinsam mit den Hochschulen an strukturellen Lösungen für die Lehrkräftebildung in allen drei Phasen arbeitet. Neben der Notwendigkeit, zusammen mit der Berufsbildungspraxis Modellversuche durchzuführen, um zukunftsorientierte Lösungen für die Herausforderungen in der gewerblich-technischen Bildung zu schaffen, gilt es, die notwendigen Ressourcen an den Hochschulen für eine qualitätsorientierte didaktische Ausbildung wiederherzustellen.

Die Sprecher der gtw

Flensburg,
7.10.2022

Prof. Dr. Matthias Becker, Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr. Martin Frenz, RWTH Aachen

Prof. Dr. Lars Windelband, Karlsruher Institut für Technologie

69. GfA-Frühjahrskongress 2023 • 01.03-03.03.2023 • save the date

www.gfa2023.de



Nachhaltig Arbeiten und Lernen

Analyse und Gestaltung lernförderlicher und nachhaltiger Arbeitssysteme und Arbeits- und Lernprozesse



Auf dem Campus Maschinenbau
Garbsen (CMG) / Hannover

Ausrichter: Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis, Institut für Fabrikanlagen und Logistik | Prof. Dr. Matthias Becker, Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik
Veranstalterin: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V., Frau Simone John, Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin

Leibniz Universität Hannover – Fakultät für Maschinenbau

Verzeichnis der Autorenschaft

BECKER, MATTHIAS

Prof. Dr., Professur für die Didaktik der Metalltechnik und Leiter des Instituts für Berufswissenschaften der Metalltechnik an der Leibniz Universität Hannover, becker@ibm.uni-hannover.de

BEERMANN, JENS

BBS Rinteln, beermann@bbs-rinteln.de

FAßHAUER, UWE

Prof. Dr., PH Schwäbisch Gmünd, Institut für Bildung, Beruf und Technik, uwe.fasshauer@ph-gmuend.de

FRENZ, MARTIN

Prof. Dr., Leiter der Abteilung Bildung für technische Berufe, Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen, m.frenz@iaw.rwth-aachen.de

GRÖTZINGER, FRIEDEMANN

OStR, Hubert-Sternberg-Schule Wiesloch, friedemann.groetzinger@hss-wiesloch.de

HEEGER, KLAUS

OStD, Hubert-Sternberg-Schule Wiesloch, klaus.heeger@hss-wiesloch.de

KLAFFKE, HENNING

Prof. Dr., Angewandte Informatik, Berufliche Hochschule Hamburg, henning.klaffke@bhh.hamburg.de

KLOSE, JÜRGEN

Berufliche Schule Direktorat 4 der Stadt Nürnberg; juergen.klose@stadt.nuernberg.de

KÖNIG, BJÖRN

BBS Rinteln, koenig@bbs-rinteln.de

MANEMANN, STEFAN

StD, Abteilungsleiter Fachschule Technik, Berufsbildende Schulen II Wolfsburg, smanemann@bbs2wob-lis.de

PONGRATZ, HORST

Berufliches Schulzentrum Amberg, horst.pongratz@bszam.de

RÖWERT, RONNY

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik, Technische Universität Hamburg, ronny.roewert@tuhh.de

SAß; ROMAN

StD, Koordinator für Digitalisierung, Didaktisches Netzwerk und Datenverarbeitung, Öffentlichkeitsarbeit, BNE, Automatisierung, Berufsbildende Schulen Goslar-Baßgeige/Seesen, roman.sass@bbs-bassgeige.de

SIEGERT, MARTIN;

Berufliche Schule Direktorat 2 der Stadt Nürnberg, martin.siegert@stadt.nuernberg.de

WEIBERG, ANDREAS

OStR, Bildungsgangleitung Berufliches Gymnasium Wirtschaft/ Fachschule Betriebswirtschaft, Interdisziplinäre Projekte, BBS1 Goslar, verwaltung@bbs1goslar.de

WILBERS, KARL

Prof. Dr., Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, FB Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, karl.wilbers@fau.de

WINDELBAND, LARS

Prof. Dr., Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Berufspädagogik und Allgemeine Pädagogik, lars.windelband@kit.edu

„lernen & lehren“ erscheint in Zusammenarbeit mit den Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V.

www.lernenundlehren.de

Herausgeber

Axel Grimm (Flensburg), Volkmar Herkner (Flensburg), Georg Spöttl (Bremen), Michael Tärre (Hannover)

Beirat

Matthias Becker (Hannover), Thomas Berben (Hamburg), Ralph Dreher (Siegen), Peter Hoffmann (Lauingen), Claudia Kalisch (Rostock), Andreas Lindner (München), Tamara Riehle (Rostock), Reiner Schlausch (Flensburg), Friedhelm Schütte (Berlin), Ulrich Schwenger (Heidelberg), Nikolaus Steffen (Flensburg), Thomas Vollmer (Kassel), Lars Windelband (Karlsruhe), Sören Schütt-Sayed (Hamburg)

Heftbetreuer: Uwe Faßhauer, Karl Wilbers, Lars Windelband

Titelbild: Britta Mutzke

Schriftleitung (V. i. S. d. P.) lernen & lehren

Dr. Torben Karges, Europa-Universität Flensburg, Berufsbildungsinstitut Arbeit und Technik, Auf dem Campus 1, 24943 Flensburg, torben.karges@uni-flensburg.de

OSTR Dr. Tim Richter-Honsbrok, Leibniz Universität Hannover, Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik, Appelstraße 9, 30167 Hannover, richter@ibm.uni-hannover.de

Alle schriftlichen Beiträge und Leserbriefe bitte an eine der obenstehenden Adressen senden. Manuskripte gelten erst nach Bestätigung der Schriftleitung als angenommen. Namentlich gezeichnete Beiträge stellen nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber dar. Theorie-Beiträge des Schwerpunktes werden einem Review-Verfahren ausgesetzt. Unverlangt eingesandte Rezensionsexemplare werden nicht zurückgesandt.

Layout/Gestaltung

Brigitte Schweckendieck/Winnie Mahrin

Verlag, Vertrieb und Gesamtherstellung

Roco Druck GmbH, Neuer Weg 48a, 38302 Wolfenbüttel, Telefon: (0 53 31) 97 01-0

Als Mitglied einer BAG wenden Sie sich bei Vertriebsfragen (z. B. Adressänderungen) bitte stets an die Geschäftsstelle, alle anderen wenden sich bitte direkt an den Verlag.

Geschäftsstelle der BAG Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik
c/o ITB – Institut Technik und Bildung der Universität Bremen, Am Fallturm 1 – 28359 Bremen
kontakt@bag-elektrometall.de

ISSN 0940-7340

ADRESSAUFKLEBER

BAG

WWW.BAG-ELEKTROMETALL.DE
KONTAKT@BAG-ELEKTROMETALL.DE