Please quote as: Weinert, T.; Janson, A.; Thiel de Gafenco, M.; Urbon, U.; Wegener, R. & Mauritz, C. (2019): Nutzung von interaktiven Videos zur Entwicklung von Arbeitsprozessorientierung in der Aus- und Weiterbildung – Erkenntnisse aus dem Projekt KoLeArn. In: Berufsbildung International (Vol. Digitalisierung). DLR Projektträger.

Ihr verlässlicher Partner für Forschung, Bildung und Innovation.



Berufsbildung International

Digitalisierung

BEAUFTRAGT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

DLR Projektträger

Inhaltsverzeichnis

Grußwort 04

Editorial 05

Praxisbeiträge 06

Virtuell unterstütztes Lernen als Change-Agent in Berufsbildungssystemen: Transformation von Berufsbildungskulturen in der deutsch-griechischen Berufsbildungszusammenarbeit
Rüdiger Klatt und Silke Steinberg 07

Nutzung von interaktiven Videos zur Entwicklung von Arbeitsprozessorientierung in der Aus- und Weiterbildung – Erkenntnisse aus dem Projekt KoLeArn
Tim Weinert, Andreas Janson, Marian Thiel de Gafenco, Ute Urbon, René Wegener und Carsten Mauritz 10

Vom Innovationsdruck der italienischen Industrie zur nachfrageorientierten Qualifizierungslandschaft
Katrin Helber 14

Innovative Wege zum praxisnahen Wissenstransfer durch moderne Mixed-Reality-Technologien in der beruflichen Weiterbildung – IHK-Bildungsformate weisen den Weg in die Zukunft
Christian Jahr 17

Wunsch und Wirklichkeit der Digitalisierung im Berufsbildungsexport
Ferdinand Ayen 18

Lernförderliche Arbeitsgestaltung für die Transformation des mexikanischen Automotive Sektors zur Industrie 4.0
Roman Senderek und Susanne Urhahn 22

Forschungsbeiträge 26

Theoriegeleitete und nutzerzentrierte Entwicklung von digitalen Lernangeboten und Dienstleistungen
Andreas Janson, Marian Thiel de Gafenco, Jens Klusmeyer und Jan Marco Leimeister 27

Virtual-Reality-gestütztes Lernen in der internationalen Berufsbildungszusammenarbeit: Transformationsaspekte in Lernprozessen und Kompetenzanforderungen am Beispiel virtueller Schweißtrainer
Romina Große und Silke Steinberg 29

Potentiale von Augmented Reality in der beruflichen Aus- und Weiterbildung – Entwicklung und Prototyping AR App Robotik
Uwe Sachse und Frederic Graeb 32

Diskussionsbeiträge 38

Aktuelle Entwicklungen und Trends bei der Digitalisierung der beruflichen Aus- und Weiterbildung in Deutschland
Charlotte Echterhoff und Andreas P. Müller 39

Digitalisierung im Handwerk – Berufsbildung als Zugpferd
Sven Zöller und Mirko Wesling 41

Innovationspotenziale einer Berufsbildung 4.0 in der internationalen gewerkschaftlichen Zusammenarbeit
Hans Ulrich Nordhaus, Martin Roggenkamp und Monika Stricker 43

Wirtschaft 4.0 und berufliche Bildung: Welche Reformimpulse für innovative Qualifizierungsformate sind in der AHK-Welt erkennbar? Drei Kontinente – drei Perspektiven
Bonny Brandenburger 44

Gestaltungsfelder beruflicher Bildung im digitalen Wandel
Ralf Hermann und Hannelore Kress 45

Veränderungslähmung statt Veränderungstempo – Virtual Reality in der Berufsausbildung: Was Deutschland von der Schweiz lernen kann
Axel Koch 50

Digitale Geschäftsmodelle für eine Berufsbildungszusammenarbeit 4.0?
Léna Krichewsky-Wegener 52

Literaturnachweise 54

Autorenverzeichnis 64

Impressum 67

Grußwort

Liebe Leserinnen und Leser,

die Digitalisierung verändert unsere Arbeitswelt. Damit verändert sich auch der Anspruch an die Aus- und Weiterbildung. Das deutsche duale System gilt durch seine Verbindung der schulischen und betrieblichen Ausbildung als Erfolgsmodell. An beiden Lernorten werden berufliche Handlungskompetenzen vermittelt, die durch die Digitalisierung erweitert werden.

Damit sind insbesondere die Auszubildenden und Ausbildende zentrale Träger der neuen, erweiterten Handlungskompetenzen. Mit der Digitalstrategie „Digitale Zukunft: Lernen.Forschen.Wissen" nimmt sich das Bundesministerium für Bildung und Forschung der Herausforderung neuer Formen des Lehrens und Lernens durch die Digitalisierung an, damit auch in der Zukunft die deutsche duale Ausbildung sich ihre herausragende Qualität erhält.

Dem ganzheitlichen Ansatz der Digitalisierungsstrategie folgend sind wir der Überzeugung, dass die Digitalisierung neue Möglichkeiten auf dem Arbeitsmarkt eröffnet. Ziel sind digital und medial kompetente, verantwortungsbewusste sowie selbständig handelnde Ausbildende und Auszubildende. Die Curricula werden um die notwendigen digitalen Aspekte der Ausbildung erweitert. Neben Lesen, Schreiben und Rechnen sollten digitale sowie IT-Kompetenzen zur vierten Schlüsselkompetenz in der Berufsausbildung werden.

Die Dachinitiative Berufsbildung 4.0 bündelt seit 2016 die vielfältigen Aktivitäten des BMBF zur Ausrichtung der dualen Ausbildung auf eine digitalisierte und vernetzte Wirtschaft. Beispielsweise wird in Kooperation mit der Wirtschaft die von der Digitalisierung betroffenen Arbeitsplätze im Hinblick auf Arbeitsprozesse, Tätigkeiten und Qualifikationsbedarfe analysiert. Zusätzlich werden überbetriebliche Berufsbildungsstätten und Kompetenzzentren gefördert, die insbesondere kleine und mittlere Unternehmen bei der digitalen betrieblichen Ausbildung unterstützen sollen.

Von diesem in Deutschland geschaffenen digitalen Fachwissen in der Aus- und Weiterbildung profitiert auch die internationale Berufsbildungszusammenarbeit. Beispielsweise entwickeln Partner in den BMBF-geförderten Projekten der „Internationalisierung der Berufsbildung" (IBB) digitalisierte Lernangebote von interaktiven Videos bis zur Virtual Reality-Anwendung.

Der vorliegende Band der Reihe Berufsbildung International zeigt die Möglichkeiten aber auch die Herausforderungen der Digitalisierung in der internationalen Berufsbildungszusammenarbeit. In den Praxisberichten werden Best-Practices vorgestellt, die Diskussions- und Forschungsbeiträge regen zu weiteren Gesprächen an. Damit wird ein weiterer Beitrag geleistet, den Austausch zwischen den BMBF-geförderten Projekten und der interessierten Fachöffentlichkeit fortzuführen. Ich wünsche allen Leserinnen und Lesern eine anregende Lektüre!



Susanne Burger

Leiterin der Abteilung „Europäische und internationale Zusammenarbeit in Bildung und Forschung"

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Editorial

Hannes Barske, DLR Projektträger

Die gestiegenen Anforderungen am Arbeitsmarkt üben weltweit einen hohen Innovationsdruck auf staatliche Berufsbildungssysteme und die Qualifizierungsaktivitäten von Unternehmen aus. Das deutsche duale System der betrieblichen Berufsausbildung ist deshalb in den letzten Jahren verstärkt in den Fokus gerückt und stellt mittlerweile einen wichtigen Aktionsbereich der internationalen Kooperation dar.

Die digitale Transformation fordert Berufsbildungssysteme, Unternehmen und Beschäftigte in besonderem Maße heraus. Dabei haben sich auch nichtakademische Berufsprofile drastisch verändert und stellen neuartige, anspruchsvolle Anforderungen an die Qualifizierung der Fachkräfte. Der Megatrend „Digitalisierung" verändert, wie wir über berufliches Lernen denken. Dies gilt in mindestens vier Hinsichten (1) subjektbezogen, mit Blick auf die beruflichen Kompetenzen, die Ergebnis des Lernprozesses sein sollen, sowie auf das tradierte Rollenverständnis der Lernenden und Lehrenden; (2) strukturell, bezogen auf die institutionelle und gesellschaftliche Einbettung von Lernprozessen; (3) methodisch-didaktisch, im Hinblick auf die Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen sowie (4) wirtschaftlich, bezogen auf spezifische Geschäftsmodelle zum Vertrieb digitaler Lehr- und Lerndienstleistungen.

Die Berufsbildung vollzieht damit einen disruptiven Innovationsprozess, der in der Arbeitswelt seit geraumer Zeit in vollem Gange ist. Die Digitalisierung verstärkt zudem – trotz aktuellen protektionistischen Gegenbewegungen – einen anderen Megatrend: die Globalisierung. Digitale Anwendungen entkoppeln einzelne Glieder von Wertschöpfungsketten und Anbieter-Kunden-Beziehungen vom jeweiligen geografischen Standort.

Die Ausbildung von Fachkräften hat deshalb heute in vielen Berufen zugleich eine internationale und eine digitale Dimension. Hier gilt es, Neues auszuprobieren und Grenzen zwischen Staaten sowie zwischen analogen und digitalen Räumen zu überschreiten. Die Förderinitiative zur Internationalisierung der Berufsbildung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) bietet hierfür ein spannendes Experimentierfeld.

In vielen Vorhaben zeigen sich direkte oder indirekte Bezüge zum Megatrend Digitalisierung. Diese haben wir auf den nachfolgenden Seiten dokumentiert. Ebenfalls abgebildet sind Beiträge des Deutschen Industrie- und Handelskammertages (DIHK), des Zentralverbandes des Deutschen Handwerks (ZDH) und des Deutschen Gewerkschaftsbundes (DGB), denn die Wirtschafts- und Sozialpartner sind strategische Partner des BMBF in der internationalen Berufsbildungszusammenarbeit. In diesem Zusammenhang freuen wir uns über den Beitrag der Auslandshandelskammer (AHK) in Mailand, die im Kontext der neuen Förderinitiative „WiSoVET" zur Einbindung der Wirtschafts- und Sozialpartner in die internationale Berufsbildungszusammenarbeit gefördert wird. Beiträge von „GOVET", der Zentralstelle für internationale Berufsbildungszusammenarbeit im Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB), der IHK Bildungsakademie Magdeburg sowie des DLR Projektträgers über die nationale Digitalisierungsdebatte zur beruflichen Aus- und Weiterbildung runden den fachpolitischen Rahmen ab. Wir danken allen Autorinnen und Autoren für ihre Zeit und das kreative, fachliche Potenzial, das dadurch freigesetzt wird!

Der vorliegende Band versteht sich als ein Werkstattbericht, als eine Momentaufnahme von „work in progress". Seine Besonderheit besteht in der Unterschiedlichkeit der Perspektiven – der Pädagogik, der Betriebswirtschaftslehre, der Methodik und Didaktik, der Kulturwissenschaften, der Psychologie und anderer Arbeitsgebiete bzw. Forschungsdisziplinen. Die Veröffentlichung ist ein erster Versuch, die spannende Verknüpfung von Internationalisierung und Digitalisierung im Aktionsradius der Berufsbildung zu erkunden. Dieser erkundende Blick hat Potenzial, unsere Haltung in den internationalen Berufsbildungskooperationen zu verändern, Themen und Kooperationsgegenstände anzupassen. Wo wir zuvor sendungsbewusst als traditionsfundierte, wirtschaftsstarke Beratende und Begleitende auftraten, sehen wir nun Anlass, im Sinne einer „Berufsbildungskooperation 4.0" von anderen zu lernen, - oder die internationale Kooperation und das internationale Projekt selbst als Anlass zum Lernen zu nehmen.

Praxisbeiträge



Virtuell unterstütztes Lernen als Change-Agent in Berufsbildungssystemen: **Transformation von Berufsbildungskulturen in der deutsch-griechischen Berufsbildungszusammenarbeit**

Rüdiger Klatt und Silke Steinberg

Einleitung

Innerhalb dynamischer Märkte ist die Transformationsfähigkeit des beruflichen Lernens eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg von Berufsbildungssystemen auf nationaler, wie auf internationaler Ebene. Neben der Notwendigkeit, Lehr- bzw. Lerninhalte fachlich immer wieder auf den neusten Stand zu bringen, ist das Innovationsmanagement in den Lehr- und Lernkulturen in der Berufsbildung ein ebenso wichtiger Aspekt. Berufsbildungskultur muss sich analog zu gesamtgesellschaftlichen Entwicklungstrends kontinuierlich transformieren, um den Bedarfen der Märkte, der Aus- und Weiterzubildenden, der Lehrerinnen und Lehrer sowie der Trainerinnen und Trainer zu entsprechen. Dies ist auf Grund der „Schwerfälligkeit" von Bildungsssystemen sowohl in Partnerländern als auch in Deutschland häufig ein Problem. Am Beispiel des Pilotprojektes „GRÆDUCATION – Erforschung, Entwicklung und Erprobung von Bildungsdienstleistungen zur Verbesserung der Ausbildung umwelttechnischer Berufe in Griechenland" soll gezeigt werden, wie der Digitalisierungstrend nötige Transformationen in internationalen Berufsbildungskulturen initiieren kann. Dabei wird dargelegt, wie gemeinsame transkulturelle Transformationsprozesse unterschiedlicher nationaler Berufsbildungssysteme motiviert werden können und unterstützend wirken, um Innovationsmotoren in der Berufsbildungskultur in Gang zu setzen und gemeinsame Herausforderungen, wie im Projektkontext die Sensibilisierung für den Klimaschutz, voranzutreiben.

Im Projekt GRÆDUCATION generiert ein interdisziplinäres griechisch-deutsches Team ko-kreativ Modernisierungsimpulse für die Berufsbildungssysteme in Griechenland und Deutschland. Einerseits sollen bestehende technische Berufe mit Green Skills und überfachlichen Trainingselementen in Hinblick auf Nachhaltigkeit und moderne Beruflichkeit erweitert werden. Andererseits geht es um die Erarbeitung eines konzeptionellen Ansatzes für die Berufswahlorientierung in Griechenland, mit dem grüne, technische berufliche Ausbildung vor allem bei jungen Menschen attraktiver gemacht werden soll. In beiden Handlungsfeldern sind bereits wichtige Schritte umgesetzt und Entwicklungen angestoßen worden. In Arbeitsgruppen treiben griechische und deutsche Akteurinnen und Akteure diese Entwicklung gemeinsam voran, wobei es auch darum geht, Innovation Gaps, die es in beiden Ländern in der beruflichen Bildung gibt, zu schließen. Die Nutzung virtueller Realität (VR) ist dabei ein Ansatz, der zunächst auf praktischer Ebene viele Umsetzungsprobleme im Projekt lösen kann und sich aus diesem Grunde zu einem Zentrum der gemeinsamen Diskussion entwickelt hat. Dabei wurde auch deutlich, dass in der Anwendung virtueller Unterstützungstools Potenziale freigesetzt werden, die einen Prozess initiieren, in dem die Parameter der beruflichen Bildung neu definiert werden können.

Die umsetzungsbezogenen Vorteile virtueller Anwendungen für Lehr- und Lernprozesse in der beruflichen Bildung sind vielfach beschrieben worden (Blümel et al. 2010; Goertz 2018a; Fell 2018). In beiden Handlungsfeldern im Projekt gibt es bereits konkrete Szenarien, in denen VR-Anwendungen in die bestehenden didaktischen Konzepte integriert werden könnten, um die Umsetzung von Lernzielen zu optimieren. Um darüber hinaus die Nutzung neuer digitaler Tools als Innovationsmotor für die griechisch-deutsche Berufsbildungszusammenarbeit zu nutzen, muss reflektiert werden, wie VR unsere Wahrnehmungsprozesse, unseren Zugriff auf die Welt und die Gestaltung sozialer Systeme beeinflusst.

Der Schwerpunkt dieses Artikels liegt auf dem Transformationspotenzial von VR für Lehr- und Lernkulturen und darüber hinaus für Berufskulturen. Hierzu wird zunächst ein gemeinsam entwickelter, theoretischer Ansatz vorgestellt. In einem zweiten Schritt werden die pragmatischen Lösungsansätze, in denen VR-Anwendungen die Umsetzungspraxis im Projekt unterstützen können, erläutert.

VR als Change Agent in der Berufsbildungskultur

Die im Projekt GRÆDUCATION bei der Diskussion der Umsetzungsszenarien entstandene Hypothese ist, dass die Nutzung von VR-Anwendungen über die pragmatischen, umsetzungsorientierten Aspekte hinaus, dazu beitragen kann, aus sich heraus Lehr- und Lernansätze, in die die Anwendungen eingebettet sind, zu transformieren und Berufsbildungskulturen und -systeme zu innovieren.

Um diese Hypothese zu stützen, wurde im Projektdiskurs ein theoretischer Ansatz erarbeitet. Es ging darum, zu definieren, wie sich virtuelle Realität zu analoger Realität verhält, um dann zu analysieren, welchen Mehrwert VR für unsere kognitiven Prozesse und unsere Repräsentation von Objekten, Zusammenhängen und Situationen darstellt.

Der französische Philosoph und Medientheoretiker Pierre Lévy sieht in der Virtualisierung einen Prozess, in dem der Mensch sich selbst und seinen Zugriff auf die Welt konstituiert.

„Virtualisierung… veranschaulicht einen zeitgenössischen Trend, im Sinne einer viel allgemeineren (Bedeutung) des Virtuellen… Tatsächlich hat sich unsere Spezies… in und durch Virtualisierung gebildet. Die zeitgenössische Bedeutung (der virtuellen Realität) kann als eine neue Erscheinungsform der Selbsterschaffung der Menschheit interpretiert werden." (Lévy 1998, 27, Übersetzung durch die Autoren)[1]

Dabei beschreibt Lévy sowohl die Entwicklung der Sprachen, die Vervielfältigung der Technik und die ansteigende Komplexität der Institutionen als vorherige Virtualisierungen, mit denen der Mensch versucht seine kognitiven Fähigkeiten immer weiter zu steigern und in neue Dimensionen zu überführen. Er stellt am Beispiel der Sprache dar, dass es erst durch die Versprachlichung möglich wird, über die Gegenwart hinaus, Vergangenheit und Zukunft zu erfassen. Durch Virtualisierungen ermöglicht der Mensch sich selbst immer komplexere Repräsentationen der Welt und erschafft dabei neue Realitäten. Digital erzeugte Realität ist eine weitere Virtualisierung zu diesem Zweck. Virtualisierung ist dabei keine einfache Abbildung der *„analogen"* Realität, sondern ein Modus, der weit über diese hinausgeht und kreative Möglichkeiten eröffnet, die den Geist des Menschen und seine Kognitionsfähigkeit steigern. Virtualisierung bedeutet nach Lévy immer Erweiterung der Realität. In der virtuellen, digital erzeugten Realität werden Dinge möglich, die uns in der analog erfahrbaren Welt bisher versagt sind. So wird es zum Beispiel möglich, dreidimensional im Raum zu zeichnen, Dinge können gleichzeitig von innen, außen und aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden, man kann den menschlichen Körper von innen erfahren und Dinge tun, die die tatsächlichen Fähigkeiten übersteigen. Durch unser Handeln in der virtuellen Realität werden Gehirn, Körper und virtuelle Umwelt in Beziehung zueinander gesetzt und bestimmen den kognitiven Prozess über eine Wechselwirkung. Die virtuelle Realität wird zu einem Instrument, das unsere kognitiven Fähigkeiten erweitert und in eine neue Dimension, die *„extended mind"* überführt (Clark und Chalmers 1998).

Die Perspektive der modernen Kognitionswissenschaften unterstreicht den Aspekt, dass durch Kognition Realität erzeugt wird. Das Objekt der Erkenntnis entsteht durch den Erkenntnisprozess selbst. Wirklichkeit und Wissen sind somit immer abhängig von den Instrumenten der Wahrnehmung und existieren nicht unabhängig von diesen. Insbesondere der konstruktivistische Embodiment-Ansatz von Francisco Varela schreibt der Kognition diese aktive und kreative Rolle zu.

„Wahrnehmung wird als aktiver Prozess der Hypothesenbildung betrachtet und nicht als einfache Spiegelung einer vorgegebenen Umgebung." (Varela et al. 1993, 136, Übersetzung durch die Autoren)[2]

Wissen wird in dieser Perspektive ein agiler Prozess, eine kontinuierliche Entwicklung, die in unserer Fähigkeit zu verstehen begründet ist und über die Kontextzusammenhänge, in denen es sich vollzieht, flexibel gestaltet wird.

„…Erkenntnis und Erkanntes, Geist und Welt stehen durch gegenseitige Spezifizierung im Verhältnis zueinander oder bringen sich wechselseitig hervor." (ebd., 150, Übersetzung durch die Autoren)[3]

Für Lern- und Lehrprozesse ergeben sich aus diesen kognitionswissenschaftlichen Aspekten und der Definition von Virtualität als eine erweiterte bzw. autonome Form von Realität neue Dimensionen und Bezüge, die transformierend auf Lern- und Lehrkulturen wirken. Virtuelle Realität als Instrument unserer Kognition kann so als Change Agent in der Berufsbildungskultur definiert werden.

---

1 „La virtualisation …. illustre un mouvement contemporain vers le virtuel beaucoup plus general. …. En effet notre espèce … s'est constituée dans et par la virtualization. Dès lors la mutation contemporaine peut s'interpréter comme une reprise de l'autocréation de l'humanité."

2 „Perception is seen as an active process of hypothesis formation, not as the simple mirroring of a pregiven environment."

3 „…. knower and known, mind and world, stand in relation to each other through mutual specification or dependent coorigination." (ebd., 150)

Ganz grundlegend ist dabei die VR ein Lernort, an dem beruflicher Kontext auf eine Weise durchdrungen wird, die weder am schulischen Lernort noch am Arbeitsplatz möglich ist. An diesem Lernort haben Lernende und Lehrende neue Rollen und stehen in einem gleichberechtigten, dialogischen Prozess. Sie werden zu Mitproduzenten des Wissens, entwickeln dieses gleichberechtigt weiter und gestalten Inhalte über ihre unterschiedlichen Perspektiven, Hintergründe und Erfahrungen. Inhalte werden so agile Prozesse, die sich ständig erneuern und durch Lernende und Lehrende im Interaktionssystem konstituiert werden. Dadurch ist es möglich, soziale, materielle und technologische Veränderungen in den beruflichen Kontexten und der Umwelt des Lernenden zu berücksichtigen. Komplexität und Volatilität moderner Märkte und Arbeitswelten werden ebenfalls miteinbezogen.

Die Lernenden trainieren, über innovative fachliche Kompetenzen hinaus, Schlüsselkompetenzen wie Kreativität, Problemlösungskompetenz, Flexibilität und Innovationsfähigkeit. Die Lehrperson unterstützt diese Entwicklung, beide gewinnen an Autonomie und handeln gleichberechtigt (siehe auch Große und Steinberg in dieser Veröffentlichung).

Sie gestalten gemeinsam innovative Inhalte, konstituieren und erproben neue Methoden und Lernumgebungen. Die virtuellen Erfahrungen werden gemeinsam auf die analoge, berufliche Situation bezogen und weiterentwickelt.

In der Diskussion mit den griechischen und deutschen Berufspädagoginnen und -pädagogen wurde deutlich, dass durch die erweiterte Erfahrungswelt in der virtuellen Realität im beruflichen Kontext Problemstellungen antizipiert werden können und ko-kreativ Lösungswege gemeinsam konstituiert und erprobt werden. Die Integration der Schülerinnen und Schüler in den kreativen Prozess steigert den Lerneffekt, verändert aber auch den Lösungsansatz. Griechische und deutsche Dozentinnen und Dozenten waren sich einig, dass mit dem ko-kreativen Verhältnis zwischen Lehrpersonal sowie Schülerin und Schüler in der VR ein Trend intensiviert werden kann, der die Attraktivität und die Effizienz des Berufsschulunterrichts steigert.

Szenarien für die Nutzung von VR-Anwendungen im Projekt GRÆDUCATION

Berufliche Tätigkeiten im Bereich der regenerativen Energien und des nachhaltigen Bauens, die im Projekt insbesondere fokussiert werden, verlangen den Fachkräften technische Kompetenzen ab, die weit über das technische Kompetenzspektrum, das in klassischen Berufsbildern in diesem Bereich gelehrt und gelernt wird, hinausgehen. In den letzten Jahrzehnten haben sich innovative Technologien entwickelt, die großes Potenzial für den Klimaschutz besitzen. Damit sie optimal genutzt werden können, ist es wichtig, nicht nur an Universitäten, sondern auch in der beruflichen Bildung Fachkräfte in diesen neuen Technologien zu schulen. Hier ist enormer Qualifizierungsbedarf sowohl auf der Ebene des Berufsbildungspersonal als auch auf der der Aus- und Weiterzubildenden entstanden. Lehrpersonal sowie Schülerinnen und Schüler müssen die komplexen technologischen Prozesse, die beispielsweise moderne Kälte-, Klimaanlagen, Photovoltaikanlagen oder IT-gestützte Smart-Home-Systeme konstituieren, nachvollziehen können. Moderne Maschinen sind oft wie Black Boxes und bieten keinen Einblick in ihre Funktionsweise. VR-Anwendungen, die solche Maschinen abbilden, von allen Seiten erfahrbar und begehbar machen, unterstützen das Lernziel, ihre Abläufe zu begreifen. Die Lernenden können die Maschine von innen betrachten, beschriften, einfärben und sich sozusagen zu eigen machen. Ihr Erfahrungshorizont wird durch die virtuelle Version der Maschine erweitert, um so das Verständnis für diese zu vertiefen und ihren Einsatz zu verbessern. Es können virtuell problemlos unterschiedliche Einstellungen und Schaltungen (beispielsweise in Bezug auf Gebäude- oder Anlagenautomatisation) getestet werden, um optimale Lösungen zu definieren.

Ein weiteres didaktisches Umsetzungsproblem, das häufig im Bereich der Green Skills auftaucht, ist das Trainieren gefährlicher Situationen. Die Reparatur eines Windkraftrades beispielsweise kann den Auszubildenden aufgrund der Höhe Schwierigkeiten bereiten. Virtuell lässt sich diese Situation problemlos trainieren. Auch Arbeitsabläufe, die sensomotorische Anforderungen enthalten, können durch ein VR-gestütztes Training besser erlernt werden.

Darüber hinaus bietet VR Lösungspotenzial für das Problem fehlender Infrastruktur in Schulen und Betrieben, das uns in GRÆDUCATION immer wieder begegnet. Für die Schulen in Griechenland wäre es leichter umsetzbar, bestimmte technische Infrastrukturen zunächst virtuell zu Trainingszwecken zu nutzen, weil die Anschaffung der Maschinen und Geräte für die Schulen, aber auch für die, meist mittelständigen, Unternehmen in der Fläche zu teuer ist. Auszubildenden würde so die Möglichkeit geboten an neusten Technologien zu trainieren. Von vielen Maschinen existieren bereits 3D Modelle und CAD Files, sodass sie kostengünstig in VR-Anwendungen integriert werden können. Auch bei deutschen Bildungsanbietern, wie beispielsweise dem Verbundpartner im Projekt GRÆDUCATION, dem Bildungszentrum der Handwerkskammer Münster, ist dies ein attraktiver Lösungsansatz.

Im Bereich der Berufsorientierung punkten die *„Unique Selling Points"* (Goertz 2018) von VR-Anwendungen noch offensichtlicher: Schülerinnen und Schüler können Erlebnisse und Erfahrungen in Berufswelten machen, die für sie ansonsten nicht zugänglich wären. Sie können Gefahrensituationen ohne Risiken erproben und ihre technischen Fähigkeiten ausloten, ohne dabei etwas kaputt machen zu können. Der Immersionsaspekt bietet dabei eine Erlebnisintensität, die gerade Jugendliche begeistert. Da verwandte Technologien aus dem Gaming-Bereich bekannt sind, wird die Attraktivität der beruflichen Ausbildung gesteigert. VR-Anwendungen in der Berufsorientierung bieten authentische Erfahrungen in sonst schwer zugänglichen Erlebniswelten und verleihen der beruflichen Bildung eine *„hippe"* Anziehungskraft.

Gerade im Bereich der Green Skills sind in den letzten Jahren bereits Anwendungen entstanden, die im Projekt genutzt werden können und sollen. Ein Fokus auf diesem Aspekt ist für die zweite Projektphase geplant.

Fazit

Die Reflexion darüber, wie virtuelle Anwendungen in innovative didaktische Ansätze der Berufsbildung eingebunden werden können, sensibilisiert für das Transformationspotenzial von VR für Berufsbildungskulturen. Der Austausch zwischen den deutschen und den griechischen Berufspädagoginnen und Berufspädagogen zeigt, wie bereits in dieser Reflexion alte Paradigmen aufgebrochen werden und neue Entwicklungsräume sichtbar werden. Gerade im Bereich der Green Skills und des Klimaschutzes sind darüber hinaus viele Umsetzungsmöglichkeiten denkbar, die eine stärkere Sensibilisierung und ein größeres Engagement für klimaschutzorientierte Themen in der beruflichen Bildung unterstützen. Das deutsch-griechische Kooperationsprojekt zeigt, dass durch die internationale Berufsbildungszusammenarbeit ein gemeinsamer Ansatz zum Klimaschutz sowie eine gemeinsame, nachhaltigkeitsorientierte Berufsbildungskultur entstehen können.

Die Digitalisierung bietet dabei großes Potenzial für transnationale Transformationsbewegungen in Berufsbildungskulturen. In der Transformation wachsen diese zusammen und brechen bestehende Paradigmen innerhalb und zwischen den Systemen auf und bestimmen sie neu (Überlegenheitsansprüche und Erwartungshaltungen zwischen Lehrpersonal und Schülerinnen und Schüler sowie zwischen den unterschiedlichen Systemen werden aufgegeben). Dazu müssen digitale Anwendungen, ihre Potenziale und ihr Einsatz gezielt diskutiert werden. Die Implikationen, die sich aus den digitalen Innovationen für sozio-kulturelle Kontexte ergeben (agile Inhalte, Wissen als Prozess, veränderte soziale Systeme), müssen definiert und in unseren Lebenswelten umgesetzt werden. Durch internationale Zusammenarbeit und die ko-kreative Auseinandersetzung mit der Einbindung digitaler Tools, wird gezeigt, dass ko-kreative Netzwerke Gestaltungspotenzial für nachhaltige und zukunftsorientierte Berufsbildungskulturen haben und Transformationen bzw. Innovationen nicht ausschließlich über Märkte getriggert werden. ■

Nutzung von **interaktiven Videos zur Entwicklung von Arbeitsprozessorientierung in der Aus- und Weiterbildung** – Erkenntnisse aus dem Projekt KoLeArn

Tim Weinert, Andreas Janson, Marian Thiel de Gafenco, Ute Urbon, René Wegener und Carsten Mauritz

Einführung

Videos werden immer mehr zur Wissens- und Kompetenzvermittlung eingesetzt. Rund 73 Prozent der unter 19-jährigen in Deutschland nutzen Lernvideos auf Plattformen wie YouTube zu Lernzwecken (Rat für kulturelle Bildung 2019, 8). Videos werden innerhalb von formalen, non-formalen und informellen Bildungsprozessen verwendet und auch in der Berufsbildung. Oftmals werden Lernvideos aber nicht an den Kontext der Lernenden in den Betrieben angepasst, was Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter demotivieren kann

(Guo et al. 2014, 42). Vor dem Hintergrund des enormen Potenzials von Lernvideos zielt der Ansatz von KoLeArn[4] auf die kontextsensitive Allokation von interaktiven Lernvideos und deren Entwicklung ab. Insbesondere im Zielland China ist die kontextsensitive Verteilung von großer Bedeutung, da bei der Qualifizierung von Personen in Unternehmen in der Regel nicht auf deren Vorerfahrungen und Hintergrund eingegangen wird (Li et al. 2019, 7).

Bei der Erstellung der Lernvideos im Rahmen von KoLeArn gehen wir in vier Schritten vor.

Im **ersten Schritt** qualifizieren wir Mitarbeitende in der Erstellung von Lernvideos und Berufsbildungspersonal (BBP) im Design von Lernmaterialien und Videos.

Im **zweiten Schritt** nutzen wir intelligente Algorithmen wie Textmining und Machine-Learning-Ansätze, welche im Konsortium durch smarTransfer entwickelt worden sind. Aus im Unternehmen vorhandenen Unterlagen werden automatisch die Fertigkeiten und Kenntnisse (FuK) abgeleitet, die für einen Arbeitsprozess notwendig sind.

Im dritten Schritt werden, ausgehend von den für den Arbeitsprozess notwendigen FuK, Lernvideos und andere Microlearnings von den Mitarbeitenden selbstständig entwickelt. Im vierten Schritt werden Lernvideos vom BBP gestaltet, beispielsweise mittels des h5p[5] Frameworks für interaktive Videos. Ein Überblick über den Prozess gibt Abbildung 1.

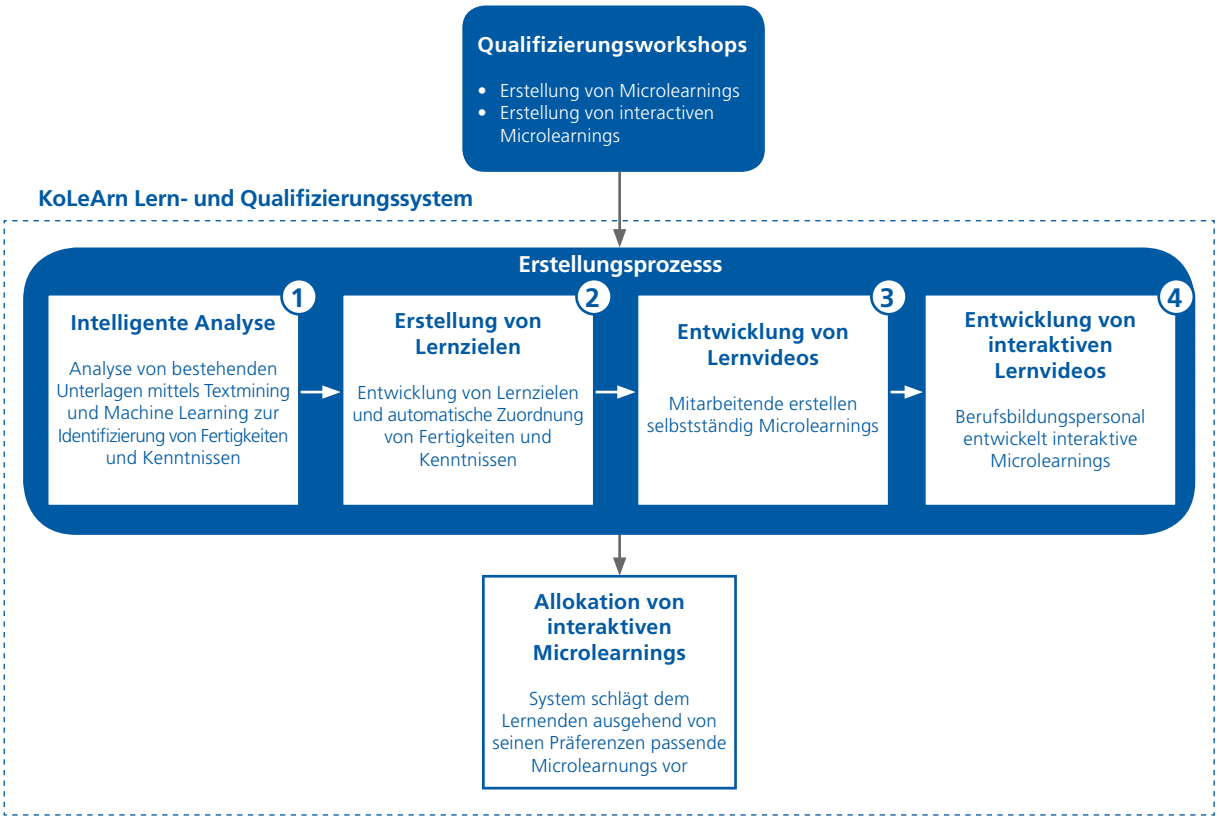


Abbildung 1: Darstellung des KoLeArn Prozesses

4 Kontextsensitive Lerndienstleistungen im Arbeitsprozess der smarten industriellen Fertigung – Systematische Entwicklung und Pilotierung am Beispiel China

5 https://h5p.org/ , letzter Zugriff:26.06.2019

Der KoLeArn Prozess unterstützt das BBP bei der Erstellung von interaktiven Lernvideos, die an die unterschiedlichen FuK der Lernenden anknüpfen. Ausgehend von der Analyse des Lernmaterials sowie der Lernziele und der FuK der Lernenden werden interaktive Lernvideos erstellt. Dabei unterstützt das intelligente System den Erstellungsprozess der interaktiven Lernvideos auf mehreren Ebenen.

(a) Es identifiziert aus bestehenden Unterlagen (bspw. Prozessbeschreibungen) notwendige FuK für einen Arbeitsprozess. Gleichzeitig analysiert das System Unter-

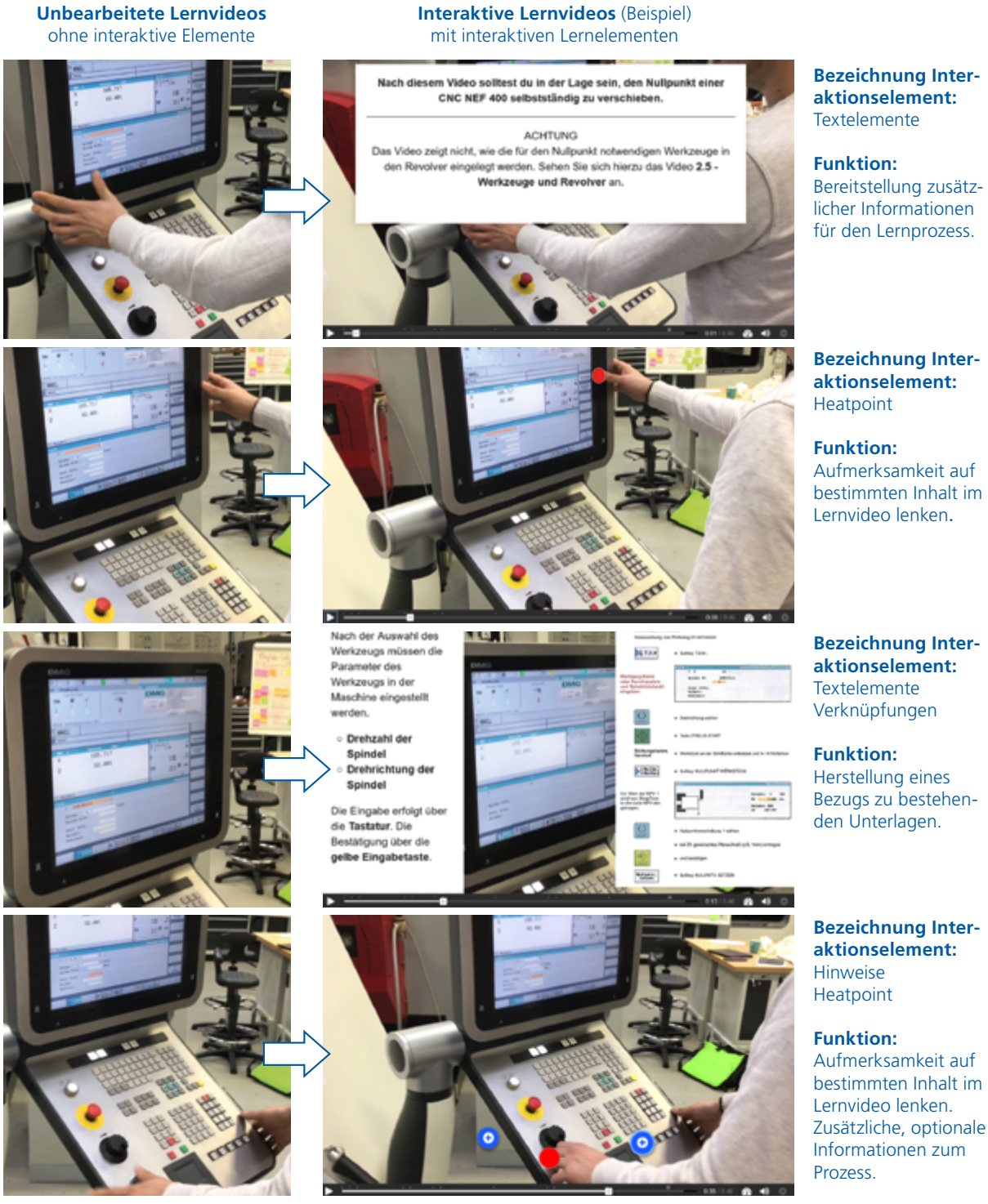


Abbildung 2: Darstellung des Lernprozesses mit Lernvideo

lagen über die späteren Nutzerinnen und Nutzer (z. B. Lebensläufe) und leitet daraus bereits vorhandene FuK der Nutzerinnen und Nutzer ab.

(b) Es gibt Feedback bei der Formulierung von Lernzielen, da die zuständigen Mitarbeitenden oftmals keine didaktische Ausbildung besitzen (ebd., 6).

(c) Es unterstützt die Mitarbeitenden bei der Erstellung der Lernvideos, indem es ihnen in einem einführenden Tutorial zeigt, wie Lernvideos gestaltet werden müssen. Gleichzeitig bietet es auch dem BBP ein Tutorial an, wie ein Lernvideo durch interaktive Elemente erweitert werden kann. Die Videos werden auf Basis der gesammelten Kontextfaktoren gestaltet, um die Erfahrung der Nutzerinnen und Nutzer berücksichtigen zu können. Nachdem die interaktiven Lernvideos erstellt worden sind, analysiert das System die aktuell im System hinterlegten FuK der Mitarbeitenden und schlägt ihnen zu ihrem Wissensstand passende Lernvideos vor.

Die Weiterentwicklung von Lernvideos zu interaktiven Lernvideos hat einen großen Einfluss auf den narrativen Verlauf des Lernprozesses. Die Elemente ermöglichen den Lernenden, den Verlaufs des Lernprozesses zu beeinflussen (Roth und Koenitz 2019, 249). Dadurch werden die Lernenden befähigt, ihren Lernprozess aktiv mit zu gestalten.

Ein beispielhafter Lernprozess mit Lernvideos ohne und mit interaktiven Lernelementen ist in Abbildung 2 dargestellt.

Vorgehen zu Erstellung von interaktiven Videos für die Arbeitsprozessorientierung

Damit Mitarbeitende bei der Nutzung der interaktiven Lernvideos nicht demotiviert werden, ist eine intensive Recherche über das genaue Einsatzszenario des Lernvideos erforderlich. Dabei sollte **(1)** der Arbeitsprozess durch entsprechende Materialien eindeutig beschrieben sein und **(2)** der Lernende selbst im Fokus der Betrachtung stehen.

(1) Vor der Entwicklung eines interaktiven Lernvideos muss eine eindeutige Beschreibung des Anwendungskontextes vorliegen. Jedes Lernvideo dient einem konkreten Lernziel, welches wiederum für den Arbeitsprozess notwendige FuK beinhaltet. Das Wissen um die Zuordnung von FuK zu Arbeitsprozessen liegt in Unternehmen jedoch oft nur als implizites Wissen beim BBP vor. Vor diesem Hintergrund nutzen wir Textmining und Machine Learning, um FuK aus den vorhandenen Unterlagen (z. B. Prozessbeschreibungen oder Schulungsmaterialien) des Unternehmens zu extrahieren. Diese Zuordnung von FuK zu Lernzielen und Arbeitsprozessen ist wichtig, damit den Lernenden auf der Lernplattform auf sie kontextsensitiv abgestimmte Lernvideos vorgeschlagen werden können. Gleichzeitig erleichtert die Analyse der Unterlagen die spätere Entwicklung von interaktiven Lernelementen im Video. Wie in Abbildung 2 gezeigt, kann so ein Verweis zum jeweiligen Schulungsmaterial oder zur Prozessbeschreibung in das Video eingefügt werden.

(2) Zeitgleich werden bei der Entwicklung von interaktiven Lernvideos auch die Lernenden an sich näher betrachtet. Heterogene Gruppen mit unterschiedlichen FuK erschweren die passgenaue Zuordnung der Lernvideos. Vor diesem Hintergrund wird das Vorwissen der Lernenden mittels eines zweistufigen Prozesses auf der zugrundeliegenden Lernplattform ermittelt (Tsai und Choum 2002, 157). Gleichzeitig werden auf Basis der intelligenten Analyse der Unterlagen vorhandene und erforderliche FuK der Mitarbeitenden identifiziert. Hierbei wird auf die Analysemethoden zurückgegriffen, welche für die Auswertung der Unternehmensunterlagen entwickelt worden sind. So ermöglichen wir auf der einen Seite passendere Videovorschläge für die Lernenden auf der Lernplattform und auf der anderen Seite das zielgerichtete Erstellen von interaktiven Lernvideos für bestimmte Gruppen. Der Wissensstand der Mitarbeitenden wird über ihre FuK einer von drei Wissensgruppen (Anfänger, Erfahren, Experte) zugeordnet.

Durch den Einsatz von interaktiven Elementen kann ein Lernvideo für Lernende mit unterschiedlichen Wissensständen eingesetzt werden. Dadurch reduziert sich der Aufwand der Videoerstellung für unterschiedliche Anwendergruppen beträchtlich. Der Prozess für die drei oben genannten Anwendergruppen kann in Abbildung 3 betrachtet werden.

Diese individuelle Berücksichtigung des Vorwissens der Lernenden kann die kognitive Last (Cognitive Load, CL) für die Lernenden bei der Nutzung der interaktiven Lernvideos verringern. Dabei nutzen wir die Cognitive Load Theory als Rahmenwerk für die Gestaltung von interaktiven Lernvideos (van Merriënboer und Sweller 2005, 150). Wir nutzen insbesondere spielbasierte Elemente, um Aufmerksamkeit auf wichtige Aspekte des Lernprozesses zu lenken (Schöbel und Janson 2018, 1). Für die Gestaltung der Gamification-Elemente nutzen wir das Framework h5p, um Gamification-Mechaniken wie Leaderboards oder Badges einzusetzen und Lernprozesse sichtbar zu machen oder auch um selbstgesteuerte Lernprozesse automatisiert durch Avatare anzuleiten (Schneider et al. 2018).

Beitrag und Verwertung

Durch die Einbindung intelligenter Algorithmen zur Analyse von bestehenden Unterlagen und die Unterstützung von Mitarbeitenden im Erstellungsprozess

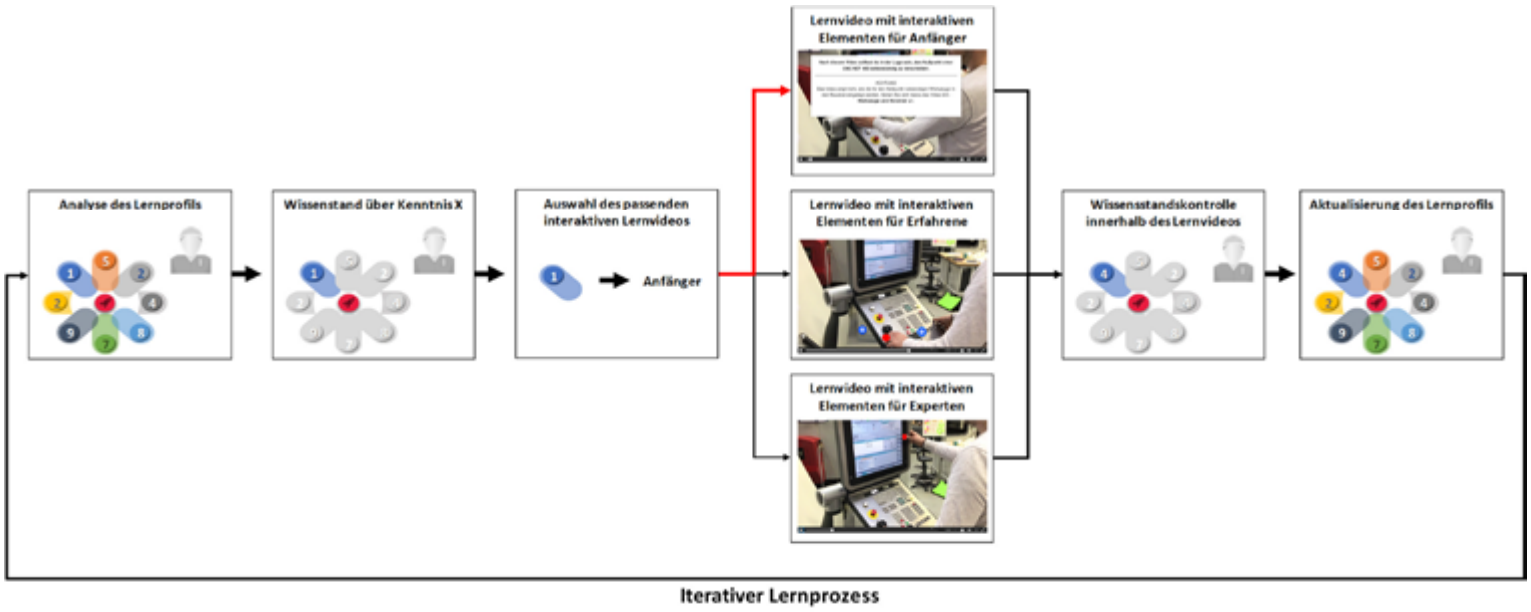


Abbildung 3: Auswahlprozess für interaktive Lernvideos

wird die Entwicklung von interaktiven Lernvideos in der Aus- und Weiterbildung maßgeblich vereinfacht. Bei der Verwertung der Ergebnisse ist dies ein Wettbewerbsvorteil für Bildungsdienstleister, die ebenfalls Lernvideos in der Berufsbildung einsetzen möchten. Gleichzeitig ermöglicht der Einsatz von interaktiven Elementen die Anpassung der Lernvideos an den individuellen Lernstand der Mitarbeitenden, was insbesondere in Zielländern wie China entscheidend ist, um auf sich sehr schnell ändernde Anforderungen der Berufsbildung praxis- und verwertungsorientiert einzugehen. So kann das Drehen von mehreren Lernvideos über den gleichen Arbeitsprozess für unterschiedliche Anwendergruppen (Anfänger/ Erfahren/ Experte) vermieden werden. Dies hat insbesondere große Vorteile beim Einsatz der Lernvideos in Prozessen, welche aufeinander abgestimmt sind und sich somit nur schwer für den Dreh eines Lernvideos unterbrechen lassen. ■

Vom Innovationsdruck der italienischen Industrie **zur nachfrageorientierten Qualifizierungslandschaft**

Katrin Helber

In der heutigen globalisierten Wirtschaft werden Bildung und Wissen immer mehr zu erfolgskritischen Faktoren für wirtschaftliches Wachstum, Wettbewerbsfähigkeit, Beschäftigungsfähigkeit und Innovation. Die stetig zunehmende Digitalisierung und die damit verbundene Vernetzung von Maschinen, Menschen und Produkten sowie die umfassende Datenerhebung und -analyse bis hin zu Anwendungen mit künstlicher Intelligenz erzeugen neben neuen Perspektiven für Beschäftigte auch zahlreiche Herausforderungen im Aus- und Weiterbildungsbereich. So führt die soziotechnische Verknüpfung zu einem Strukturwandel der Wirtschaft, der innovative Geschäftsmodelle hervorbringt und neue Kompetenzen bei Mitarbeitern erfordert. Klassische Funktionen werden in den Unternehmen durch Industrie 4.0 zunehmend aufgelöst und der Zuständigkeitsbereich der Beschäftigten erweitert sich. Das bedeutet, dass das Fachwissen der Beschäftigten in Zukunft allein nicht mehr ausreicht, um die technologische Komplexität steuern zu können, sondern dass neue Kompetenzprofile benötigt werden, die auch interdisziplinäre und soziale Fähigkeiten abdecken. Besonders Italien, als zweitgrößte Industrienation in Europa, kann laut aktuellen Umfragen nur durch eine schnelle Entwicklung in der Fachkräftequalifizierung und Berufsausbildung die Potenziale der Digitalisierung voll ausschöpfen und dem internationalen Innovationsdruck standhalten (vgl. Destatis 2019b; vgl. BMWi 2007; vgl. AHK und Ipsos 2019).

Die Partnerländer Deutschland und Italien sind wirtschaftlich eng verflochten. Im Rahmen einer seit 2012 bestehenden bilateralen Bildungskooperation fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) das Projekt digITALIA in Italien, um dem disruptiven Wandel durch die Digitalisierung mit anschlussfähigen

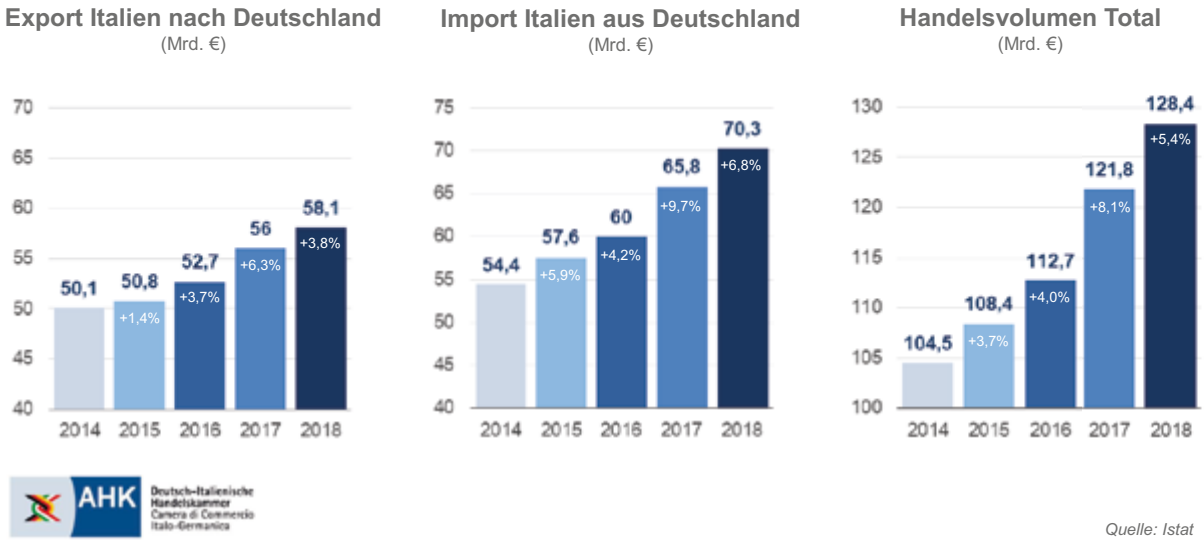
Qualifizierungsangeboten begegnen zu können. Das Projekt wird von der Deutsch-Italienischen Handelskammer (AHK Italien) durchgeführt.

Das zwei Jahre dauernde Projekt ist im November 2018 gestartet und zielt darauf ab, gemeinsam mit deutschen und italienischen Partnern eine nachfrageorientierte Qualifizierungslandschaft für Italien in den Schlüsselsektoren von Industrie 4.0 zu entwickeln und Transferoptionen nach Frankreich abzuleiten. Der Schwerpunkt dieses Projekts liegt auf dem Profil „Mechatronik IoT" (Internet of Things), das auf dem italienischen Arbeitsmarkt mit prognostizierten 280.000 fehlenden Fachkräften in den nächsten fünf Jahren eine Engpassqualifikation sein wird, wie Italiens größter Arbeitgeberverband Confindustria in seiner 2018 durchgeführten Studie ermittelt hat (vgl. Del Frate 2018). Doch weshalb genau steht Italiens Industrie so enorm unter Innovationsdruck und inwiefern hilft digITALIA diesem entgegenzuwirken? Um diese Frage beantworten zu können, lohnt es sich zunächst einen Blick auf das deutsch-italienische Wirtschaftsverhältnis sowie das Bildungssystem zu werfen.

Die deutsch-italienische Handelspartnerschaft ist sehr stark, zuletzt wieder belegt durch den in 2018 erzielten historischen Rekord mit einem Handelsvolumen von über 128,4 Milliarden Euro zwischen den beiden Ländern, wodurch Italien zum fünftwichtigsten deutschen Handelspartner wurde.

Handelsrekord zwischen Italien & Deutschland

2018 wurde der Handelsrekord auf über 128 Mrd. € weiter ausgebaut



Quelle: Istat

Die Wertschöpfungsketten Deutschlands und Italiens sind in den Bereichen Kfz-Bau, Maschinenbau, Chemie und Pharma, Elektroindustrie sowie Metallverarbeitung und Stahl sehr eng miteinander verflochten. 2018 gingen rund 52,4 Prozent des italienischen Exports nach Deutschland in die oben genannten fünf Industriebranchen, während es in die andere Richtung etwa 68 Prozent waren (vgl. Destatis 2019a). Das heißt, dass Italien und Deutschland über eine hohe Passung bezüglich ihrer Industrien verfügen und durch eine enge Kooperation und Weiterentwicklung im Bereich Industrie 4.0 den wirtschaftlichen Aufschwung Europas synergetisch voranbringen und ihre industrielle Zukunft gemeinschaftlich gestalten (können). Aufgrund dieser starken industrieseitigen Zusammenarbeit beider Länder ist es für Deutschland enorm wichtig, dass Italien über ein, auf die Bedarfe der Wirtschaft zielendes, Angebot an Aus- und Weiterbildung im technischen Bereich verfügt. Gut ausgebildete technische Fachkräfte ebnen den Weg für weitere Exporte von deutschen Gütern, erleichtern Geschäftsbeziehungen für deutsche und italienische Unternehmen und sichern somit die Wettbewerbsfähigkeit Europas.

In Italien sind die Übergangsphasen zwischen Schule und Beruf im Vergleich überdurchschnittlich lang (OECD 2018, 74ff.), was sich auch in einer aktuellen Jugendarbeitslosigkeitsrate von 31,4 Prozent niederschlägt (im Vergleich Deutschland: 5,3 Prozent; EU: 14,2 Prozent; vgl. Urmersbach 2019). Und obwohl es diese hohe Jugendarbeitslosigkeit gibt, finden Unternehmen bereits heute besonders im technischen Bereich (MINT) nicht ausreichend qualifizierte

Fachkräfte auf dem Arbeitsmarkt, was sich in Zukunft durch den demographischen Wandel noch verstärken wird, denn durch die sinkende Geburtenrate werden in Italien immer weniger Fachkräfte nach kommen (vgl. Del Frate 2018; vgl. Urmersbach 2018). Die Bipolarität zwischen Jugendarbeitslosigkeit und allgemeinem Fachkräftemangel lässt auf einen deutlichen Skills-Mismatch zwischen dem schulischen Bildungssystem und den Anforderungen des Arbeitsmarkts schließen (vgl. Altagamma 2019, 23f.). Die Disharmonie wird auch in einer OECD Analyse deutlich, welche aufzeigt, dass 22 Prozent der italienischen Arbeitskräfte unter- und 13 Prozent überqualifiziert sind und daher keine geeignete Arbeitsstelle finden (im Vergleich Deutschland: 11 Prozent unter- und 23 Prozent überqualifiziert; vgl. OECD 2018). Zudem scheinen MINT-Ausbildungs- und Studiengänge für die italienischen Jugendlichen und deren Eltern wenig attraktiv zu sein. Weniger als ein Viertel der Italienerinnen und Italiener verfügt zurzeit über einen Abschluss im MINT-Bereich, womit Italien im Verhältnis zu anderen EU-Ländern sehr schlecht abschneidet und sich sogar unter dem OECD-Durchschnitt positioniert (vgl. ebd.). Der Mangel an kompetentem Nachwuchs im technischen Bereich birgt die große Gefahr, die Produktionsfähigkeit der Unternehmen entscheidend zu beeinträchtigen und somit langfristig Wettbewerbsnachteile für den Wirtschaftsstandort Italien und letztlich für die EU zu erzeugen. Duale Ausbildungsmodelle, die mit apprendistato I oder III livello (italienischer Lehrlingsvertrag) angeboten werden sowie im Besonderen das Angebot der technischen Fachschulen (ITS – Istituti Tecnici Superiori) mit anwendungsorientiertem Schwerpunkt, sind bereits wichtige Entwicklungen der vergangenen Jahre. Aufgrund der geringen Anzahl der ITS und der noch nicht erfolgten Standardisierung ihrer Angebote ergeben sich bisher jedoch leider nur punktuell positive Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt.

Wegen dieser Dringlichkeit hat sich das Projekt digITALIA zum Ziel gesetzt, eine auf bestehenden Ansätzen aufbauende und am Bedarf der Industrie ausgerichtete Qualifizierungslandschaft rund um das Berufsprofil „Mechatronik IoT" zu entwickeln. Zum Auftakt des Projekts wurden 120 Unternehmen in Italien zu Kompetenzen und Berufsbildung 4.0 befragt. Die Ergebnisse der Umfrage, die von der AHK Italien in Zusammenarbeit mit Ipsos und ALDAI-Federmanager im Januar 2019 durchgeführt wurde, wurden anschließend in einer Fachkonferenz zum Thema „Innovationsdruck aus der Industrie – nachfrageorientierte Formen der Aus- und Weiterbildung" vorgestellt und mit Vertreterinnen und Vertretern aus Wirtschaft und Politik diskutiert. Die Umfrage zeigte, dass das Wissen über Industrie 4.0 in italienischen Unternehmen zwar verbreitet, jedoch wenig detailliert zu sein scheint, denn nur eines von zehn Unternehmen gab an, vertiefte Kenntnisse über das Thema zu besitzen. In diesem Rahmen setzen auch nur 5 von 10 Unternehmen Industrie 4.0 bereits um, was auf einige Schwierigkeiten bei deren Implementierung hindeutet. Demnach nennen 46 Prozent der Unternehmen fehlende spezifische Kompetenzen als Haupthindernis für die Umsetzung, worauf mit 39 Prozent die Veränderungsresistenz folgt, die den möglichen Nutzen von Industrie 4.0 einschränkt.

Hindernisse bei der Umsetzung von Industrie 4.0



Basis: Unternehmen, die I 4.0 umsetzen und umsetzen werden

D2ter. Mit welchen Hindernissen waren Sie bei der Umsetzung von Industrie 4.0 bereits konfrontiert bzw. mit welchen Hindernissen glauben Sie bei der nächsten Umsetzung von Industrie 4.0 rechnen zu müssen? (max. 3 Antworten)

Die Mehrheit der Unternehmen ist zudem der Meinung, dass die eigenen Mitarbeitenden wenig darauf vorbereitet seien, sich den Herausforderungen von Industrie 4.0 zu stellen, woraus sich ein deutlicher Bedarf an spezifischer Fort- und Weiterbildung ergibt. Auf die Frage, welche Kompetenzen nötig seien, um sich den Herausforderungen durch Industrie 4.0 stellen zu können, haben die Unternehmen unterschiedliche Fachkompetenzen für verschiedene Berufsgruppen angegeben, was auf eine sehr hierarchische Struktur der Unternehmen hinweist. Demnach sind Soft Skills, wie Problem Solving, Creative Thinking und Client-Oriented Thinking die meist gefragten Kompetenzen, werden aber oft ausschließlich auf die Geschäftsführung bezogen, obwohl sie gemäß der Philosophie von Industrie 4.0 in jeder Berufsgruppe neben spezifischen Fachkompetenzen eine wichtige Rolle spielen sollten. Besonders jüngere Kandidaten verfügen mit größerer Wahrscheinlichkeit über solche Kompetenzen, werden aber aufgrund ihrer niedrigeren Position auf der Organisationsebene nicht immer in Betracht gezogen (vgl. AHK und Ipsos 2019).

Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Umfrage und den Impulsen aus der Fachkonferenz wird nun im Projekt digITALIA im intensiven Dialog zwischen Industrie und Bildungsinstitutionen ein Qualifizierungsangebot entwickelt, welches modular aufgebaut ist und sowohl die Erstausbildung als auch die Fort- und Weiterbildung (Upskilling) abdeckt. Verschiedene Qualifizierungsbausteine sollen den Teilnehmenden neben technischen Kenntnissen und Fertigkeiten auch die in der Umfrage ermittelten Soft Skills wie Problemlösungskompetenzen und kreatives sowie kundenorientiertes Denken praxisorientiert über alle Unternehmensbereiche und -ebenen hinweg vermitteln. Die Pilotierung der ersten Module ist ab Oktober 2019 in mehreren Regionen Italiens geplant. Im weiteren Projektverlauf wird auch eine Übertragbarkeit auf andere Berufsprofile und weitere Länder geprüft. Neben der Entwicklung eines anschlussfähigen, nachfrageorientierten Qualifizierungsangebots für Italien verfolgt das Projekt digITALIA darüber hinaus das Ziel, Impulse und Handlungsempfehlungen für industrieseitig synchronisierte, internationale Bildungskonzepte zu liefern, um so insbesondere in der Triade Deutschland-Italien-Frankreich den durch Industrie 4.0 entstandenen Innovationsdruck für Europa erfolgreich mitzugestalten. ■

Innovative Wege zum praxisnahen Wissenstransfer **durch moderne Mixed-Reality-Technologien in der beruflichen Weiterbildung** – IHK-Bildungsformate weisen den Weg in die Zukunft

Christian Jahr

Ein wichtiger Aspekt im Bereich beruflicher IHK-Weiterbildung ist der Praxisbezug. Teilnehmerinnen und Teilnehmer sollen aus der Praxis für die Praxis qualifiziert werden, damit ein Höchstmaß an Handlungskompetenz für den beruflichen Einsatz erreicht werden kann. Besonders im industriell-technischen Bereich wie z. B. der Weiterbildung zum geprüften Industriemeister Metall ist die Nähe zu praktischen Formaten von besonderer Bedeutung. Im Jahr 2018 wurde mit der bundesweiten Einbindung von Augmented Reality (AR) (also einer Erweiterung der realen Umgebung um virtuelle Inhalte) im Bereich von IHK-Weiterbildungsabschlüssen der Höheren Berufsbildung eine komplett neue Lernform geschaffen.

Hierzu wurden die schriftlichen IHK-Textbände um spezielle QR-Codes erweitert, über die die Kursteilnehmerinnen und -teilnehmer mit Hilfe aller gängigen Tablets oder Smartphones die Textbände um virtuelle und interaktive 3-D-Szenarien erweitern können. Dadurch lassen sich nunmehr auch äußerst komplexe Sachverhalte, wie z. B. Bauteilspezifikationen oder sogar ganze Prozessabläufe nicht nur nachvollziehbar und leicht verständlich veranschaulichen, sondern durch die Möglichkeiten der interaktiven, also der eigenständigen, Steuerung auch anwendbar und erlebbar machen.

Die Vorteile der analogen Lernmedien werden auf ideale Weise mit denen der digitalen Inhalte verbunden und

ermöglichen so einen effektiven Wissenstransfer ohne Medienbruch. Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowie Dozentinnen und Dozenten schätzen den digitalen Mehrwert wegen der Attraktivitätssteigerung des Lernprozesses, da durch diese Technologie die Vor- und Nachbereitung eines Themas nun auch außerhalb der direkten Wissensvermittlung praxisnah möglich wird. Innerhalb der Präsenzveranstaltungen kann nun sehr viel anwendungsorientierter auf die zu vermittelnden Sachzusammenhänge eingegangen werden, schließlich ist das erzeugte digitale Modell der Produktionsanlage dank cloudbasierter Einbindung überall und jederzeit abruf- und nutzbar.

Die nächste Stufe praxisorientierter Weiterbildung wird die Entwicklung und Verwendung von Lerntools im Bereich Virtual Reality (VR) sein. Die damit verbundenen Möglichkeiten gleichen einem Situationsszenario, das den Unterschied zur analogen Realität kaum wahrnehmbar macht. Hierbei taucht der Nutzer komplett in eine digital modellierte, virtuelle Umgebung ein und hat dabei die Möglichkeit einer vollen Interaktivität z. B. zur Schulung im Umgang mit gefährlichen Stoffen, ohne dass eine reale Gefährdung entsteht.

Der Vorteil für den direkten Wissenstransfer hierbei besteht vor allem in der Erzeugung einer virtuellen arbeitsadäquaten Lernumgebung, die dem Nutzer die anwendungsorientierte Wissensaufnahme deutlich erleichtert. Auch hier bietet die orts- und zeitungebundene Bereitstellung nahezu grenzenlose Einsatzmöglichkeiten der neuen Lernformen, was ein wichtiger Aspekt für die Internationalisierung der Berufsbildung ist. Die bundeseinheitlichen IHK-Bildungsstandards können mit AR und VR weltweit genutzt werden, wodurch z. B. für deutsche Unternehmen mit Niederlassungen im Ausland dort der gleiche Qualitätsstandard bei der Personalentwicklung gewährleistet werden kann wie in der Bundesrepublik.

Aber nicht nur standardisierte IHK-Qualifizierungsmodelle, auch individuelle, am Unternehmensbedarf ausgerichtete Praxistrainings sind möglich. Durch Einbindung künstlicher Intelligenz entfällt der Einsatz von Trainern. Der für den internationalen Trainereinsatz z. B. sonst notwendige Erwerb sprachlicher Kompetenzen, gehört mit diesen Lernformen ebenso der Vergangenheit an, wie das Vorhalten von qualifizierenden Mitarbeitern. Die Reduzierung von zeitlichem und finanziellem Aufwand mit einhergehender Qualitätssteigerung bei Qualifizierungsprozessen bilden attraktive ökonomische Vorteile und damit ideale Rahmenbedingungen für zukunftsorientierte Personalentwicklung.

Nicht zuletzt bilden diese digitalisierten Methoden der Wissensvermittlung auch einen überaus vielversprechenden Ansatz, um den digitalen Wandel unserer Gesellschaft und speziell unseres Arbeitsumfeldes aus Sicht der Aus- und Weiterbildung sinnvoll zu begleiten, denn den bestehenden Ängsten vor der digitalen Transformation lässt sich wohl am ehesten durch ein spielerisches Erleben der digitalen Vorzüge begegnen. ■

Wunsch und Wirklichkeit der **Digitalisierung im Berufsbildungsexport**

Ferdinand Ayen

Das Projekt NEMID

NEMID steht für „Nachfrageorientierte Entwicklung und modellhafte Implementierung einer dualen Berufsschule in Serbien“. In Serbien wird die Schule als „Klett Dual“ bezeichnet und als postsekundäre Bildungsinstitution im dortigen Bildungssystem verankert. Der Standort der Schule ist Belgrad.

Geplant sind sowohl kaufmännische als auch industrielle Profile. Eine Machbarkeitsstudie und mehrere Feldstudien vor Ort legen nahe, mit der Etablierung verschiedener Varianten des Industriemechatronikers zu beginnen, sodass wir mit unseren Partner, dem Internationalen Studienzentrum Wirtschaft (ISW) aus Freiburg, bis Mitte 2018 drei Kurscurricula entwickelt haben (siehe Tabelle 1).

	Mechatronik ABC	Instandhaltungs-mechatroniker	Mechatroniker
Charakter	Weiterbildung als „Schnupperkurs“	Weiterbildung als Kurzkurs	Ausbildung
Dauer	1 Monat	3 Monate	2 Jahre
Zielgruppe	Unternehmen und arbeitssuchende Junge Erwachsene	Unternehmen	Unternehmen und junge Erwachsene mit einschlägiger Vorbildung

Tabelle 1: Kurscurricula von NEMID

Die staatliche Akkreditierung des serbischen Bildungsministeriums als Kurse höherer beruflicher Bildung ist für die ersten beiden Varianten erfolgt, die dritte ist derzeit dort noch in Bearbeitung.

Die These: Industrie 4.0 stößt auf ein breites Echo und eine große Nachfrage nach einschlägigen Ausbildungen

Ende 2018 konnte Klett Dual fundierte Studien und Gespräche aus erster Hand mit serbischen Marktteilnehmern vorweisen, einen für Mechatronikkurse gut ausgestatten Lernort, Personal in Verwaltung und Lehre, ein Netzwerk aus Unternehmen und Institutionen sowie Fachwissen und ein modernes Didaktik- und Methodikverständnis. Was noch fehlte, war ein Testkurs, mit dem wir einerseits eigene Betriebserfahrungen sammeln konnten, andererseits aber auch den echten und nicht nur den propagierten Bedürfnissen der Marktteilnehmer auf die Spur kommen konnten. Bewusst entschieden wir uns für den ambitionierten Ansatz, in diesem Probekurs nicht nur die Grundlagen der Mechatronik zu behandeln, sondern auch handlungsorientiert den Kern von Industrie 4.0 vermitteln.

Die zugrundeliegende These war: Industrie 4.0 sowie das übergeordnete Megathema „Digitalisierung“ treibt alle Marktteilnehmer um und entsprechend hoch ist die Nachfrage nach Ausbildungsformaten, die diesen Themenkomplex inhaltlich aufgreifen.

Der Kurs „Ready for Industry 4.0“

Zwei unserer Lehrer konnten vor diesem Hintergrund zwölf Absolventen aus ihren Berufsschulen dafür gewinnen, an einem 14-Tages-Vollzeitkurs mitzuarbeiten.[6] Anschließend haben wir den Kurs einem größeren Publikum aus Industrie und Institutionen (Kammern und Ministerien) vorgestellt.

Einleitend wurden zu Kursbeginn am 11. Februar 2019 die Schüler mit folgendem Szenario vertraut gemacht: Als Beschäftigte der „Klett Aircraft Corporation“ war es ihre Aufgabe Flugzeuge zu bauen, und dafür gab es verschiedene Wege. Zunächst bekam jeder Schüler eine mehrschrittige Faltanleitung und einige Bögen Papier. Sie mussten diese Anleitung durcharbeiten und hatten am Ende alleine ein Papierflugzeug gefaltet. Die Schüler hatten also als Manufaktur gehandelt.

Dann wurden zwei Gruppen gebildet, jedes Gruppenmitglied bekam einen oder zwei Arbeitsschritte zugewiesen, und die Papierbögen wanderten von Person zu Person, bis auch hier wieder der Papierflieger fertig gefaltet war. Die zweite Phase der Industrialisierung mit ihrer arbeitsteiligen Massenproduktion war damit erreicht.

Die dritte Phase, die Automatisierung mittels Maschinen (Industrie 3.0), wurde simuliert, indem die Schüler abwechselnd Rollen als „Automaten“ und als „Arbeitende“ zugewiesen bekamen, die sich gegenseitig zuarbeiteten.

Schließlich wurde ein Blatt Papier an jeden Beschäftigten herausgegeben, auf dem einzig ein QR-Code zu sehen war. Mithilfe der privaten Mobiltelefone wurde die dahinterliegende Webseite geöffnet, auf der wiederum die einzelnen Arbeitsschritte hinterlegt waren. Damit war die „Klett Aircraft Corporation“ in der Industrie 4.0 angekommen, und die Schüler hatten handlungsorientiert und spielerisch gelernt, was Industrie 4.0 bedeutet.

Abbildung 1: Kurs "Ready for Industry 4.0" in den Unterrichtsräumen von Klett Dual in Belgrad



6 An diesem Kurs haben nur männliche Auszubildende teilgenommen.

In sieben weiteren Lernsituationen ging es dann ins Detail: Ein Festo MecLab, das per se eine Industrie 3.0-Anlage ist und aus einem Stapelmagazin, einem Förderband und einem sensorgesteuerten Sortierer besteht, sollte zu einer Industrie 4.0-Anlage erweitert werden. Wurden in der Auslieferungsversion des MecLab die Demo-Werkstücke von den eingebauten Sensoren noch nach äußeren Eigenschaften (metallisch - nicht metallisch) unterschieden und weiterverarbeitet, sollte nun die Anlage um einen RFID-Lesegerät sowie eine Datenbank erweitert werden, in der die Eigenschaften der Werkstücke digital hinterlegt sind.

In Vorbereitung und Umsetzung war federführend die Pädagogische Hochschule Freiburg involviert, die den Kurs auch mit einigen thematisch sehr verwandten Abschlussarbeiten ihrer Masterstudenten verzahnen konnte, und nicht zuletzt einige der komplexeren Anwendungen wie die Datenbankprogrammierung beisteuern konnte.

Am Ende dieses äußerst intensiven Kurses war es dann vollbracht: das MecLab war, zur Begeisterung aller beteiligten Schüler sowie des Lehrpersonals, erfolgreich zu einem Industrie 4.0-System umgebaut worden. Die Lernsituationen, die wir um diese Aufgabe herum konzipiert und umgesetzt hatten, behandelten eine große Anzahl an Wissensgebieten, darunter: Materialverarbeitung, Industrieautomation (inklusive Nutzung von industriellen SPS von Phoenix Contact), Nutzung von elektronischen Schaltsensoren, CAD/CAM-Modellierung und 3D-Druck sowie Vernetzung und Datenbanken.

Das Ergebnis wurde von einem Lehrer und drei Lernende vor ca. 80 Besuchern in den Räumen der Serbischen Wirtschaftskammer vorgestellt. Das öffentliche Echo war groß: Laut Pressespiegel wurde von diesem Event von mindestens zehn Internet-Newsseiten, darunter die serbische Nachrichtenagentur TanJug, zwei Zeitungen sowie zwei Fernsehsendern berichtet. Zahlreiche Unternehmenskontakte entstanden oder wurden intensiviert. Im Nachgang und unter Berücksichtigung aller im Projekt NEMID gesammelten Erfahrungen entstand allerdings ein etwas differenzierteres Bild als „Industrie 4.0 ist der Renner".

Die Antithese: Es geht um die Haltung, nicht um das Schlagwort

Wir haben uns in zahlreichen Studien und Gesprächen selbst davon überzeugen können, dass die Digitalisierung in vielen Unternehmen vor Ort schon längst Alltag ist oder sehr bald sein wird.Man hat es teilweise mit hochmodernen, vernetzten Fertigungsstätten zu tun. Dennoch ist kein einziger unserer potenziellen Kunden bereit gewesen, den Kurs „Industrie 4.0" als Variante des schon zuvor konzipierten Kurses „Mechatronik ABC" in unveränderter Form zu buchen.

Der Grund für die Zurückhaltung war, überspitzt formuliert: Die Unternehmen treibt nicht um, bald digital abgehängt zu werden von sprechenden Robotern oder tabletbewehrten Spezialisten. Sie haben ein anderes, viel grundlegenderes Problem. In Serbien gibt es kaum praxisorientierte Ausbildung. Zusätzlich müssen serbische Unternehmen eine Abwanderung junger Menschen verkraften, die die Tendenzen in einer alternden Gesellschaft verstärkt. Mitarbeitende zu finden, die wie auch immer digitales Wissen haben, ist nicht der Hauptfokus. Der liegt darin, Personal zu finden, das Praxiswissen hat (was selbstverständlich digitales Wissen beinhaltet) und vor allem eine Haltung mitbringt, die problemlösungsorientiert und eigenverantwortlich ist. Hat ein Unternehmen erst einmal solches Personal gefunden, so die Denkweise, wird es auch künftige digitale Herausforderungen meistern können.

Entsprechend fasziniert waren unsere Gesprächspartner dann auch eher vom „Wie" unseres Kurses als vom „Was". Das handlungsorientierte Lernen, die sichtbare Eigeninitiative der präsentierenden Schüler sowie des Lehrpersonals und die Freude am Problemlösen trafen offensichtlich einen Bedarf.

Die Synthese: Dimensionen der Digitalisierung und der Klett-Dual Digitalisierungskompass

Trotz der Vorbehalte der potenziellen Kunden vor Ort, jede Ausbildung ist auf die Zukunft ausgerichtet. Das gilt auch für die Kurse, die Klett Dual in Serbien anbietet. So gut das „Wie" ankam, sowenig darf man das „Was" in Bezug auf die absehbare Digitalisierung vernachlässigen.

Aber welches sind die Dimensionen, die man beim Aufbau einer berufsbildenden Schule berücksichtigen muss? Welche Haltung gilt es an welchen Stellen innerhalb der Organisation einzunehmen, um der Digitalisierung und ihren Herausforderungen und Möglichkeiten gerecht zu werden? Hier gibt es je nach Perspektive verschiedene Antworten.

Die zweifache Perspektive von Klett Dual in Serbien

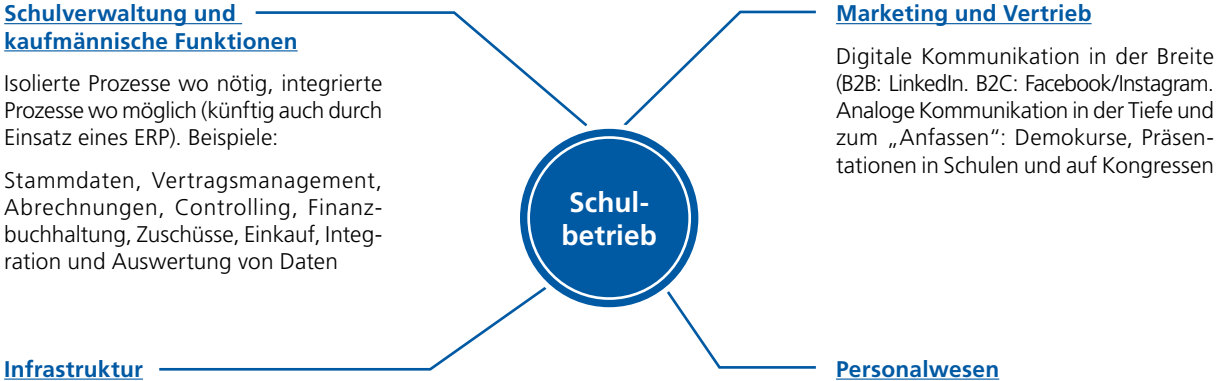
Die Erfahrung, nicht zuletzt mit dem Kurs „Ready for Industry 4.0", hat gezeigt, dass es in unserem kommerziellen Kontext nicht eine, sondern mindestens zwei völlig verschiedene Ebenen gibt, auf denen Digitalisierung stattfindet. Anders als in öffentlichen Schulen ist die Schulleitung bei Klett Dual nicht Teil des Lehrkörpers (und damit aus der Pädagogik

stammend), sondern eine kaufmännisch ausgerichtete Geschäftsführung. Damit sind die Ebenen bereits vorgezeichnet: Es sind einerseits der Unterricht (Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler) und andererseits der Schulbetrieb, der nachhaltig und auskömmlich wirtschaften muss.

Der Klett Dual-Digitalisierungskompass

Beide Ebenen haben eine völlig unterschiedliche Sicht auf die Frage „Wo und wie findet Digitalisierung statt?". Dem wollen wir Rechnung tragen, indem wir beide mit unterschiedlichen Navigationsrahmen ausstatten. Dieser Rahmen, wir nennen ihn „Digitalisierungskompass", soll jeweils dazu dienen, die wichtigsten Dimensionen zu überblicken und dann selbständig operative Maßnahmen oder Handlungsprinzipien abzuleiten. Als Kompass kann und soll dieser Rahmen lediglich eine Richtung vorgeben – die Ausgestaltung und permanente Aktualisierung liegen vor allem in der Eigenverantwortung der beteiligten Personen. ■

Digitalisierungskompass Schulbetrieb



Schulverwaltung und kaufmännische Funktionen

Isolierte Prozesse wo nötig, integrierte Prozesse wo möglich (künftig auch durch Einsatz eines ERP). Beispiele:

Stammdaten, Vertragsmanagement, Abrechnungen, Controlling, Finanzbuchhaltung, Zuschüsse, Einkauf, Integration und Auswertung von Daten

Marketing und Vertrieb

Digitale Kommunikation in der Breite (B2B: LinkedIn. B2C: Facebook/Instagram. Analoge Kommunikation in der Tiefe und zum „Anfassen": Demokurse, Präsentationen in Schulen und auf Kongressen

Infrastruktur

Wird aus dem Lehrplan und Kundenbedarf abgeleitet. Beispiele:

WLAN, Laptops, Beamer Dokumentenkamera: Ja.

LMS: Ja, sofern nicht überkomplex.

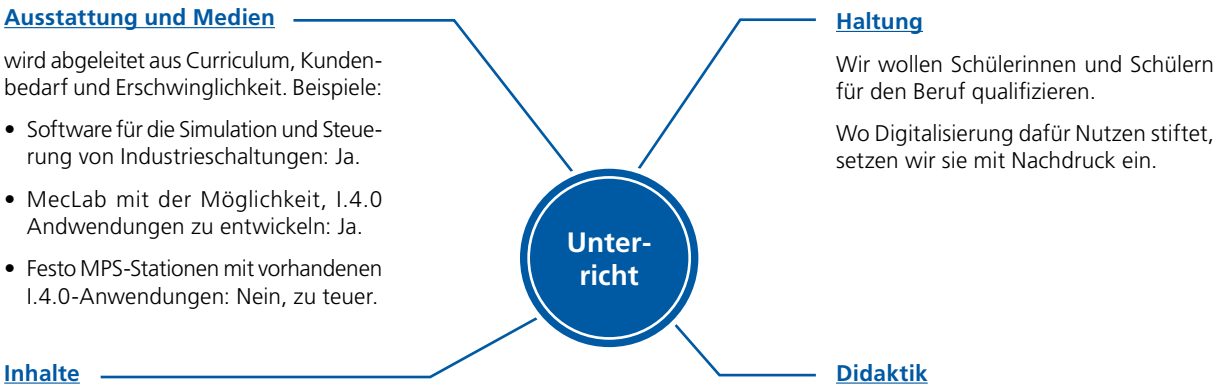
Smartboard: Nein, weil teuer und in keiner Lernsituation benötigt.

Personalwesen

Digitalisierung kann nur innerhalb des „circles of competence" der Mitarbeiter erfolgreich sein. Personalrekrutierung und -entwicklung müssen dem Rechnung tragen. Beispiel: Pädagogin zu einer LMS-Administratorin umschulen: nein.

Einen Elektronik-Lehrer eine Industrie 4.0-Fortbildung schicken: ja.

Digitalisierungskompass Unterricht



Ausstattung und Medien

wird abgeleitet aus Curriculum, Kundenbedarf und Erschwinglichkeit. Beispiele:

- Software für die Simulation und Steuerung von Industrieschaltungen: Ja.
- MecLab mit der Möglichkeit, I.4.0 Andwendungen zu entwickeln: Ja.
- Festo MPS-Stationen mit vorhandenen I.4.0-Anwendungen: Nein, zu teuer.

Haltung

Wir wollen Schülerinnen und Schülern für den Beruf qualifizieren.

Wo Digitalisierung dafür Nutzen stiftet, setzen wir sie mit Nachdruck ein.

Inhalte

Bildungspläne und die Unterrichtsentwicklung werden am aktuellen und absehbaren Bedarf der Unternehmen ausgerichtet und ständig auf dem aktuellen Stand der Entwicklung gehalten.

Didaktik

Die Didaktik der deutschen Berufsbildung (z. B. Lernsituationen und Modell der vollständigen Handlung) bildet den flexiblen Rahmen auch für digitale Wissensvermittlung.

Lernförderliche Arbeitsgestaltung für die Transformation des mexikanischen Automotive Sektors zur Industrie 4.0

Roman Senderek und Susanne Urhahn

Einführung

Der mexikanische Automotive Sektor ist in den vergangenen Jahren mit einer immensen Geschwindigkeit gewachsen. Zwischen 2000 und 2017 wurden 60 Milliarden US-Dollar in die Automobilindustrie in Mexiko investiert (Swiss Business Hub Mexico 2019). Heute wird nicht nur in den klassischen Maquiladoras produziert, sondern es entstehen auch immer mehr Niederlassungen in den Bereichen Forschung und Entwicklung insbesondere der Zulieferindustrie (Froehler). Das Land befindet sich auf dem siebten Platz in der globalen Automobilproduktion und nimmt in Bezug auf die Herstellung von Autoteilen den fünften Platz ein. Prognosen sagen voraus, dass in Mexiko bis 2020 bereits 5 Millionen Autos gebaut werden. Dieses enorme Wachstum trägt damit zu einem immer stärkeren Fachkräftemangel insbesondere in Regionen wie Bajio bei (Pro México 2017). Mexiko befindet sich auf dem Sprung, das erste industrialisierte Land Lateinamerikas zu werden (Senderek und Heeg 2017).

Eine weitere Herausforderung für den Automotive Sektor ist die Digitalisierung. Digitale Informations- und Kommunikationstechnologien verändern sich stetig und eröffnen neue Handlungs- und Tätigkeitsfelder, welche sich auch auf die Produktion und auf Dienstleistungsprozesse auswirken. Durch die Umgestaltung der Prozesse und die Entstehung neuer Handlungsfelder entsteht ein enormer Bedarf an Aus- und Weiterbildung (Senderek 2015). Unternehmen müssen deshalb für ihre interne Qualifizierung und Personalentwicklung neue Konzepte und Strategien schaffen (Kagermann et al. 2013, 59). Die Kompetenzanforderungen an die Beschäftigten verändert sich stetig: Mitarbeitende müssen hochflexibel sein, um sich Gegebenheiten, wie beispielsweise einem häufigen Produktwechsel oder dem Einsatz von neuen Technologien, anpassen zu können, und eine erhöhte Problemlösungs- und Überwachungskompetenz besitzen (Dombrowski et al. 2014).

Allerdings wächst der mexikanische Automotive Sektor so rasant, dass das bestehende Aus- und Weiterbildungssystem bereits ohne die Effekte der Digitalisierung den Bedarf nicht decken kann. Neue technologiegestützten Lernformen können dabei genauso wie klassische arbeitsbezogene Lernformen vorteilhafte Entwicklungsmöglichkeiten bieten (Dehnbostel 2018). Arbeitsbezogenes Lernen setzt eine lernförderliche Gestaltung von Arbeit voraus. Dies bedeutet Tätigkeitsbedingungen zu schaffen, die das Lernen bei der Arbeit möglich machen (Richter et al. 2016: 88). Arbeitsorientierte Lernprozesse und die Gestaltung von produktiven und gesundheitserhaltenden Arbeitsprozessen können einen wesentlichen Beitrag für eine positive Entwicklung des mexikanischen Automotive Sektors leisten.

Das E-Mas Weiterbildungsprogramm

Aufgrund der beschriebenen Bedarfe des mexikanischen Aus- und Weiterbildungssystems kann arbeitsbezogenes Lernen v. a. in Form innovativer digital gestützter Lernkonzepte dazu beitragen, Lehren und Lernen stärker in Arbeitsprozesse zu integrieren. Das BMBF-Verbundprojekt E-Mas ist ein vom FIR an der RWTH Aachen, gemeinsam mit seinen Partnern der Deutschen MTM-Vereinigung e. V. (DMTMV), der Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH (WBA) und dem Lean Enterprise Institut GmbH (LEI) in Kooperation mit dem lokalen Partner Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), für den mexikanischen Automotive Sektor entwickeltes Blended-Learning Weiterbildungsprogramm zu Themen des Produktionsmanagements.

Inhalte und Ziele

Zielsetzung des E-Mas Programms ist es, qualitativ hochwertige Lösungen für den immensen Bedarf an Qualifizierung anzubieten und so deutsche, aber auch andere multinationale und insbesondere mexikanische Unternehmen in der Transformation zur Industrie 4.0 mit gezielten Weiterbildungsangeboten im Themenfeld des Produktionsmanagements zu unterstützen. Das E-Mas-Programm umfasst derzeit

vier Kurse zu den Themen Gestaltung von Arbeits- und Lernprozessen (FIR), Produktivitätsmanagement (DMTMV), Werkzeugbau (WBA) und Lean Management Methoden für den industriellen Wandel (LEI), die in einem Blended-Learning Konzept in spanischer Sprache, bestehend aus Präsenzphasen in Mexiko und als E-Learning mittels einer Lernplattform angeboten werden. Das Weiterbildungsprogramm richtet sich an Fachkräfte und operatives Führungspersonal auf der Ebene des mittleren Managements.

Ein weiterer zentraler Bestandteil des Programms ist das E-Mas-Partnernetzwerk. In diesem haben sich (potentielle) Kunden, wie beispielsweise Bosch, Continental und Hella über das E-Mas hinausgehende Weiterbildungsangebot anderer Organisationen, wie beispielsweise CAMEXA, Ditrats und KITHUB, sowie staatliche Institutionen, wie die Wirtschaftsministerien der Bundesstaaten Jalisco und Guanajuato unter Führung des FIR zusammengeschlossen, um Weiterbildung gemeinsam voranzutreiben. Das Gesamtkonzept von E-Mas sieht vor, ein umfassendes, zusammenhängendes Lehr- und Lernangebot zum Thema taktisches und operatives Produktionsmanagement für Beschäftigte zu erarbeiten und zu internationalisieren. Dieses Themenfeld wurde gewählt, um dem Fachkräftemängel in den mittleren Führungsebenen entgegenzuwirken und Arbeitskräfte dazu zu befähigen, entsprechende Aufgaben und Tätigkeiten, die in diese mittlere Führungsebene fallen, erfolgreich zu übernehmen. Dabei gilt die Blickrichtung des Konzeptes dem Wandel der Unternehmen zur Industrie 4.0. Betitelt werden kann das Gesamtangebot als „Lehrangebot zum Thema taktisches und operatives Produktionsmanagement für den Automotive Sektor in Mexiko auf dem Weg zur Industrie 4.0“.

Allegemein umfasst Produktionsmanagement alle Aktivitäten des Planens, Ordnens und Kontrollierens der Produktion in einem Unternehmen. Unterscheiden lassen sich drei verschiedene Arten bzw. Ebenen:

1. **Strategisches Produktionsmanagement:**
   Fällen von Grundsatzentscheidung

2. **Taktisches Produktionsmanagement:**
   Umsetzen der Entscheidungen und Einführung

3. **Operatives Produktionsmanagement:**
   Ausführen des alltäglichen Produktionsmanagements

Während strategische Aufgaben meist von akademisch qualifiziertem Personal auf höheren Leitungsebenen wahrgenommen werden, sind taktische und operative Aufgaben auf mittlerem Qualifikationsniveau zu verorten – genau auf der Ebene, die derzeit einen hohen Fachkräftemangel in Mexiko verzeichnet. Das Vermitteln umfangreicher Kenntnisse im Bereich des taktischen und operativen Produktionsmanagements kann dementsprechend erheblich dazu beitragen, in genau diesem Gebiet Fachkompetenz aufzubauen und den Mangel an ausreichend qualifiziertem Personal zu verringern.

Abgedeckt wurden diese Zielgrößen durch die einzelnen thematischen Bausteine der Konsortialpartner, welche sich den Feldern Lernen und Arbeiten in der Industrie 4.0 (FIR), Produktivitätsmanagement und Industrial Engineering (DMTMV), Werkzeugbaumanagement (WBA) und Lean-Management-Methoden für die Industrie 4.0 (LEI) widmen. Als „Produkt“ wurde mit E-Mas ein umfangreiches Weiterbildungsangebot im Blended-Learning Ansatz für das Themenfeld taktisches und operatives Produktionsmanagement auf dem Weg zur Industrie 4.0 etabliert. Dieses Weiterbildungsprogramm kann in seinem vollen Umfang als Gesamtangebot erworben werden, aber auch bedarfsabhängig auf die individuellen Kundenbedürfnisse zugeschnitten werden.

Das FIR hat in seinem Teilvorhaben eine eigene Weiterbildungsmaßnahme zum Thema des arbeitsbezogenen Lernens in der Industrie 4.0 konzipiert. Dabei sollen Führungskräfte des taktischen und operativen Produktionsmanagements für die Implementierung von technologiegestützten und auch klassischen arbeitsbezogenen Lernlösungen sensibilisiert und befähigt werden. Neben den bereits genannten Zielgruppen adressiert das Bildungsangebot des FIR auch die Personalabteilungen der Unternehmen. Für das Bildungsangebot des FIR ergibt sich ein konkreter Bedarf, da der Wandel hin zur Industrie 4.0, der auch in Mexiko zu erwarten ist, sowie die grundsätzlich geringere Verfügbarkeit von Fachkräften im mexikanischen Automotive Sektor, eine noch stärkere Verankerung von Lernen in den Prozess der Arbeit als etwa in Deutschland erfordert. Der FIR Baustein unterstützt Unternehmen dabei, lernförderliche Strukturen zu gestalten und Kulturen zu implementieren. So wird sowohl die individuelle Kompetenzentwicklung der Beschäftigten, als auch das organisationale Lernen für einen erfolgreichen industriellen Wandel gefördert. Die Institutionalisierung des arbeitsbezogenen Lernens wird sich positiv in den Zielgrößen Produktivität und Gesundheit der Beschäftigten, wie auch Prozessinnovation niederschlagen.

Um das Kursangebot so spezifisch wie möglich an die Bedürfnisse der Unternehmen in Mexiko anpassen zu können, wurde im Zielland eine umfangreiche Bedarfs-

erhebung durchgeführt. Neben Verantwortlichen in den Unternehmen wurden Regierungsvertreter auf Bundes- und Landesebene, Verantwortliche der jeweiligen Automotive Cluster interviewt, welche gleichermaßen einen hohen Bedarf an Weiterbildung im Kontext der Industrie 4.0 bestätigten. Zudem stellte sich während der Erhebungen vor Ort heraus, dass Unterschiede zwischen der deutschen Organisationskultur und der lokalen mexikanischen Kultur zu Schwierigkeiten führen können. Beispielsweise im Rahmen der zeitlichen Planung lassen sich deutliche kulturelle Unterschiede feststellen, da in Mexiko Planungshorizonte deutlich kürzer sind und Termine häufig adhoc geplant, geändert und verschoben werden. Gleichzeitig ist der persönliche Kontakt deutlich bedeutsamer, da erst so Unsicherheiten und Zweifel zwischen potentiellen Geschäftspartnern ausgeräumt werden können. Die Erkenntnisse in Bezug auf die kulturellen Unterschiede wurden dementsprechend dann auch wieder in die Gestaltung des Weiterbildungsangebotes aufgenommen.

Blended-Learning und Lernarrangements

Das Konzept des Blended-Learnings bezeichnet Lehr- und Lernarrangements, die E-Learning und Präsenzlernen miteinander kombinieren (De Witt Und Czerwionka 2007). Man unterscheidet weiterhin Präsenzlernen unter begleitendem Einsatz digitaler Medien, (ebd.) sowie synchrones (z. B. webinar, social media) und asynchrones E-Learning (z. B. Lernvideos, Online-Foren, Powerpoint-Folien) (ebd.; e-teaching.org 2017). Neben den Vorteilen von E-Learning (beispielsweise selbstbestimmteres Lernen, Anwendungsorientierung und flexible Gestaltung von Lehr- und Lernszenarien, Verringerung des finanziellen Aufwandes, bessere Verfügbarkeit der Lernenden am Arbeitsplatz) in Lehr- und Lernarrangements (Gundermann 2015; acatech 2016; BMAS 2016b; e-teaching.org 2017), hat der Medieneinsatz den Zusatznutzen, die Medienkompetenz (Digital Literacy) in einer sich digitalisierenden Arbeitswelt zu fördern (EU 2015; BMAS 2016a). Das Konzept der Lernlösungen, auch Learning Solutions genannt, wird als innovative Lernlösungen verstanden, die auf aktuelle pädagogische, psychologische (einschließlich kultureller Aspekte), didaktische, methodische und technologische Erkenntnisse zurückgreifen (Kerres 2012; Eichler et al. 2013; Seufert und Schuchmann 2013; Gundermann 2015). Dies umfasst die nutzerorientierte Kombination von neuen Technologien, Lernformaten und -prozessen, Lernumgebungen sowie Geschäftsmodellen. Ziel ist es, die möglichst optimale Kombination von Lernarrangements, vor dem Hintergrund der pädagogischen, technischen, kulturellen und wirtschaftlichen Anforderungen und Rahmenbedingungen zu realisieren.

Aus pädagogischer Sicht kommt der Bestimmung geeigneter Lerninhalte und -anteile für die möglichen Lernarrangements sowie der Verbindung von E-Learning- und Präsenzunterricht eine hervorzuhebende Bedeutung zu (Baumgartner 2007; Gundermann 2015; e-teaching.org 2017). Das Lernangebot in E-Mas lässt sich in Module und Abschnitte gliedern. Zu diesen Abschnitten sind jeweils konkrete Lernziele definiert. Ausgehend davon werden Lernobjekte (Baumgartner 2007) bestimmt, die Lernziele, Inhalte und Lernprozesse integriert betrachten. Mit Hilfe einer Lernzieltaxonomie werden Lernziele bezüglich der Dimensionen Wissen und kognitive Prozesse analysiert (Anderson und Krathwohl 2001; Baumgartner 2007; Mühlbradt et al. 2015). Durch die Eingruppierung eines Lernziels in eine Lerntaxonomie kann sichergestellt werden, dass den Lernobjekten jeweils geeignete Lernarrangements und Medien zugewiesen werden. Im Pretest des Projektverlaufs wurden die darauf basierenden Lösungen auf ihre Funktion und Wirkung hin empirisch überprüft, kritisch hinterfragt und gegebenenfalls für die anschließende Hauptdurchführung des E-Mas Angebots modifiziert.

Das Inverted-Classroom-Konzept von E-Mas wird wie folgt umgesetzt: Zunächst wird Faktenwissen und grundlegendes konzeptionelles Wissen über E-Learning vermittelt. Daran schließt Präsenzlernen mit betreuten Gruppenarbeitsphasen an, um vertieftes konzeptionelles und prozedurales Wissen zu erarbeiten und die Möglichkeit zu bieten, auf Detailfragen einzugehen. Abschließend wird eine Auffrischung nach einem halben Jahr nach dem Präsenzkurs und eine digitalisierte Erfolgskontrolle in Bezug auf die konkrete Anwendung der erlernten Inhalte und Umsetzung der Lernziele durchgeführt.

Fazit

Durch das enorme Wachstum des mexikanischen Automotive Sektors und eine relativ junge, nicht ausreichend spezifisch ausgebildete Bevölkerung, steigt der Mangel an qualifizierten Fachkräften. Darüber hinaus stehen die Unternehmen vor den Herausforderungen der Transformation zur Industrie 4.0. Daraus ergibt sich eine Notwendigkeit für die bedarfsgerechte Entwicklung von Aus- und Weiterbildung und insbesondere Ansätzen des arbeitsbezogenen Lernens mit einem Fokus auf eine effizientere Produktion. Heute arbeiten viele mexikanische Beschäftigte fachfremd im Automotive Sektor. Es existieren bisher nur bedingt Weiterbildungsangebote, die in der Lage sind die entstehenden Defizite aufzufangen.

Mit dem E-Mas Weiterbildungsprogramm kann diese Lücke geschlossen werden, da zentrale Themen des Produktionsmanagements den Beschäftigten zur Verfügung stehen. Das E-Mas Programm kombiniert E-Learning und Präsenzlernen im Themenfeld des Produktionsmanagements sinnvoll, so dass eine Vorbereitung und Nachhaltigkeitssicherung über E-Learning stattfinden, während die Präsenzphasen die unmittelbare Anwendung und Vertiefung für den individuellen Unternehmenskontext sicherstellen. Das E-Mas Weiterbildungsprogramm bietet Beschäftigten und Unternehmen das Rüstzeug, um die industrielle Transformation erfolgreich zu gestalten.

Dabei wurde insbesondere das Thema des arbeitsbezogenen Lernens und die Befähigung der Unternehmen aufgegriffen und dies in dem E-Mas Weiterbildungsangebot und insbesondere in dem Kurs des FIR umgesetzt. So können Beschäftigte und Unternehmen dafür sensibilisiert werden in Zukunft das Lernen stärker in den Arbeitsprozess zu integrieren und so auch Weiterbildung in Form von lebenslangem Lernen kontinuierlich zu betreiben.

Darüber hinaus hat es sich gezeigt, dass ein kulturell sensitives Vorgehen essentiell ist und auch kulturelle Unterschiede in dem Weiterbildungsangebot thematisiert werden sollten. Häufig sind eben diese Unterschiede auch für den Erfolg oder das Scheitern deutscher Unternehmen in Mexiko entscheidend, dementsprechend wurde auch ein Modul im Rahmen des Kursangebotes des FIR entwickelt, das Unternehmen dabei hilft kulturelle Unterschiede zu überwinden. ■



Forschungsbeiträge



Theoriegeleitete und nutzerzentrierte Entwicklung von digitalen Lernangeboten und Dienstleistungen

Andreas Janson, Marian Thiel de Gafenco, Jens Klusmeyer und Jan Marco Leimeister

Einleitung

Die Entwicklung, Implementierung und Evaluation nachfrageorientierter Aus- und Weiterbildungsdienstleistungen sowie bedarfsorientierter Lehr-/Lernangebote zur beruflichen Kompetenzentwicklung sind ein zentrales Thema in der Internationalisierung der Berufsbildung. Vorab werden die Bedarfe analysiert, die sich mit der Etablierung entsprechender Geschäftsmodelle befassen. Wichtiger Bestandteil ist das Wertversprechen, das zentral für die Erbringung einer Dienstleistung ist und zunehmend digital ausgestaltet wird. Dienstleistungen, z. B. in Form digitaler Lernangebote, werden skalierbar, da die orts- und zeitunabhängige Erbringung (von Teilen) der Dienstleistung die Exportierbarkeit begünstigen.

Die Forschung zeigt aber, dass es einen Mangel an Konzepten zur Bewältigung der Kontextspezifität bei der Nutzung digitaler Lernangebote gibt. Neue Lern- und Arbeitsszenarien mit digitalen Medien müssen für eine bedarfs- und nutzerorientierte Dienstleistungserbringung ergründet und analysiert werden. Daher präsentieren wir hier anhand der Projekte ‚kuLtig'[7] und ‚KoLeArn'[8] Einblicke in theoriegeleitete und nutzerzentrierte Entwicklungen für digitale Lernangebote im Rahmen der Internationalisierung der Berufsbildung, insbesondere mit Bezug zur Internationalisierung für die Zielregion China.

Das Vorgehen zur theoriegeleiteten und nutzerzentrierten Entwicklung digitaler Lernangebote

Ausgangspunkt der darzulegenden Lernangebotsentwicklung ist ein theoriegeleitetes (Briggs 2006) und gestaltungsorientiertes Vorgehen, welches in der Wirtschaftsinformatik (Peffers et al. 2007) und auch in der Berufs- und Wirtschaftspädagogik (Euler 2014) verstärkt eingesetzt wird, um realweltliche Probleme zu adressieren. Dieses Vorgehen wird durch den pragmatischen Gedanken geleitet, dass digitale Lernangebote als Dienstleistungen unter der systematischen Berücksichtigung der Nachfrager nutzerzentriert entwickelt werden sollen, damit diese auch genutzt werden und für alle Stakeholder (beispielsweise Lernende und Ausbildungspersonal) einen Mehrwert (Leimeister 2015) erzielen. Hierfür bieten sich insbesondere Vorgehen aus dem Dienstleistungsengineering (Leimeister 2012) an, die für den Designprozess spezifizieren, wie nutzerzentrierte Anforderungen abgeleitet werden können (z. B. durch Workshops und Prototyping Verfahren). Die folgende Abbildung zeigt die fünf Kernaspekte unseres Vorgehens auf Basis dieser Grundorientierung. Diese werden im nächsten Abschnitt an Beispielen illustriert.

Ergebnisse und Diskussion

Am Beginn des Entwicklungsprozesses steht eine n Bedarfsanalyse, die sich mit der Internationalisierung der Berufsbildung für das Zielland Volksrepublik China befasst: Aus einem sich verschärfenden Fachkräftemangel in der Volksrepublik China (Klorer und Stephan 2015) konnte der Bedarf an Lernangeboten in der Aus- und Weiterbildung abgeleitet werden. Mit diesen Lernangeboten soll die Fachkräftesicherung für deutsche Unternehmen in China ebenfalls unterstützt werden. Dieser Einschätzung ergab sich aus theoretischen Vorarbeiten, aus eigenen Befragungen in Unternehmensnetzwerken sowie aus aktuellen bildungspolitischen Entwicklungen. Insbesondere die Bemühungen zur Reformierung des Berufsbildungssystems, durch die eine Qualitätssteigerung der (dualen) Ausbildung und höhere Absolventenquoten erreicht werden sollen, sind vor dem Hintergrund zukünftiger Kooperationen, Forschungsanliegen und dem Export von Bildungsdienstleistungen nach China von

7 „Systematische Entwicklung und Pilotierung von Methoden und Modellen für kultursensitives Lerndienstleistungsengineering am Beispiel China"

8 „Kontextsensitive Lerndienstleistungen im Arbeitsprozess der smarten industriellen Fertigung – Systematische Entwicklung und Pilotierung am Beispiel China"

BEDARFSANALYSE

Identifikation spezifischer betrieblicher Bedarfe und Problemstellungen, die mittels digitaler Lernangebote unterstützt und bearbeite t werden.



THEORIE

Identifikation geeigneter Theorien zur Adressierung der Problemstellungen. Anforderungserhebung aus der Theorie und Ableitung von Erfolgsmaßen.

PRAXIS

Abgleich und Ergänzung der theoretisch abgeleiteten Anforderungen durch Workshops in der Praxis mit allen beteiligten Stakeholdern.

GESTALTUNG & IMPLEMENTIERUNG

Iterative Gestaltung und Implementierung der digitalen Lernangebote im Rahmen von agilen Prototypensettings.

EVALUATION

Evaluation im Rahmen der iterativen Pilotierung. Auf Basis der theoretisch und praktisch gewonnenen Erfolgsgrößen beginnt der Zyklus von neuem.

Interesse. Mittelfristig werden innerbetriebliche Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen für Mitarbeiter jedoch ihre hervorgehobene Rolle in der Qualifizierung beibehalten.

Um den ermittelten Bedarf zu adressieren, wurden die für die Entwicklung, Implementierung und Evaluation der digitalen Lehr-/Lernangeboten relevanten theoretischen Bezugspunkte unterschiedlicher, vor allem interdisziplinärer Diskursfelder berücksichtigt: Als zentral für die Forschungstätigkeiten in den Projekten kuLtig und KoLeArn stellten sich die Arbeiten zur Cognitive Load Theory mit Fokus auf Lernmaterialgestaltung heraus (Sweller 2019). Des Weiteren wurden kulturelle Unterschiede in der Nutzung digitaler Medien, insbesondere durch die Auseinandersetzung mit der IT-Kultur-Konflikttheorie beachtet (Ernst et al. 2016). Um den ermittelten Mangel an praktischen Fähigkeiten von Fachkräften beseitigen zu können, ist die didaktische Ausgestaltung der Lehr-/Lernangebote in Abhängigkeit vom Lernort an Modellen arbeitsbezogenen Lernens (Dehnbostel 2007; Berger und Gidion 2010) ausgerichtet.

Auf Basis der theoretischen Vorarbeiten wurden in den Projekten kuLtig (siehe bspw. Ernst et al. 2016) und KoLeArn (siehe bspw. Thiel de Gafenco et al. 2018) Workshops mit den späteren Nutzerinnen und Nutzern der Lernangebote bzw. deren Lehrerinnen und Lehrern sowie Vorgesetzten durchgeführt. Um Anforderungen an die Gestaltung der Lernangebote für die jeweiligen Anwendungsfelder zu sammeln, wurden die Anforderungen identifiziert, geclustert und priorisiert und anschließend den relevanten theoretischen Bezugspunkten zugeordnet. Durch den Praxisabgleich können die Lernangebote passgenau entwickelt werden und der Datenbestand existierender Forschungsarbeiten wird erweitert.

Es wurden spezifische Gestaltungskriterien entwickelt, die die individuellen, kulturellen und institutionellen Rahmenbedingungen für erfolgreiche digitale Angebote berücksichtigen. So wurde zur Unterstützung des Unterrichts in beruflichen Colleges eine Bring-Your-Own-Device-Strategie (BYOD-Strategie) mit situierten und problemhaltigen Lernaufgaben in einer mobilen Lernanwendung verwirklicht. Im Rahmen betrieblicher Weiterbildung ist wiederum eine arbeitsprozessorientierte Bedarfsermittlung und Lerninhaltsentwicklung angestoßen worden, um ein prozessintegriertes Lernen am Arbeitsplatz zu ermöglichen (siehe auch Weinert et al. in dieser Veröffentlichung).

In beiden Einsatzfeldern spiegeln die Ausgestaltungsparameter die Nutzungskontexte wider und förderten die Erreichung von Lernfortschritten und daran anschließend die Einhaltung des Wertversprechens. So hat beispielsweise die Berücksichtigung kultureller Merkmale im Rahmen der Entwicklung mobiler Lernanwendungen zu einem signifikant höheren Lernerfolg auf Ebene des prozeduralen und fertigkeitsbasierten Lernerfolgs geführt (siehe zu einem experimentellen Vergleich zwischen einer nutzerzentrierten und einer marktüblichen mobilen Lernanwendung Ernst et al. 2016).

Die Notwendigkeit einer bedarfs- und nutzerorientierten Entwicklung von Lernangeboten konnte theoretisch abgesichert und durch die projektspezifischen Forschungstätigkeiten belegt werden. Die iterative Konzeptentwicklung für digitale Lernangebote und Dienstleistungen in der internationalen Berufsbildung ist vor dem Hintergrund der Entwicklung tragfähiger Geschäftsmodelle bedeutsam. Besonders die frühe Implementierung von Prototypen im Forschungsprozess ist in vielen Kulturen Grundvoraussetzung mittel- bis langfristiger Kooperationen. Zudem zeigen unsere Ergebnisse, dass Lernergebnisse durch digitale Lernangebote verbessert werden. Damit können die Verwertungspotentiale für zugehörige Geschäftsmodelle signifikant gestärkt werden. ■

Virtual-Reality-gestütztes Lernen in der internationalen Berufsbildungszusammenarbeit: Transformationsaspekte in Lernprozessen und Kompetenzanforderungen am Beispiel virtueller Schweißtrainer

Romina Große und Silke Steinberg

Einleitung

Digitale Technologien konstituieren neue Lern- und Lehrformen, schaffen neue Potenziale und Herausforderungen für Lernende und Lehrende und erfordern neue Gestaltungswege in Lern- und Lehrkulturen. In den letzten Jahren hat sich eine Vielfalt von Formen für digitales Lernen und Lehren herausgebildet: Foren, Wikis, Blended Learning, Webinare, MOOC's, Serious Games, Planspiele, Augmented Reality (AR), virtuelle Klassenräume und Lernen in virtuellen 3D-Welten sind nur einige Beispiele (Goertz 2018, 10). Virtuelle Realität (VR) ist dabei eine Art Universaltool, das auf unterschiedliche Weise eingesetzt wird.

Um zu verstehen wie VR das internationale berufliche Lernen und Lehren verändert und um Potenziale und Herausforderungen zu erkennen und nutzbar zu machen, wird am Beispiel virtueller Schweißtrainer der Frage nachgegangen, welche Aspekte des virtuellen Lernprozesses insbesondere bei der konzeptionellen Planung neuer methodischer und didaktischer Ansätze in der beruflichen Bildung berücksichtigt werden müssen und wie in der internationalen beruflichen Bildungszusammenarbeit darauf Bezug genommen werden kann.

Das heutige Verständnis beruflichen Lernens und Lehrens hat sich in den letzten Jahrzehnten stark verändert. Für die Kompetenzentwicklung ist die individuelle Handlungserfahrung von zentraler Bedeutung. Sie ist der Ausgangspunkt der kognitiven Entwicklung und Bedingung für den Aufbau eines im beruflichen Kontext relevanten Handlungswissens (Blümel et al. 2009, 96). Dabei wird der Lernprozess über die Wechselwirkung zwischen Kognition (als interner Faktor) und materieller bzw. sozialer Situation des Lernenden (als externer Faktor) definiert. Dieser Ansatz wird seit Langem curricular in Konzepten umgesetzt, die Lernfelder und Lernsituationen beschreiben, d.h. in curricularen Elementen, die fachliche Inhalte in konkrete Anwendungszusammenhänge einbetten. Diese Anwendungszusammenhänge, die sich auch auf das soziale System Lehrende-Lernende beziehen, sind kultur-, gender- und altersspezifisch und erfordern eine differenzierte Betrachtung.

Schulische Lernorte sind dabei kaum in der Lage die Komplexität der Arbeits- und Sozialwelt abzubilden. VR wird in diesem Zusammenhang großes Potenzial zugeschrieben, wird aber in vielen Aus- und Weiterbildungen noch nicht genutzt, da Methoden und Didaktiken fehlen, die sich wandelnden Möglichkeiten, die neue Technologien bieten, in ganzheitliche Lehr- und Lernansätze zu integrieren.

Im Schweißhandwerk hat sich die virtuelle Unterstützung der Ausbildung jedoch bereits seit längerer Zeit durchgesetzt (DVS 2019, 5). Vielleicht ist der universelle, kontextunabhängige Charakter des Schweißtrainings einer der Gründe für diese Entwicklung. Virtuelle Schweißtrainer (englisch: Virtual Welding Training Systems, VWTS) bieten ein geeignetes Handlungsfeld, um zu analysieren, welche Aspekte des Lernens besonders beeinflusst werden und, übertragen auf andere Bereiche, welche Aspekte hohe Anforderungen an die Umsetzung methodischer und didaktischer Ansätze stellen.

Virtuelle Schweißtrainer in der Aus- und Weiterbildung – Potenziale und didaktische Herausforderungen

Während virtuelle Schweißtrainer auf dem asiatischen Markt schon lange mit großer Überzeugung in Aus- und Weiterbildung eingesetzt werden, war die Skepsis in Deutschland aufgrund des eher konservativen Ausbildungssystems zunächst hoch. Mittlerweile aber ist die Akzeptanz unter Expertinnen und Experten sowie unter Anwenderinnen und Anwendern auch hierzulande groß und VWTS haben in der praktischen Aus- und Weiterbildungen einen festen Platz gefunden (vgl. Hensel 2013, 20f).

Das Image des Schweißhandwerks ist durch körperliche Anstrengung, Leistungsdruck und Verletzungsgefahr geprägt (Schulte und Petersen 2017, 110). Schon heute gibt

es einen großen Mangel an Schweißfachkräften und der Bedarf wird sich aufgrund schwieriger Nachwuchsrekrutierung in den kommenden Jahren weiter verstärken (MINT 2013, 9ff; Schulte und Petersen 2017, 110). Zur Fachkräftesicherung soll die Aus- und Weiterbildung durch den Einsatz von VWTS modernisiert und zukunftsfähig gemacht werden (Hensel 2013, 20; DVXS 2019, 8).

Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen vielseitige Vorteile durch den Einsatz von VWTS für den Lernprozess: So lassen sich VWTS gut zu Demonstrationszwecken und zur Wissensvermittlung einsetzen (Schulte und Petersen 2017, 111). Während des risikofreien Übens am Schweißtrainer werden motorische Fähigkeiten trainiert. Direktes, permanentes Feedback (durch optische und akustische Signale) während des Übens zu den wesentlichen Rahmenparametern des Schweißens (u.a. Geschwindigkeit und Brennerwinkel) gehört zu den wichtigsten Vorteilen (DVS 2012, 6) und ermöglicht den Lernenden, selbstständig Fehlerkorrekturen vorzunehmen (Hensel 2013, 23f.; Schulte und Petersen 2017, 111f.). Eine Fehleranalyse kann über eine Replay-Funktion, ggf. auch unter Zuhilfenahme des Lehrpersonals, im Nachgang vorgenommen werden (DVS o. J., 23; DVS 2019, 8) und ermöglicht eine objektive Leistungs- und Qualitätsbewertung (DVS o. J., 5). Eine Studie der Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalt (SLV) Nord belegt, dass der Einsatz von VWTS eine höhere Erfolgsquote beim Schweißen bedingt und Ausbildungszeiten reduziert werden können (DVS o. J., 12f.). Insgesamt zeigt sich eine Effektivitätssteigerung in der praktischen Schweißausbildung durch den Einsatz von VWTS (DVS o. J., 12f.; DVS 2019, 6).

Um die Potenziale von VWTS in der Aus- und Weiterbildung optimal auszuschöpfen, ist jedoch ein ganzheitliches methodisch-didaktisches Konzept nötig (Schulte und Petersen 2017, 109ff.). Dazu hat der DVS (Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V.) bereits im Jahr 2011 eine Richtlinie zu Einsatzmöglichkeiten von VWTS im Zuge einer computergestützten Schweißausbildung (DVS 1108-1) entwickelt, die eine gute Orientierung bei der Errichtung virtueller Schweißwerkstätte bietet (vgl. DVS o. J., 4f.). Das International Institute of Welding (IIW) empfiehlt maximal 50 Prozent der Trainingszeit an virtuellen Schweißmaschinen durchzuführen (DVS o. J., 4). Erfahrungen zeigen, dass das Arbeiten daran in kleinen Teams als besonders wirksam ist (Hensel 2013, 23). Begünstigt wird das Lernen außerdem durch Computerarbeitsplätze, an denen die Lernenden sich theoretisches Fachwissen über E-Learningtools aneignen können (DVS o. J., 6f.). Insbesondere dann, wenn integrierte intelligente Lehrpläne sich an die individuelle Lerngeschwindigkeit anpassen und entsprechend sukzessive den Schwierigkeitsgrad der Übungsaufgaben steigern, wird der Einsatz von VWTS als sehr förderlich für den Lernprozess bewertet (DVS o. J., 6ff.).

Für eine optimale Aus- und Weiterbildung sollen in einem didaktischen Konzept die Vorteile von klassischer Ausbildung und arbeitsprozessintrigiertem Lernen vereint werden. Schulte und Petersen (2017, 115) empfehlen eine Kombination der Lernorte Seminarraum, Computerarbeitsplatz mit Zugang zu E-Learningmaterialien, VWTS und Schweißkabine sowie angeleitete Präsenz- und Selbstlernphasen. Nach der klassischen Theoriephase soll eine Trainingsphase am VWTS durchlaufen werden, bevor dann zum realen Schweißen übergangen wird. Das Lehrpersonal muss, zusätzlich zu seiner fachlichen und didaktischen Kompetenz, sicher im Umgang mit den eingesetzten VWTS sein und Fehler systematisch im Dialog mit den Lernenden evaluieren (vgl. Schulte und Petersen 2017, 115).

Um den effektiven Einsatz von VWTS sicherzustellen und das Lehrpersonal auf die neuen Anforderungen vorzubereiten, bietet die DVS mittlerweile einen Lehrgang zum Einsatz von VWTS an Bildungseinrichtungen an, der insbesondere die erforderliche Medienkompetenz vermittelt und das Lehrpersonal zur Aus- und Weiterbildung unter Einsatz von VWTS befähigt.

Die bisherigen Erfahrungen und die empirischen Grundlagen weisen darauf hin, dass durch den Einsatz von VWTS eine Qualitätssteigerung in der Aus- und Weiterbildung zu verzeichnen ist. Diese scheint auf Parameter wie z. B. erhöhte Wiederholungszahlen, kontinuierliche Fehlerüberwachung und individuell angepasste Lerngeschwindigkeit zurückzuführen zu sein (Hensel 2013; Schulte und Petersen 2017). Um den immersiven Effekt beim virtuellen Schweißprozess und seine Vorteile beim Lernen am VWTS aufrecht zu erhalten, erscheint es besonders wichtig, die Simulationen graphisch ansprechend und möglichst realistisch zu gestalten (Schulte und Petersen 2017, 111). Ziel muss es sein, den Schweißprozess so real abzubilden, dass der Lernende sein Bewusstsein dafür verliert, dass er sich in der virtuellen Realität befindet, und das Lernen über alle Sinne möglicht bleibt (Bockholt 2017).

Zur optimalen Ausgestaltung der Aus- und Weiterbildung sind weitere Untersuchungen und Überlegungen nötig, die die VWTS in ganzheitliche Lern- und Lehransätze einbetten. Dazu gehören pragmatische Umsetzungsprobleme, die bspw. im Rahmen von Expertengesprächen im Verbundprojekt „Tecsol – Eine deutsch-brasilianische Kooperation zum Aufbau von neuen beruflichen Qualifizierungsstrukturen im Bereich Schweißen in Brasilien“

thematisiert wurden. Die Expertinnen und Experten wiesen darauf hin, dass die kognitiven Kapazitäten und die Konzentration der Lernenden am VWTS wesentlich schneller erschöpft werden als in der realen Schweißkabine. Hier gilt es zu untersuchen, wie lange die Konzentration am VWTS maximal aufrecht erhalten werden kann und wie die Lernzeiten am VWTS und der realen Schweißkabine optimal kombiniert werden können. Dazu gehört aber auch die kultur-, gender- und altersspezifische Reflexion von Forschungsfragen, die sich aus den dargestellten Vorteilen des VWTS ergeben.

VR-gestützte Lernkonzepte in der internationalen Berufsbildung – Forschungsfragen und Zukunftsszenarien

VWTS wird gezielt für das didaktische Ziel eingesetzt, Motorik zu trainieren. Im BMBF Förderprojekt „MESA – Medieneinsatz in der Schweißbranche“[9] wurden beispielsweise Anwendungen konzipiert, in denen Bewegungsabläufe, bei denen es auf Präzision und Routine ankommt, ohne Verletzungsrisiko trainiert werden können (Schulte und Petersen 2017). So kann die korrekte Handhaltung beim manuellen Schweißen und das Ziehen der Schweißnaht geübt werden. Wie dargestellt, wird es dabei als besonderer Vorteil wahrgenommen, dass sich der integrierte, intelligente Lehrplan der individuellen Lerngeschwindigkeit der Lernenden anpasst und ihnen die Möglichkeit eröffnet eigene Fehler autonom zu analysieren und zu korrigieren (DVS o. J., 6ff.).

Die Lernenden gewinnen im Lernprozess Autonomie und entscheiden, wann das Lehrpersonal zur objektiven Leistungs- und Qualitätsbewertung hinzugezogen wird. Dabei muss die Lehrperson, bis auf wenige Präsenzphasen, innerhalb eines Kurses nicht am gleichen Ort sein, was auch internationales Lernen und Lehren erleichtert. Es ist ein kontinuierliches direktes und individuelles Feedback in der virtuellen Lernsituation durch die Trainerinnen und Trainer möglich, was in einer realen Unterrichtssituation so nicht gegeben wäre. Die Lehrenden begeben sich als Trainerin bzw. Trainer in einen Dialog auf Augenhöhe mit den Lernenden. Dies zeichnet ein ganz neues Bild des Lehrer-Schüler-Verhältnisses, das den Lehrenden über neue Anforderungen im Bereich Medienkompetenz hinaus auch überfachliche Kompetenzen zur Unterstützung der Schülerinnen und Schüler abverlangt. Eine interkulturellen Lehr- bzw. Lernsituation erfordert zusätzlich interkulturelle Kompetenz.

Dieser Aspekt weist über den Bereich des virtuellen Schweißens hinaus. Im Projekt GRÆDUCATION beispielsweise sollen Anwendungen entstehen, in denen Lehrende und Lernende gemeinsam als Avatare innovative, grüne Technologien begehen und multiperspektiv betrachten. Auch hier geht es um den dialogischen, transkulturellen Austausch und die kollegiale Unterstützung zwischen Lehrpersonal und Lernenden (siehe auch Steinberg und Klatt in dieser Veröffentlichung). Hierzu muss ein neues Verständnis der Lehrer-Schüler-Situation und ein neuer didaktischer Ansatz die Trainingssituation unterstützen, in der die gemeinsame Handlungserfahrung als Ausgangspunkt des kognitiven Prozesses betrachtet wird, der durch die Trainerin bzw. den Trainer begleitet und gefördert wird. Der Lernprozess wird über die Lerngeschwindigkeit der Schülerinnen und Schüler sowie die individuellen oder gemeinsamen Umsetzungserfahrungen von Trainingssituationen gesteuert, d.h. es entstehen individuelle Lernprozesse, die keinen theoretischen Vorgaben folgen. Die Transformation der Lehr- und Lernkultur ist eine Ausgangsvoraussetzung für einen solchen Lernprozess. Sie erfolgt nach spezifischen, die Anwendungssituation konstituierenden Zusammenhängen, nimmt in den tradierten Lern- und Lehrkulturen ihren Ausgangspunkt und kann durch die Gestaltung und die Einbettung von VR-Anwendungen unterstützt werden. In der internationalen Berufsbildungszusammenarbeit bedeutet dies, dass in den unterschiedlichen Zielländern kulturspezifische Merkmale in Bezug auf Gestaltung und/oder Einbettung der Anwendung zu berücksichtigen sind, wenn die Vorteile VR-gestützter Ansätze effektiv genutzt werden sollen.

Die Notwendigkeit einer bewussten Gestaltung und Einbettung einer VR-Anwendung innerhalb eines ganzheitlichen didaktischen Ansatzes zeigt sich auch bei der Betrachtung der Unterscheidung zwischen virtuell erzeugter und analog gegebener Realität. Im Einsatz von VWTS hat sich gezeigt, dass die Vorteile des immersiven Lernens in der Schweißausbildung besonders effektiv nutzbar sind, wenn die Simulation der Realität so nahe wie möglich kommt (Schulte und Petersen 2017, 111) und die Lernenden nicht mehr zwischen Realität und Virtualität unterscheiden. Jean Baudrillard (Baudrillard 1981) hat diese Verschmelzung in der dritten Ordnung von Simulakren (Stadien der Repräsentation) verortet. Realität und Virtualität generieren in der Simulation eine Hyperrealität, in der strukturalistisch gesprochen Zeichen und Bedeutung autonom sind (vollkommene Trennung von Signifiant und Signifié). Es geht um die Generierung

9 „MESA – Medieneinsatz in der Schweißbranche“ wurde im Rahmen des Programms „Digitale Medien in der beruflichen Bildung“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert (01.08.2015 bis 31.01.2019)

eines Realen ohne Ursprung in der Realität, durch die im Lernprozess Dinge ermöglicht werden, die ohne den Einsatz von VWTS nicht denkbar wären. Durch den Wegfall des Unterschiedes zwischen inszenierter und authentischer Erfahrung in der Erfahrung des Lernenden wird der Transfer des Erlernten aus der virtuellen Tätigkeit in die analoge Tätigkeit problemlos.

Für die Konzeption von Lernmethoden und Didaktiken bedeutet dies, dass sie weit über die gegebenen Strukturen hinausgehen können und imaginäre Situationen und Möglichkeiten mit einbezogen werden können, die nicht auf der Abbildung von Realität beruhen. Auch hier ist es erforderlich, die Lern- und Lehransätze auf die jeweilige Zielgruppe hin zu konzipieren und kultur-, gender- und altersspezifische Bedürfnisse zu berücksichtigen. Nur dann wird die virtuelle Situation als authentisch erfahren und ermöglicht eine optimale Nutzung der VR-bezogenen Vorteile. Hier eröffnet sich ein interdisziplinäres Forschungsfeld und Freiraum für kreative Lern- und Lehrarchitekturen.

Für die internationale Berufsbildungszusammenarbeit bieten sich durch die Integration von VR-Anwendungen viele sowohl ganz praktische Vorteile (verbesserte Lehrende-Lernende-Interaktion über Ländergrenzen hinweg), darüber hinaus aber auch Transformationsimpulse, von denen die Berufsbildungskulturen profitieren können (siehe auch Steinberg und Klatt in dieser Veröffentlichung). Hierzu müssen Konzepte in der Berufsbildung geschaffen und gestaltet werden. VWTS kann hier als Best-Practice-Beispiel dienen, das erste Ansätze liefert. ■

Potentiale von Augmented Reality in der beruflichen Aus- und Weiterbildung – Entwicklung und Prototyping AR App Robotik

Uwe Sachse und Frederic Graeb

Einführung

Die Digitalisierung bietet Chancen für alle Lernenden, denn sie ermöglicht eine vertiefte individuelle Förderung durch digital unterstützte Lehr- und Lernprozesse (vgl. u. a. Thomas et al. 2018). Dabei werden zunehmend technologiebasierte Lerninstrumente und digitale Assistenzsysteme eingesetzt (vgl. Epke et al. 2018, 46f.). Erste Erfahrungen zeigen, dass die vorhandenen Potentiale enorm sind (vgl. Nikodemus 2017; Epke et al. 2018). Mit Blick auf den Einsatz im Lern- und Lehrumfeld müssen die Anforderungen an die entsprechende Didaktik und Methodik jedoch grundsätzlich überdacht werden (vgl. Bacca et al. 2014; BIBB 2018a).

Nachfolgend sollen am Beispiel der Entwicklung einer Augmented Reality App für den Ausbildungsberuf Mechatroniker Anforderungen und Potentiale im Lehr- und Lernumfeld aufgezeigt werden.[10] Im Rahmen des NEMID-Projektes wird die AR-Datenbrille von Microsoft, die HoloLens, verwendet. [11] Im Gegensatz zu Virtual Reality (VR) verbleibt bei Augmented Reality (AR) der Fokus der Nutzerinnen und Nutzer in der physischen Realität. Diese wird jedoch um virtuelle Elemente und Informationen erweitert bzw. angereichert.

10 Die dargestellten Ergebnisse sind Bestandteil des Projektes „NEMID - Nachfrageorientierte Entwicklung und modellhafte Implementierung einer dualen Berufsschule in Serbien" der Förderlinie „Internationalisierung von beruflicher Bildung", des Bundesministeriums für Bildung und Forschung; Laufzeit: 01.08.2017 – 31.07.2020. In diesem Beitrag sind der Entwicklungsprozess und das Prototyping dargestellt. Die Integration von Augmented Reality Lernszenarien in den Internationalisierungsprozess und das Geschäftsmodell sind zukünftiger Bestandteil des Projektes.

11 Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, andere mobile Endgeräte, wie z. B. Tablets und Smartphones, zu nutzen. Allerdings ist dies mit einem deutlich geringeren Leistungsumfang hinsichtlich Usability und User Experience verbunden.

Der Entwicklungsprozess

Wesentlich für den Entwicklungsprozess war die Einbindung sämtlicher Anspruchsgruppen der beteiligten Institutionen Berufsschule, Kammer und Unternehmen sowie der eigentlichen Nutzerinnen und Nutzer (Auszubildende) unmittelbar zu Projektbeginn. Unter Berücksichtigung dieses multiperspektivischen Entwicklungsansatzes wurden zunächst mit Hilfe eines Augmented Reality Canvas (vgl. Hinrichsen et al. 2016, 6; Apt et al. 2018, 95f.) die Anforderungen an Inhalt, Aufgabe und Didaktik aus der Sicht der Nutzerinnen und Nutzer an die zu entwickelnde Applikation analysiert. Das Augmented Reality Canvas (siehe Abbildung 1) diente zur Strukturierung und Visualisierung der Ergebnisse im Workshop.

Die folgenden Schwerpunktfragen gaben eine Orientierung:

1. Welche Rahmenbedingungen müssen bei der Entwicklung einer Augmented Reality App für das Berufsbild Mechatronik berücksichtigt werden?
2. Welche Anforderungen an die Usability von Augmented Reality beeinflussen die Anwendung und die Nutzerakzeptanz?
3. Wie sollte der Einsatz von Augmented Reality in der Ausbildung erfolgen, um den Lernerfolg zu steigern?

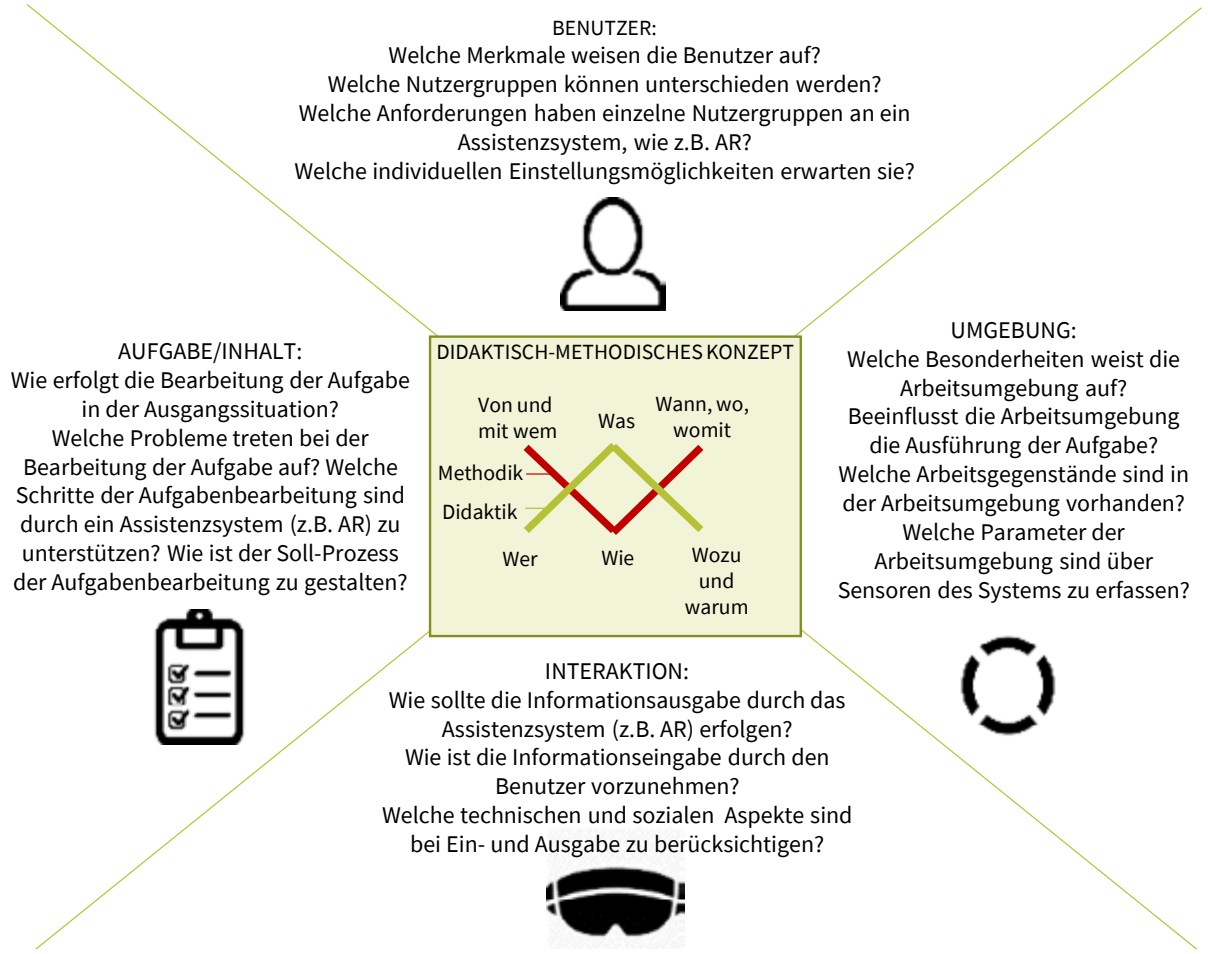


Abbildung 1: Augmented Reality Canvas (inhaltliche Darstellung in Anlehnung an Hinrichsen et al. 2016, 6; Apt et al. 2018, 95f.)

Im nächsten Schritt wurde das Storyboard entwickelt, zunächst mit Schwerpunkt auf Inhalt und Ablauf, Kapitelanzahl, Audio/Video/Text und Regieanweisungen. Das Storyboard wurde vom Projektteam der Hochschule Albstadt-Sigmaringen sowie dem Unternehmen 4smartminds [12] entwickelt und in unterschiedlichen Entwurfsphasen wiederholt mit den verantwortlichen Berufsschullehrerinnen und -lehrern aus dem Berufsfeld Mechatronik validiert und angepasst. Ergebnis dieses Prozesses waren unterschiedliche Augmented Reality Lernszenarien zum Themengebiet Industrie 4.0/ Robotik. Bestimmend für die Themenwahl und deren Ausgestaltung waren die besondere Bedeutung von Industrie 4.0 für den Industriestandort Deutschland, die Anforderungen von Schnittstellentechnologien wie Datenbrillen an Mensch-Maschine Interaktionen sowie die Novellierung des Ausbildungsrahmenplans und der Ausbildungsverordnung zum Mechatroniker (vgl. BIBB 2018b). Außerdem wurde ein sogenanntes „dreidimensionales" Berufsfeld ausgewählt, um das Potential von virtuellen, holografischen Schulungsobjekten aufzuzeigen. Die Ergebnisse der App-Entwicklung wurde in den unterschiedlichen Stadien des Prototyps[13] wiederum mit den drei Partnerschulen getestet und weiterentwickelt (siehe Abbildungung 2). Zentral für die Akzeptanz dieser Technologie (vgl. Pletz und Zinn 2018) sind motivations- und lernpsychologische Aspekte, die im Rahmen eines user-zentrierten Designprozesses adressiert worden sind. Besonderer Schwerpunkt war dabei die Schaffung einer positiven User Experience und ein hohes Maß an Usability bei der Nutzung der HoloLens im Lernprozess (vgl. Hendrich 2019; Apt et al. 2018, 47).

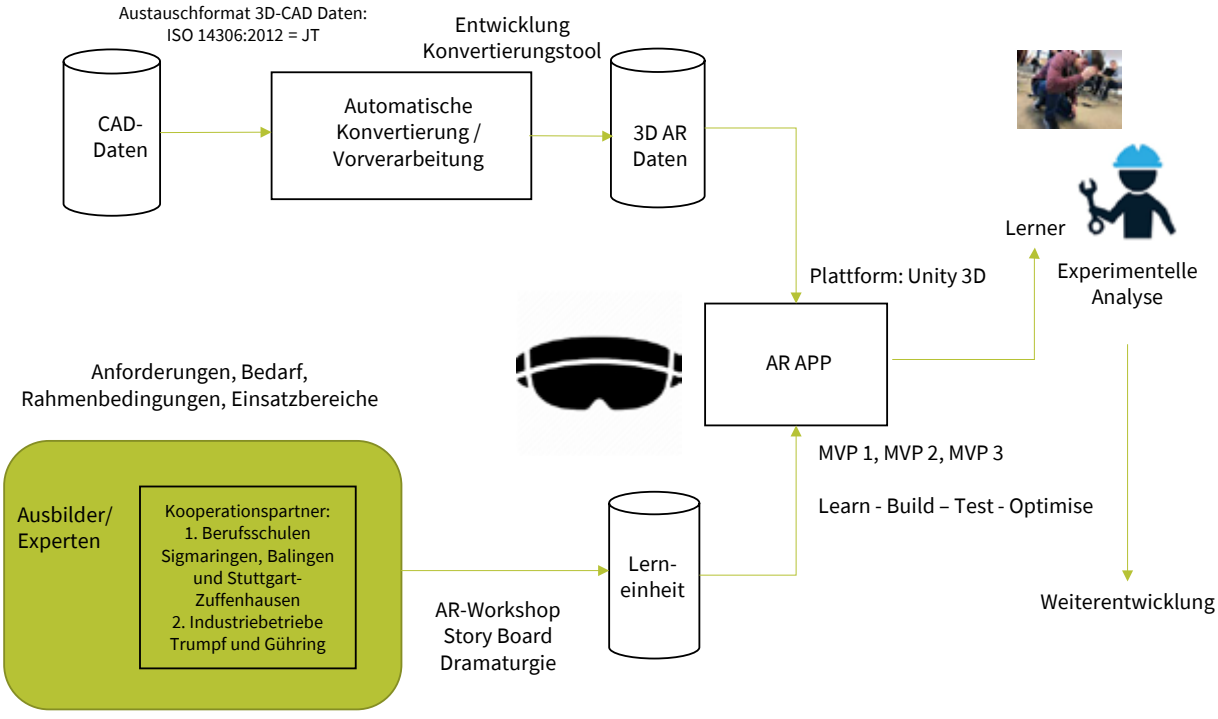


Abbildung 2: Prozess zur Erstellung der Augmented-Reality-Lernszenarien – AR App Robotik

12 4smartminds, c/Rafael Salgado 19, 28036 Madrid – Spanien, info@4smartminds.com

13 Innerhalb des Prototyping wurde die Qualität des Prototyps schrittweise von „niedrig auflösend" bis zu einer „hoch auflösenden" Qualität mit nahezu vollständiger Ausstattung und allen wesentlichen Features entwickelt und getestet (MVP = Minimum Vaible Product, MVP 1 niedrig auflösend, MVP 3 hoch auflösend).

Augmented-Reality-Lernszenarien – AR App Robotik

Die Augmented-Reality-Lernszenarien umfassen acht Kapitel: Historie/Hintergrund, Bedeutung der Robotik, Anwendungs- und Einsatzbereiche, die wichtigsten Typen und Bauformen, Bewegungsformen, Komponenten und Baugruppen, Montagehinweise sowie ein integriertes Wissensquiz. Die Lernzeit beträgt je nach Lernfortschritt und Vorbildung ca. 60 Minuten. Die Zielgruppe sind Mechatronikerinnen und Mechatroniker im dritten bzw. vierten Ausbildungsjahr.

Ziel des Einsatzes der HoloLens ist es, unterschiedliche Synergieeffekte durch die optimale Kombination der technischen Fähigkeiten der Datenbrille (z. B. Wissensvermittlung über bzw. in noch nicht existenten zukünftigen Umgebungen, Training ohne Belegung teurer und teils gefährlicher realer Infrastruktur durch dreidimensionale holographische Objekte, Integration von Gamification) mit der Flexibilität und Adaptions- und Reaktionsfähigkeit der Lernenden und Lehrenden zu erzeugen.

Wichtige Voraussetzung für den nutzbringenden Einsatz ist die Überprüfung und Anpassung des Lehr- und Lernprozesses. Für die Gestaltung guter Didaktik muss der Lehr- und Lernprozess so gestaltet sein, dass er die individuelle Kompetenzentwicklung, den persönlichen Lernprozess und damit auch die Lernerfahrung und den Lernerfolg fördert. Im Mittelpunkt der experimentellen Analyse des Einsatzes des Prototyps im Lehrbetrieb an der Berufsschule stand deshalb die Frage, wie Augmented-Reality-Lernszenarien gestaltet sein müssen, um Lehrende, Ausbilderinnen und Ausbilder sowie Auszubildenden beim Lernen zu unterstützen.

Experiment und Ergebnisse

Da die Microsoft HoloLens nur für Entwickler erhältlich war, wurde davon ausgegangen, dass die Schülerinnen und Schüler über wenig bis keine Erfahrung im Umgang mit der Hardware verfügten. Um die Akzeptanz durch die Nutzerinnen und Nutzer sicherzustellen, durften die Probanden die HoloLens zunächst testen. Dabei wurden einfache Anwendungen und Spiele genutzt. Jede Lerngruppe verfügte dabei über eine HoloLens. Die Probanden wechselten sich mit der Nutzung ab und konnten die Aktivitäten der Mitschülerin bzw. des Mitschülers gemeinsam auf einem Laptop verfolgen.

Im Anschluss wurde die Applikation genutzt (siehe Abbildung 3). Dabei wurden fünf Peer Groups mit je vier bis fünf Lernern gebildet. Ein AR Coach begleitete das explorative Lernen der Teams und unterstützte die Probanden bei der Nutzung des Prototyps. Zur weiteren Unterstützung des Lernprozesses bekam jede Schülerin bzw. jeder Schüler ein Arbeitsblatt mit den wichtigsten inhaltlichen Oberbegriffen (Komponenten eines Roboters, Rotatorische/Translatorische Achsen, Robotertypen, Bewegungsräume, Aufgabenschwerpunkte) zur Verfügung gestellt. Alle Teilnehmenden konnten während des Versuchs den jeweiligen HoloLens View auf dem Laptop der Gruppe verfolgen und so an der Lernerfahrung des HoloLens-Trägers unmittelbar teilhaben.



Abbildung 3: Agile Lernsituation – Peer-to-Peer-Lernen mit AR Coach[14]

Direkt im Anschluss wurde ein Wissensquiz durchgeführt und von den Probanden individuell beantwortet. In einer Nachbefragung mit einem standardisierten Fragebogen mit Multiple-Choice-Fragen sowie ergänzenden, offenen Fragen wurden der Prototyp und der gesamte Ablauf evaluiert. Zum Schluss wurden die Eindrücke aller Schülerinnen und Schüler in einer offenen Feedback-Runde diskutiert.

Erste Erkenntnisse aus den schriftlichen Befragungen sowie der offenen Diskussionsrunde zeigen, dass die entwickelte AR App Robotik das Potential hat, die Schülerinnen und Schüler zu begeistern und ihr Fachwissen zu verbessern. Positiv hervorgehoben wurden die visuelle Darstellung der Hologramme sowie die interaktiven Elemente der Anwendung.

Die Ergebnisse des Wissenstests zeigen zwar nicht unmittelbar, ob der Lernerfolg durch den Einsatz von Augmented Reality in der Bildung gesteigert werden

14 Anmerkungen: Das Bild zeigt die Arbeitssituation der Gruppen. Ein Schüler trägt die HoloLens, die übrigen vier Schüler verfolgen seine Aktivität über einen Livestream via Laptop. Im Vordergrund steht der AR Coach und begleitet den Lernprozess.



kann, es wurde jedoch deutlich, dass die Nutzerinnen und Nutzer das spezifische Wissen der App verarbeiten können und keinesfalls von der Erfahrung „Augmented Reality" im Lernprozess abgelenkt werden. Vielmehr konnte über den gesamten Lernprozess eine hohe Lernbereitschaft und eine positive Learning Experience beobachtet werden.

Augmented Reality in der internationalen Berufsbildung

Im Rahmen der Internationalisierung von beruflicher Bildung bieten sich viele Einsatzmöglichkeiten für Augmented Reality (siehe Tabelle 1). Bei der Übertragung in internationale Transformationsräume ist jedoch der Einfluss der jeweiligen Landeskultur auf das Lernen und die Technologieakzeptanz zu berücksichtigen. Je größer die kulturelle Distanz (u. a. in Bezug auf Lernhistorie, Lernmethoden, Lernumgebung, Lerner-Lehrer-Beziehung, Lernmedien und Technologieakzeptanz) zwischen Heimatmarkt und internationalem Zielmarkt, desto größer erscheint die Notwendigkeit von spezifischen Anpassungen an und Lokalisierung für den jeweiligen Markt. Darüber hinaus müssen die notwendigen Rahmenbedingungen für den Einsatz von Augemented Reality (z. B. Infrastruktur, d. h. Netze und Hardware) erfüllt sein. ■

Internationale Potentiale von Augmented Reality im industriellen Aus- und Weiterbildungsbetrieb
Vermittlung von Wissen: Positionswissen, Strukturwissen, Verhaltenswissen, Prozedurwissen
Lernoptionen in virtueller Umgebung: räumliches Explorieren, konzeptuelles Lernen, Erlernen motorischer Fähigkeiten, prozedurales Lernen
Lernkonzepte: Vorführen, Begleiten, Prüfen
Augmented-Reality-Einsatz: Abläufe, Prozesswissen, Beschädigungsgefahren, Ressourcen-/Werkzeugeinsatz, alle Varianten/alle Perspektiven, Einbringen von Dokumentation, Einbringen von Simulatoren, Sichtbarmachen von Verborgenem, [animierte] AR-Aufprojektionen (z. B. verdeckte Einbauten) auf reale Objekte, Erfassung des aktuellen Zustands, Remote-Servicekräfte in Ergänzung zuschaltbar, Expertenwissen in wichtigen Projekten zusammenführen, Prüfen auf Kollision (geometrische Messfunktion)
Positiver Beitrag: ▸ Darstellung kritischer Szenarien ohne Gefahr für Mensch und Maschine ▸ orts- und zeitunabhängiges Training ▸ Training in noch nicht existenten zukünftigen Umgebungen ▸ Training ohne Belegung (teurer, gefährlicher) realer Infrastruktur ▸ Menge der nicht vorhandenen Fähigkeiten/Qualifikationen senken ▸ Lösungen ad-hoc anbieten

Tabelle 1: Vgl. Runde und Ludwig 2018

Diskussionsbeiträge



Aktuelle Entwicklungen und Trends bei der **Digitalisierung der beruflichen Aus- und Weiterbildung in Deutschland**

Charlotte Echterhoff und Andreas P. Müller

Die Digitalisierung der beruflichen Aus- und Weiterbildung in Deutschland: Herausforderungen

Die Digitalisierung der Wirtschaft und der alltäglichen Lebenswelten hat zu einer revolutionären Veränderung des Arbeitens geführt. Der Einsatz digitaler Technik ist – vor allem in einer industrialisierten Gesellschaft wie der deutschen – allgegenwärtig. Geschäfts- und Produktionsprozesse transformieren sich rapide und sowohl das bildungs- und arbeitsmarktpolitische als auch das gesellschaftliche Interesse an Digitalisierung nimmt weiter zu (vgl. Dobischat et al. 2019). Die Auswirkungen auf die berufliche Aus- und Weiterbildung sind vielschichtig. Einerseits sind Auszubildende ohnehin durch ihre Arbeit im Betrieb in Abläufe eingebunden, in denen vermehrt digitale Technik eingesetzt wird. Andererseits führt Digitalisierung längst nicht nur zu Veränderungen bei einzelnen beruflichen Tätigkeiten. Nach der Einführung von IT-Berufen wie der Fachinformatikerin und dem Fachinformatiker weisen neuere Studien darauf hin, dass im Kontext von beispielsweise Robotik, Sensorik und Plattform-Technologien weitere neue Berufsbilder entstehen können (Schwarz 2016, 110). Zwar besteht die Gefahr, dass eine größere Zahl von Arbeitsplätzen wegfallen wird (vgl. Bonin et al. 2015), zugleich werden jedoch vielfältige neue Anforderungen eine womöglich noch größere Zahl von neuen Arbeitsplätzen entstehen lassen (Zika et al. 2019, 30f.).

Die Berufsbildung in Deutschland ist ganz wesentlich durch das Modell der dualen Ausbildung geprägt, in dem zwei gleichwertige Lernorte eng miteinander verzahnt sind. Sie bietet die Möglichkeit, die Digitalisierung der Arbeit als kontinuierliche Entwicklung abzubilden und als zukunftsweisendes Ausbildungspotenzial zu integrieren (Schröder 2017). Die Digitalisierung wirkt sich jedoch auch auf die Form der Ausbildung aus, weil sie ganz neue Anforderungen an das Lernen und Lehren mit sich bringt (vgl. Euler und Severin 2019). Das Lernen mit und über digitale Medien findet beispielsweise in hohem Maße auch auf informeller Ebene statt. Es verändern sich berufliche Handlungskompetenzen und die Form, in welcher diese in der Schule und im Unternehmen erworben werden (vgl. de Witt 2012).

Die aktuellen Entwicklungen und Trends bei der Digitalisierung in der beruflichen Aus- und Weiterbildung zeigen, dass dem Theorie-Praxis-Transfer eine Schlüsselrolle zukommt: Innovationen müssen in der Breite nutzbar gemacht werden, damit Regionen und Branchen über Modellprojekte hinausgehend profitieren – hier können strategische Partnerschaften ein Lösungsweg sein. Die Bildungspolitik muss einen Weg finden, agil auf Neuerungen zu reagieren und diese beispielsweise bei der Novellierung berufsbildender Curricula zu berücksichtigen. Zugleich wird deutlich, dass hinter dem Etikett „Digitalisierung" die Bildung selbst nicht aus dem Fokus geraten darf, ein ganzheitliches Bildungsverständnis vorausgesetzt. Bildung und Lernen funktionieren als sozialer Prozess. Sollen digitale Medien hier Berücksichtigung finden, ist zuvorderst das Handwerk der Pädagoginnen und Pädagogen betroffen.

Das Potential der Digitalisierung in der Bildung wird vor allem dann ausgeschöpft, wenn das digitale Medium als das betrachtet wird, was es ist: ein innovatives Instrument zur Umsetzung einer Methode aus einer Lerntheorie. Welches Medium die Lernenden auswählen, ist eine individuelle Entscheidung. Der Vorteil des Digitalen liegt somit in der Vergrößerung der Auswahlmöglichkeiten, womit den Bedürfnissen einer binnendifferenzierten Lerngruppe im Zweifel besser begegnet werden kann. Wichtig ist, dass Digitalisierung den sozialen Rahmen von Bildung nicht konterkariert, dass digitales Lernen nicht mit Bildung gleichgesetzt wird, sondern dass Bildung immer auch Reflexion bedeutet und die Fähigkeit miteinschließt, über das Erlernte zu urteilen. In diesem Sinne könnte die dem Digitalen immanente räumliche und zeitliche Flexibilität in der dualen Berufsausbildung für die Lernortkooperation fruchtbar gemacht werden.

Der politische Rahmen: Strategien und Initiativen verschiedener Ressorts

Aktuelle Entwicklungen und Trends im Zusammenhang von beruflicher Bildung und Digitalisierung werden in Deutschland wesentlich durch Ministerien auf Bundes- und Länderebene, durch Wissenschaft und Unternehmen, durch die Sozialpartner, etwa Kammern und betriebsübergreifende Berufsbildungszentren, sowie schließlich auch durch Bildungsagenturen befördert und getragen. Sicherlich liegt im deutschen kontextuellen Zusammenklang all dieser Bildungsmodelle und Interessensvertreter etwas Spezifisches, das im Hinblick auf Innovations- und Transferpotenziale zu betrachten sich lohnt. Bereits im Rahmen der „Digitalen Agenda 2014-2017" der Bundesregierung wurden als Ziele benannt: die digitalen Medien in der beruflichen Aus- und Weiterbildung verstärkt zu nutzen, die Digitalisierung in der überbetrieblichen Ausbildung zu stärken sowie auf die Herausforderungen der Digitalisierung in der Arbeitswelt vorzubereiten.

Auf Bundesebene wird die Digitalisierung der beruflichen Bildung systematisch gefördert. Die zuständigen Ressorts befinden sich beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) sowie beim Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). In der „Digitalen Strategie 2025" des BMWi wird besonders deutlich, dass bei der Entwicklung innovativer und wettbewerbsfähiger Technologien die Bildung und das Unternehmertum in Bezug auf Digitalisierung Hand in Hand gehen, etwa bei Themen wie Sharing Economy, Erneuerbare Energien, IT-Sicherheit und Start-up-Gründung. Die arbeitsmarkt- und bildungspolitischen Herausforderungen haben auf politischer Ebene einen Schulterschluss verschiedener Ressorts begründet, der sich beispielsweise in der im Juni 2019 veröffentlichten „Nationalen Weiterbildungsstrategie" zeigt.

Weiterbildung gilt wegen des rasanten technischen Fortschritts, aber auch aufgrund des demografischen Wandels als Schlüssel für lebensbegleitendes Lernen und Arbeiten 4.0. Mit dem Qualifizierungschancengesetz soll insbesondere Geringqualifizierten die Möglichkeit gegeben werden, sich weiterzubilden und damit die eigene Beschäftigungsfähigkeit sicherzustellen. Denn sie gelten als in besonderem Maß von den durch die Digitalisierung begründeten Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt betroffen. Den kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) kommt in diesem Zusammenhang die besondere Verantwortung zu, Wege zur kontinuierlichen und effizienten Fort- und Weiterbildung ihrer Mitarbeitenden aufzuzeigen. Entsprechende Initiativen werden von Sozialpartnern wie etwa Gewerkschaften und Kammern, von berufsbildenden Zentren und Agenturen und von sowohl gemeinnützigen als auch privaten Einrichtungen mitgetragen (Schmid et al. 2018).

Beim BMBF ist neben Programmen zur Digitalisierung der Hochschulen und dem neu angekündigten „DigitalPakt Schule" die berufliche Bildung ein zentrales Handlungsfeld für Initiativen zur Digitalisierung. Das Förderprogramm „Digitale Medien in der beruflichen Bildung" bezweckt im Umfeld der Strategie „Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft" und der Initiative „Berufsbildung 4.0" die Modernisierung der beruflichen Bildung und unterstützt damit die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands insgesamt: Durch den Einsatz zeitgemäßer, digitaler Bildungsangebote sollen strukturelle Veränderungen in der beruflichen Bildung angestoßen werden. In dem Programm wurden seit 2012 neun Förderinitiativen gestartet: etwa für die medienpädagogische Qualifizierung von Ausbildenden, den didaktisch begründeten Einsatz von Augmented-Reality-(AR-) bzw. Virtual-Reality-(VR-)Technologien oder die Unterstützung von Inklusion durch digitale Medien. In den einzelnen Förderprojekten werden mit Partnern aus Bildungspraxis, Technik, Forschung bis hin zu kleinen und mittleren Unternehmen verschiedene Ebenen des digitalen Lernens miteinander verzahnt und verschiedene Branchen angesprochen. So findet das Projekt „D.I.A. – Digitalisierung.Inklusion.Arbeit" beispielsweise im Hotel- und Gaststättengewerbe statt und das Projekt „FeDiNAR – Fehler Didaktisch Nutzbar Machen mit Augmented Reality" im Umfeld metall- und elektrotechnischer Berufe. Die konsequente Bedarfs- und Praxisorientierung ermöglicht die direkte Einbindung der Lernprozesse in die reale berufliche Tätigkeit.

Die Förderrichtlinie „DigiNet" hebt sich insofern von den übrigen Programmen ab, als ihr primäres Ziel nicht das Neue, das Innovative ist, sondern dass hier – mit den Ergebnissen der vorherigen Förderungen – bestehende gute Ansätze in ihrer Wirkung unterstützt werden. Es geht um starke Netzwerke für digitale Bildung: Das BMBF unterstützt die Etablierung branchenspezifischer oder regionaler Kooperationsstrukturen im Bereich der beruflichen Bildung mit dem Schwerpunkt digitales Lernen. Damit setzt es auf die Vernetzung und Verbreitung digitaler Lerninfrastrukturen und Bildungslösungen insbesondere auch in kleinen und mittleren Unternehmen, so etwa im Projekt „LIKA 4.0 – Lernen im Kundenauftrag", in dem die Entwicklung eines webbasierten Ausbildungsmanagementsystems angestrebt wird. Die Förderung von Lernortkooperation, von strategischen Partnerschaften und Cluster-Bildung erweist sich als besonders zielführend, wenn es um den Transfer übertragbarer Konzepte geht.

Auch bei der Förderung von Open Educational Resources (OER) stehen die Kooperation und der Austausch der Akteure im Mittelpunkt. Mit offen lizensierten Bildungsmaterialien kündigt sich ein Systemwechsel in der Bildung an, der auf Kollaboration zielt und das bisherige Lernverständnis der isolierten Performanz ablösen will. Bildung als öffentliches Gut wird als Gemeinschaftsaufgabe verstanden und soll entsprechend umgesetzt werden. Da digitale Medien sich als Werkzeuge für Kollaboration und Kooperation eignen, wird ihnen großes Potential zur Förderung dieser „zeitgemäßen Bildung" zugesprochen. Die Digitalisierung konzentriert sich dabei nicht allein auf die technologische Innovation, sondern fordert auch eine Änderung der Einstellung.

Ausblick

Die Zunahme des Angebots an Aus- und Weiterbildungen, die sich digitalen Themen, Berufsbildern, Anforderungen usw. widmen, geht mit einer Schärfung des Blicks für die damit verbundenen Herausforderungen einher. Bereits verhältnismäßig früh war beispielsweise klar, dass neben der Aus- und Weiterbildung mit digitalen Medien die Vermittlung von Medien- und Problemlösungskompetenzen unabdingbar ist. Der Blick muss nicht nur auf die Charakteristika der Lernenden, sondern auch auf das pädagogische Personal (Ausbilderinnen und Ausbilder, ggf. Berufsschullehrkräfte) gerichtet sein (vgl. Härtel et al. 2019). Die medien-pädagogische Kompetenz muss gestärkt werden, um eine zeitgemäße Ausbildung zu ermöglichen, aber auch, um die Potenziale des digitalen Wandels für die Bildung zu nutzen (und nicht nur umgekehrt).

Eine besondere arbeitsmarkt- und gesellschaftspolitische Dimension hat die Frage nach der gesellschaftlichen Vielfalt und der Inklusion. Parallel zur Digitalisierung der Produktionstechnologien, Dienstleistungen sowie auch der Lehr-/Lern-Szenarien verändern sich die Qualifikationsziele der Aus- und Weiterbildung. Der Bedarf an Überblickswissen, Prozesskompetenzen, Technikfolgenabschätzung und grundlegendem Verständnis der Funktionsweisen von Algorithmen wächst. Zugleich wird die Gesellschaft vielfältiger und vielsprachiger. Deshalb gilt es, bestimmte Qualifikationsziele mit sowohl grundlegenden als auch kreativ-intellektuellen Lehr- bzw. Lerneinheiten zu bedienen, ein Spagat, der besondere Anforderungen sowohl an die Curricula als auch an das Personal stellt (vgl. Bylinski und Rützel 2016). ■

Digitalisierung im Handwerk – Berufsbildung als Zugpferd

Sven Zöller und Mirko Wesling

Binnen weniger Jahre hat Digitalisierung alle Lebensbereiche erobert. Auch im Handwerk führt dies zu tiefgreifendem Wandel (vgl. Theis 2018, 6ff.). Begünstigt einerseits durch neue technische Möglichkeiten und andererseits als Antwort auf die daraus resultierende veränderte Kundennachfrage entwickeln die Handwerksbetriebe neue Geschäftsprozesse, bei denen digitale Innovationen genutzt werden: Dachdeckerinnen und Dachdecker verwenden Drohnen zur schnellen Ermittlung des Reparaturbedarfs am Dach, die Kfz-Mechatronikerin bzw. der Kfz-Mechatroniker liest zuerst den Fehlerspeicher am Auto aus, 3-D-Scanner unterstützen die Gesundheitshandwerke (wie z. B. die Hörakustikerinnen und -akustiker sowie die Zahntechnikerinnen und -techniker) bei der Körpervermessung. Das Handwerk ist auch zur Stelle, um aus dem Eigenheim ein Smart Home zu kreieren: Intelligente Haustechnik wird so installiert, dass Klimaanlage, Heizung, Rollläden und Eingangstüren, Alarmanlage sowie Beleuchtung aufeinander abgestimmt und teilautonom arbeiten, ebenso Gartenpflegetechnik und -bewässerung, um nur einige Bereiche zu nennen. So bringt das Handwerk digitale Technik in vielen, ganz unterschiedlichen Bereichen zum Anwender.

Berufsbildung fördert Digitalisierung

Die Bereitschaft, digitale Innovationen in eigene Arbeitsprozesse zu integrieren, wächst mit der steigenden Zahl von Digital Natives in Handwerksbetrieben (vgl. Deiniger 2017). Doch wie kann ein strukturierter und nachhaltiger Erwerb des erforderlichen Spezialwissens gelingen? Ein Blick auf die Qualifikation der Mitarbeitenden offenbart: Die große Mehrheit der im Handwerk tätigen Personen

(87 Prozent) hat eine Berufsausbildung absolviert (vgl. Haverkamp und Fredriksen 2018, 49). Will man folglich flächendeckend umfangreiche Kompetenzen für die Gestaltung der digitalen Transformation erreichen, kann dies nur durch berufliche Bildung gelingen. Diese hat durch ihren hohen Stellenwert insbesondere in Handwerksunternehmen das Potenzial, Zugpferd für die gelingende Digitalisierung zu sein. Die hinzugewonnenen interdisziplinären Kompetenzen des Handwerks an den Schnittstellen zwischen manuellen und digitalen Prozessen helfen, die Möglichkeiten der Technik besser auszuschöpfen, was schließlich dem privaten Anwender zugutekommt. Sowohl die grundständige Erstausbildung, als auch Fort- und Weiterbildung sind der Schlüssel dafür, den Weg in die Digitalisierung aktiv zu gestalten.

Ziel des Handwerks ist es, die Aus-und Fortbildungsordnungen bei ihrer Novellierung so anzupassen, dass einerseits der Bedarf an digitalen Kompetenzen aus der Berufspraxis Berücksichtigung findet und andererseits berufliche Kompetenzen so beschrieben werden, dass eine fortwährende Anpassung der konkreten Lehr- und Lerninhalte in Betrieben, überbetrieblichen Bildungszentren und Berufsschulen an den künftigen digitalen Fortschritt weiterhin möglich ist. Die gestaltungsoffene Formulierung ist ein wesentliches Erfolgsmerkmal der beruflichen Bildung in Deutschland.

Spezifischen Fort- und Weiterbildungsangeboten (z. B. Systemintegration Smart Home) kommt durch die hohe Geschwindigkeit von Neuentwicklungen und die Vielzahl der möglichen erforderlichen Kompetenzen in ganz unterschiedlichen Einsatzgebieten eine wesentliche Rolle zu: Mit ihnen kann punktuell bedarfsgerecht und in kurzer Zeit auf neue Erfordernisse reagiert werden.

Benefit auch für andere Länder

Was Deutschland im internationalen Vergleich hervorhebt, sind seine hochwertige duale Berufsausbildung, der hohe Handwerksanteil an der Wertschöpfung im Land (vgl. ZDH 2019a) und das hohe Renommee des Handwerks. Diese Faktoren haben Strahlkraft ins Ausland und erzeugen steigende Nachfrage an Deutschland nach Internationaler Berufsbildungszusammenarbeit (IBZ) (vgl. BiBB 2019). Mit dem Erfahrungsvorsprung aus der Implementierung digitaler Inhalte in potenziell 130 deutschen Handwerksberufen können die novellierten Aus- und Fortbildungsordnungen im Rahmen von Internationaler Berufsbildungszusammenarbeit an die jeweiligen Anforderungen des Partnerlands angepasst werden. Dies kann insbesondere mit Hilfe des SCIVET-Strategiebaukastens (vgl. ZDH 2019b) erfolgen.

Fazit

Ein fortschrittliches Berufsbildungssystem ist ein wesentlicher Treiber der Digitalisierung. Zudem sichert es eine breite Teilhabe am technologischen Fortschritt. Gut organsiert stützt es die Zukunftsfähigkeit der Berufe und bildet die Grundlage für eine gelingende Digitalisierung in den Betrieben. Ergänzt durch vorhandenes berufliches Erfahrungswissen wird so eine solide Basis zur passgenauen Ausrichtung an Markterfordernisse geschaffen. Erfahrungswerte aus der Umsetzung in der deutschen Berufsbildung haben auch hohe Aktualität für die Internationale Berufsbildungszusammenarbeit. ■



Innovationspotenziale einer Berufsbildung 4.0 in der internationalen gewerkschaftlichen Zusammenarbeit

Hans Ulrich Nordhaus, Martin Roggenkamp und Monika Stricker

Den Menschen in den Mittelpunkt zu rücken, bedeutet auch, ihn umfassend an der Gestaltung seiner Arbeit zu beteiligen. Ohne die Partizipation der Beschäftigten sind gute Arbeitsbedingungen nicht zu erreichen. Dies gilt auch und gerade für die Entwicklung und den Einsatz neuer Technologien sowie die damit verbundenen Veränderungen von Arbeitsorganisation und -prozessen. Die frühzeitige Beteiligung von Beschäftigten und Interessenvertretungen bereits in den Planungs- und Entwicklungsstadien kann dazu beitragen, spätere Fehlentwicklungen zu verhindern.

Der digitale Wandel ist deshalb für die Gewerkschaften eine große Herausforderung. Für die sozialverträgliche Gestaltung dieses Wandels spielt die Weiterentwicklung der beruflichen Aus- und Weiterbildung eine entscheidende Rolle. Die digitale Transformation geht mit einem grundlegenden Wandel der wirtschaftlichen Beschäftigungsstruktur und der betrieblichen Tätigkeitsprofile einher. Es gibt zwei Thesen zu den Entwicklungstendenzen (u. a. Hirsch-Kreinsen und ten Hompel 2015): (1) Es vollzieht sich ein allgemeines Upgrading von Qualifikationen. Dabei gibt es einerseits einen weitgehender Abbau von einfachen Routinetätigkeiten und gleichzeitig eine Zunahme von Tätigkeiten, die auf die Ver- und Bearbeitung einer großen Vielfalt von Informationen über laufende Prozesse ausgerichtet und durch ein hohes Maß an struktureller Offenheit, begrenzte Arbeitsteilung und hohe Flexibilität gekennzeichnet ist. (2) Dem steht die Prognose einer Polarisierung zwischen anspruchsvollen, hoch qualifizierten Tätigkeiten auf der einen und einfachen, aber nicht automatisierbaren Tätigkeiten auf der anderen Seite gegenüber. Diese führt zu einer Erosion auf der mittleren Qualifikationsebene, auf der Ebene der Facharbeiterinnen und Facharbeiter.

Die Kompetenzentwicklung der Beschäftigten ist vor diesem Hintergrund eine zentrale Ressource zur Gestaltung des digitalen Wandels und zur Verhinderung der Dequalifizierung von Facharbeit. Sowohl im wissenschaftlichen wie auch im politischen Diskurs (vgl. u. a. die Handlungsempfehlungen der Plattform „Digitale Arbeitswelt" zur beruflichen Weiterbildung) zeichnet sich dabei ab, dass sich die wandelnden Kompetenzanforderungen differenzieren lassen in IT-Kenntnisse, die Nutzung digitaler Medien im jeweiligen fachlichen Zusammenhang, eine wachsende Bedeutung von Prozesswissen, Problemlösungskompetenz und Schlüsselkompetenzen zur Ermöglichung selbstgesteuerten und kommunikativ-kooperativen Handelns sowie berufliche Handlungskompetenzen zur individuellen Bewältigung des Wandels.

Zur Förderung einer Berufsbildung 4.0, die diesen Kompetenzanforderungen entspricht, stehen aus gewerkschaftlicher Perspektive folgende Ansatzpunkte im Vordergrund:

Die Neugestaltung von Ausbildungsberufen hat in Deutschland eine dynamische Tradition auf der Grundlage eines bewährten Verfahrens unter Beteiligung der Sozialpartner, das gewährleistet, dass die Erfordernisse der Arbeitswelt unmittelbar berücksichtigt werden. Dies zeigte sich zuletzt bei der Teilnovellierung der Metall- und Elektroberufe, die auf die neuen Anforderungen der Digitalisierung ausgerichtet war. Außerdem sind die Ausbildungsordnungen technik- und gestaltungsoffen formuliert, so dass technologische Neuerungen in die praktische betriebliche Ausbildung integriert werden können.

Die Qualifizierung der Ausbilderinnen und Ausbilder ist ein weiteres Schlüsselelement für die Berufsbildung 4.0. Diese müssen nicht nur befähigt und unterstützt werden, die neuen Kompetenzanforderungen in die Umsetzung der Ausbildung zu integrieren, sondern auch im Umgang mit digitalisierten Lern-/ Lehrkonzepten, die einen Rollenwechsel der Ausbilderinnen und Ausbilder vom Wissensvermittler zum Coach und Lernprozessbegleiter, mediendidaktische Kompetenzen und Wissen und Erfahrungen im Umgang mit neuen Technologien erfordern.

Schließlich erfordert eine Berufsbildung 4.0 eine ganzheitliche Bildungsstrategie, die im Rahmen eines lebensbegleitenden Lernens die Durchlässigkeit zwischen beruflicher und akademischer Bildung sowie zwischen verschiedenen Fachdisziplinen gewährleistet.

Die digitale Transformation ist ein globaler Prozess, sodass die Gewerkschaften in den verschiedenen Ländern mit ähnlichen Herausforderungen konfrontiert sind. Der technologische Wandel vollzieht sich dabei in erster Linie branchenspezifisch. Für die Art der Herausforderungen sind daher weniger der nationale Kontext als grenz-

übergreifende Wertschöpfungsketten entscheidend. Die transnationale Zusammenarbeit von Gewerkschaften sowie der Austausch von Ideen, bewährten Verfahren und guter Praxis auf internationaler Ebene können daher einen wichtigen Beitrag zur Gestaltung einer Berufsbildung 4.0 leisten.

Im Hinblick auf die sozialpartnerschaftlichen Neuordnungsverfahren und die Qualifizierung von Ausbilderinnen und Ausbildern können die deutschen Gewerkschaften dabei wichtige Impulse liefern, wohingegen bei der Durchlässigkeit der Bildungswege durchaus Lernpotenziale bestehen. Die neuen digitalisierten Lehr-/Lernkonzepte können ein wichtiges Medium der internationalen gewerkschaftlichen Zusammenarbeit sein, weil sie eine orts- und kontextunabhängige Form der Wissensvermittlung, eine bessere Vernetzung und einen kontinuierlichen Austausch ermöglichen und auf diesem Wege gegenseitiges Lernen zwischen Gewerkschaften aus verschiedenen Ländern fördern. Zudem fördern sie einen besseren Zugang zu Bildung in Ländern mit einer schwächeren Bildungsinfrastruktur. ■

Wirtschaft 4.0 und berufliche Bildung: Welche Reformimpulse für innovative Qualifizierungsformate sind in der AHK-Welt erkennbar?

Drei Kontinente – drei Perspektiven

Bonny Brandenburger

Im Zuge der digitalen Transformation und eines zunehmenden Einsatzes von Wirtschaft-4.0-Technologien wie z. B. des 3D-Druckers befinden sich ganze Arbeits- und Produktionsprozesse im Wandel. Daraus ergeben sich insbesondere neue Qualifikationsanforderungen an das Individuum, wie eine im Juni 2019 von der Service GmbH des Deutschen Industrie- und Handelskammertages e.V. (DIHK) durchgeführte qualitative Umfrage deutlich macht. Die befragten Auslandshandelskammern (AHK) – die Delegation Shanghai/China (im Folgenden AHK Shanghai), die AHK Italien und die AHK Mexiko – sind sich einig: Eine der zentralen Herausforderungen im Zuge der Digitalisierung ist die passgenaue Qualifizierung der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen. Die Leiterin der Berufsbildungsabteilung der AHK Shanghai berichtet, dass es zum Teil sehr modern ausgestattete, sogenannte „smarte Fabriken" gebe. Allerdings fehle das entsprechende Personal zur Steuerung und Wartung der Maschinen. In der Umfrage wurde zudem deutlich, dass nicht nur ein Bedarf an Fachkenntnissen insbesondere in der industriellen Automatisierung bestehe. Darüber hinaus sind zunehmend auch verschiedene Schlüsselkompetenzen gefragt. Abhängig von der Berufsgruppe und der Hierarchieebene fehle es dem Personal u. a. an der Fähigkeit zum vernetzten Denken, aber auch an Kreativität, Problemlösefähigkeit und an Methodenkenntnissen.

Innovative Qualifizierungsangebote aus der AHK-Welt

Um der gestiegenen Nachfrage nach entsprechenden Qualifizierungsmodellen seitens der Unternehmerschaft gerecht zu werden, arbeiten die befragten AHKs bereits an unterschiedlichen Formaten: Die AHK Shanghai will beispielsweise in Zukunft den Ausbildungsberuf zur Mechatronikerin/zum Mechatroniker mit der Spezialisierung „Robotik" anbieten. Hierbei werden neue Inhalte in die bestehenden Ausbildungspläne integriert. Des Weiteren arbeiten die AHKs an neuen Zusatzqualifikationen, wie z. B. die AHK Italien im Rahmen des Projekts „DigITALIA". In diesem Projekt wurden im Zuge einer Unternehmensumfrage die benötigten Fähigkeiten und Fertigkeiten für die Zukunft der Arbeitswelt ermittelt. Darauf aufbauend werden nun geeignete Formate entwickelt, um die benötigten Kompetenzen zu vermitteln. Hierbei orientieren sich die AHK Italien, aber auch die Kolleginnen und Kollegen in China und Mexiko an den bestehenden Angeboten der DIHK-Bildungs-GmbH wie z. B. an den Zertifikatslehrgängen „Fachkraft für Industrie 4.0 (IHK)" oder „Agiler Mindsetter (IHK)".

Hybride Bildungsformate – ein neues Geschäftsfeld?

Ein weiterer wichtiger Schritt zur Modernisierung der beruflichen Bildung ist die stärkere Vernetzung des beruflichen und akademischen Bildungssystems. Die drei befragten AHKs berichten, dass sowohl die Auszubildenden als auch die Unternehmen vermehrt an hybriden Bildungsformaten interessiert sind und der Aspekt des lebenslangen Lernens immer mehr an Bedeutung gewinnt. In diesem Zusammenhang wird bereits an entsprechenden Aufstiegs- und Weiterbildungsprogrammen in Zusammenarbeit mit Hochschulen und Unternehmen gearbeitet. Die AHK Mexiko entwickelt derzeit ein Meisterprogramm auf Ingenieursniveau in Kooperation mit BMW, der IHK München und einer inländischen Universität. Dieses Programm soll angehende Absolventinnen und Absolventen auf Tätigkeiten im mittleren Management vorbereiten und den Zugang zur universitären Bildung erleichtern.

Die AHK Italien plant die Einführung eines überbetrieblichen Traineeprogramms für Hochschulabsolventinnen und -absolventen, für die sich der Einstieg in den Arbeitsmarkt als schwierig erweist. Nicht jedes Unternehmen kann ein eigenes Traineeprogramm als Einstiegsmöglichkeit anbieten. Die AHK will deshalb die Ressourcen bündeln und mit Hilfe eines gezielten Kompetenzmanagements die Hochschulabsolventinnen und -absolventen bedarfsorientiert auf den Arbeitsmarkt vorbereiten. Beispielsweise können sich Hochschulabsolventinnen und -absolventen mit einem kaufmännischen Hintergrund im Rahmen des Programms technische Fachkenntnisse aneignen, die für eine Tätigkeit im Bereich Sales Engineering benötigt werden.

Grundsätzlich besteht Einigkeit darüber, dass hybride Bildungsformate ein potenzielles neues Geschäftsfeld für die AHKs darstellen. Darüber hinaus sei es laut den befragten AHKs notwendig, zuerst konkret die benötigten Kompetenzen und dann geeignete Formate für die Aus- und Weiterbildung zu ermitteln. Dafür werden sogenannte „Change Agents" in den Unternehmen benötigt, die einen systemischen Blick auf die Unternehmensprozesse aufbauen, verschiedene Hierarchieebenen miteinander verknüpfen und somit ein gemeinsames Verständnis für Weiterbildungsbedarfe schaffen können. Um weitere Reformimpulse voranzutreiben, bedarf es laut den befragten AHKs jedoch nicht nur guter Ideen, sondern in manchen Unternehmen und Organisationen auch eines kulturellen Wandels. Hierbei sei insbesondere ein Umdenken vom klassischen Top-down- zu einem netzwerkartigen Ansatz gefragt. ■

Gestaltungsfelder **beruflicher Bildung im digitalen Wandel**

Ralf Hermann und Hannelore Kress

Die Digitalisierung der Arbeitswelt wird überwiegend als „gestaltbare Herausforderung" (Esser 2019, 3) wahrgenommen, die vor allem neue Chancen bietet. Diese liegen in Potenzialen für neue Geschäftsmodelle und wirtschaftliches Wachstum, in der Erleichterung von Arbeitsprozessen, in abwechslungsreichen Arbeits- und Lernwelten und in Impulsen für die Attraktivität der Berufsbildung. Allerdings muss „die Zukunft der Digitalisierung vom Menschen" und „mit menschlichem Maß" gestaltet werden (Popp 2019, 24). Den normativen Rahmen dafür setzt die demokratische Aushandlung darüber, welchen Bildungszielen und somit humanen und gesellschaftlichen Entwicklungszielen technische Innovation dienen soll, wie ihre Chancen gestaltet, ihre Risiken begrenzt und ihre Folgen gesteuert werden sollen.[15] Bildung – nicht zuletzt beruflicher Bildung – kommt dabei nicht nur eine technikdeterminierte, auf Sachzwänge reagierende Vollzugsfunktion zu. Sie kann vielmehr eine „aktiv-konstruktive Rolle" spielen, indem sie Wissen, Fertigkeiten und reflexive Fähigkeiten hervorbringt, die zu den Voraussetzungen innovativer Technikentwicklung gehören (Lee und Pfeiffer 2019, 161). Der beschleunigte Wandel von Technologien

15 Zu den Herausforderungen für ‚gute Arbeit' der Zukunft gehören z. B. die Risiken einer digitalen Spaltung, der Prekarisierung von selbständiger Arbeit, der Diskrepanz zwischen Wertschöpfungs- und Einkommensbeteiligung, einer Erosion arbeitsbezogener Sozialbindungen, der Auflösung von Tarifbindungen und der Entgrenzung von Arbeitszeit- und -raum.

und Arbeitsanforderungen konfrontiert auch das Berufsbildungssystem mit Erwartungen an schnelle, häufige und kleinteilige Anpassungen. Systemische Ausbildungsziele bleiben jedoch auf ‚Beruflichkeit' als normativem Prinzip guter Arbeit und hochwertiger, nachhaltiger Ausbildung ausgerichtet.[16] Dem entspricht, dass auch unter den Bedingungen hoher Innovationsdynamik Standards im Modus der Interessenaushandlung und der sozialpartnerschaftlichen Konsensorientierung entstehen.

Außer auf normative Fragestellungen beziehen sich berufsbildungsbezogene Digitalisierungsdiskurse auf weitere Ebenen: Auszubildende/Lernende, Betriebe, Ordnungspolitik und Pädagogik (vgl. Euler und Severing 2019). Eine Reihe von Initiativen wurden auf den Weg gebracht, um zukünftige Fachkräftebedarfe der Unternehmen zu antizipieren, technische und organisatorische Anpassungen von Lernorten bedarfsgerecht durchzuführen, Kompetenzprofile und Entwicklungsmöglichkeiten in Aus- und Weiterbildung zu beschreiben und anzustreben sowie Innovation und Kompetenzausbau auf Seiten der Ausbildenden zu fördern.[17]

Ein grundlegender Diskurs wird geführt über Beschäftigungsprognosen und die Ableitung von Bedarfen der Berufsbildungssteuerung und -praxis. Eine Polarisierung von Tätigkeitsstrukturen, etwa zwischen iterativ-routinierten und selbstorganisiert-innovativen Tätigkeitsschwerpunkten, und insgesamt zwischen niedrigqualifizierter, niedrigentlohnter Beschäftigung einerseits und hochqualifizierter, hochentlohnter Beschäftigung andererseits ist für Deutschland nicht zu erwarten (Helmrich et al. 2016, 66 ff.) – anders als z. B. für die USA (Frey und Osborne 2013). Stabilität gewinnt das deutsche Beschäftigungssystem nach diesen Prognosen durch sein mittleres Segment, das Segment der gut qualifizierten Fachkräfte. Dementsprechend geht es in betrieblichen Beschäftigungssystemen in Deutschland „eher um ein qualifikatorisches Upgrading" v. a. beruflich Qualifizierter aus dem mittleren Segment bis hin zu akademischen Qualifikationen (ebd., 69).

In Deutschland wird zunächst ein deutlich geringeres Quantum an Arbeitsplatzverlusten erwartet.[18] Die Qualifikations- und Beschäftigungsprojektionen (Das Projekt QuBe – Qualifikation und Beruf in der Zukunft, unter der gemeinsamen Leitung des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung, GWS) gehen in ihrem jüngsten Digitalisierungsszenario davon aus, dass die Zahl der neu entstehenden Arbeitsplätze die der schwindenden noch bis etwa 2030 übersteigt, wobei sich die Veränderungsdynamik beschleunigt. Erst in circa 15 Jahren sei in Deutschland ein Netto-Verlust zu erwarten (Wolter et al. 2018; BIBB 2019, 419 ff.; siehe auch Abbildung 1). Allerdings impliziert dies immense Umschichtungen innerhalb des Qualifikations- und Beschäftigungssystems, mit massiv veränderten Tätigkeitsprofilen, branchenspezifischen Unterschieden und einem „Trend zur allgemeinen Höherqualifizierung" (BIBB 2019, 422 ff., siehe auch Kruppe et al. 2019, 14).

Bereits jetzt ist ein hoher Anteil eng definierter Tätigkeiten im digitalen Wandel potentiell ersetzbar, insbesondere bei geringer Qualifikationsbasis. Der Anteil an Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierungspotenzial (> 70 Prozent) ist von 2013 auf 2016 von 15 Prozent auf 25 Prozent gestiegen (Dengler und Matthes 2018, 7). Dies bedeutet aber nicht unmittelbar den Wegfall von Arbeitsplätzen oder ein ‚Aussterben' von Berufen. Berufe mit breit gefasstem Verständnis von ‚Handlungskompetenz' bieten Chancen zur Adaption an sich wandelnde Anforderungen; sie unterliegen ihrerseits im digitalen Kontext tiefgreifenden Anpassungen.

Das Berufe- und Branchen-Screening des BMBF/BIBB-Projekts „Berufsbildung 4.0" analysiert Ausbildungsberufe, Weiterbildungsbedarfe und Branchen im Hinblick auf Digitalisierungserfordernisse und -folgen. Es belegt erheblich unterschiedliche Digitalisierungsgrade in verschiedenen Branchen. Auf branchenspezifisch hohen Modernisierungsbedarf haben jüngere Ordnungsverfahren in den industriellen Metall- und Elektroberufen und in der Schaffung eines neuen Berufes im Bereich eCommerce reagiert. Verfahren wurden beschleunigt, neue Berufsbildpositionen mit Bezug auf Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und IT-Sicherheit integriert und Zusatzqualifikationen, u. a. zu Prozessintegration und zu IT-gestützten Anwendungen, in den jeweiligen

16 Ob diese Systemkonstituenten unter der Wirkungsmacht der Digitalisierung Bestand haben, gilt als „offene Zukunftsfrage. Eine radikale Abkehr vom Berufsprinzip ginge jedoch mit schwerwiegenden Implikationen für Qualifizierung und ‚Bildung' einher" (Dobischat et al. 2019, 10).

17 Zu nennen sind vor Allem die BMBF-Förderbekanntmachung InnoVET (www.bmbf.de/innovet) und die BMBF/BIBB-Initiative Berufsbildung 4.0 – (https://www.bibb.de/de/49603.php).

18 Bonin 2015 sieht für 12 Prozent der Beschäftigten ein Risiko des Arbeitsplatzverlusts v.a. unter Geringqualifizierten und -vergüteten.

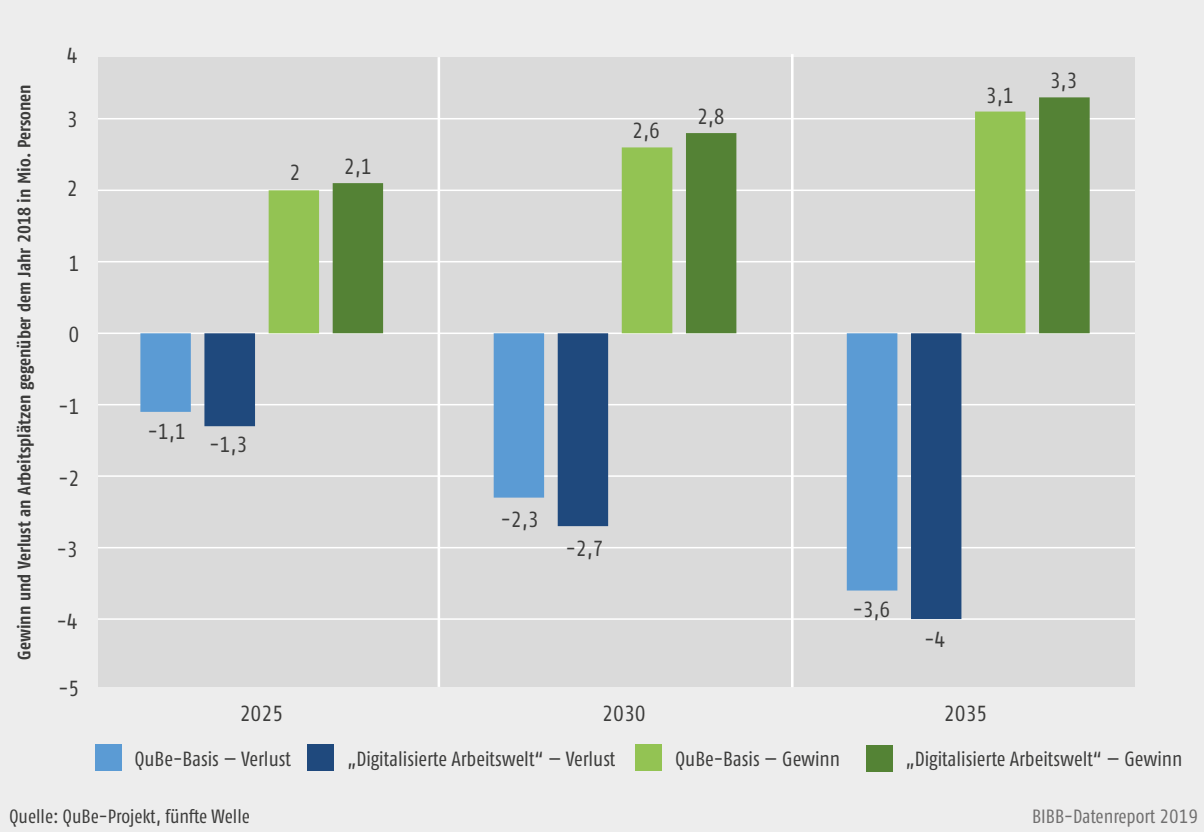


Abbildung 1: Anzahl der von 2018 bis 2035 neu entstehenden und wegfallenden Arbeitsplätze (in Mio.) (BIBB 2019, 425)

Berufsgruppen eingeführt.[19] Die Ausbildungsordnungen werden technikoffen formuliert. Trotz der ungleichzeitigen Entwicklungen in den Branchen liegt auf der Hand, dass mittelfristig eine Vielzahl der bestehenden Ausbildungsberufe einer umfassenden Revision zu unterziehen ist (vgl. Spöttl 2018, 8).

Orientierung für die Weiterentwicklung der Berufsbildung geben die im BIBB-Qualifizierungspanel analysierten Kompetenzbedarfe. Neben IT- und berufsspezifischen Fachkompetenzen (z. B. zur Beherrschung von Cyber Physical Systems) gewinnen für die Berufsbildung 4.0 generische Kompetenzen an Gewicht, insbesondere Lernfähigkeit, Prozess- und Systemverständnis sowie Flexibilität und Kreativität bei der Lösung neuer, nicht-routinemäßiger Probleme (BIBB 2019, 449; s.a. Zinke 2018). Dementsprechend rücken systemorientierte, deduktive didaktische Ansätze in den Vordergrund (BIBB 2019, 454).

Die Digitalisierung verstärkt Anpassungsanforderungen an das Bildungssystem im Sinne einer stärkeren Durchlässigkeit zwischen beruflicher und akademischer Bildung. Dies schließt auf der Subjektebene Chancen ein, dass Bildungsverläufe sozial und beruflich durchlässiger werden (Kaßebaum und Ressel 2019).

Veränderungen des Aufgabenspektrums, steigende Qualifikationserwartungen und schnellere Innovationszyklen führen zu einer wachsenden Bedeutung von Weiterbildung – in individueller, betrieblicher und systemischer Hinsicht. Hier geht es beispielsweise um regulatorische Rahmensetzungen und bildungspolitische Konzepte für Weiterbildung 4.0, um die Entwicklung von Perspektiven durch ‚Berufslaufbahnen' und um inklusive Weiterbildungsbeteiligung. Für Aus- und Weiterbildung werden neue Lernmedien als Open Educational Resources entwickelt und didaktisch aufbereitet.[20]

19 Elektronik für Gebäude- und Infrastruktursysteme, Betriebstechnik, Automatisierungstechnik, Informations- und Systemtechnik, Mechatronik (www.bibb.de/de/84066.php,), Kaufleute im eCommerce (www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/261016), Anlagenmechanik, Industriemechanik, Konstruktionsmechanik, Werkzeugmechanik, Zerspanungsmechanik (www.bibb.de/de/berufeinfo.php/profile/apprenticeship/121214); URL-Zugriffe: 23.08.2019.

20 Zur BMBF-Initiative zu OER zum Stand ihrer Entwicklung in der beruflichen Bildung siehe Grimm / Rödel 2018.

Die Digitalisierung bedingt zugleich neue Lernformen und erfordert eine Neudefinition von Kompetenzen und Rollen von Lernenden und Lehrenden. Auszubildende und Lernende lernen zunehmend autonom, dem entsprechend verändert das betriebliche wie schulische Lehrpersonal seine Rolle hin zu der von Lernbegleiterinnen und -begleitern. Neben der Vermittlung technisch-digitaler Medienkompetenz richten sich Unterstützungsbedarfe und maßnahmen maßgeblich auf die pädagogisch-didaktische Kompetenzerweiterung von Ausbildenden in der Materialerstellung und der Gestaltung von Lehr-/Lernarrangements. Ein Erfordernis ist dabei die Stärkung und Unterstützung der Ausbildenden durch die betriebliche Organisations- und Personalentwicklung (Dietrich 2018, 29-31). In Kooperation mit dem BMBF plant das BIBB für 2019 ein bundesweites Lehrangebot für Ausbildungspersonal zum Einsatz digitaler Medien (BIBB 2019, 487).

Betriebe weisen sehr unterschiedliche Digitalisierungsgrade auf. Größere Betriebe setzen stärker digitale Technologien ein. Deutliche differenzierte Digitalisierungsgrade sind auch bei der Betrachtung einzelner Berufen zu verzeichnen (vgl. Padur und Zinke 2019).[21] Insgesamt zeigen Betriebe mit hohem Digitalisierungsgrad zugleich eine höhere Bereitschaft zu Aus- und Weiterbildung (BIBB 2019).

Um für interessierte klein- und mittelständische Betriebe die Digitalisierung von Produktions- und Dienstleistungsprozessen und den Einstieg zu erleichtern, unterstützt das BMBF bis 2023 überbetriebliche Aus- und Weiterbildungszentren mit rund 120 Millionen Euro. Diese können für die Anschaffung von Geräten, Maschinen, Anlagen, Software, für innovative Lern-/Lehrumgebungen und Qualifizierung genutzt werden. Seit Beginn der Förderung konnten durch dieses Sonderprogramm schon über 26.000 digitale Ausstattungsgegenstände an circa 200 Überbetrieblichen Berufsbildungsstätten bereitgestellt werden (siehe online unter: www.bibb.de/de/77627.php#module98948).

Um den Erwerb von digitalen Kompetenzen messen und nachweisen zu können, führt das BIBB im Auftrag des BMBF die Forschungs- und Transferinitiative „ASCOT – technologiebasierte Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung“ (2011-2015), bzw. „ASCOT +“ (2019-2022) durch. Hier werden digitale Lern- und Messinstrumente für Kompetenzen von Auszubildenden in den Berufsfeldern Gesundheitsberufe, gewerblich-technischer und kaufmännischer Berufe entwickelt und erprobt (siehe online unter: www.ascot-vet.net).

Internationale Kooperation und Digitalisierung

Die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung sind globaler Natur. Überall eröffnen sich technologische Möglichkeiten, verändern sich Lehr- und Lernumgebungen, wandeln sich Bildungssysteme. In allen Teilen der Welt stellt die neue Arbeitswelt gleichzeitig fluide Qualifikationsanforderungen an Aus- und Weiterbildung. Der Wandel zur Bildungswelt 4.0 vollzieht sich in einer Art globalem Laboratorium simultan, ergebnisoffen und experimentell – mit vielfältigen Innovationen an unterschiedlichsten Orten. Wenn es zu den Zielen der internationalen Berufsbildungszusammenarbeit gehört, Impulse für die Weiterentwicklung der Berufsbildung in Deutschland zu gewinnen, so bietet das Handlungsfeld Digitalisierung dazu besonders gute Chancen. Internationale Partner zeigen großes Interesse an den oben beschriebenen Anpassungen im deutschen Berufsbildungssystem. Umgekehrt liegt es im Interesse des Bildungs- und Innovationsstandorts Deutschland, Zugang zu Prozesslösungen und zu technologischen Lösungen im Ausland zu erhalten und ihre Integration in die berufliche Bildung gemeinsam zu erproben.

Alle Instrumente der Kooperation sollten dabei genutzt werden. Dialoge auf bildungspolitischer und praktischer Ebene müssen die Digitalisierung als ein Schwerpunktthema behandeln – kontinuierlich und in allen Länderkooperationen. Dialog und Erfahrungsaustausch dienen dazu, konkrete Bedarfe zu ermitteln, auf die länderspezifische Handlungskonzepte und Maßnahmen ausgerichtet werden. Zugleich sollen sie Beispiele guter Praxis auffinden bzw. kooperativ schaffen. Pilotprojekte sollten dementsprechend technologische Innovationen und Prozessinnovationen in betrieblicher und schulischer Ausbildung erproben, Materialien und Lernumgebungen entwickeln und die pädagogische Befähigung zur Vermittlung digitaler Medienkompetenz stärken. Firmen im Ausland und ihren Kooperationspartnern in den lokalen und regionalen Wertschöpfungsketten kommt bei der Erprobung digitaler Bildungsinnovationen eine Schlüsselrolle zu. Unterstützung für deutsche Unternehmen bei der Entwicklung von Fachkräften 4.0 mittels guter und fairer Ausbildung stärkt deren Wettbewerbsfähigkeit. Zugleich sind die Unternehmen selbst kompetenter Akteur der Umsetzung von Berufsbildungsinnovationen. Großes Potenzial besteht zudem in Leistungen der deutschen Bildungswirtschaft zur Aus- und Weiterbildung mit Blick auf Zukunftskompetenzen, die in zahlreichen Ländern nachgefragt und zum Beispiel durch die BMBF-Initiative „iMOVE – Training Made in Germany“ oder durch die Instrumente der Projektförderung bedient wird.

21 In der exemplarischen Untersuchung von 12 Berufen weisen Mediengestalter/in, Land- und Baumaschinenmechatroniker/in und Industriekaufmann/-frau die höchsten Digitalisierungsgrade auf.

Die gesamte Breite der Themen der Berufsbildung 4.0 eignet sich für die internationale Kooperation. Forschung z. B. zur Veränderung von Qualifikationsbedarfen, zu Technologieeinführung und Substituierung, zu Effekten auf Betriebe, Institutionen und Bildungssteuerung arbeitet längst mit meist internationaler Perspektive. Die Ergebnisse der internationalen Forschung ermöglichen ‚evidenzbasierte' Anpassung von Berufsbildungssteuerung und -praxis auch in Deutschland. Potenziale für Praxiskooperationen liegen zum Beispiel in der gemeinsamen Weiterentwicklung des Lehrens und Lernens (Personalisierung von Lernverläufen, Zugang zu Ressourcen für lebensbegleitendes Lernen, mehrkanaliges Lernen, praxisnahe Simulationen, ortsungebundene, auch internationale Lerngruppen und pädagogische Fortbildung). In vielen Ländern, auch in Deutschland, ist es eine dringliche Aufgabe, die Attraktivität beruflicher Bildung zu verbessern. Digitale Medienentwicklung, pädagogisch-didaktische Kompetenzentwicklung und aktive Beteiligung der ‚Digital Natives' an der Ausbildungsgestaltung können dazu wertvolle Beiträge leisten und sollten ein Kernthema der internationalen Zusammenarbeit bilden. Durch Digitalisierung Bildungszugänge zu verbessern, ist ein weiteres Thema, das sowohl in Deutschland als auch in Kooperationsländern an Bedeutung gewinnt (in der EU, aber auch in Russland, in Israel und andernorts). Die Inklusion von Gruppen, die aus unterschiedlichsten Gründen von der Bildungsteilhabe ausgeschlossen sind, liegt im Interesse der Individuen ebenso wie der Volkswirtschaften und des gesellschaftlichen Zusammenhalts.

Bei der Betrachtung von Länder- und Regionalperspektiven kann hier die europäische Ebene nur unzureichend berücksichtigt werden. Der digitale Wandel ist für die Berufsbildung in Europa eine zentrale Gestaltungsaufgabe (siehe ACVT 2018) und aktuell Schwerpunkt der Arbeitsgruppe „Education and Training" (ET 2020). Mit europäischen Partnern, die den digitalen Wandel initiativ gestalten (z. B. Frankreich, Italien, Lettland) entwickelt er sich verstärkt zum Gegenstand von institutionellen und Projektkooperationen. Mit der Slowakei werden neueste Trends in der Vorbereitung der Fachkräfte für Elektromobilität und Automatisierungstechnik diskutiert. Langjährig etabliert ist der Austausch mit Ländern mit dualen Ausbildungsmodellen (Österreich, Schweiz und Dänemark). Digitalisierung ist hier ein selbstverständlicher und für Deutschland anregender Teil der weiteren Zusammenarbeit.

Außerhalb Europas treiben globale ‚Innovation Leaders' die digitale Transformation voran. Berufsbildung – mit ihrer guten Reputation auf deutscher Seite – sollte in Innovationsdialoge mit den betreffenden Ländern in Asien und Nordamerika integriert werden. Intensiver Austausch besteht bereits im „Deutsch-Israelischen Programm zur Zusammenarbeit in der Berufsbildung", in dem Digitalisierung einen Schwerpunkt bildet. Innovationen bei digitalen Medien und Lernumgebungen sowie die Fortbildung des pädagogischen Personals gehören zum Kooperationsportfolio. Im Umgang mit global ausgerichteten Bildungsplattformen setzt Israel Akzente, indem es sich an EdX mit einer nationalen Plattform (IsraelX) beteiligt und damit Zugang zu Lehr- und Lernressourcen schafft. Die globalen Angebote von Bildungsplattformen und MOOCs (Massive Open Online Courses) wirken auch nach Deutschland und erfordern generell Positionierungen, wie sich Berufsbildungssysteme und Institutionen zu ihren Chancen, aber auch zu ihrer globalen Marktmacht verhalten sollten.[22]

Gegenüber OECD-Staaten stehen zwar in Entwicklungsländern andere Prioritäten im Vordergrund, der digitale Wandel bringt aber auch dort Handlungsdruck und Chancen mit sich. E- und M-Learning können hier den Zugang zu Bildungsinhalten im Sinne breiterer Teilhabe neu definieren, sofern sie sozial inklusiv angeboten werden. In einigen ostafrikanischen Ländern werden digitale Technologien bereits innovativ eingesetzt (z. B. Kenia, Rwanda: Finanzdienstleistungen). Potenziale für Berufsbildungskooperationen sollten genauer geprüft und gemeinsam erschlossen werden. In vielen afrikanischen Ländern bleiben allerdings auch im mobil-digitalen Zeitalter Infrastrukturprobleme ein gravierendes Hemmnis für nachhaltige Bildungsreformen. Rasche substanzielle Fortschritte sind daher kaum ohne Zusammenschluss mit Akteuren der finanziellen Zusammenarbeit realistisch. In allen Ländern, insbesondere in Entwicklungsländern, gilt zudem, dass enge Abstimmungen zwischen den deutschen staatlichen Akteuren untereinander sowie mit den nicht-staatlichen Akteuren erforderlich sind, um die Kooperationsaktivitäten zu bündeln und effektiv zu gestalten. Dem tragen die Länderstrategien Rechnung, die entsprechend der Strategie der Bundesregierung für ausgewählte Kooperationsländer entwickelt werden.

In den Kooperationen des BMBF steht Berufsbildung 4.0 bereits mit mehreren Ländern auf der Agenda, von denen einige Digitalisierungsstrategien haben und den Wandel

22 So stellen sich Fragen nach dem Verhältnis von Angebots- und Bedarfsorientierung von (Weiter-)Bildung und von kommerziellen Bildungsinhalten zu Steuerung, Standards und Curricula, nach der Anerkennung non-formal erworbener Kompetenzen, nach Lernbegleitung und bildungsbiographischer Orientierung oder nach der sozialen Inklusivität/Exklusivität der Marktangebote. Institutionen müssen sich zugleich an Standards hoher Qualität messen, um im globalen Wettbewerb mit eigenen Angeboten bestehen zu können.

auch in der Berufsbildung vorantreiben. In Russland werden Lehr-/Lernmaterialien mit Blick auf digitale Möglichkeiten analysiert, neue Plattformen entstehen mit dem Fokus auf der Qualitätssicherung für die Ausbildung. Das Programm „Future Skills" beschäftigt sich mit einem disruptiven Ansatz, Berufsfelder mit formalen und nicht-formalen Modellen zu konfrontieren und diese über eine Navigator-Plattform neu zu kombinieren. Mit China wurde 2019 ein Dialogforum „Innovation in der Berufsbildung" etabliert. Zentrale Fragen sind: Wie erreicht man die schnelle Marktfähigkeit von Sprungtechnologien, welche Qualifikationen werden dazu benötigt und wie sehen Schulungsmaßnahmen für das Lehrpersonal und die Auszubildenden aus?

Während der didacta 2018 luden das BMBF und das German Office for International Cooperation in Vocational Education and Training (GOVET) die nicht-europäischen Kooperationsländer (damals USA, Russland, China, Mexiko und Indien) zum Erfahrungsaustausch zu Digitalisierung und Berufsbildung ein. Der Austausch soll in diesen Länderkooperationen systematisch fortgeführt und intensiviert werden. Die Digitalisierung bietet sich darüber hinaus dazu an, multilaterale Austauschformate zu öffnen und themenbezogen auch außerhalb der bilateralen Formate mit interessierten Partnern zusammenzuarbeiten. ■

Veränderungslähmung statt Veränderungstempo – **Virtual Reality in der Berufsausbildung: Was Deutschland von der Schweiz lernen kann**

Axel Koch

Sie wirken wie von einem anderen Stern. Sie haben schwarze, taucherbrillenartige, undurchsichtige Masken auf ihrem Gesicht, dazu in jeder Hand eine Art Schaltknüppel und bewegen sich merkwürdig im Raum. Gemeint sind jungen Menschen, die mit einer Virtual-Reality-Brille und Controllern in der Hand pflegerische Handlungen üben. In ihren Brillen sehen sie lebensecht ein Zimmer im Krankenhaus mit einem Patienten im Bett. Ihre Aufgabe ist es, die Fehler zu erkennen und zu beheben, die in der dargestellten Situation eingebaut sind. So steht z. B. das Glas Wasser viel zu weit weg vom Bett. Der Patient käme im echten Leben nicht an das Glas heran, um etwas zu trinken.

Virtual Reality bzw. Virtuelle Realität (VR) ist auf dem Vormarsch in der Ausbildung. Das liegt daran, dass die erforderliche Technik mittlerweile leistungsstark genug ist (o.V. 2016). Einer der Vorreiter im Einsatz von VR in der Pflegeausbildung ist das Berner Bildungszentrum Pflege, nach eigenen Angaben mit 1.200 Studierenden der größte Pflege-Ausbildungsanbieter in der Schweiz (Fell 2018). Für die angehenden Pflegefachkräfte bietet die virtuelle Welt völlig neue Lernerfahrungen. Sie können voll und ganz in den Pflegealltag eintauchen, sich im Raum bewegen und mit all dem, was in der virtuellen Welt passiert, interagieren. Immersives Lernen nennt sich das neudeutsch, der Begriff beschreibt das „Eintauchen" in die Lernwelt mit möglichst allen Sinnen.

Im Folgenden beleuchten wir im Gespräch mit Christian Steiner, der mit seiner Firma senselab.io das VR-Projekt am Berner Bildungszentrum Pflege umgesetzt hat, die Frage, was Deutschland bei der Verwendung von Virtual Reality in der Berufsausbildung von der Schweiz lernen kann.

„Entstanden ist die Idee für das virtuelle Patientenzimmer vor etwa zwei Jahren", sagt Christian Steiner, Co-Founder der Firma Senselab.io, die das Projekt umgesetzt hat. Dabei war gar nicht die Technik selbst der Motor, sondern Kapazitätsengpässe bei der Ausbildung. Normalerweise üben die angehenden Pflegekräfte pflegerische Handlungen in echten Räumen mit Schauspielern als Patienten. Virtual Reality erschien als ideale Lösung, um nicht mehr so viele eingerichtete Patientenzimmer oder auch OP-Räume sowie Schauspielerinnen und Schauspieler bereithalten zu müssen. Damit nun möglichst viele der Pflegeschülerinnen und -schüler von der neuen Technologie profitieren, entstand im ersten Schritt das schon erwähnte virtuelle Patientenzimmer.

Virtual Reality begeistert. Alles ist so greifbar. Man kann ins Geschehen eintauchen und es fühlt sich sehr realitätsnah an. Ganz anders, als wenn man am Computer Aufgaben durch Anklicken von Antworten löst. Wer ins VR-Geschehen eintaucht, verliert schnell das Gefühl für die reale Welt um ihn herum. VR ermöglicht, sich direkt und intensiv mit einem Lerngegenstand auseinanderzusetzen. Die Inhalte werden als 360-Grad-Video zur Verfügung gestellt und können somit von den Betrachtenden rundherum wahrgenommen werden, ganz so als befänden sie sich mitten im Geschehen. Noch intensiver wird dieses virtuelle räumliche Erlebnis, wenn Datenhandschuhe oder eine Gestensteuerung hinzukommen (o. V., 2016). Der Lerneffekt ist umso größer, je stärker die Wahrnehmung eingebunden ist. Lernende hören und sehen nicht nur die Inhalte, sondern agieren auch und tauchen so voll in die simulierte Lernwelt ein (Haidar 2019). Das zeigte sich z. B. auch in einer Vergleichsstudie an 99 Studierenden. Diese konzentrierten sich durch den Einsatz von VR länger auf den Lernstoff und konnten diesen besser behalten als durch die Lektüre eines Textes oder das Anschauen eines Videos (Allcoat und von Mühlenen 2018).

Das bestätigen auch erste Erfahrungen im Berner Bildungszentrum Pflege. Anstatt Listen klassischer Fehlerquellen in der Pflege wie Vokabeln zu lernen, lernen die Pflegeschülerinnen und -schüler, indem sie im virtuellen Patientenzimmer aktiv handeln. Sie bewegen sich durch den Raum, bücken sich, müssen eine Flasche vom Boden aufheben, einen vollen Urinbeutel austauschen oder eine Fernbedienung wieder ans Bett legen, die auf den Boden heruntergefallen ist. Das führt dazu, dass sie das Gelernte später in Summe viel leichter abrufen können.

Doch trotz aller Begeisterung und Wirksamkeit – es ist aufwändig, Ausbildungsinhalte als Virtual Reality abzubilden. Schnell sind finanzielle Grenzen erreicht, weiß Christian Steiner, der mit seinem Geschäftspartner Claus Divossen vor vier Jahren eine auf Virtual Reality spezialisierte Agentur gegründet hat. Für einen ersten Prototypen wie das Patientenzimmer bedürfe es um die drei Monate Entwicklungszeit und es koste einen fünfstelligen Betrag. Angesichts dieser Kosten habe das Berner Bildungszentrum Pflege noch eine lange Liste von Wünschen offen. Nachdem klar geworden sei, dass ein einziger Anbieter allein die Investitionen nicht stemmen kann, gingen die Schweizer nun neue Wege. „Wir bauen ein Pflegekonsortium auf, um mehrere Pflegeunternehmen an einen Tisch zu bringen", berichtet Steiner. Dabei gehe es darum, erst einmal genauer den Bedarf für die VR-Anwendung zu definieren und zu überlegen, wie eine geteilte Finanzierung aussehen könne.

Das sei ein guter Ansatz für die Zukunft der Berufsausbildung, ist der senselab.io-Co-Founder überzeugt. Im Grunde müssten sich die Anbieter von verschieden Berufsausbildungen zusammentun und sich für ihre Branche überlegen, welche VR-Anwendungen einen so hohen Mehrwert stiften, dass es sich lohnt, in deren Entwicklung und Aktualisierung zu investieren. Es ginge um Kooperation, Konzentration und Zusammenschluss.

Von solchen Gedanken sei die deutsche Berufsausbildung aber noch weit entfernt, weiß Steiner aufgrund seiner Erfahrungen im deutschsprachigen Ausland. Das liege einmal daran, dass z. B. in der Schweiz die Investitionsbereitschaft in die neue Technologie deutlich höher sei als in Deutschland. Einen weiteren Unterschied gebe es bei der Haltung in der Entwicklung von VR-Anwendungen. „Deutsche Kunden wünschen sich eigentlich auf einen Schlag eine fertige Anwendung und verstehen nicht, dass so junge Technologien eigentlich nur iterativ entstehen können. Also, dass man vielleicht zwei bis drei Entwicklungsschleifen drehen muss, um herauszufinden, wo der Nutzfaktor ist und wo es mir persönlich hilft."

Und schließlich bestehe ein weiteres Hindernis in den Ausbildungsstrukturen. Da seien zum einen starre, kaum zu bewegende Ausbildungsordnungen. Zum anderen fehle aber auch der einfache Zugang zu digitalen Medien. Während in der Schweiz schon im Schulunterricht das freie Recht auf Mediennutzung bestehe, verstricke sich Deutschland in Lizenzierungen, Rechtsthemen und laut Steiner „blödsinnigen Gebühren". Die Schweiz verfahre nach dem Prinzip – alles, was frei verfügbar ist, darf auch im Schulunterricht genutzt werden. „In Deutschland ist das einfach wirklich die Hölle. Dagegen ist es zum Beispiel in der Schweiz so, dass Schulen alles, was im Fernsehen läuft, über eine komplette Datenbank kostenfrei abrufen können. Seien es Nachrichten, viele Dokumentationen, jedes noch so kleines Schnipselchen an Redaktionsbeiträgen." Und das sei hierzulande nicht so. Das Lehrpersonal würde seine Schülerinnen und Schüler notgedrungen bitten, sich in der Freizeit bestimmte Beiträge anzuschauen. Alles in allem gebe es leider in Deutschland kaum Geschwindigkeit in der Digitalisierung von Schule und Ausbildung, so Steiners Erfahrung.

In der Schweiz gebe es viel mehr Mittel, die in die Ausbildung von jungen Leuten investiert werden. Das führe dazu, dass es viel bessere Lernmaterialien gibt und auch viel bessere Lernstrukturen. „Sie müssen sich mal dieses Pflegezentrum vorstellen. Da gibt es ein riesengroßes Gebäude, und in der obersten Etage ist ein komplettes Krankenhaus nachgebaut, in dem sie im Unterrichtskontext tun und machen können, was sie wollen. So was findet man hier in Deutschland wirklich selten."

Neben der Digitalisierung sieht Steiner noch einen Trend, der in der Ausbildung nicht verschlafen werden sollte: „Ich bin Jahrgang 1985, also dieses Jahr 34 geworden und würde mich ein bisschen als eine Generation beschreiben, wo eine staatliche Ausbildung eigentlich vollkommen überbewertet ist. Und bei der Generation, die gerade heranwächst, ist das noch mehr der Fall. Also ich glaube, es gibt mittlerweile mehr als die Hälfte an Berufen, die die Jugendlichen heute interessiert, die aber nicht staatlich anerkannt sind."

Höchste Zeit also in Sachen Ausbildung umzudenken und in Deutschland Tempo bei der Veränderung aufzunehmen, meint Steiner. Allem voran seien pfiffige Finanzierungsmodelle und Kooperationen gefragt, um auf Dauer besser und ressourcenschonender mit den neuen Technologien ausbilden zu können. So ermögliche zum Beispiel Virtual Reality Ausbildungsinhalte viel realitätsnäher zu üben, Lernen wirksam zu gestalten und auch den Spaß an der Ausbildung zu fördern. Die Schweiz zeige, wo es lang geht. ■

Weiterführende Informationen

Website „Immersive Learning News". Betreiber: Torsten Fell: http://www.immersivelearning.news/ (letzter Zugriff: 02.08.2019).

Website DIVR-Award des Deutschen Institutes für Virtual Reality https://www.divr.de (letzter Zugriff: 02.08.2019).

Website eLearning Journal mit Awards: https://www.elearning-journal.com/award-uebersicht-2019/ (letzter Zugriff: 02.08.2019)

Digitale Geschäftsmodelle für eine **Berufsbildungszusammenarbeit 4.0?**

Léna Krichewsky-Wegener

Verbundprojekte zur nachfrageorientierten Entwicklung und modellhaften Implementierung von Aus- und Weiterbildungsdienstleistungen für internationale Märkte, die im Rahmen der Förderrichtlinie zur „Internationalisierung der Berufsbildung" (IBB) gefördert werden, werden aufgefordert „unter Berücksichtigung innovativer Nutzung von digitalen Medien" einen „Beitrag zur nachhaltigen Geschäftsmodellentwicklung für deutsche Anbieter von Aus- und Weiterbildungsdienstleistungen" zu leisten (BMBF 2016, 2).

Ein Geschäftsmodell „beschreibt das Grundprinzip, nach dem eine Organisation Werte schafft, vermittelt und erfasst" (Osterwalder und Pigneur 2011, 18). Ein Geschäftsmodell ist digital, wenn der Wandel digitaler Technologien eine grundlegende Veränderung der Geschäftsaktivitäten und Wertegenerierung bewirkt (Veit et al. 2014, 48). Für Aus- und Weiterbildungsdienstleister bergen digitale Technologien damit mindestens in dreifacher Hinsicht ein grundlegendes Veränderungspotenzial:

- Digitale Technologien verändern die Arbeitswelt und wirken sich damit auf die Bedarfe der Lernenden und der sie beschäftigenden Unternehmen (Inhalte).
- Digitale Technologien schaffen neue Möglichkeiten bei der Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen (Form).
- Digitale Technologien können die Geschäftsprozesse für die Erbringung von Aus- und Weiterbildungsdienstleistungen verändern (Prozesse).

Auf der Grundlage einer Analyse der Anforderungen an Beschäftigte in der Arbeitswelt 4.0 hebt Sauter (2017) die Notwendigkeit für einen Paradigmenwechsel in der Berufsbildung hervor. Reine Wissensvermittlung, die er als „Belehrungsdidaktik" bezeichnet, sei ungeeignet, Menschen darauf vorzubereiten, noch nicht absehbare Probleme in komplexen Systemen kreativ

und selbstorganisiert zu lösen. Stattdessen müsse die Kompetenzentwicklung im Fokus der beruflichen Aus- und Weiterbildung stehen. Im Rahmen einer „Ermöglichungsdidaktik" seien insbesondere informelles, kollaboratives und selbstorganisiertes Lernen sowie Lernen in realen Herausforderungen und in Netzwerken gefragt (ebd.).

Die IBB-Projekte richten sich ohne Ausnahme an Branchen, die stark vom technologischen Wandel betroffen sind, wie z. B. die Logistik oder die Automobilindustrie.[23] Dies spiegelt sich im Werteangebot der Projekte wider, die eine Qualifizierung nach den neuesten internationalen Standards anstreben. Rund die Hälfte der Projekte setzt E-Learning-Module oder Webinare als Ergänzung zu Präsenzveranstaltungen ein und unterstützt dadurch selbstgesteuertes Lernen. Nur einzelne Projekte vollziehen jedoch den von Sauter (2017) beschriebenen paradigmatischen Sprung hin zu einer „Ermöglichungsdidaktik". Dieser äußert sich beispielsweise in einem auf Innovation durch arbeitsintegriertes Lernen zielenden Werteangebot oder in der Unterstützung selbstorganisierten Lernens durch digitale Medien.

In den Geschäftsprozessen der geförderten Projekte haben digitale Technologien eine ergänzende bzw. unterstützende Funktion. Mehrheitlich wird die Dienstleistung im engen Dialog mit dem Kunden entwickelt, vereinzelt auch explizit kundenintegrierend. Für die Kommunikation werden ebenfalls digitale Medien genutzt. Ein Drittel der Projekte verwendet soziale Medien zur Kundenakquise und einzelne Projekte haben auch eine Webseite eingerichtet oder eine App entwickelt. Im Vergleich zu den von Seufert et al. (2017) aufgezeigten Möglichkeiten der Digitalisierung für die Geschäftsmodelle deutscher Aus- und Weiterbildungsdienstleister bleiben die IBB-Projekte jedoch mehrheitlich zurückhaltend. So weisen die übrigen Elemente des Geschäftsmodells, wie z. B. Kostenstrukturen, Einnahmequellen, Schlüsselpartnerschaften und Ressourcen, nicht auf innovative, technologiebasierte Vorgehensweisen hin.

Insgesamt berücksichtigen die Geschäftsmodelle der Projekte in der Förderrichtlinie IBB die Möglichkeiten digitaler Medien vor allem in ihrem Leistungsportfolio. Bis auf wenige Ausnahmen lassen sich jedoch noch keine auf digitalen Lösungen basierenden radikalen Geschäftsmodellinnovationen erkennen. Dies entspricht weitgehend der Situation auf dem deutschen Markt für berufliche Aus- und Weiterbildungsdienstleistungen, wo „die Digitalisierung zwar im Aufwind, aber dennoch in einem relativ frühen Stadium ist" (Kirchgeorg et al. 2018, 2). Obwohl die Konkurrenz durch internationale Education Start-ups in der Berufsbildung weniger ausgeprägt als im hochschulischen Bereich ist, gilt es hier, für die Entwicklung zukunftsweisender und nachhaltiger Geschäftsmodelle noch ungenutzte Gestaltungspotenziale zu identifizieren (Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. und McKinsey & Company 2019). Gerade mit Blick auf die besonderen Herausforderungen der Auslandstätigkeit,[24] wie dem Koordinierungs- und Kommunikationsaufwand, den hohen Reisekosten, dem Schutz geistigen Eigentums oder dem häufig schlechten Image der Berufsbildung im Ausland, erscheinen digitale Lösungen vielversprechend. ■

23 Die folgenden Ausführungen basieren auf eine Erhebung des Business Model Canvas von zwölf geförderten Projekten im Mai 2019.

24 Die folgenden, im Text genannten Herausforderungen der Internationalisierung wurden im Rahmen einer Umfrage unter den Projekten der Förderrichtlinie IBB im September 2018 am häufigsten genannt.

Literaturnachweise

Praxisbeiträge

Virtuell unterstütztes Lernen als Change-Agent in Berufsbildungssystemen: Transformation von Berufsbildungskulturen in der deutsch-griechischen Berufsbildungszusammenarbeit

Blümel, E. / Jenewein, K. / Schenk, M. (2009): Virtuelle Realitäten als Lernräume. Lernen & Lehren, Schwerpunktthema Lernen in virtuellen und realen Arbeitsumgebungen, H. 97/2010.

Clark, A. / Chalmers, D. (1998): The extended mind. Analysis 58, H. 1, 7-19.

Fell, T. (2018): Virtuelle Lernwelten bieten neue Möglichkeiten. HR Performance 6/2018. Online: https://www.immersivelearning.institute/wp-content/uploads/2018/12/HR-P_6_2018_Fell.pdf (letzter Zugriff: 25.06.2019).

Goertz, L. (2018): VR und Lernen: Die Frage nach dem Mehrwert. Online: http://www.social-augmented-learning.de/vr-und-lernen/ (letzter Zugriff: 25.06.2019).

Lèvy, P. (1998): Sur les Chemins du virtuel. Online: http://hypermedia.univ-paris8.fr/pierre/virtuel/virt0.htm (letzter Zugriff: 25.06.2019).

Varela, F. / Thompson, E. / Rosch, E. (1993): The embodied mind. Cognitive Science and Human experience. Cambridge Massachusetts: The MIT Press.

Nutzung von Interaktiven Videos zur Entwicklung von Arbeitsprozessorientierung in der Aus- und Weiterbildung – Erste Erkenntnisse aus dem Projekt KoLeArn

Guo, P. J. / Kim, J. / Rubin, R. (2014): How video production affects student engagement. An empirical study of MOOC videos. Proceedings of the first ACM Learning@scale conference, ACM, 41-50. DOI: 10.1145/2556325.2566239.

Li, J. / Wiemann, K. / Shi, W. / Wang, Y. / Pilz, M. (2019): Vocational education and training in Chinese and German companies in China: a 'home international' comparison. International Journal of Training and Development 38, H. 2, 153–168. DOI: 10.1111/ijtd.12151.

Rat für kulturelle Bildung (Hrsg.) (2019): JUGEND / YOUTUBE / KULTURELLE BILDUNG. HORIZONT 2019. Essen. Online: https://www.rat-kulturelle-bildung.de/fileadmin/user_upload/pdf/Studie_YouTube_Webversion_final.pdf (letzter Zugriff: 26.09.2019).

Roth, C. und Koenitz, H. (2019): Bandersnatch, Yea or Nay? Reception and User Experience of an Interactive Digital Narrative Video. Proceedings of the 2019 ACM International Conference on Interactive Experiences for TV and Online Video - TVX ,19, 247–254. DOI: 10.1145/3317697.3325124.

Schneider, T. / Janson, A. / Schöbel, S. (2018): Understanding the Effects of Gamified Feedback in Mobile Learning – An Experimental Investigation. Proceedings of the Thirty Ninth International Conference on Information Systems (ICIS 2018).

Schöbel, S. und Janson, A. (2018): Is it all about having fun? - Developing a taxonomy to gamify information systems. Twenty-Sixth European Conference on Information Systems (ECIS), 1-20.

Tsai, C.-C. und Choum, C. (2002): Diagnosing students' alternative conceptions in science. Journal of Computer Assisted Learning 18, 157-165.

van Merriënboer, J. J. G. und Sweller, J. (2005): Cognitive Load Theory and Complex Learning: Recent Developments and Future Directions. Educational Psychology Review 17, H. 2, 147-177. DOI: 10.1007/s10648-005-3951-0.

Vom Innovationsdruck der italienischen Industrie zur nachfrageorientierten Qualifizierungslandschaft

AHK Italien und Ipsos (2019): Kompetenzen und Berufsbildung. Online: https://www.ahk-italien.it/fileadmin/AHK_Italien/Documents/Publikationen/Studi/AHK_Italien_Ipsos_Kompetenzen_und_Berufsbildung_4.0.pdf (letzter Zugriff: 24.06.2019).

Altagamma (2019): I talenti del fare. Mailand: Altagamma.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017): Deutschland und Italien: Vereinbarung zu enger Kooperation. Online: https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Standardartikel/internationales-kooperationen-italien-2018.html (letzter Zugriff: 25.06.2019).

Del Frate, C. (2018): Confindustria: «Mancano 280.000 supertecnici per le fabbriche 4.0». Online: https://www.corriere.it/economia/18_aprile_27/confindustria-mancano-280000-supertecnici-le-fabbriche-40-ae99b7de-4a06-11e8-a30a-134b88b5afda.shtml (letzter Zugriff: 27.06.2019).

Destatis (2019a): GENESIS-Online Datenbank. Online: https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/link/tabellen/51000 (letzter Zugriff: 12.3.2019).

Destatis (2019b): Industriesektor in Deutschland weiterhin stark. Online: https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Industrie-Handel-Dienstleistungen/Industrie.html (letzter Zugriff: 27.06.2019).

OECD (2018): Bildung auf einen Blick 2018. OECD-Indikatoren. Online: https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/6001821lw.pdf (letzter Zugriff: 24.06.2019).

Urmersbach, B. (2018): Italien: Altersstruktur von 2007 bis 2017. Online: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/167721/umfrage/altersstruktur-in-italien/ (letzter Zugriff: 21.06.2019).

Urmersbach, B. (2019): Europäische Union: Jugendarbeitslosenquoten in den Mitgliedsstaaten im April 2019. Online: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/74795/umfrage/jugendarbeitslosigkeit-in-europa/ (letzter Zugriff: 25.06.2019).

Lernförderliche Arbeitsgestaltung für die Transformationdes mexikanischen Automotive Sektors zur Industrie 4.0

Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) (Hrsg.) (2016): Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0 - Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen. Online: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_DOSSIER_neu_Kompetenzentwicklung_Web.pdf (letzter Zugriff: 24.09.2019).

Anderson, L.W. und Krathwohl, D.R. (Hrsg.) (2001): A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. New York: Addison-Wesley.

Baumgartner, P. (2007): Didaktische Arrangements und Lerninhalte - Zum Verhältnis von Inhalt und Didaktik im E-Learning. In: Baumgartner, P. und Reinmann, G. (Hrsg.): Überwindung von Schranken durch E-Learning. Innsbruck (u.a.): StudienVerlag, 149-176.

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (2016a): Weissbuch - Arbeit weiter denken: Arbeiten 4.0. Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Online: https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a883-weissbuch.pdf?__blob=publicationFile (letzter Zugriff: 24.09.2019).

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). (2016b): Weiterbildung im digitalen Wandel - Sammlung betrieblicher Gestaltungsbeispiele. Online: https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a882-weiterbildung-im-digitalen-wandel.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (letzter Zugriff: 24.09.2019).

De Witt, C. U. und Czerwionka, T. (2007): Mediendidaktik. In: Fuchs-Brüninghoff, E. / Gieseke, W. / Meisel, K. / Peters, M. U. / Sievers, C. (Hrsg.): Studientexte für Erwachsenenbildung. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.

Dehnbostel, P. (2018): Lern-und kompetenzförderliche Arbeitsgestaltung in der digitalisierten Arbeitswelt. Arbeit 27, H. 4, 269-294.

Dombrowski, U. / Riechel, C. U. / Evers, M. (2014): Industrie 4.0–Die Rolle des Menschen in der vierten industriellen Revolution. In: Kersten, W. / Koller, H. / Lödding, H. (Hrsg.): Industrie 4.0. Wie intelligente Vernetzung und kognitive Systeme unsere Arbeit verändern. Berlin: GITO mbh Verlag, 129-153.

e-teaching.org (2017): Blended Learning. Online: https://www.e-teaching.org/lehrszenarien/blended_learning (letzter Zugriff: 27.04.2017).

Eichler, S. / Katzky, U. / Kraemer, W. / Michel, L.P. U. / Stracke, C.M. (2013): Vom E-Learning zu Learning Solutions. Positionspapier AK Learning Solutions. BITKOM. Online: https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/Positionspapier-Learning-Solutions-2013.pdf (letzter Zugriff: 24.09.2019).

Europäische Union (EU) (2015): Digitale Kompetenzen - Raster zur Selbstbeurteilung. Online: https://www.europass-info.de/fileadmin/user_upload/europass-info.de/PDF/Raster_Digitale_Kompetenzen.pdf (letzter Zugriff: 24.09.2019).

Froehler, J. (o.J.): Das Maquiladora Konzept. Online: https://www.mexiko-lindo.de/themenpool/wirtschaft-themen/218-das-maquiladora-konzept.html (letzter Zugriff: 28.09.2019).

Gundermann, A. (2015): Mediendidaktik: Der DIE-Wissensbaustein für die Praxis. Online: https://www.die-bonn.de/wb/2015-mediendidaktik-01.pdf (letzter Zugriff: 24.09.2019).

Kagermann, H. / Wahlster, W. U. / Helbig, J. (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 - Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Berlin: Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft.

Kerres, M. (2012): Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote. 3. Aufl., München: Walter de Gruyter.

Mühlbradt, T. / Senderek, R. / Rodenhauser, T. U. / Saupp, L. (2015): Arbeitsorientierte Lernlösungen für Industrielle Arbeitssysteme: Lernen für die Arbeit. In: Kuhlang, P. und Britzke, B. (Hrsg.): MTM-Schriften Industrial Engineering. Schriftenreihe des MTM-Instituts, 2. Hamburg (u. a.): Eigenverlag Deutsche MTM-Vereinigung e. V.

Pro México (2017): The Mexican Automotive Industry: Currwnt Situation, Challenges and Oppoertunities. Online: https://backend.aprende.sep.gob.mx/media/uploads/proedit/resources/the_mexican_automoti_00bf648f.pdf (letzter Zugriff: 07.10.2019).

Richter, G. / Ribbat, M. U. / Thomson, B. (2018): Digitalisierung der Arbeit: Arbeitsintegriertes Lernen als Strategie vorausschauender Personalpolitik. In: Richter, G. / Ribbat, M. (Hrsg.): Interdisziplinäre Perspektiven zur Zukunft der Wertschöpfung. Wiesbaden: Gabler Verlag, 219-232.

Senderek, R. (2015): Lernen in der digitalisierten Arbeitswelt. Conference Proceedings: 12. IFF Fachtagung, 24.-25.06.2015. Magdeburg: Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF.

Senderek, R. und Heeg, K. (2017): Mexikos Automobilbranche auf der Überholspur - E-Mas: Weiterbildungskonzepte für das mittlere Management Unternehmen der Zukunft. Unternehmen der Zukunft (UdZ) 18, H. 2, 21-24.

Seufert, S. und Schuchmann, D. (2013): Zum Wandel der didaktischen Gestaltung „neuer" Lernformen. BWP@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, 1-20.

Swiss Business Hub Mexico (2019): Starkes Wachstum in der mexikanischen Automobilindustrie. Online: https://www.s-ge.com/de/article/global-opportunities/20191-c6-mexiko-automobilindustrie (letzter Zugriff: 09.08.2019).

Forschungsbeiträge

Theoriegeleitete und nutzerzentrierte Entwicklung von digitalen Lernangeboten und Dienstleistungen

Berger, R. und Gidion, G. (2010): Ansatz zu einer Typologie arbeitsintegrierter Lernanlässe. In Becker, M. / Fischer, M. / Spöttl, G. (Hrsg.): Von der Arbeitsanalyse zur Diagnose beruflicher Kompetenzen: Methoden und methodologische Beiträge aus der Berufsbildungsforschung. (= Berufliche Bildung in Forschung, Schule und Arbeitswelt/ Vocational Education and Training: Research and Practice 5). Frankfurt am Main: Peter Lang, 36-53.

Briggs, R.O. (2006): On theory-driven design and deployment of collaboration systems. International Journal of Human-Computer Studies 64, H. 7, 573-582.

Dehnbostel, P. (2007), Lernen im Prozess der Arbeit. Münster: Waxmann.

Ernst, S.-J. / Janson, A. / Söllner, M. / Leimeister, J.M. (2016): It's about Understanding Each Other's Culture – Improving the Outcomes of Mobile Learning by Avoiding Culture Conflicts. International Conference on Information Systems (ICIS), Dublin, 2016 Proceedings.

Euler, D. (2014): Design-Research – a paradigm under development. In: Euler, D. und Sloane, P.F.E. (Hrsg.): Design-based research (= Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik Beiheft). Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 15-44.

Klorer, E. und Stephan, M. (2015): Ausbildung am Bedarf vorbei: Fachkräftemangel bedroht Chinas Aufstieg zur Industrie-Supermacht. Berlin.

Leimeister, J.M. (2012): Dienstleistungsengineering und –management. Berlin (u. a.): Springer Berlin Heidelberg.

Leimeister, J.M. (2015): Einführung in die Wirtschaftsinformatik. 12., vollst. neu überarb. und ak. Aufl. Berlin (u. a.): Springer Gabler.

Peffers, K. / Tuunanen, T. / Rothenberger, M.A. / Chatterjee, S. (2007): "A design science research methodology for information systems research". Journal of Management Information Systems 24, H. 3, 45-77.

Sweller, J. (2019): "Cognitive load theory and educational technology". Educational Technology Research and Development 4, 1-16.

Thiel de Gafenco, M. / Janson, A. / Schneider, T. (2018): "KoLeArn – Smarte und kontextsensitive Aus- und Weiterbildung für die chinesische Industrie". DeLFI 2018 Proceedings.

Virtual-Reality-gestütztes Lernen in der internationalen Berufsbildungszusammenarbeit: Transformationsaspekte in Lernprozessen und Kompetenzanforderungen am Beispiel virtueller Schweißtrainer

Baudrillard, J. (1981): Simulacres et simulation. Paris: Éditions Galilée.

Blümel, E. / Jenewein, K. / Schenk, M. (2009): Virtuelle Realitäten als Lernräume. Lernen & Lehren, Schwerpunktthema Lernen in virtuellen und realen Arbeitsumgebungen, H. 97/2010.

Bockholt, N. (2017): VR, AR, MR und was ist eigentlich Immersion? Online: https://www.thinkwithgoogle.com/intl/de-de/marketingkanaele/innovative-technologien/vr-ar-mr-und-was-ist-eigentlich-immersion/ (letzter Zugriff: 21.06.2019).

Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (DVS) (2012): Schweißtrainer – Eine „Revolution" in der fügetechnischen Ausbildung? DVS Magazin 01/2012.

Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (DVS) (2019): Gute Aussichten – virtuelles und reales Schweißen in der Kombination. DVS Magazin 01/2019.

Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (DVS) (o. J.): Virtuelle Schweißtrainersysteme (VWTS) in der Aus- und Weiterbildung.

Goertz, L. (2018): Didaktische Konzepte zum Virtual Learning, Vortrag bei kompetenzorientiertes Lernen im virtuellen Raum. Online: https://learninglab.uni-due.de/system/files/Vortrag%20VR%20-%20Didaktiktische%20Konzepte%20L.Goertz%20mmb%20final%2020181127.pdf (letzter Zugriff: 24.06.2019).

Hensel, U. (2013): Virtual Welding in Entwicklung – Simulatoren entwickeln die Ausbildung. Metallbau, 09/2013, 20-24.

MINT (2013): MINT-Frühjahrsreport 2013 – Innovationskraft, Aufstiegschancen und demografische Herausforderungen, Online: https://www.iwkoeln.de/fileadmin/publikationen/2013/111714/MINT-Fruehjahrsbericht_2013.pdf (letzter Zugriff: 21.06.2019).

Schulte, S. und Petersen, M. (2017): Der Einsatz von Schweisssimulatoren in der Ausbildung – neue Didaktische Anforderungen an die Lehrkräfte und Konsequenzen für ein Train-the-Trainer-Konzept. Tagungsband der 11. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung (IPW), 23.– 25.06.2016, Hamburg-Harburg, 109-116.

Potentiale von Augmented Reality in der beruflichen Aus- und Weiterbildung – Entwicklung und Prototyping AR App Robotik

Apt, W. / Bovenschulte, M. / Priesack, K. / Weiß, C. / Hartmann, E. A. (2018): „Einsatz von digitalen Assistenzsystemen im Betrieb". Forschungsbericht 502, im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS). Online: https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/Forschungsberichte/fb502-einsatz-von-digitalen-assistenzsystemen-im-betrieb.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (letzter Zugriff: 24.06.2019).

Bacca, J. / Baldiris, S. / Fabregat, R. / Graf, S. / Kinshuk. (2014): Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. Educational Technology & Society 17, H. 4, 133–149.

Bundesgesetzblatt (2018): Zweite Verordnung zur Änderung der Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen, 7. Juni 2018. Online: https://www.karlsruhe.ihk.de/blob/kaihk24/Ausbildung_und_Weiterbildung/Ausbildung/fallback1433495877713/4098706/b36e24df3930054d310cbd0b563803e2/2--AendVO-industrielle-Metallberufe- 2018--PDF--data.pdf (letzter Zugriff: 22.06.2019).

Bundesinstitut für berufliche Bildung (BIBB) (2018a): Ausbildung Gestalten, Industrielle Elektroberufe, Mechatroniker und Mechatronikerin. Online: https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/download/9355. (letzter Zugriff: 22.06.2019).

Bundesinstitut für berufliche Bildung (BIBB) (2018b): Neufassung der Mechatroniker-Ausbildungsverordnung vom 28.06.2018 (BGBl. I S. 1057). Verordnung über die Berufsausbildung zum Mechatroniker und zur Mechatronikerin (Mechatroniker-Ausbildungsverordnung – MechatronikerAusbV). Online: https://www.bibb.de/tools/berufesuche/index.php/regulation/neufassung_mechatroniker_2018.pdf (letzter Zugriff: 22.06.2019).

Hendrich, P. (2019): Usability für Augmented Reality Anwendungen - Entwicklung einer Usability Guideline zum Testen und Evaluieren von Anwendungen für Head-Mounted-See-Through-Devices im Rahmen des Projektes NEMID, unveröffentlicht, Bachelorarbeit, Hochschule Albstadt-Sigmaringen.

Hinrichsen, S. / Riediger, D. / Unrau, A. (2016): Assistance Systems in Manual Assembly. In: Villmer, F.-J. und Padoano, E. (Hrsg.): Production Engineering and Management, Proceedings 6th International Conference, 1/2016. Lemgo (Publication Series in Direct Digital Manufacturing), 3–14.

Kultusminister Konferenz (1998): Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Mechatroniker/Mechatronikerin (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 30.01.1998 i.d.F. vom 23.02.2018). Online: https://www.kmk.org/themen/berufliche-schulen/duale-berufsausbildung/downloadbereich-rahmenlehrplaene.html?type=150&tx_fedownloads_pi1%5Bdownload%5D=41210&tx_fedownloads_pi1%5Baction%5D=forceDownload&tx_fedownloads_pi1%5Bcontroller%5D=Downloads&cHash=112cb4d27f6fbe8a7a6f73397e5fa25b. (letzter Zugriff: 22.06.2019).

Nikodemus, P. (2017): Lernprozessorientiertes Wissensmanagement und kooperatives Lernen Konfiguration und Koordination der Prozesse. Wiesbaden: Springer.

Pletz, C. und Zinn, B. (2018): Technologieakzeptanz von virtuellen Lern- und Arbeitsumgebungen in technischen Domänen. In: Journal of Technical Education 6, H. 4, 86-105.

Runde, C. und Ludwig, M. (2018): Virtuelle Techniken in MRO & Service; Whitepaper Virtual Reality Augmented Reality Mixed Reality in MRO Applications, Virtual Dimension Center, Fellbach. Online: https://www.researchgate.net/publication/327051481_VDC-Whitepaper_Virtuelle_Techniken_in_MRO_Service_Whitepaper_Virtual_Reality_Augmented_Reality_Mixed_Reality_in_MRO_Applications. (letzter Zugriff: 26.07.2019).

Thomas, O. / Metzger, D. / Niegemann, H. (Hrsg.) (2018): Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung, Virtual und Augmented Reality für Industrie 4.0. Wiesbaden: Springer Gabler.

Zinn, B. / Tenberg, R. / Pittich, D. (Hrsg.) (2018): Technikdidaktik: Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.

Diskussionsbeiträge

Aktuelle Entwicklungen und Trends bei der Digitalisierung der beruflichen Aus- und Weiterbildung in Deutschland

Bonin, H. / Gregory, T. / Zierahn, U. (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. Mannheim: ZEW.

Bylinski, U. und Rützel, J. (Hrsg.) (2016): Berichte zur beruflichen Bildung. Gütersloh: Bertelsmann.

Dobischat, R. / Käpplinger, B. / Molzberger, G. / Münk, D. (2019): Digitalisierung und die Folgen: Hype oder Revolution? In: Dobischat, R./ Käpplinger, B. / Molzberger, G. / Münk, D. (Hrsg.) (2019): Bildung 2.1 für Arbeit 4.0? Berlin: Springer VS, 9-24.

Euler, D. und Severin, E. (2019): Berufsbildung für eine digitale Arbeitswelt. Fakten, Gestaltungsfelder, offene Fragen. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.

Härtel, M. / Brüggemann, M. / Sander, M. / Breiter, A. / Howe, F. / Kupfer, F. (2019): Digitale Medien in der betrieblichen Berufsbildung. Medienaneignung und Mediennutzung in der Alltagspraxis von betrieblichem Ausbildungspersonal. Bonn: BIBB.

Schmid, U. / Goertz, L. / Behrens, J. (2018): Die Weiterbildung im digitalen Zeitalter (= Monitor Digitale Bildung No. 4). Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.

Schröder, T. (2017): Work-based Learning in a Virtual Work Environment – the Future of Learning? TVET@Asia, 9, 1-12. Online: http://www.tvet-online.asia/issue9/schroeder_tvet9.pdf (letzter Zugriff: 25.04.2019).

Schwarz, H. / Conein, S. / Tutschner, H. / Isenmann, M. / Schmickler, A. / Kröll, J. / Tülin E.-S. (2016): Voruntersuchung IT-Berufe. Abschlussbericht - Teil A. Bonn: BIBB.

de Witt, C. (2012): Neue Lernformen für die berufliche Bildung: Mobile Learning – Social Learning – Game Based Learning. Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis 41, H. 3, 6-9.

Zika, G. / Schnemann, C. / Kalinowski, M. / Maier, T. / Winnige, S. / Grossmann, A. / Mönnig, A. / Parton, F. / Wolter, M. I. (2019): BMAS-Prognose „Digitalisierte Arbeitswelt". (= IAB-Forschungsbericht 5|2019). Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB).

Digitalisierung im Handwerk – Berufsbildung als Zugpferd

Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) (Hrsg.) (2019): Neue Strategie der Bundesregierung für die internationale Berufsbildungszusammenarbeit. Online: https://www.bibb.de/govet/de/98907.php (letzter Zugriff: 09.08.2019).

Deiniger, O. (2017): „Die Jungen wissen mehr vom Markt als ihre Chefs". Online: handwerk-magazin.de/die-jungen-wissen-mehr-vom-markt-als-ihre-chefs/150/3/348254 (letzter Zugriff: 06.08.2019).

Haverkamp, K. und Fredricksen, K. (2018): Lohnstrukturen im Handwerk. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.

Theis, R. (2018): HandwerkDigital - Neue Wege fürs Handwerk. Berlin: ZDH.

Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH) (Hrsg.) (2019a): Kennzahlen des Handwerks. Online: zdh.de/daten-fakten/kennzahlen-des-handwerks (letzter Zugriff: 06.08.2019).

Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH) (Hrsg.) (2019b): Der SCIVET-Strategiebaukasten. Online: https://scivet.de/Strategiebaukasten/ (letzter Zugriff: 09.08.2019).

Innovationspotenziale einer Berufsbildung 4.0 in der internationalen gewerkschaftlichen Zusammenarbeit

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (Hrsg.) (2016): Handlungsempfehlungen der Plattform „Digitale Arbeitswelt" zur beruflichen Weiterbildung. Online: https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Thema-Arbeitsmarkt/handlungsempfehlungen-berufliche-weiterbildung.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (letzter Zugriff: 07.08.2019).

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (Hrsg.) (2018): Plattform „Digitale Arbeitswelt". Online: https://www.denkfabrik-bmas.de/themen/kuenstliche-intelligenz/plattform-digitale-arbeitswelt/ (letzter Zugriff: 17.10.2019).

Hirsch-Kreinsen, H. und ten Hompel, M. (2015): Digitalisierung industrieller Arbeit: Entwicklungsperspektiven und Gestaltungsansätze. In: Vogel-Heuser, B. / Bauernhansl, T. / ten Hompel, M. (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0. 2. Aufl., Berlin (u.a.): Springer.

Gestaltungsfelder beruflicher Bildung im digitalen Wandel

ACTV – European Commission, Advisory Council on Vocational Training [ACVT], Opinion on the Future of Vocational Education and Training Post 2020 (2018)

BMBF/BIBB-Initiative Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen in der digitalisierten Arbeit von morgen im Kontext von Berufsbildung 4.0

Bonin, Holger (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland [Endbericht BMAS, Kurzexpertise Nr. 57]

Datenreport 2019 = BIBB (Hg.): Schwerpunktthema Berufsbildung 4.0. Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen; in: Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2019. Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2018): Substituierbarkeitspotenziale von Berufen: Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt; IAB-Kurzbericht 4, 2018

Dietrich, Stephan (2018): Digitaler Wandel und Unterstützungsbedarf aus Sicht des betrieblichen Ausbildungspersonals. Erfahrungen aus dem BMBF-Programm JOBSTARTER plus. BWP 3/2018, S. 29-31.

Esser, Friedrich Hubert: Digitalisierung und Künstliche Intelligenz sind Steilvorlagen für mehr Attraktivität in der Berufsbildung: Editorial, in: BWP 3/2019, Online: https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/bwp/show/10011

Frey/Osborne (2013): The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?

Grimm, Susanne; Rödel, Bodo: Potenziale und Herausforderungen von OER in der Berufsbildung, Online: https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/show/8617

Helmrich, Robert; Tiemann, Michael; Troltsch, Klaus; Lukowski, Felix; Neuber-Pohl, Caroline; Lewalder, Anna Christin; Güntürk-Kuhl, Betül (2016): Digitalisierung der Arbeitslandschaften. Keine Polarisierung der Arbeitswelt, aber beschleunigter Strukturwandel und Arbeitsplatzwechsel

IAB-Stellungnahme 1/2019 [Kruppe et al.]: Digitalisierung: Herausforderungen für die Aus- und Weiterbildung in Deutschland

Kaßebaum, Bernd; Ressel, Thomas: Neue Impulse für Durchlässigkeit durch Beruflichkeit?, in: Hemkes, Barbara; Wilbers, Karl; Heister, Michael (Hrsg.): Durchlässigkeit zwischen beruflicher und hochschulischer Bildung. Bonn 2019, S. 78-94.

Lee, Horan; Pfeiffer, Sabine (2019): Zur Zukunft beruflich qualifizierter Facharbeit im Zeichen von Industrie 4.0; in: Dobischat, Rolf; Käpplinger, Bernd; Molzberger, Gabriele; Münk, Dieter (Hgg.), Bildung 2.1 für Arbeit 4.0?

Padur, Torben, Zinke, Gert (2019), BMBF/BIBB-Initiative Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen in der digitalisierten Arbeit von morgen im Kontext von Berufsbildung 4.0.

Popp, Reinhard (Hg.) 2019: Die Arbeitswelt im Wandel! Der Mensch im Mittelpunkt?: Perspektiven für Deutschland und Österreich

Severing, Eckart; Euler, Dieter (2019): Berufsbildung für eine digitale Arbeitswelt: Fakten, Gestaltungsfelder, offene Fragen; Bertelsmann-Stiftung

Spöttl, Georg, „Beruflich-betrieblicher Bildungstyp" – ein Leitmodell für Industrie 4.0?, in: bwp@ Ausgabe Nr. 32, Juni 2017, Betrieblich-berufliche Bildung, hrsg. v. Karin Büchter, Martin Fischer & Tobias Schlömer

Spöttl, Georg, „Industrie 4.0" – Implikationen für die berufliche Bildung, in: lehren & lernen, 1/2018, S. 4-11

Strategie der Bundesregierung zur internationalen Berufsbildungszusammenarbeit: https://www.bmbf.de/files/137_19_Strategie_Bundesregierung.pdf.

Weller, S.; Lukowski, Felix; Baum, Myriam: Digitalisierung in Betrieben und betriebliche Ausbildung – Ergebnisse aus dem BIBB-Qualifizierungspanel. In: BIBB (Hg.): Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2019.

Wolter, Marc Ingo u. a. (2019): Wirtschaft 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Ökonomie – Szenario-Rechnungen im Rahmen der fünften Welle der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen. Bonn

Zinke, Gert: Ändern, Anpassen, Neuordnen? – Impulse für die Ordnungsarbeit der Metall-, Elektro- und IT-Berufe, in: lehren & lernen, 1/2018, S. 17-21

Veränderungslähmung statt Veränderungstempo – Virtual Reality in der Berufsausbildung: Was Deutschland von der Schweiz lernen kann

Allcoat, D. und von Mühlenen, A. (2018): Learning in virtual reality : effects on performance, emotion, and engagement. Research in Learning Technology 26, 2140.

Fell, T. (2018): LEARNTEC 2018 - Interview Berner Bildungszentrum Pflege (CH) Uwe Weber zum Thema VR/AR. 08.02.2018. Online: https://www.youtube.com/watch?v=axQrz2tqp0U (letzter Zugriff: 02.08.2019).

Haidar, L. (2019): VR und AR in der Personalentwicklung. Lernen mit Wow-Effekt. managerSeminare, H. 253, 70-77.

o.V. (2016): Virtual Reality-Lehre: Harvard startet öffentliche 3D-Vorlesung. 20.07.2016. Edukatico. Online: https://www.edukatico.org/de/news/virtual-reality-lehre-harvard-startet-oeffentliche-3d-vorlesung (letzter Zugriff: 02.08.2019).

Digitale Geschäftsmodelle für eine Berufsbildungszusammenarbeit 4.0?

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2016): Bekanntmachung. Richtlinie zur Förderung der Internationalisierung der Berufsbildung. Bundesanzeiger vom 27.09.2016. Online: https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1253.html (letzter Zugriff: 16.08.2019).

Kirchgeorg, M. / Pfeil, S. / Georgi, T. / Horndasch, S. / Wisbauer, S. (2018): Trendmonitor Weiterbildung. Essen. Online: https://www.stifterverband.org/download/file/fid/5434 (letzter Zugriff: 02.09.2019).

Osterwalder, A. und Pigneur, Y. (2011): Business Model Generation. Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer. Frankfurt am Main: Campus Verlag.

Sauter, W. (2017): Geschäftsmodell einer digitalisierten Bildung. In: Erpenbeck, J. und Sauter, W. (Hrsg.): Handbuch Kompetenzentwicklung im Netz. Bausteine einer neuen Lernwelt. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 185–210.

Seufert, S. / Meier, C. / Schneider, C. / Schuchmann, D. / Krapf, J. (2017): Geschäftsmodelle für inner- und überbetriebliche Bildungsanbieter in einer zunehmend digitalisierten Welt. In: Erpenbeck, J. und Sauter, W. (Hrsg.): Handbuch Kompetenzentwicklung im Netz. Bausteine einer neuen Lernwelt. Stuttgart: Schäffer-Poschel, 429–448.

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. und McKinsey & Company (Hrsg.) (2019): Für morgen befähigen. Hochschul-Bildungs-Report 2020. Essen. Online: http://www.hochschulbildungsreport2020.de/download/file/fid/163 (letzter Zugriff: 02.09.2019).

Veit, D. / Clemons, E. / Benlian, A. / Buxmann, P. / Hess, T. / Spann, M. / Kundisch, D. / Leimeister J. M. / Loos, P. (2014): Business Models: An Information Systems Research Agenda. Business & Information Systems Engineering 6, H. 1, 45–53. DOI: 10.1007/s12599-013-0308-y.

Autorenverzeichnis

Ferdinand Ayen ist Geschäftsführer der Ernst Klett Präsenzlernen Osteuropa GmbH, *E-Mail: f.ayen@klett-bildung.de*

Bonny Brandenburger ist Projektreferentin bei der DIHK Service GmbH, ***E-Mail:*** *brandenburger.bonny@dihk.de*

Dr. Charlotte Echterhoff ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am DLR Projektträger, Abteilung Digitalisierung und Internationalisierung in der Bildung, ***E-Mail:*** *Charlotte.Echterhoff@dlr.de*

Frederic Graeb ist Projektmanager im Projekt NEMID an der Hochschule Albstadt Sigmaringen, Fakultät Business Science and Management, ***E-Mail: graeb@hs-albsig.de***

Romina Große ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Forschungsinstitut für innovative Arbeitsgestaltung und Prävention e.V. (FIAP), ***E-Mail: r.grosse@fiap-ev.de***

Katrin Helber ist Geschäftsführerin von Dual.Concept, Berufsbildungsgesellschaft der AHK Italien, ***E-Mail: helber@dualconcept.it***

Dr. Ralf Hermann ist Leiter der Zentralstelle der Bundesregierung für internationale Berufsbildungszusammenarbeit GOVET im Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB), ***E-Mail:*** *Hermann@bibb.de*

Christian Jahr ist verantwortlich für das Lehrgangsmanagement an der IHK Bildungsakademie Magdeburg GmbH, ***E-Mail: christian.jahr@ibamd.de***

Dr. Andreas Janson ist Projektleiter und Post-Doc an der Universität Kassel, Wissenschaftliches Zentrum ITeG, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, ***E-Mail:*** *andreas.janson@uni-kassel.de*

Dr. Hannelore Kress ist wissenschaftliche Mitarbeiterin bei GOVET im Bereich bilaterale Kooperationen des BMBF mit Zuständigkeiten für Russland, China und das Querschnittsthema Digitalisierung, ***E-Mail: Kress@bibb.de***

Léna Krichewsky-Wegener ist Beraterin für Bildung und Forschung am Institut für Innovation und Technik (iit), ***E-Mail: krichewsky@iit-berlin.de***

Dr. Rüdiger Klatt ist Vorstand und Geschäftsführer am Forschungsinstitut für innovative Arbeitsgestaltung und Prävention e.V. (FIAP), ***E-Mail: r.klatt@fiap-ev.de***

Prof. Dr. Jens Klusmeyer ist Professor an der Universität Kassel, Institut für Berufsbildung (IBB) Fachgebiet Wirtschaftsdidaktik, ***E-Mail: klusmeyer@uni-kassel.de***

Prof. Dr. Axel Koch ist Professor an der Hochschule für angewandtes Management Ismaning, ***E-Mail: axel.koch@fham.de***

Prof. Dr. Jan Marco Leimeister ist Professor und Direktor an der Universität Kassel, Wissenschaftliches Zentrum ITeG, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, ***E-Mail:*** *leimeister@uni-kassel.de*

Dr. Carsten Mauritz ist Projektleiter bei der Wirtschaftsförderung Region Kassel GmbH, *E-Mail: mauritz@wfg-kassel.de*

Prof. Dr. Andreas P. Müller ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am DLR Projektträger, Bereich Europäische und internationale Zusammenarbeit, *E-Mail: Andreas.Mueller2@dlr.de*

Hans Ulrich Nordhaus ist Referatsleiter Europäische Bildungspolitik im DGB Bundesvorstand, *E-Mail: Ulrich.Nordhaus@dgb.de*

Martin Roggenkamp ist Berater im Stabsbereich „Strategie, Projekte & HR-Services" im bfw – Unternehmen für Bildung, *E-Mail: Roggenkamp.Martin@bfw.de*

Prof. Dr. Uwe Sachse ist Professor an der Hochschule Albstadt-Sigmaringen, Fakultät Business Science and Management, *E-Mail: sachse@hs-albsig.de*

Drs. Roman Senderek ist Leiter der Fachgruppe New Work am FIR e.V. an der RWTH Aachen, *E-Mail: Roman.Senderek@fir.rwth-aachen.de*

Silke Steinberg ist Geschäftsführerin am Forschungsinstitut für innovative Arbeitsgestaltung und Prävention e.V. (FIAP), *E-Mail: s.steinberg@fiap-ev.de*

Dr. Monika Stricker ist Leiterin des Stabsbereichs „Strategie, Projekte & HR-Services" im bfw – Unternehmen für Bildung, *E-Mail: Stricker.Monika@bfw.de*

Marian Thiel de Gafenco ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Kassel, Institut für Berufsbildung (IBB), Fachgebiet Wirtschaftsdidaktik, *E-Mail: thiel.de.gafenco@uni-kassel.de*

Dr. Ute Urbon ist Geschäftsführerin des BZ Bildungszentrum Kassel, *E-Mail: u.urbon@bz-kassel.de*

Susanne Urhahn ist wissenschaftliche Hilfskraft in der Fachgruppe New Work am FIR e.V. an der RWTH Aachen, *E-Mail: Susanne.Urhahn@fir.rwth-aachen.de*

Dr. Rene Wegener ist Geschäftsführer der smarTransfer GmbH, *E-Mail: wegener@smartransfer.de*

Tim Weinert ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Kassel, Wissenschaftliches Zentrum ITeG, Fachgebiet Wirtschaftsinformatik, *E-Mail: tim.weinert@uni-kassel.de*

Mirko Wesling ist Referatsleiter beim Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH), *E-Mail: wesling@zdh.de*

Sven Zöller ist Referatsleiter beim Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH) und zuständig für die SCIVET Koordinierungsstelle, *E-Mail: zoeller@zdh.de*

DLR Projektträger

Seit mehr als vier Jahrzehnten engagiert sich der DLR Projektträger (DLR-PT) als Dienstleister für einen starken Forschungs-, Bildungs- und Innovationsstandort Deutschland. Wir richten unser Handeln am Bedarf unserer Auftraggeber aus und leisten mit unserer Arbeit einen Beitrag zur Beantwortung drängender Zukunftsfragen – national, europäisch und international.

Unser Ziel ist es, Deutschland voranzubringen: Wir bringen uns aktiv in die Gestaltung gesellschaftlicher Entwicklung ein. Unsere Stärke ist eine neutrale Perspektive auf Trends und aktuelle Forschungs- und Bildungsthemen. Auf der Basis fundierter Analysen geben wir Impulse für die Weiterentwicklung des Forschungs-, Bildungs- und Innovationssystems in Deutschland und für seine internationale Vernetzung. Wir sind ein gefragter Dienstleister, der wissensbasierte, handlungsorientierte Strategien entwickelt.

Wir managen Förderprogramme und Förderprojekte und unterstützen den Transfer von Wissen und dessen Verwertung. Wir vernetzen Akteure aus Forschung, Wissenschaft und Bildung mit Vertretern aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. So helfen wir mit, aktuelle Herausforderungen zu adressieren und Innovationen zu beschleunigen. Entscheidungsträgern aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft sowie Bildungsträgern stehen wir als erfahrener und kompetenter Partner zur Seite: Inter- und transdisziplinäre Dienstleistungen im Wissenskreislauf von Forschung, Bildung und Innovation aus einer Hand machen uns zu einem Systemprojektträger. Unser Profil ist geprägt von der Vielfalt unserer Themen:

- **Umwelt und Nachhaltigkeit**
- **Bildung, Gender**
- **Gesellschaft, Innovation, Technologie**
- **Gesundheit**
- **Europäische und internationale Zusammenarbeit**

Unser Portfolio wird ergänzt durch die Kompetenzzentren Wissenschaftskommunikation und Öffentlichkeitsarbeit sowie Analysen und Studien.

Impressum

Herausgeber
DLR Projektträger
Europäische und Internationale Zusammenarbeit
Arbeitsgruppe „Internationalisierung der Berufsbildung“

Redaktion
Hannes Barske, Matthias Bockhold und Reiner Valier

Gestaltung
Kompetenzzentrum Öffentlichkeitsarbeit
des DLR-PT

Druck/Verarbeitung
AZ Druck, Kempten

Bonn, Oktober 2019

Bildnachweise
Titel: Rzoog / stock.adobe.com
Seite 06: wavebreak3 / stock.adobe.com
Seite 11, 12, 14: Universität Kassel / Marian Thiel de Gafenco
Seite 15, 16: Dual.Concept S.r.l. (AHK Italien)
Seite 19: Ernst Klett Präsenzlernen Osteuropa GmbH
Seite 25: ipopba / stock.adobe.com
Seite 26: Framestock / stock.adobe.com
Seite 28: Dr. Andreas Janson
Seite 33-35: Prof. Dr. Uwe Sachse
Seite 36: hopsalka / stock.adobe.com
Seite 38: pressmaster / stock.adobe.com
Seite 42: ungvar / stock.adobe.com
Seite 47: Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB)


Berufsbildung
International


DLR Projektträger
DLR-PT.de