

Mahrin, Bernd [Hrsg.]; Krümmel, Stefan [Hrsg.]

Digitalisierung beruflicher Lern- und Arbeitsprozesse. Impulse aus der Bauwirtschaft und anderen gewerblich-technischen Sektoren

Berlin : Universitätsverlag der TU Berlin 2022, 403 S.



Quellenangabe/ Reference:

Mahrin, Bernd [Hrsg.]; Krümmel, Stefan [Hrsg.]: Digitalisierung beruflicher Lern- und Arbeitsprozesse. Impulse aus der Bauwirtschaft und anderen gewerblich-technischen Sektoren. Berlin : Universitätsverlag der TU Berlin 2022, 403 S. - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-243785 - DOI: 10.25656/01:24378

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-243785>

<https://doi.org/10.25656/01:24378>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation

Informationszentrum (IZ) Bildung

E-Mail: pedocs@dipf.de

Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Bernd Mahrin | Stefan Krümmel (Hrsg.)
unter Mitarbeit von Nora-Fabienne Freytag

DIGITALISIERUNG BERUFLICHER LERN- UND ARBEITSPROZESSE

Impulse aus der Bauwirtschaft und
anderen gewerblich-technischen Sektoren

DIGITALISIERUNG BERUFLICHER LERN- UND ARBEITSPROZESSE

Impulse aus der Bauwirtschaft und anderen
gewerblich-technischen Sektoren

Herausgeber: Bernd Mahrin | Stefan Krümmel

unter Mitarbeit von Nora-Fabienne Freytag

Das diesem Band zugrunde liegende Projekt „Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten“ wurde im Rahmen des Programms Förderung von „Transfernetzwerken Digitales Lernen in der Beruflichen Bildung“ (DigiNet) unter dem Förderkennzeichen FKZ 01PA17010 gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds.

Die Verantwortung für den Inhalt der einzelnen Beiträge liegt bei den jeweiligen Autor*innen.



DIGITALISIERUNG BERUFLICHER LERN- UND ARBEITSPROZESSE

Impulse aus der Bauwirtschaft und anderen
gewerblich-technischen Sektoren

Herausgeber: Bernd Mahrin | Stefan Krümmel

unter Mitarbeit von Nora-Fabienne Freytag

Autor*innen: Jan Appenrodt, Matthias Becker, Sven Böttcher, Askim Bozkurt, Kai Dettmann, Susanne Diekmann, Uwe Dziumbila, Wolfgang Ebert, Roland Falk, Nora-Fabienne Freytag, Kerstin Ganz, Ulrich Goos, Thomas Grochtmann, Thomas Hagenhofer, Annika Hillegeist, Hans-Jürgen Holle, Karsten Hömann, Julia Jenzen, Matthias Kaiser, Anja Kirchner, Susanne Korth, Tanja Kranawetleitner, Heike Krebs, Stefan Krümmel, Norbert Kuri, Marvin Land, Axel Lange, Christina Lange, Martin Leikler, Hans-Jürgen Lindemann, Bernd Mahrin, Marietta Menner, Mareike Menzel, Franz Ferdinand Mersch, Clemens Milker, Manuela Niethammer, Svenja Noichl, Diana Pistoll, Hannes Ranke, Torsten Rendtel, Volker Rexing, Tina Roth, Holger Schopbach, Thomas Schröder, Sven Schulte, Harald Strating, Jochen Ströhle, Torsten Wachenbrunner, Markus Weitzmann, Kim Wepner, Michael Wieczorek, Rolf Wyss

IMPRESSUM

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Universitätsverlag der TU Berlin, 2022

<https://verlag.tu-berlin.de>

Fasanenstr. 88, 10623 Berlin

Tel.: +49 (0)30 314 76131

E-Mail: publikationen@ub.tu-berlin.de

Diese Veröffentlichung – ausgenommen Zitate und anderweitig gekennzeichnete Teile – ist unter der CC-Lizenz CC BY lizenziert.

Lizenzvertrag: Creative Commons Namensnennung 4.0

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Umschlaggestaltung: kommaKLAR | agentur für gestaltung, Berlin

Druck: Pro Business

Satz/Layout: kommaKLAR | agentur für gestaltung, Berlin

ISBN 978-3-7983-3236-2 (print)

ISBN 978-3-7983-3237-9 (online)

Online veröffentlicht auf dem institutionellen Repositorium der Technischen Universität Berlin:

DOI 10.14279/depositonce-12453

<http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-12453>

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort und Danksagung	10
Das Projekt DigiBAU	12
<i>Franz Ferdinand Mersch, Torsten Rendtel</i>	

Das Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V.	14
Entstehung und Entwicklung	
<i>Hans-Jürgen Holle</i>	

1 | Rahmenbedingungen für digital gestützte gewerblich-technische Berufsbildung 20

Von der Mediendidaktik zur Didaktik digitalisierter Arbeitsprozesse	22
<i>Matthias Becker</i>	

Bauberufliches Arbeiten und Lernen im Kontext von Digitalisierung und Informatisierung	30
<i>Franz Ferdinand Mersch, Hannes Ranke</i>	

Digitalisierung und Berufsausbildung im Bauwesen	50
Einführung der Methode BIM und digitale mediale Potenziale	
<i>Hans-Jürgen Lindemann</i>	

Technische Ertüchtigung	64
Voraussetzungen für digital gestütztes Lernen und Arbeiten	
<i>Stefan Krümmel</i>	

Innovative Ausbilder*innen	76
Erfolgreiche Beispiele für die Umstellung auf digital gestütztes Lernen und Arbeiten	
<i>Stefan Krümmel</i>	

Innovative überbetriebliche Ausbildung	86
Vernetztes Arbeiten am Beispiel der Planung und Erstellung digital gestützter Unterweisungsformate	
<i>Stefan Krümmel</i>	

2 | Kapazitätsentwicklung und digitale Instrumente zum Lernen und Arbeiten 94

Offene Standards für die Entwicklung digitaler Lernmedien	96
<i>Roland Falk, Tina Roth</i>	

Digitale Werkzeuge in handlungsorientierten Lehr-/Lernsituationen 108

Konturen eines Medienqualifizierungs-Konzepts für Bildungspersonal

Bernd Mahrin

Condetti digital 126

Die digitale Ergänzung des klassischen Stecksystems condetti PÄD

Holger Schopbach

Virtuelle Kurssequenzen für spezielle Anwendungen in der Aus- und Fortbildung im Holzbau 142

Markus Weitzmann, Jochen Ströhle, Martin Leikler

Vernetztes Lernen mit Branchensoftware in der Aufstiegsfortbildung der Bauwirtschaft 156

BIM-basierte Lernangebote für Gruppenarbeit mit Datenmanagement

Kerstin Ganz

3 | Digitalisiert Arbeiten und Lernen – Innovative Ansätze und Praxisbeispiele 172

Überbetriebliche Bauausbildung mit digitalen Bauwerksmodellen 174

Vom Pilotprojekt zur bundesweiten Nutzbarkeit

Sven Böttcher, Michael Wieczorek

Datentransfer mit Baumaschinen 196

Informations- und Bildungsangebote zu Telematik und Steuerung von Baumaschinen

Torsten Wachenbrunner, Wolfgang Ebert, Nora-Fabienne Freytag

Digitale Assistenzsysteme für die kompetenzorientierte Ausbildung an konventionellen Dreh- und Fräsmaschinen 212

Ein innovativer Ansatz der Gemeinschafts-Lehrwerkstatt Arnsberg

Marvin Land, Karsten Hömann, Thomas Schröder

Social Virtual Learning in Schule und Betrieb 230

Thomas Hagenhofer, Rolf Wyss

Lernen und kompetent Agieren in der Metallindustrie 246

Chancen und Herausforderungen für den Einsatz von Augmented Reality in Lern- und Arbeitsprozessen

Mareike Menzel, Sven Schulte, Kim Wepner

Gewerke- und standortübergreifendes Lernen mit ProjectLabs und virtueller Realität	260
Fortschrittliche Unterweisungssituationen im Ausbauhandwerk <i>Harald Strating, Axel Lange</i>	
Interaktive Lernmedien zur Unterstützung der praktischen Ausbildung	274
<i>Matthias Kaiser, Uwe Dziumbla</i>	
Digitale Gamebooks zur Strukturierung handlungsorientierter Lernaufgaben	282
<i>Susanne Korth, Askim Bozkurt, Ulrich Goos, Christina Lange, Svenja Noichl, Volker Rexing</i>	
Spielend „leicht“ Daten erheben	298
Anwendung von Gamification-Ansätzen zur Erhebung von Bedarfen in branchenübergreifenden Digitalisierungsprojekten <i>Tanja Kranawetleitner, Heike Krebs, Marietta Menner, Diana Pistoll</i>	
Einsatz von Digital Breakouts in der Aus- und Weiterbildung	312
Spielendes Lernen mittels Gamification <i>Julia Jenzen, Anja Kirchner</i>	
4 Ergebnisse und Transferprodukte aus dem Verbundprojekt DigiBAU	326
Prozess- und Ergebnisevaluation	328
Netzwerkgestaltung, Nutzungsevaluationen und didaktische Analysen <i>Annika Hillegeist, Clemens Milker, Manuela Niethammer</i>	
Ein digitaler Medienpool für die Qualifizierung in den Bauberufen	346
Rechtssicher verwendbares Material für Lehrende und Lernende <i>Susanne Diekmann, Thomas Grochtmann</i>	
Neuaufgabe 2021: die Datenbank für digitale Lernmedien in der Bautechnik	362
<i>Nora-Fabienne Freytag</i>	
Hybrides Lernsystem	374
Virtuelles 3D-Gebäudemodell verknüpft mit Fachinhalt-Wiki <i>Norbert Kuri, Jan Appenrodt</i>	
Virtuelles Schaufenster Digitales Lernen	390
<i>Kai Dettmann</i>	
Liste der Autor*innen	395

VORWORT UND DANKSAGUNG

Die Digitalisierung schreitet in allen Lebens- und Arbeitsbereichen weiter voran und verändert auch in der Bauwirtschaft Strukturen, Geschäfts- und Arbeitsprozesse und damit Anforderungen, Rahmenbedingungen und Praxis des beruflichen Lernens. Die Schnittstellen von Erwerbsarbeit und beruflicher Aus-, Fort- und Weiterbildung entwickeln sich in diesem Kontext dynamisch, wie die einführenden Beiträge des vorliegenden Sammelbandes zeigen. Die Grenzen zwischen Arbeiten und Lernen werden ebenso fließender wie diejenigen zwischen digitalisierten Arbeits- und Lernmitteln. Auch das Spektrum der Lernmittel, der Lernorte, der Lernzeiten, der Lernsituationen, der Organisationsformen und der institutionellen Strukturen ist variabler als noch vor wenigen Jahren – nicht zuletzt befördert durch die Erfordernisse, die die Pandemie mit sich brachte.

Vor diesem Hintergrund war es ein günstiger Umstand, dass bereits vielfältige Erfahrungen und gute Voraussetzungen zum lernförderlichen Einsatz digitaler Medien und Instrumente vorlagen, unter anderem aus zahlreichen durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in der Reihe „Digitale Medien in der beruflichen Bildung“ geförderten Projekten. Im Bausektor wurden einige dieser Entwicklungs- und Forschungsprojekte von führenden überbetrieblichen Berufsbildungsstätten durchgeführt, die im Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V. zusammenarbeiten. Aus diesen Verbundprojekten ging bereits der Sammelband *BERUFSBILDUNG AM BAU DIGITAL* hervor, der sich der Analyse und Bewertung digital unterstützter Lern-, Lehr- und Arbeitsprozesse und sekundärer Prozesse der Berufsbildung im Bausektor widmet und konkrete Medienentwicklungen und Angebote zur Medienqualifizierung für Ausbildungspersonal vorstellt. Die in den beteiligten Kompetenzzentren erwachsene Expertise zum Lernen und Arbeiten mit digitalen Werkzeugen bot in Verbindung mit der bewährten Struktur des Kompetenznetzwerks ausgezeichnete Optionen für den Transfer in die Betriebe der Branche. Die Förderung des durch die Technische Universität Hamburg und das Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg koordinierten Projekts *DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten* durch das BMBF in der Reihe „Transfernetzwerke Digitales Lernen in der Beruflichen Bildung“ (DigiNet) schuf den finanziellen und strukturellen Rahmen dafür und ermöglichte die Verbindung von Transferaktivitäten mit ergänzenden prototypischen Medienentwicklungen.

Die vorliegende Publikation schließt an den genannten Sammelband an und greift sowohl Ergebnisse des Projektes *DigiBAU* in Theorie- und Praxisbeiträgen auf als auch solche aus anderen im DigiNet-Rahmen geförderten Projekten. Themenverwandte Beiträge aus anderen Kontexten, teilweise aus anderen fachlich-technischen Bereichen runden das Gesamtbild ab. Die Fokussierung der Nutzung digitaler Medien und Instrumente erfordert und erlaubt eine solche Öffnung – einerseits um den branchenbezogenen Diskurs über die erfolgreichsten fachspezifischen Ansätze anzuregen, andererseits, um übertragbare Lösungen aus anderen Branchen und Gewerken adaptieren zu können.

Das Buch ist in vier Kapitel gegliedert. Im ersten Abschnitt werden die Rahmenbedingungen für eine digital gestützte gewerblich-technische Berufsbildung und die Einflüsse auf Lern- und Arbeitsprozesse grundsätzlich und mit Blick auf didaktische Entscheidungen erörtert. Daran schließen sich Darstellungen von Gelingensbedingungen an, die die Technik, das Bildungspersonal und das

vernetzte Arbeiten in digital unterstützten Lehr-/Lernformaten der überbetrieblichen Berufsausbildung betreffen. Das zweite Kapitel befasst sich mit der Kapazitätsentwicklung und mit digitalen Instrumenten zum Lernen und Arbeiten. Standards für die Erstellung digitaler Lernmedien mit zwei mächtigen Autor*innenwerkzeugen – ein kommerzielles und ein Open Source Produkt – werden ebenso präsentiert wie die digitalisierte Version eines bewährten Stecksystems für Wandaufbauten und konstruktive Aufgaben. Virtuelle Kurssequenzen für den Holzbau, ein Beispiel zum vernetzten Lernen mit Branchensoftware und ein Medienqualifizierungskonzept für Bildungspersonal werden vorgestellt und eignen sich auch als Blaupause für ähnliche Entwicklungen. Das dritte Kapitel widmet sich konkreten Einzellösungen mit hohem Transferpotenzial zum digitalisierten Arbeiten und Lernen im Bausektor und im Metallbereich. Digitale Bauwerksmodelle, Telematiksysteme an Baumaschinen, Assistenzsysteme an Werkzeugmaschinen, Social Virtual Learning, Online-Lernkooperation mit Virtual Reality und ProjectLabs, interaktive Lernmedien, digitale Unterstützung in inklusiven Lernszenarien und spielerische Ansätze in der Aus- und Weiterbildung sind Themen der Beiträge dieses Kapitels. Im abschließenden vierten Kapitel werden am Beispiel DigiBAU Erkenntnisse der Prozess- und Ergebnisevaluation dargestellt, die Aufschluss geben über förderliche und hinderliche Bedingungen beim Zusammenwirken institutioneller Partner in großen Verbundprojekten. Außerdem werden übergreifend nutzbare Online-Angebote wie ein Medienpool für Bildungszwecke, eine Lernmedien-Datenbank, ein hybrides Lernsystem mit virtuellem 3D-Gebäudemodell und das virtuelle Schaufenster des DigiBAU-Projekts vorgestellt.

Die Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und den Europäischen Sozialfonds im Rahmen der DigiNet-Reihe hat dieses Buch ermöglicht. Dafür danken wir ebenso herzlich wie für die verlässliche Unterstützung durch den Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Unser Dank gilt auch den Mitarbeiterinnen des Universitätsverlags der Technischen Universität Berlin für die professionelle Beratung und Hilfe von der Konzeptphase bis zum Druck und zur Online-Veröffentlichung. Für das ansprechende Layout und die gute Zusammenarbeit geht unser Dank an die Agentur kommaKLAR.

Unserer Kollegin Nora-Fabienne Freytag danken wir für das Lektorat und die redaktionelle Bearbeitung der Beiträge mit Sachverstand, Sprachkompetenz und Geduld. Vor allem aber danken wir den fünfzig Autor*innen für ihre interessanten Beiträge mit vielen Anregungen für die innovative Gestaltung der Bildungsangebote im Zusammenhang mit der Digitalisierung.

Berlin, Januar 2022

Bernd Mahrin und Stefan Krümmel

DAS PROJEKT DIGIBAU

Liebe Leserinnen und Leser,

der umfangreiche Sammelband, den Sie gerade in Händen halten, ist der große Abschluss unserer Serie von jährlichen Projektbriefen, die Ihnen einen Einblick in unseren Alltag gegeben haben. Zugleich zeugen die behandelten Themen von der enormen Breite und Tiefe des damit verbundenen Gesamtvorhabens:

Das vierjährige Projekt *DigiBAU – Digitales bauberufliches Lernen und Arbeiten*, das innerhalb der Förderung von „Transfernetzwerke Digitales Lernen in der Beruflichen Bildung“ (DigiNet) seit 2018 durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wurde, konnte nun zu einem erfolgreichen Abschluss geführt werden.

Als Mitglieder des Kompetenznetzwerks Bau und Energie haben in unterschiedlichen Rollen zehn überbetriebliche Ausbildungsstätten und Kompetenzzentren aus Bautzen, Biberach, Bühl, Cottbus, Hamburg, Kassel, Münster, Osnabrück, Rutesheim und Walldorf – begleitet von den drei Technischen Universitäten Hamburg, Berlin und Dresden – teilweise noch analoge Vermittlungskonzepte in den Bauberufen mit Blick auf innovative Anforderungen an ein digitales, bauberufliches Lernen und Arbeiten innoviert, reorganisiert und aufeinander abgestimmt. Jetzt können Ausbilder*innen mit neuesten Produkten und Medien sowie mit leistungsfähiger Software ganz neue methodisch-didaktische Ideen – auch in einem digitalen Kontext – entwickeln und umsetzen, wie sich den zahlreichen Praxisbeiträgen in diesem Band entnehmen lässt.

Die Pandemie hat das Vorhaben und die Erreichung der Ziele zweifellos noch beschleunigt. So blieben im März 2020 gerade einmal zwei Wochen bis zum ersten „Lockdown“, um für die Wahrung des beabsichtigten Projekterfolges und ohne einen konkreten Zeithorizont Teile des ursprünglich geplanten Vorgehens völlig neu anzulegen: Alle Partnerzentren haben diese Zeit sehr intensiv genutzt, um ihre Hard- und Software-Ausstattung zu professionalisieren und in diesem Zusammenhang neue, virtuelle sowie teil-virtuelle Vermittlungskonzepte zu entwickeln, die in enger Kooperation mit involvierten Bauunternehmen in der Praxis erprobt wurden. Dabei waren DigiBAU-Expert*innen die gefragten Ansprechpartner*innen vor Ort. Für das gesamte Kompetenznetzwerk Bau und Energie stehen nun ein Autorenwerkzeug und eine Kollaborationssoftware zur Verfügung, die – gut eingeführt und erprobt – zwei wirkmächtige Instrumente für die heutige und zukünftige, virtuelle und präsenste Zusammenarbeit der zahlreichen Standorte des Kompetenznetzwerkes im gesamten Bundesgebiet darstellen.

Dank gebührt dem Fördermittelgeber, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), dem Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) und dem Projektträger, dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Das Projekt hat allen Beteiligten die Möglichkeit gegeben, technisch, methodisch und didaktisch auf einen Stand zu kommen, um den Weg in die digitale Zukunft am Bau zu beschreiten.

Wir wünschen Ihnen beim Lesen in diesem Band viel Freude. Wir hoffen, dass Sie dadurch einen tiefen Einblick in den „neuen“ Alltag überbetrieblicher Ausbildung wichtiger Bau- und Versorgungsberufe erhalten und dabei einige vielleicht auch für Sie neue Aspekte und Anregungen für ein zukünftiges, berufliches Lernen, Lehren und Arbeiten entdecken.

Besuchen Sie unser virtuelles Schaufenster unter www.digibau.eu! Dort finden Sie Best-Practice-Beispiele, Lernmedien, eine umfangreiche Bilddatenbank sowie ein breites Angebot digital gestützter Kurse und Vermittlungsformate aus den Partnerzentren des Verbundvorhabens DigiBAU.

Im Namen aller DigiBAU-Partner*innen

Franz Ferdinand Mersch
Technische Universität Hamburg

Torsten Rendtel
Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg

DAS KOMPETENZNETZWERK BAU UND ENERGIE E. V.

Entstehung und Entwicklung

Hans-Jürgen Holle

Im Mai 2008 trafen sich in Bonn auf Einladung des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) Vertreter*innen von dreizehn überbetrieblichen Berufsbildungsstätten (ÜBS), die bereits nach den Richtlinien der Bundesregierung als Kompetenzzentren (KomZet) anerkannt oder auf dem Weg dorthin waren. Mit Unterstützung von Experten aus der Technischen Universität Hamburg (TUHH) und externer Moderation wurden Möglichkeiten einer überregionalen und institutionsübergreifenden Zusammenarbeit in der verbindlichen Struktur eines Netzwerks erörtert. Hintergrund war die um die Jahrtausendwende erfolgte Erweiterung der Förderung überbetrieblicher Berufsbildungsstätten um die Möglichkeit zur Weiterentwicklung zu Kompetenzzentren (BMBF und BMWi 2015). Damit intendiert war die Herausbildung fachlicher Schwerpunktzentren als Leuchttürme, die ihre besonderen Bildungs- und Beratungsangebote auch überregional anbieten und dabei transferorientiert zusammenarbeiten sollten (vgl. Kielwein 2002 und Hoffschroer 2005). Die Initiative betraf nicht nur das Bauwesen, sondern war auch Teil einer übergeordneten Strategie des Bundes, um die berufliche Aus- und Weiterbildung deutlich aufzuwerten – mit dem Schwerpunkt des Transfers neuer Technologien und Berufsbildungskonzepte.

Solche Treffen wurden in der Folge in regelmäßigen Abständen wechselnd an den Standorten der Partner wiederholt – zunächst halbjährlich, später jährlich. Das gegenseitige Vertrauen wuchs und schließlich wurden verpflichtende Erklärungen abgegeben, wohin sich das Netzwerk entwickeln soll, zum Beispiel im Hinblick auf die eigene Position in der Bildungslandschaft, auf die Zusammenarbeit bei Lehrgangs- und Medienentwicklung und auf gemeinsame Projekte. Selbst das eLearning war damals, wenn auch ganz anders betrachtet als heute, schon ein Thema. Es ist auch nicht so, dass das aus dem Nichts entstanden wäre. Alle bereits zum Zeitpunkt des Treffens oder später zertifizierten Zentren hatten sich auf ihren Fachgebieten und in ihren Regionen – von Baden-Württemberg über Thüringen bis Brandenburg, von Nordrhein-Westfalen bis Hamburg – längst einen guten Namen erworben. Wichtige Unterstützung und Impulse für die weitere Entwicklung kamen von Seiten der Wissenschaft, und Mitglieder des Netzwerks sind federführend in breit gestreuten Kompetenzfeldern des Bausektors (vgl. Falk & Mahrin 2016, 193–195).

Die TUHH hat die Bildungszentren bei Ausformung und dem Betrieb des Netzwerks von Beginn an und fortlaufend bis heute begleitet und insbesondere in fachlicher Hinsicht unterstützt. Die Universität konnte dabei zurückgreifen auf die Erfahrungen aus der Planung der Solarbausiedlung 2003 auf Wilhelmsburg, gewissermaßen ein Vorläufer der IBA Hamburg 2013, wo genau die zukunftssträchtigen und für das Netzwerk wichtigen Themen wie Nachhaltiges Bauen, Photovoltaik bzw. solare Architektur und energetisch optimierte Baukonstruktion hohe Bedeutung hatten. Die

Berufsbildungszentren brachten ihre eigenen Kompetenzen bei der handwerklichen Umsetzung dieser Themen und ihrer Aufbereitung für die Aus- und Weiterbildung mit, z. B. durch den Aufbau halboffener Modellhäuser im Ausbildungszentrum Bau in Hamburg (AZB HH). Die Technische Universität Berlin (TUB) gehörte ebenfalls zu den ersten assoziierten Partnern des entstehenden Netzwerks. Der Schwerpunkt ihrer Beiträge zur gemeinsamen Entwicklung lag und liegt im Bereich der Berufspädagogik und der didaktisch-methodischen Konzepte. Vertreter der TUB übernahmen in den ersten Jahren auch moderierende Aufgaben für das Netzwerk. Inzwischen unterstützen sieben Universitäten, die in der beruflichen Bildung im Bausektor aktiv sind, die Zusammenarbeit als assoziierte Partner und profitieren ihrerseits für ihre wissenschaftliche Arbeit und bei der Ausbildung von Lehrkräften für berufsbildende Schulen von der Zusammenarbeit mit den Bildungspraktiker*innen der fünfzehn Kompetenzzentren, die das Netzwerk tragen.¹

Auf dem KomZet-Treffen im Jahre 2014 im Berufsbildungs- und TechnologieZentrum Osnabrück der Handwerkskammer Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim erfolgte schließlich die Gründung des Netzwerks in der Rechtsform als Verein. Dabei war es wichtig, dass das Netzwerk deutschlandweit vertreten war und einen bunten Strauß von Gewerken repräsentierte, dass eben nicht die Maurer*innen und die Zimmer*innen jeweils eigene Netzwerke bildeten. Der Erfolg ist gerade darauf zurückzuführen, dass die Bauhauptgewerke mit den Ausbaugewerken, den gebäudetechnischen Gewerken und den Baumaschinen-Spezialisten gemeinsame Ziele formulierten und eine gemeinsame Arbeitsstruktur begründeten. So können in den Bildungs- und Beratungsangeboten auch Gewerkeschnittstellen und übergreifende Fragen wie Nachhaltigkeit, Energieeffizienz und Digitalisierung kompetent und im Zusammenhang behandelt werden.

Als wichtiger Arbeitsschwerpunkt der letzten Jahre haben sich digitale Medien und Werkzeuge in der beruflichen Bildung herausgebildet. Zum beruflichen Lernen mit digitalen Instrumenten und Hilfsmitteln haben Mitglieder des Netzwerks in unterschiedlicher Zusammensetzung mit Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung² die beiden konsortialen Projekte *David* – *Das virtuelle Digitalgebäude* und *MELINDA* – *Medienunterstütztes Lernen und Innovation in der handwerklichen Arbeit* erfolgreich abgeschlossen. Das transferorientierte Projekt *DigiBAU* – *Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten*, dessen Ergebnisse in diesem Buch zusammengetragen und durch externe Beiträge ergänzt sind, ist das vorerst letzte Vorhaben dieser Reihe. Auch in laufenden und abgeschlossenen Projekten des BMBF-Sonderprogramms zur Digitalisierung in überbetrieblichen Berufsbildungsstätten, bei denen die Veränderung der Arbeitswelt durch Digitalisierung im Mittelpunkt steht, haben Mitglieder des Kompetenznetzwerks Bau und Energie e. V. besonders zukunftsorientierte Bildungskonzepte entwickelt.³ Eine kurze Gesamtschau zu den Projekten ist auf der Online-Plattform des Netzwerks zu finden.⁴

1 siehe <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/die-partner/>

2 Umfangreiche Informationen zu den Förderlinien und zu den Einzelprojekten bietet die Programmplattform BMBF 2020. <https://www.qualifizierungdigital.de/>

3 Eine Übersicht der Projekte des Sonderprogramms ÜBS-Digitalisierung findet sich unter https://www.foraus.de/de/themen/foraus_107695.php

4 Siehe <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/> (Homepage) und <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/> (Projektübersicht)

Das Wesen des Netzwerks ist die Vielfalt. Erst durch die verschiedenen Perspektiven gewinnt das Netzwerk an Substanz. Es lassen sich Projekte entwickeln und bearbeiten, die ein Bildungszentrum allein nicht durchführen könnte, sogar bis auf die europäische Ebene wie INTERREG⁵. Die vielgenannten Synergieeffekte, mit denen sich anderes Wissen generieren lässt, waren nun auf einmal möglich. Außerdem ist der Erfahrungsaustausch die billigste Investition, das ist als Erkenntnis nicht neu. Das mündet in gemeinsame Projekte und Aktivitäten, zu zweit, zu dritt oder mit noch mehr Partnern. Das ist auch objektiv nützlich. Durch das Netzwerk wurden diese Ausbildungszentren im Lande sichtbarer, nämlich als Gewicht gegenüber Verbänden, Handwerkskammer- und Bauindustrieverbänden zum Beispiel. Auch bei Messeauftritten und eigenen Veranstaltungen kann man sich besser präsentieren und Kontakte knüpfen.

Im Laufe der Jahre hat sich eine vertrauensvolle Form von Kollegialität entwickelt, weil sich ähnliche bzw. gleiche Interessen gefunden haben, ohne die es nicht geht. Das Netzwerk ist kein Selbstzweck. Im Mittelpunkt stehen die fachlichen Interessen und die Chance, diese über Förderprojekte auch ganz pragmatisch zu verwirklichen. Es geht aber immer auch um Kontinuität über das zur jeweiligen Zeit aktuelle Projekt hinaus. Dieses Netzwerk hat aus drei Gründen eine gute Zukunft:

- › Es besteht eine solide Basis, die unter anderem aus anfänglichen Tandem-Lösungen hervorging, bei denen zur richtigen Zeit die richtigen Leute mitgewirkt haben. Sie haben es geschafft, auf der persönlichen und auf der institutionellen Ebene das nötige Vertrauen aufzubauen und immer wieder zu bestätigen.
- › Mit seiner fachlichen Breite hat das Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V. in der Bau-Berufsbildung in Deutschland ein Alleinstellungsmerkmal und eine hohe Bekanntheit und Akzeptanz im Umfeld erreicht: Durch Zusammenarbeit mit Industrie und Forschung werden technische Innovationen zeitnah und professionell in Bildungs- und Beratungsangebote für Nachwuchs, Fach- und Führungskräfte übersetzt. Die enge Kooperation mit Betrieben der Bauwirtschaft und baunaher Gewerke stellt sicher, dass der Bedarf getroffen und die berufliche Bildung als attraktive Alternative zum Studium gestärkt wird.
- › Der Generationenwechsel gelingt, weil das Angebot und die Möglichkeiten überzeugen, die das Netzwerk bietet. Inzwischen gab es bei verschiedenen Kompetenzzentren eine Übergabe des Staffels ab an jüngere Mitarbeiter*innen. Durch die Offenheit aller Beteiligten entstehen aber keine Brüche in der institutionsübergreifenden Kooperation, sondern es kommt zu einer Bereicherung durch neue Ideen.

Einige Punkte allerdings sollten bei der künftigen Netzwerkarbeit bedacht werden: In den ersten Jahren hat sich ein Moderator um die internen Prozesse und die äußeren Verbindungen gekümmert und die Dinge in Gang gehalten. Eine solche Person, die von allen akzeptiert wird, aber eine neutrale Stellung behält und nicht bei einem der Zentren angesiedelt ist, wird dringend gebraucht

.....
 5 Das Programm INTERREG fördert als Teil der Struktur- und Investitionspolitik der Europäischen Union die europäische territoriale Zusammenarbeit zur nachhaltigen Raumentwicklung. Siehe auch <https://www.interreg.de>

und sollte für ein professionelles Netzwerkmanagement und mit neuen Aufgabenschwerpunkten wieder gewonnen werden. Nicht mehr das Zusammenbringen der Beteiligten muss jetzt im Vordergrund stehen, sondern das Netzwerkmanagement ist stärker zu interpretieren als eine Art Projektsteuerung, ähnlich wie bei Bauprojekten. So könnten in Zukunft auch leichter zusätzliche Impulse von außen aufgegriffen werden. Der oder die Vorsitzende des Vereins sollte aber weiterhin unbedingt aus dem Kreis der Zentren kommen und möglicherweise nach einem Rotationsprinzip alle drei Jahre wechseln.

Gleichzeitig sollte die Zusammenarbeit nicht zu stark akademisiert werden, das trifft nicht das Wesen dieses Netzwerks. Den Kern bildet grundsätzlich die überbetriebliche Aus- und Weiterbildung, welche über fortlaufende Projekte abgesichert und weiterentwickelt wird. Das muss nicht zwangsläufig immer so etwas Großes sein wie DigiBAU. Es können auch mehrere parallele kleinere Projekte sein, die aber netzwerk-intern aufeinander abgestimmt sind. Auf dieser Basis kann die Zusammenarbeit in der Zukunft weiter intensiviert und dabei diversifiziert werden. So können zudem neue Synergieeffekte erreicht und die Last auf mehrere Schultern und für jeweils überschaubare Zeiträume verteilt werden.

Literatur und Quellen

BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (o.J.): qualifizierung digital. Online: <https://www.qualifizierungdigital.de/> (23.04.2021)

BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung und BMWi Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2015): Gemeinsame Richtlinien für die Förderung überbetrieblicher Berufsbildungsstätten (ÜBS) und ihrer Weiterentwicklung zu Kompetenzzentren. Zuletzt geändert am 15. Januar 2015. BAnz AT 22.01.2015 B3, Online: <https://www.bibb.de/de/12305.php> (29.03.2021)

Europäische territoriale Zusammenarbeit (Interreg) (o.J.): Interreg Webseite. Online: <https://www.interreg.de> (23.04.2021)

Falk, Roland; Mahrin, Bernd (2016): Das Kompetenznetzwerk Bau und Energie – Voneinander lernen, miteinander entwickeln. In: Mahrin, Bernd (Hrsg.): Wertschätzung – Kommunikation – Kooperation. Perspektiven von Professionalität in Lehrkräftebildung, Berufsbildung und Erwerbsarbeit. Universitätsverlag der TU Berlin, 168–189. Online: <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-5671> (29.03.2021)

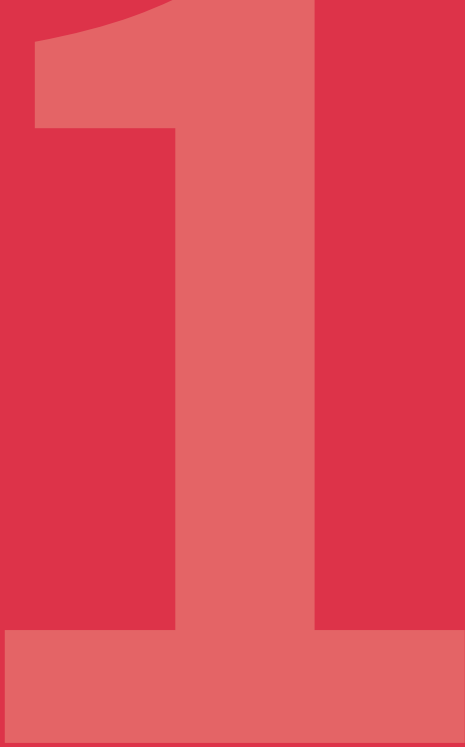
Forum für AusbilderInnen (o.J.): Sonderpogramm zur Digitalisierung in überbetrieblichen Berufsbildungsstätten. Online: https://www.foraus.de/de/themen/foraus_107695.php (23.04.2021)

Hoffschroer, Michael (2005): Betrieb als Lernort – Die historische Entwicklung der überbetrieblichen Berufsausbildung bis zum Beginn des 21. Jahrhunderts – Erkenntnisse für die Weiterentwicklung überbetrieblicher Berufsausbildung aus regierungspolitischer, parteipolitischer, wissenschaftli-

cher und gesellschaftspolitischer Perspektive. bwp@ Ausgabe Nr. 9, Online: http://www.bwpat.de/ausgabe9/hoffschroer_bwpat9.shtml (29.03.2021)

Kielwein, Kurt (2002): Neukonzeption der Förderung überbetrieblicher Berufsbildungsstätten (ÜBS): BMBF. In: Wirtschaft und Berufserziehung. W & B, 54. Jg., 2002, H. 2, 12–19

Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V. (o.J.): Webseite des KomZet-Netzwerks. Online unter: <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/> (23.04.2021)



RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DIGITAL GESTÜTZTE GEWERBLICH-TECHNISCHE BERUFSBILDUNG

Von der Mediendidaktik zur Didaktik digitalisierter Arbeitsprozesse

Matthias Becker

Bauberufliches Arbeiten und Lernen im Kontext von Digitalisierung und Informatisierung

Franz-Ferdinand Mersch, Hannes Ranke

Digitalisierung und Berufsausbildung im Bauwesen

Einführung der Methode BIM und digitale mediale Potenziale

Hans-Jürgen Lindemann

Technische Ertüchtigung

Voraussetzungen für digital gestütztes Lernen und Arbeiten

Stefan Krümmel

Innovative Ausbilder*innen

Erfolgreiche Beispiele für die Umstellung auf digital gestütztes Lernen und Arbeiten

Stefan Krümmel

Innovative überbetriebliche Ausbildung

Vernetztes Arbeiten am Beispiel der Planung und Erstellung digital gestützter Unterweisungsformate

Stefan Krümmel

Dieser Beitrag wurde zuerst veröffentlicht im Heft 142 (36. Jg.) 2/2021 der Zeitschrift lernen & lehren¹, die in Zusammenarbeit mit den Bundesarbeitsgemeinschaften für Berufsbildung in den Fachrichtungen Elektro-, Informations-, Metall- und Fahrzeugtechnik e. V. erscheint. Er wird hier leicht verändert wiedergegeben.

VON DER MEDIENDIDAKTIK ZUR DIDAKTIK DIGITALISierter ARBEITSPROZESSE

Matthias Becker

Im letzten Jahrzehnt ist in der beruflichen Bildung eine Diskussion über eine vermeintlich neue Schlüsselkompetenz entstanden: Digitalisierungskompetenz. Diese hat unter anderem ihren Niederschlag in der Strategie der KMK für eine Bildung in der digitalen Welt erfahren. Aus dieser leitet die KMK einen Bildungsauftrag für die berufliche Bildung ab, ohne allerdings den Bildungsgegenstand „Digitalisierung“ zuvor hinreichend geschärft zu haben. Mit diesem Beitrag sollen Antworten für die didaktische Grundfrage nach dem Bildungsinhalt der „Digitalisierung“ für die berufliche Bildung gegeben werden.

Digitalisierung als Bildungsauftrag

Eine Bestimmung der Didaktik der Digitalisierung erfordert zunächst Klarheit über den Begriff der Digitalisierung; und der ist alles andere als klar. Er wird seit der Debatte um „Industrie 4.0“ und der inflationären Ausweitung auf Handwerk 4.0, Wirtschaft 4.0, Arbeit 4.0 bis hin zu Berufsbildung 4.0 mit allem verbunden, was mit Hilfe von Informationstechnik und Informatik an Produkten und Prozessen hervorgebracht und verändert wird. Die Diskussionsstränge und Vielfalt zu den genannten Begriffen sind nahezu unendlich breit und können und sollen hier nicht aufgearbeitet werden. Allerdings muss eine Auseinandersetzung und Bestimmung im Vorfeld geleistet werden, um Aussagen darüber zu treffen, was und wie für, an und mit der Digitalisierung zu lernen ist und wie dazugehörige Bildungsprozesse anzulegen sind. Zudem bedeutet die Digitalisierung für alle Zielgruppen in der Gesellschaft und Bildungslandschaft etwas anderes. Im Folgenden wird diese im Zusammenhang mit der beruflichen Bildung mit einer Schwerpunktsetzung auf gewerblich-technische Berufe sowie als Gegenstand von Facharbeit und dafür benötigter Kompetenz betrachtet. Jedoch soll zuerst herausgearbeitet werden, dass bei der Digitalisierung eine mediendidaktische Verkürzung in der Bildungsdebatte vorherrscht, die für die berufliche Bildung deutlich zu erweitern ist.

1 <http://verlag.lernenundlehren.de/>

Die Kultusministerkonferenz (KMK) hat in ihrem Strategiepapier „Bildung für die digitale Welt“ im Jahr 2016 einen Bildungsauftrag für die berufliche Bildung definiert, der sich in sieben Anforderungen oder Bildungszielen ausdrückt:

- › Einsatz von digitalen Geräten und Arbeitstechniken
- › personale berufliche Handlungsfähigkeit
- › Selbstmanagement und Selbstorganisationsfähigkeit
- › internationales Denken und Handeln
- › projektorientierte Kooperationsformen
- › Datenschutz und Datensicherheit
- › kritischer Umgang mit digital vernetzten Medien und den Folgen der Digitalisierung für die Lebens- und Arbeitswelt (vgl. KMK 2016, 15 ff.).

Der bewusst gewählte, hohe Abstraktionsgrad dieser Ziele (vgl. ebd., 15) soll „Lehrkräften für den jeweiligen Bildungsgang bzw. Beruf Orientierung mit längerfristiger Relevanz“ (ebd.) geben, ohne Handlungsspielräume einzuschränken. Zugleich wird eine angemessene Berücksichtigung der Digitalisierung bei den Lernformen und bei der zukünftigen Ausgestaltung der Lehrpläne angemahnt. In den Rahmenlehrplänen der neu geordneten Berufe seit 2017 finden sich nun auch Aspekte der Digitalisierung wieder, insbesondere die explizite Berücksichtigung der „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“ (vgl. exemplarisch KMK 2018, 6) als Querschnittsqualifikation. Je nach Beruf werden auch im Zusammenhang mit der Digitalisierung neu entstehende Aufgabenbereiche berücksichtigt – wie etwa bei dem*der IT-Fachinformatiker*in in den seit 2020 neu geschaffenen Fachrichtungen „Daten- und Prozessanalyse“ und „Digitale Vernetzung“. Bei den industriellen Metall- und Elektroberufen, die im Jahr 2018 mit Zusatzqualifikationen teilnovelliert wurden (vgl. Grimm et al. 2018), sind die in der Ausbildungsordnung neu aufgenommenen optionalen Qualifikationen dagegen in den Rahmenlehrplänen unberücksichtigt geblieben. Für die Berufsschule leitet sich aus den neu eingeführten Zusatzqualifikationen kein modifizierter oder erweiterter Bildungsauftrag ab.

Auch für die Lehrkräftebildung wird die Debatte um die Digitalisierung weitestgehend auf den Umgang mit den digitalen Lehr- und Lernmedien verkürzt. Der Umgang mit und der Einsatz von Tablets im Unterricht, mit Lernplattformen sowie digitalisierten Lehrmedien und damit eine Orientierung an einer Mediendidaktik dominieren hier (vgl. z. B. auch Forschungsgruppe Digitaler Campus 2017). In einigen Bundesländern werden erweiterte Orientierungsrahmen für die Lehrkräftebildung definiert, die sich an den fünf grundlegenden Lehrkräfteaufgaben „Unterrichten, Erziehen, Beraten, Fördern und Schule entwickeln“ orientieren (vgl. NRW 2020). Dadurch wird die enge Perspektive der Medienbildung deutlich erweitert und auch die Notwendigkeit einer fachdidaktischen Reflexion (ebd., 13) findet immerhin eine Erwähnung, ohne dass fachdidaktische Präzisierungen erkennbar wären. Konkreter sind die Ergebnisse des Projektes „Vocational Education and Training in the Working World 4.0“ (VET 4.0), die ermittelte Kompetenzen aus den Veränderungen in der Arbeitswelt durch die Digitalisierung in den Mittelpunkt stellen (vgl. Müller & Nannen-Gethmann 2020). Für die fachdidaktische Perspektive ist letztendlich jedoch festzustellen, dass eine mediendidaktische Bestimmung von Bildungsinhalten kaum überwunden wird. Daher wird im Folgenden eine Präzisierung des Lerngegenstands Digitalisierung erarbeitet.

Der Lerngegenstand Digitalisierung

Digitalisierung ist aus definitorischer Sicht zunächst nichts mehr als die Umwandlung analoger Daten und Vorgänge in digitale Formate; d. h. in Formate, die von Computern verarbeitet werden können. Kennzeichnend in der heutigen Zeit ist allerdings nicht dieser Umstand, sondern die Beeinflussung unseres *Handelns* und im Speziellen die Beeinflussung der Arbeit und des Lernens. Im Versuch, diese neue Breite und Bedeutung definitorisch zu fassen, hat die Informatik folgende Arbeitsdefinition erarbeitet: „Wir sprechen von Digitalisierung, wenn analoge Leistungserbringung durch Leistungserbringung in einem digitalen, computerhandhabbaren Modell ganz oder teilweise ersetzt wird“ (Wolf & Strohschen 2018, 58).

In Anwendung dieses oder eines ähnlichen domänenunspezifischen Verständnisses auf die Bereiche Arbeit, Wirtschaft, Berufsbildung, Handwerk und Industrie bis zur Gesellschaft entstehen die Arbeitsdefinitionen, wie sie in den unzähligen Publikationen veröffentlicht sind. Z. B. wird für die Industrie 4.0 die Leistungserbringung in der Produktion durch cyber-physische Produktionssysteme (CPPS) in den Mittelpunkt gestellt: „Cyber-Physical Systems (CPS) sind gekennzeichnet durch eine Verknüpfung von realen (physischen) Objekten und Prozessen mit informationsverarbeitenden (virtuellen) Objekten und Prozessen über offene, teilweise globale und jederzeit miteinander verbundene Informationsnetze“ (VDI 2013, 2; vgl. Geisberger & Broy 2012). Dabei steht die Vision der „selbstregulierenden Produktion“ im Raum, die mit der Individualisierung von Produkten bis zur Losgröße 1, mit der Flexibilisierung und Dezentralisierung der Geschäfts- und Arbeitsprozesse verbunden wird.

Als Bildungsgegenstand in der beruflichen Bildung umfasst der Begriff Digitalisierung also mehrdeutig

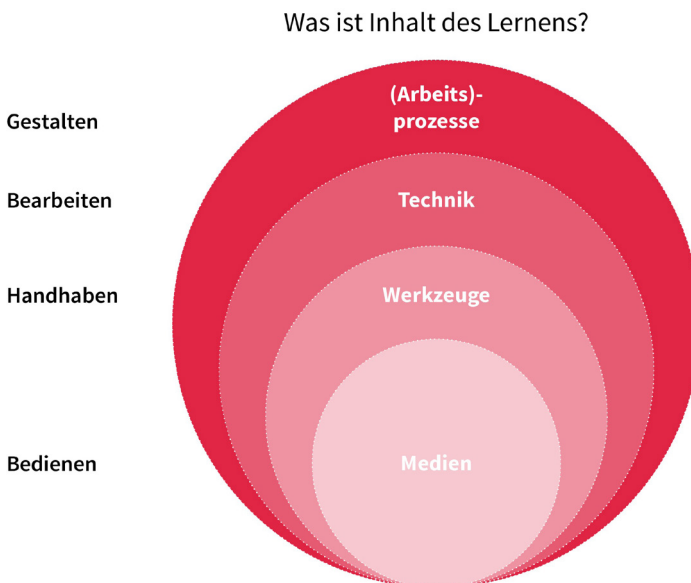
1. die Objekte, die Digitalisierung realisieren und die mit Hilfe der Digitalisierung zugänglich gemacht werden (vor allem Computer, Smartphones, Mikroelektronik);
2. die Produkte, die mit digitalisierten Objekten durchsetzt sind (Anlagen, Systeme, sogenannte Embedded Systems, aber auch ein mit RFID-Chips versehenes beliebiges Produkt);
3. die Medien, die mit Hilfe der Digitalisierung zugänglich gemacht und strukturiert werden (Dokumente, Medientechnik, Lernsoftware, Internet, Lernplattformen);
4. die Handlungen, die mit Hilfe von Digitalisierung von der realen, physischen Welt in virtuelle Welten überführt werden und umgekehrt (Programmieren, Simulieren, CAD, CNC etc., Prozessvisualisierung und -regelung, Augmented und Virtual Reality, Ferndiagnose, Automatisieren/ Robotik).

Uns begegnen als Berufsbildner*innen solche Bildungsgegenstände als Computerdidaktik, Medientdidaktik oder Didaktik der Informatik bzw. Informationstechnik. Entsprechend werden häufig Lernprozesse auf Computer, Medien, Informationstechnik, Programmieren/Informatik oder aber auf Handlungen ausgerichtet wie computergestütztes Konstruieren, Fertigen, Diagnostizieren etc.

Besonders interessant sind angesichts der heutigen Möglichkeiten jeweils die Übergänge zwischen Handlungen in physischen und virtuellen Welten mit einem Fokus auf diejenigen Handlungen, mit denen auf die reale Welt eingewirkt wird. In diesem Kontext rückt die Informatisierung und Automatisierung in den Mittelpunkt. Ein wesentliches Element des Lernens ist dabei die Automatisierung, also der Ersatz menschlichen Handelns durch maschinelles Handeln. Lag dabei in der Vergangenheit (CIM-Zeitalter) der Schwerpunkt beim Ersatz von Fertigkeiten durch „Maschinen“ (vgl. Baukrowitz et al. 2006), so ist das Neue der heutigen Digitalisierung der Ersatz kognitiv geprägter Handlungen durch Automatismen/künstliche Intelligenz; dies bezeichnen wir mit dem Begriff „smart“ (smart grids, smart factory etc.). Hinzu kommt die Ausweitung der Wirkungen durch die Vernetzung der Objekte, Produkte, Medien und Handlungen.

Didaktik der digitalisierten Arbeitsprozesse

Als neuer Kern einer Didaktik der Digitalisierung erweist sich die Realisierung und Gestaltung der (physischen wie virtuellen) Arbeitsprozesse durch die Menschen (mit Hilfe der Digitalisierung) und weniger die Digitalisierungsartefakte (Objekte, Produkte, Medien) selbst. Es ist daher eine arbeitsprozessorientierte Didaktik (vgl. Becker 2020) erforderlich, die eine Didaktik der Medien, Werkzeuge und Technik als Lerngegenstände überwindet und als Querschnittsfähigkeiten der Lernenden aufnimmt (vgl. Spöttl & Becker 2006; s. Abb. 1).



In Abbildung 1 ist auf der linken Seite eine Taxonomie, Graduierung oder auch Qualität des Handelns im Sinne von Domänen aufgeführt, die vom Aspekt des Bedienens bis hin zum Aspekt der Gestaltung reicht. Damit assoziiert sind innerhalb der Kreise die Gegenstände der digitalisierten beruflichen Bildung aufgeführt, also die digitalisierten

- › Medien,
- › Werkzeuge,
- › Technik-Systeme,
- › Arbeitsprozesse.

Die Anordnung der sich integrierenden Kreise soll deutlich machen, dass eine didaktische Analyse der Domänen Bedienen, Handhaben, Bearbeiten und Gestalten stets in einen Zusammenhang mit dem jeweiligen digitalisierten Lerngegenstand gebracht werden muss und dieser nicht isoliert zu analysieren ist. Das Bedienen von digitalisierten Medien steht hier als Platzhalter für eine Medien-didaktik, die selbstredend auch wesentlich erweiterte Bedeutungen aufweisen kann. Dennoch soll hiermit letztlich deutlich gemacht werden, dass eine solche in einen Zusammenhang mit weiteren Teilbereichen digitalisierten Lernens gebracht werden sollte. So wird die Mediendidaktik zu einem Teil und einer (evtl. notwendigen, aber nicht hinreichenden) Voraussetzung für die Handhabung von digitalisierten Werkzeugen, das Bearbeiten der digitalisierten Technik bzw. technischer Systeme bis hin zur Gestaltung der Arbeitsprozesse. Arbeitsprozesse umfassen andererseits stets (digitalisierte) Techniksysteme, Werkzeuge und Medien und können mit den Dimensionen einer arbeitsprozessorientierten Didaktik auf ihre Bildungsbedeutsamkeit für das Bildungsziel der beruflichen Handlungskompetenz untersucht und insbesondere mit Hilfe der berufs-didaktischen Analyse (vgl. Becker 2020, 373 ff.) für den Unterricht aufbereitet werden.

Zentrale Herausforderungen

Digitalisierung erweist sich bei genauerer Betrachtung in jedem Fall als ein Baustein in der konkreten Handlung, der nicht für sich allein steht, also stets Querschnittsinhalt ist. Zu lernender Inhalt ist somit – zumindest in Hinblick auf das Handeln im Beruf – nie das digitale Medium, das digitale Werkzeug oder die digitale Technik, sondern stets dasjenige, was dem Handeln seinen Sinn verleiht: Die konkrete Arbeitsaufgabe und der konkrete Arbeitsprozess mit seinen Anforderungen und weiteren Dimensionen. Insofern verwundert es auch kaum, dass die Erfahrungen beim Lehren und Lernen immer wieder herausstellen, dass es keine „digitalen Natives“ an sich gibt. Das noch so flinke Bedienen eines Smartphones sichert nicht ab, dass dieses als digitales Werkzeug für die Ferndiagnose an einer Heizungsanlage oder an einem Fahrzeug genutzt werden kann.

Als zentrale Herausforderungen für eine auf Arbeitsprozesse bezogene Didaktik stellen sich angesichts der oben skizzierten Zusammenhänge folgende Aspekte heraus, die berufs- und prozessbezogen für den Unterricht zu analysieren und aufzuarbeiten sind:

- › Arbeiten mit Abbildungen der Realität (Simulation, Virtualisierung und Abbilder statt physischer Objekte: AR, VR, Prozessvisualisierung);
- › Arbeiten mit und an smarten Anlagen und Werkzeugen mit künstlicher Intelligenz (Expertensysteme, Diagnosesysteme, Wissensmanagementsysteme, Smart Maintenance);
- › Arbeiten mit Abstraktion, globalen Daten, Transparenz, in flexiblen Strukturen, Vernetzung als immanente Bedingung der Durchführung aller Arbeits- und Geschäftsprozesse;
- › Automatisierung (neu: nun von geistigen Tätigkeiten); der Umgang damit;
- › Schnittstellen (technisch und organisatorisch), Mensch-Maschine und Mensch-Problemgebiet Interaktion;
- › hohe Innovations-Geschwindigkeit / Erneuerungszyklen.

Zusammenfassung: Abschließende Thesen zur Didaktik der Digitalisierung

Folgende Thesen können zusammenfassend hinsichtlich der Bedeutung der Digitalisierung für das Lernen formuliert werden:

1. Digitalisierung ist Querschnittsinhalt.
Medien sind konsequent einzusetzen, um sie als Werkzeug bzw. Technik und für Aufgaben/ Prozesse zu nutzen. Die beste Mediendidaktik ist diejenige, die das Erlernen des digitalen Mediums NICHT zum lernenden Objekt erklärt, sondern dieses für die Aufgabe und Gestaltung der Arbeitsprozesse nutzt.
2. Automatisierungsmechanismen sind verständlich zu machen.
Um ein Verständnis des Geschäfts- und Arbeitsprozesses sicher zu stellen, sind die Mechanismen und Funktionsweisen der Expertensysteme, Prozessregelung, EVA, Embedded Systems etc. im Lernprozess anhand der konkreten Wirkungen erfahrbar und der Reflexion zugänglich zu machen.
3. Zusammenarbeitskonzepte sind einzuführen und zu üben.
Vernetzung und Schnittstellen nicht als abstrakten oder technologisch definierten Artefakt behandeln, sondern anhand der kooperativen und vernetzten Arbeit an Anlagen und Systemen.
4. Bildungsnetzwerke sind zu nutzen.
Den Lernort überwinden und die personellen und ausstattungsbezogenen Möglichkeiten und Stärken verschiedener Lernorte nutzen.
5. Lernen im Prozess der Arbeit als Selbstverständlichkeit ansehen.
Vollständiges Handeln und das Erfassen, Aufarbeiten und Reflektieren von Handlungszusammenhängen ermöglichen, die über die momentane Arbeitsanforderung einzelner Aufgaben hinausgeht.
6. Vielfalt der digitalisierten Tools zum Lernen und zur Gestaltung und Bewertung von Aufgaben nutzen.
Aufgabe der Reduktion der komplexen Wirklichkeit auf realitätsferne Lernträger zum Zwecke des Lernens und Hinwendung zu einer didaktischen Aufarbeitung der Inhalte mit Hilfe der digitalisierten Tools.

Die letzte These scheint dabei besonders bedeutend zu sein. Die Digitalisierung ist nicht nur eine Herausforderung. Sie hilft dabei, die komplexen Arbeitszusammenhänge leichter zu verstehen und sie hilft teilweise auch dabei, Aufgaben einfacher zu machen. Verallgemeinert spricht das dafür, die Ideen der (vertikalen wie horizontalen) didaktischen Reduktion aufzugeben und stattdessen die Digitalisierung zur Etablierung einer didaktischen Aufbereitung der komplexen Wirklichkeit zu nutzen.

Literatur und Quellen

- Baukrowitz, Andrea; Berker, Thomas; Boes, Andreas; Pfeiffer, Sabine; Schmiede, Rudi; Will, Mascha (Hrsg.) (2006): *Informatisierung der Arbeit – Gesellschaft im Umbruch*. Berlin: edition sigma
- Becker, Matthias (2020): Didaktik und Methodik der schulischen Berufsbildung. In: Arnold, Rolf; Lipsmeier, Antonius; Rohs, Matthias (Hrsg.): *Handbuch Berufsbildung*. 3. Auflage. Wiesbaden: Springer, 367–385 DOI: 10.1007/978-3-658-19372-0_30-1
- Forschungsgruppe Digitaler Campus (2017): Kernkompetenzen von Lehrkräften für das Unterrichten in einer digitalisierten Welt. In: *Zeitschrift für Medienpädagogik*, Ausgabe 04/2017, o. S. Online: https://www.merz-zeitschrift.de/fileadmin/user_upload/merz/PDFs/merz_4-17_Kernkompetenzen_Von_Lehrkraeften.pdf (29.06.2021)
- Geisberger, Eva; Broy, Manfred (Hrsg.) (2012): *agendaCPS. Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems*. Acatech Studie. München: acatech
- Grimm, Axel; Herkner, Volkmar.; Jenewein, Klaus; Spöttl, Georg (Hrsg.) (2018): *Industrie 4.0 – Implikationen für die berufliche Bildung*. lernen & lehren, Heft 129
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2016). *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz*. Online: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2018/Strategie_Bildung_in_der_digitalen_Welt_idF_vom_07.12.2017.pdf (29.06.2021)
- KMK (Kultusministerkonferenz) (Hrsg.) (2018): *Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Industriemechaniker/Industriemechanikerin – Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 25.03.2004 i. d. F. vom 23.02.2018*. Berlin/Bonn: KMK
- Müller, Hartmut; Nannen-Gethmann, Folene (2020): *BeruflicheQualifizierung4.0 – Konzepte und Ziele für die gewerblichen Berufe*. In: Vollmer, Thomas; Karges, Torben; Richter, Tim; Schlömer, Britta; Schütt-Sayed, Sören (Hrsg.): *Digitalisierung mit Arbeit und Berufsbildung nachhaltig gestalten*. Bielefeld: wbv, 73–84

NRW (Medienberatung Nordrhein-Westfalen) (Hrsg.) (2020): Lehrkräfte in der digitalisierten Welt. Orientierungsrahmen für die Lehrerausbildung und Lehrerfortbildung in NRW. Düsseldorf. Online: https://www.medienberatung.schulministerium.nrw.de/_Medienberatung-NRW/Publikationen/Lehrkraefte_Digitalisierte_Welt_2020.pdf (29.06.2021)

Spöttl, Georg; Becker, Matthias (2006): Digitale Medien als arbeitsbezogene Lernkonzepte in der Berufsbildung. „Digitale Kultur“ als Herausforderung für die berufliche Bildung. In: Herzig, Bardo; Grafe, Silke (Hrsg.): Digitale Medien in der Schule. Standortbestimmung und Handlungsempfehlungen für die Zukunft. Bonn: Deutsche Telekom, 151–156

VDI (2013): Cyber-Physical Systems: Chancen und Nutzen aus Sicht der Automation. Düsseldorf: VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik

Wolf, Thomas; Strohschen, Jaqueline-Helena (2018): Digitalisierung: Definition und Reife. In: Informatik Spektrum, 41. Jg., 1/2018, 56–64. DOI: 10.1007/s00287-017-1084-8

BAUBERUFLICHES ARBEITEN UND LERNEN IM KONTEXT VON DIGITALISIERUNG UND INFORMATISIERUNG

Franz Ferdinand Mersch, Hannes Ranke

Bauberufliches Arbeiten und Lernen ist geprägt durch den digitalen Wandel, welcher sich u. a. daran zeigt, dass technische Innovationen zunehmend an Bedeutung gewinnen. Damit einher gehen Veränderungen im Arbeiten und Lernen, die sich aufgrund der Besonderheiten handwerklich geprägter Baufacharbeit anders darstellen als in der Industrie zu beobachten ist. Aus berufswissenschaftlicher und berufsdidaktischer Sicht fehlt im Bauwesen ein systematisches Herangehen an diese Entwicklungen weitgehend. Im Beitrag werden deshalb – ausgehend von den Spezifika handwerklicher Baufacharbeit – Überlegungen dazu vorgenommen, wie der digitale Wandel Baufacharbeit und bauberufliche Lernprozesse verändert. Im Mittelpunkt stehen die Auswirkungen auf stationäre, instationäre und virtuelle Lern- und Arbeitsumgebungen an den unterschiedlichen Lernorten beruflicher Bildung. Erkenntnisse daraus sind grundlegend für berufsdidaktische Aussagen über Qualifikations- und Bildungsanforderungen aus zukünftiger bauberuflicher Arbeit sowie für didaktische und methodische Entscheidungen im Vorfeld von Berufs(aus)bildung im Themegebiet.

Schlüsselbegriffe

- › Berufliches Lernen und Arbeiten
- › Bauberufliche Lern- und Arbeitsumgebung
- › Digitaler Wandel
- › Digitalisierung und Informatisierung
- › Bauhandwerkliche Arbeitsprozesse und -tätigkeiten
- › Berufliche Lernorte
- › Building Information Modelling (BIM)

Digitalisierung und Informatisierung bauberuflicher Arbeits- und Lernprozesse

Wie zahlreiche andere Bildungsbereiche steht auch die berufliche Aus- und Weiterbildung vor Herausforderungen, die sich durch die Digitalisierung und die Informatisierung beruflicher Ar-

beits- und Lernprozesse ergeben. Dieses gilt besonders für das Bauwesen, das mit Blick auf seine Spezifika erhöhten Entwicklungsbedarf hat. Derzeit ergibt sich ein Entwicklungsdruck zudem durch das pandemische Geschehen. So sehen sich unter anderem auch bauberufliche (Weiter-)Bildungsstätten und Kompetenzzentren mit der Herausforderung konfrontiert, binnen kürzester Zeit ein auf Anwesenheit basierendes Bildungsangebot durch geeignete Non-Präsenz-Formate zu erweitern oder gar zu ersetzen. Damit verbunden sind für viele Bildungseinrichtungen nicht nur organisatorische und infrastrukturelle Probleme. Auch Auszubildende bzw. Lehrkräfte sind oftmals mit neuen technischen, aber auch veränderten didaktischen und pädagogischen Aufgabenstellungen befasst. Unbestritten ergibt sich durch solche Umstellungen zudem ein Schub für onlinegestützte Formate an den Lernorten. Doch lassen sich längst nicht alle Bildungsangebote – und das gilt insbesondere auch im handwerklich orientierten Baubereich – „verlustfrei“ unter gegebenen Restriktionen transformieren. Ob und inwieweit die digitale Transformation eines Lernangebotes die Lernchancen und den Lernerfolg beeinflussen, scheint häufig im Voraus – mangels Erfahrungen – kaum beantwortet werden zu können. Unklar ist bisher auch, was von dieser Umstellung zukünftig bleiben wird. Weniger dramatisch gestalten sich Digitalisierungstendenzen im direkten baubetrieblichen Zusammenhang, auch weil die Pandemie hier – anders als im Bildungsbereich – nicht solche abrupten Umstellungen erforderlich machte.

Ausgehend von diesen Entwicklungen sollen im Folgenden bauberufliches Arbeiten und Lernen im Mittelpunkt stehen. Forschungsfragen gewinnen hier insbesondere zum Zusammenwirken spezifischer Ausprägungen von Bauarbeit und Herausforderungen infolge des digitalen Wandels an berufswissenschaftlichem Interesse. Im Fokus stehen dazu, neben bautechnischen Innovationen, insbesondere auch Merkmale bauspezifischer Lern- und Arbeitsumgebungen. Hiervon ausgehend sollen Überlegungen im weiteren Sinne hinsichtlich Qualifizierungs- und Bildungsansprüchen bauberuflicher Arbeit sowie möglichen Umsetzungsszenarien im beruflichen Lernen erfolgen.

Spezifika von Arbeitsprozessen und -tätigkeiten im gewerblichen Hochbau

Der Erfolg von Innovationen in bestehenden Systemen wird weitgehend durch deren inneren Beschaffenheiten mitbestimmt. Fragt man nach dem Einfluss digitaler Neuerungen auf bauberufliche Arbeitsprozesse und -tätigkeiten, so sind zunächst deren Merkmale und Besonderheiten in ihren prägenden Details und Zusammenhängen selbst anzuführen. Von Interesse ist dabei vor allem die Facharbeit in den kleinen und mittleren Unternehmen im Bauwesen, die handwerklich ausgerichtet sind und den mit Abstand größten Teil der Baubetriebe stellen.¹ Vorgehensweisen und

1 Die Europäische Kommission (2003/361/EG) unterscheidet KMU nach Beschäftigtengrößen- und Umsatzklassen (tätige Personen/Jahresumsatz) in Kleinstunternehmen (bis 9 Pers. und 2 Mio. EUR), kleine Unternehmen (bis 49 Pers. und 10 Mio. EUR) sowie mittlere Unternehmen (bis 249 Pers. und 50 Mio. EUR). Im Jahr 2019 wurden im Baugewerbe 376.331 KMU erfasst (vgl. Statistisches Bundesamt 2021a). Im selben Jahr ist ein Betriebsbestand im deutschen Handwerk von 263.068 Betrieben des Bau- und Ausbaugewerbes verzeichnet (vgl. ZDH 2021). Im Bauhauptgewerbe sind 88 Prozent der im Jahr 2020 erfassten Betriebe Kleinstbetriebe mit einer bis neun Personen (vgl. Statistisches Bundesamt 2021b).

Arbeitsinhalte in diesen Unternehmen sind von typischen Bedingungen geprägt wie

- › die relative Einmaligkeit von Arbeitsprodukten und -aufträgen,
- › wechselnde Bauorte und instationäre Arbeitsumgebungen,
- › eine kleinteilige Auftrags- und Betriebsstruktur mit flachen Hierarchien und
- › ein komplexes Miteinander zahlreicher Gewerke im Bauprozess.

Im Unterschied zur zentralen Arbeitsvorbereitung industrieller Fertigungsprozesse organisieren Baufachkräfte im Handwerk ihre Arbeit weitgehend selbst. Dazu gehören das eigenständige Planen von Arbeitsschritten und -abfolgen, der benötigten Materialien (Lagerort, Menge, Lieferzeitpunkt und Annahme), der Arbeitsmittel (Werkzeuge, Maschinen, Geräte, Anlagen), das Einrichten der Arbeitsumgebung sowie der Personaleinsatz (Organisieren der Arbeiten im Team und zwischen den Gewerken). Fehlplanungen bei der Material- oder Arbeitsmittelbereitstellung fallen bei weit entfernten Baustellen besonders ins Gewicht. Nach der Art des Bauauftrages und der jeweiligen Arbeitsumgebung (Neubau oder Altbau) unterscheidet sich die zu organisierende Arbeit mitunter erheblich. Die bauhandwerkliche Arbeitsorganisation erfolgt vielfach gedanklich bzw. mündlich. Ihre Bedeutung und der Zeitaufwand hierfür werden schnell unterschätzt. Missverständnisse und Verzögerungen im Bauprozess können die Folgen sein.

Unterschiedliche Planungsaufgaben führen in Abhängigkeit von Nutzungsart, Bauvolumen und Standortbedingungen in der Regel auch zu einmaligen Bauwerken. Auch Arbeitsprozesse sind diesen Produkten gemäß jeweils anzupassen und nur wenig standardisierbar. Bauaufträge für Teilleistungen werden durch die Gewerke üblicherweise ganzheitlich vorgenommen, d. h. eingebettet in Vor- und Nacharbeiten von Nachbar- oder Partnergewerken. Fachkräfte haben dabei nicht nur ihre eigenen Arbeitsaufgaben, sondern auch deren dingliche und zeitliche Verortung einschließlich ihrer Schnittstellen im ganzen Bauwerk selbst im Blick. Ihre Arbeit als Teil eines sichtbaren, übergeordneten Ganzen ist für sie in aller Regel auch konkret vor Ort wahrnehmbar und erfahrbar, was Lernchancen beinhaltet und im Sinne humaner Arbeitsgestaltung positiv zu bewerten ist. Zugleich können auch Anzahl und Umfang solcher Wahrnehmungen in einem komplexen Gefüge wie einem Bauwerk sehr hoch sein. (Wechsel-)Wirkungen eigener Arbeit mit der anderer Gewerke sind für Neulinge oder im Falle neuer Konstruktionen, Technologien oder Materialien auch für erfahrende Fachkräfte oftmals nicht leicht zu erfassen oder abzuschätzen.²

Das handwerkliche Erstellen von Baukonstruktionen und Bauwerken selbst findet größtenteils instationär an wechselnden Arbeitsorten statt, was eine entsprechende Mobilität der Fachkräfte voraussetzt. Der regelmäßige Wechsel der Bauorte führt auch zu jeweils wechselnden Arbeitsbeziehungen und Bezugspersonen in der Gewerkekooperation. Bauplanerisch ist dabei die Vielzahl kleinerer Bauvorhaben (z. B. ein Einfamilienhaus) selten bis in letzte Details durchdrungen, beispielsweise sind Bauteilanschlüsse, etwa von Außenwanddecke, Ortgang und Traufe oder von horizontaler und vertikaler Fensterleibung zu einem Öffnungsbauteil planerisch (z. B. dreidimen-

2 Allein etwa die Herstellung des Bauwerkanschlusses einer Terrassentür besteht aus einigen Dutzend Arbeitsschritten, die in gewerkespezifischen Teams von üblicherweise nicht mehr als je zwei Fachkräften eigenverantwortlich ausgeführt werden.

sional) nur selten vollständig erfasst. Bei privaten (Kleinst-)Aufträgen von Baugewerken, etwa in der Altbau-Instandsetzung (z. B. eine Badsanierung), wird häufig auf eine dezidierte Ausführungsplanung verzichtet. Ausführungsdetails werden vielmehr – und gerade bei kleineren Bauvorhaben – auch unmittelbar bauseits durch Bauausführende selbst entschieden.³ Durchaus können Fachkräfte im gewerblichen Hochbau auf gängige Ausführungsstandards zurückgreifen, beispielsweise bei Querschnitten von Flächenbauteilen wie Wand, Decke und Dach. Bereits Details wie die Anschlüsse dieser Bauteile (etwa im Bereich von Ortgang und Traufe) divergieren – auch abhängig von verwendeten Materialien oder regionalen Baubestimmungen sowie durch betriebsspezifische Fertigungsverfahren – mitunter erheblich und sind überdies mit Nachbargewerken abzustimmen.⁴ Im Unterschied zu industrienahen Fertigungsabläufen lassen sich in gewerblichen Bauprozessen die Folgen von Unwägbarkeiten kaum mindern. Dazu zählen u. a. Witterungsbedingungen, Lieferengpässe, Zeitverzögerungen oder mangelhafte Arbeitsergebnisse von Vorgewerken sowie Zahlungsverzug der Beauftragenden. Beim Bauen im Bestand, der heute den größeren Teil im gewerblichen Hochbau ausmacht⁵, können arbeitsverzögernde Unvorhersehbarkeiten beispielsweise bei der Altbauanierung hinzukommen, die erst beim Öffnen bestehender Bauteile zutage treten (durchnässte Gefachdämmungen, Pilzbefall im Maueranschluss von Altbaudecken, durchfeuchtete Fußbodenkonstruktionen unter Badezimmern u. a.). Prägend für bauhandwerkliche Arbeitsprozesse sind ferner – im Vergleich mit industrieller, stationärer Arbeitsverrichtung – höhere Unfallrisiken in instationären Arbeitsumgebungen. Besonders dem vorausschauenden Arbeitsschutz im Vorfeld bauhandwerklicher Fertigungsprozesse (Absturzsicherungen bei Treppen und Gerüsten, Lastsicherungen bei Fördervorgängen, individueller Arbeitsschutz wie Sicherheitsschuhe und Helm) kommt darum hohe Bedeutung zu.

Bauhandwerklich erstellte Arbeitsprodukte sind schließlich außerhalb von Zwischen- und Schlussabnahmen selbstständig zu kontrollieren. Auch deshalb, weil „viele Ausführungsdetails nach Abschluss der Arbeiten nicht mehr sichtbar sind, gehören Gewissenhaftigkeit und Verantwortungsbereitschaft zu den zentralen wertbezogenen Anforderungen an die Beschäftigten“ (Kuhlmeier & Uhe 2010, 379). Eigenkontrolle und -verantwortlichkeit haben darum im handwerklichen Baugeschehen einen hohen Stellenwert.

Insgesamt führen singuläre, jedoch zumeist ganzheitlich zu bearbeitende Bauaufträge zu heterogenen Arbeitsaufgaben im gewerblichen Hochbau. Diese sind – insbesondere bei steigender Komplexität – vorrangig im (gewerkeübergreifenden) Team auszuführen. Produkte und Verfahren fallen dagegen technisch weniger kompliziert aus – anspruchsvollere Bauteile (z. B. Fenster oder Haustüren) werden als Fertigteilfabrikate geliefert und bauseits montiert. Wiederholraten und -effekte sind in aller Regel gering, was – wiederum im Vergleich zur seriellen Produktion – auch Möglichkeiten der Prozessverbesserung betrifft (siehe Tabelle 1):

3 Dieses Vorgehen ist zuweilen an Bleistiftzeichnungen auf Innenwänden von Rohbauten ablesbar.

4 Eine mangelnde Standardisierung bei der Ausprägung von Bauteilanschlüssen wurde umfassend bereits für die Fertigteilverwendung im Holzbau nachgewiesen (vgl. Mersch 2008). Viele Erkenntnisse daraus lassen sich auf den „Anpassbau“ übertragen.

5 Im Jahre 2019 entfielen im gewerblichen Hochbau in Deutschland nur rund 40 Prozent des Bauvolumens auf Neubauten und rund 60 Prozent der Bauleistungen auf bestehende Gebäude (BBSR 2020, 32).

Tabelle 1: Tendenzen handwerklich und industriell geprägter (Bau-)Facharbeit aus der Sicht von Ausführenden – Gegenüberstellung (Quelle: Mersch 2016, 9, erweitert)

Merkmale	Tendenzen	handwerklich geprägte Baufacharbeit	industriell organisierte Facharbeit
Auftragsabwicklung – Ganzheitlichkeit		höher	geringer
Gesamtprodukt – Verantwortung		höher	geringer
Planungsentscheidungen „vor Ort“		höher	geringer
Arbeitsorganisation – Umfang		höher	geringer
Arbeitsorganisation – Selbststeuerung		höher	geringer
Ausführungsstandards – Divergenz		höher	geringer
Unwägbarkeiten im Arbeitsprozess		höher	geringer
Unfallrisiken		höher	geringer
Arbeitskontrolle – Eigenverantwortung		höher	geringer
Ausführungsbeteiligte – Heterogenität		höher	geringer
Wechsel der Kooperationsbeziehungen		höher	geringer
Kontakt zu Auftraggebern		höher	geringer
Aufgaben – Heterogenität		höher	geringer
Aufgaben – Komplexität		höher	geringer
Aufgaben – Kompliziertheit		geringer	höher
Aufgaben – Wiederholraten/-effekte		geringer	höher

Der Vergleich zentraler Merkmale handwerklich geprägter Baufacharbeit und Ausprägungen industriell organisierter Facharbeit macht Unterschiede deutlich. Nahe liegt der Gedanke, dass digitale Innovationen im Bauwesen auch eigene Formen und Wege (an)nehmen sowie zu spezifischen Anforderungen an das Lernen und Arbeiten bzw. zu entsprechenden Resultaten führen.

Merkmale digitalen Wandels in bauberuflichen Arbeits- und Lernumgebungen

Digitalisierung und Informatisierung⁶ spielen im Bauwesen eine zunehmend bedeutende Rolle und tragen auch hier zur Veränderung beruflicher Arbeits- und Lernumgebungen bei. Diese wiederum prägen Inhalte und Vorgehensweisen beim Arbeiten und Lernen. Wenn mittlerweile auch immer mehr Innovationen am Bau erkennbar sind, zeichnet sich bis heute kein einheitliches Bild ab.⁷ Hohe mediale Aufmerksamkeit erzeugen Technologien wie beispielsweise humanoide oder zoomorphe Roboter im Baustelleneinsatz, mit Datenbrillen arbeitende Bauhandwerker*innen oder additive Fertigungstechniken für Betonwände (3D-Druck). Publikationen vermitteln hierzu ein progressives Bild digitaler Entwicklung in der Baubranche und tragen womöglich dazu bei, deren gesellschaftlichen Stellenwert positiv zu beeinflussen. Quantifizieren und in ihren Folgen für die berufliche Baufacharbeit sicher beurteilen lassen sich solche Innovationen bislang leider noch nicht, sodass ihre zukünftige (berufsbildende) Bedeutung schlecht einzuschätzen ist.

Berufswissenschaftliche Untersuchungen versprechen dort Gewinn, wo digitale Innovationen Breitenwirkung entfalten und sich berufliche sowie berufsbildende Bedeutungen anbahnen. Von erhöhtem Interesse sind Veränderungen beruflicher Arbeitstätigkeiten und Arbeitsprozesse, bezogen auf ihre jeweils bauspezifischen Umgebungen. Darin wirkende Bedingungen prägen Arbeitsinhalte und bergen für Fachkräfte Chancen zur Mitgestaltung. Im Vorfeld berufswissenschaftlicher Angänge und auf der Suche nach Möglichkeiten, das komplexe Untersuchungsgebiet strukturiert zu erfassen, fällt der Blick notwendigerweise auch auf das Konzept beruflicher Lern- und Arbeitsumgebungen (Pahl 1997; Herkner 2015, 553f.). Darin wird davon ausgegangen, dass Lernen und Arbeiten – bzw. je nach Lernort auch Arbeiten und Lernen – von äußeren Bedingungen beeinflusst werden. Im berufsbildenden Kontext lassen sich auch Lernorte und Arbeitsorte als Umgebungen begründen. Zu betonen ist, dass solche Umgebungen (Abbildung 1) nicht einfach nur addiert, „sondern möglichst integrativ verschmelzen sollen, um einer unerwünschten Trennung von Lernen und Arbeiten und dem unverbundenen Nebeneinander der Lernorte entgegenzuwirken“ (Herkner 2015, 554).

6 Das Übersetzen analoger in digitale Daten wird als „Digitalisierung“ bezeichnet. Dies geschieht, um „Voraussetzungen für eine universelle Kompatibilität von Daten“ (Brinda et al. 2020, 158f.) zu schaffen. Im Bauwesen und anderen technischen Domänen ist damit zumeist die Verbreitung von IuK-Technologien gemeint (vgl. u. a. Goger, Piskernik & Urban 2018; Peter & Oppe 2017), wobei es sich um physische Geräte und Daten sowie den Umgang damit (z. B. im Rahmen von Automation, maschinellem Lernen oder künstlicher Intelligenz) handeln kann. Dieses Verständnis schließt digital vernetzte Systeme ein (u. a. „Internet of Things“, „Smart Home“, „Building Information Modeling“ – vgl. Mannino et al. 2021). Offensichtlich ist, dass ein „digitaler Wandel der Gesellschaft“ mit zunehmender Bedeutung von Informationen und ihrer Organisation einher geht. Daher wird von „Informatisierung“ häufig dann gesprochen, wenn „ein historischer Prozess der Rationalisierung geistiger Tätigkeit“ (ISF-München o. J.) gemeint ist.

7 Schon seit längerem ist bekannt, dass sich technische Innovationen nur uneinheitlich in der Bauwirtschaft durchsetzen und eine „digitale Kluft“ in Abhängigkeit von Auftragsvolumina, Unternehmensgrößen und Aufgabenbereichen festzustellen ist (vgl. Meyser 2010, 72).

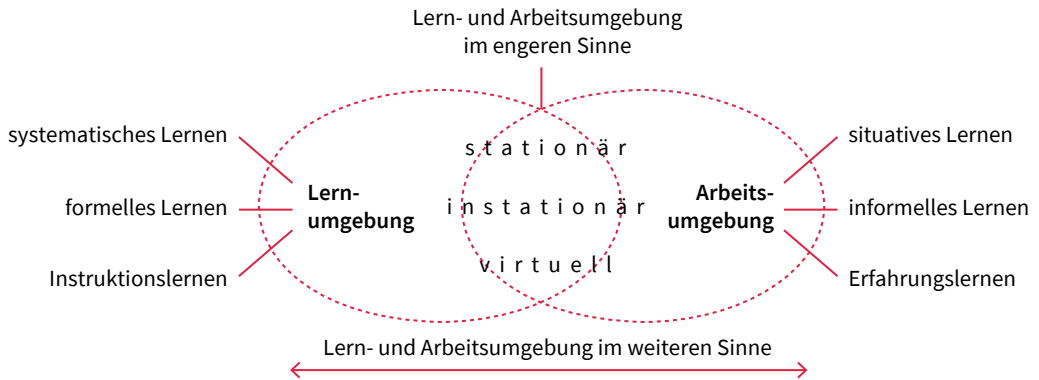


Abbildung 1: Lern- und Arbeitsumgebung im Bauwesen (Quelle: erweitert nach Herkner/ Pahl 1997, 4)

Hiervon ausgehend lassen sich der Umgang und die Auseinandersetzung mit digitalen Technologien auch im Zusammenhang ihrer Einsatzorte und -umgebungen – wie etwa Baustellen oder (über-) betrieblichen Lernorten – erfassen, in denen berufliches Arbeiten und Lernen in jeweils spezifischer Art und Weise stattfindet. Bezogen auf das Verhältnis digitaler Innovationen und typischer Merkmale handwerklicher Bauarbeit bietet es sich an, stationäre, instationäre und virtuelle berufliche Lern- und Arbeitsumgebungen im gewerblichen Hochbau voneinander zu unterscheiden. Als Arbeits- und Lernumgebungen⁸ decken sie einerseits die Komplexität von Arbeitsprozessen und -inhalten ab, lassen aber auch arbeits- und lernortspezifische Differenzierungen mit Blick auf Veränderungen zu, die sich durch digitale Neuerungen ergeben.

Stationäre Arbeits- und Lernumgebungen im gewerblichen Hochbau sind auf den ersten Blick eher selten. Sie finden sich bevorzugt dort, wo tätigkeits- oder produkt(ions)bedingt ortsgebundene Werkstätten vorgehalten werden, was vor allem die Vorfertigung von Bauteilen betrifft. Hier kann wetterunabhängig, verschnitt- und fehlerarm produziert werden, womit sich z. B. Arbeitsbedingungen, Produktqualität und Herstellkosten optimieren lassen. Stationäre Umgebungen finden sich traditionell etwa im vorfertigungsorientierten Holzbau (Vorfertigung von Flächenbauteilen wie Wände, Decken und Dächer)⁹, – beim Abbund von Tragwerken, der Fertigung von Öffnungsbauteilen (Fenster und Türen) oder im Treppenbau. Vergleichbare Entwicklungen sind auch im Massivbau bekannt. So kommen bei der Betonfertigteilerstellung automatisierte Systeme wie Schalungsroboter zur Vorfertigung von Trägern, Wand- und Deckenplatten zum Einsatz (vgl. Helm 2014, 18f.). Auch haben sich vollautomatisierte, stationäre Roboter etabliert, die Ziegelemente als Mauerwerksverbände vorfertigen (vgl. Talenta 2018). Vorteile werkseitiger Präfabrikation sind sowohl im Massivbau als auch im Leicht- bzw. Holzbau seit langem bekannt und werden beständig

⁸ In der Differenzierung von „Lern- und Arbeitsumgebung“ sowie „Arbeits- und Lernumgebung“ kommt eine anteils- und ausrichtungsbezogene Priorisierung von „Arbeiten“ bzw. „Lernen“ zum Ausdruck.

⁹ Bekannt sind eine handwerksnahe Vorfertigung im Holzrahmenbau, teilautomatisierte Fertigungsanlagen im Holz-Fertighausbau oder auch CNC-gesteuerte Anlagen zur Herstellung von Flächenbauteilen aus Brettschicht- oder Brettsperholz.

ausgebaut, wobei „C-Technologien“ (CAD/CAM/CNC)¹⁰ eine zunehmend bedeutendere Rolle einnehmen. Eine digital unterstützte, gesteuerte und (teil-)automatisierte Planung und Fertigung kann sich über die gesamten Konstruktions- und Produktionsprozesse vorfertigungsorientierter Bauteile erstrecken. Entsprechende Arbeits- und Fertigungsprozesse finden dabei teilweise auf einer Technisierungsstufe „automatisierter Maschinenarbeit“ (Ropohl 2009, 144) in Umgebungen statt, die sich von industrienahen Produktionsstandorten – wie beispielsweise in der Metalltechnik – nur wenig unterscheiden. Der hohe Standardisierungsgrad von Baustoffen, Produkten und Bausystemen begünstigt dabei ihre universellere Anwendung und sichert insbesondere bei automatisierter, stationärer Vorfertigung, dass auch Leistungen unterschiedlicher Gewerke kompatibel sind.

Instationäre Arbeits- und Lernumgebungen stellen, insbesondere in der Form der traditionellen Baustelle, die Regel in einer handwerklich geprägten Bauproduktion dar. Auf Baustellen findet der herkömmliche *Anpassbau* statt, d. h. das bauseitige Herstellen oder Instandsetzen von Bauwerken an jeweils wechselnden Bauorten. Instationäre Bauarbeit steht mit prägenden Faktoren wie geringer Vorfertigung, Gewerkevielfalt sowie unsicheren Wetterverhältnissen und der Unmöglichkeit, Bauwerke auf Vorrat zu produzieren, einem seriellen und automatisierten Produzieren entgegen.¹¹ Instationäre Baustellenumgebungen können sich stark danach unterscheiden, ob Neu- oder Bestandsbauvorhaben durchgeführt werden. Beim Bauen im Bestand – mit einem höheren Bauvolumen als im Neubau – prägen vorhandene und teilweise historische Bauwerke spezifische Arbeitsinhalte und -aufgaben sowie entsprechende berufliche Arbeits- und Lernumgebungen. Besondere Herausforderungen ergeben sich bei der technischen Instandsetzung vorhandener Bausubstanz und an den Schnittstellen von „alt“ und „neu“.¹² Im Bereich traditioneller Baustellen finden sich digitale Innovationen breit wahrnehmbar bereits seit einigen Jahren auf der Ebene personengebundener Hard- und Softwaretools. Hierbei kommen vor allem spezielle Handgeräte mit Sensortechnik (z. B. terrestrisches und mobiles Laserscanning, Geräte zur Messung bauphysikalischer Materialzustände oder Umgebungsbedingungen, handgeführte CNC-Fräsen usw.) in Kombination mit mobilen Endgeräten zur Datenverarbeitung (Smartphone, Notebook, Tablet) und entsprechender Branchensoftware zum Einsatz.¹³ So können Daten gewonnen (z. B. durch ein digital gestütztes Aufmaß) und am mobilen Endgerät in entsprechender Software aufbereitet, verwaltet und dokumentiert werden (Raumbuch, Angebotserstellung, Arbeitszeiterfassung, Bautagebuch oder andere). Beim Verknüp-

10 In einer CAD/CAM/CNC-Prozesskette sind Prozessphasen wie Entwurf, Konstruktion, Programmierung, Simulation und Fertigungssteuerung an Werkzeugmaschinen nahtlos aufeinander abgestimmt.

11 Automation und Serienfertigung lohnt in instationäre Umgebungen der Bauindustrie, sodass „Baustellenfabriken“ – etwa in Form „kletternder Systeme“ – zur Konstruktion sowie auch zur Dekonstruktion von Hochhäusern (vgl. Linner 2013, 391) eingesetzt werden. Insbesondere sind Großbaustellen im Hoch- und Industriebau, im Erdbau, Straßen- und Gleisbau stark von IuK-Technologien geprägt.

12 Im Falle nicht vollkommen durchdrungener Bestandsbausubstanz können durch mangelnde Planungsklarheit Ausführungsunsicherheiten entstehen. Im Unterschied dazu sind Neubauten und ihre Baustellenumgebungen deutlich detaillierter und ausführungssicherer planbar. Die Komplexität entsprechender Bauaufgaben sowie die Anzahl dabei beteiligter Gewerke sind oft hoch. Beide sinken bei steigendem Einsatz von (Halb-)Fertigteilen auf Montagebaustellen (z. B. im Hausfertigungsbau).

13 Mit dieser Entwicklung verbunden ist die Frage, ob sich Fachkräfte im Bauwesen zukünftig eher „zum Generalisten oder zum Spezialisten oder zu einer Kombination aus beidem“ (Windelbrand 2019, 11) wandeln werden. Für die CNC-Technik und weiterführende digitale Innovationen lässt sich mit der Verbreitung instationärer, computergesteuerter Handgeräte eine Entwicklung weg vom Spezialisten hin zum Generalisten erkennen, mutmaßlich auch, um die Anschlussfähigkeit digitaler Innovationen an handwerkliche Baufacharbeit zu sichern.

fen von Informationen aus verschiedenen Sensoren oder Geräten sind die Schnittstellen und Übergaben zwischen digitalen Systemen von besonderer Bedeutung (und häufig ein Nadelöhr). Baubezogene Daten sollten möglichst systemübergreifend und ohne aufwändiges Aufbereiten oder Anpassen kompatibel verwendbar sein. Teilweise nicht durchgehend ausgereifte Standards und ein kompliziertes Handling der Datenübergabe scheinen besonders im Bauhandwerk ein Grund für die Ablehnung komplexer digitaler Planungs- und Fertigungswerkzeuge bzw. das Verknüpfen digitaler Subsysteme zu sein. Demgegenüber gelingt eine erfolgreiche Verbreitung digitaler Innovationen augenscheinlich eher mit einem niederschweligen Einstieg in entsprechende Technologien, deren Handhabung (und auch Anschaffungskosten) überschaubar sind. Gefragt sind Anwendungen und Geräte, die in der Baustellenpraxis unmittelbar und unkompliziert integrierbar sind. Will man sich dem digitalen Wandel in Bauberufen aus berufswissenschaftlichem Erkenntnisinteressen nähern, werden entsprechende Überlegungen auch hier ansetzen müssen.

Virtuelle Arbeits- und Lernumgebungen stellen eher ein Novum im arbeitsorganisatorischen wie auch lerntheoretischen Zusammenhang dar. Im Zentrum von Arbeitstätigkeiten und Lernprozessen steht ein virtueller Raum, in dem Personen mit virtuellen Objekten oder anderen Subjekten interagieren. Beispielhaft sei auf bekannte Ansätze wie das „Building Information Modeling“ (BIM) oder Anwendungen zum beruflichen Arbeiten und Lernen verwiesen, die eine erweiterte Realität (Extended Reality) eröffnen. Mit „BIM“ hält eine Methode im Bauwesen Einzug, die allen am Bauvorhaben Beteiligten eine kollaborative Arbeits- und Lernumgebung eröffnet – mit einem virtuellen Bauwerksmodell¹⁴ als „digitalem Zwilling“ des Bauprojekts. Unter Einsatz von Cloud-Computing ist BIM darauf angelegt, eine Breitenwirkung zunächst in der digitalen Planungs- und Bauorganisation zu entfalten. Es erreicht als dreidimensionales Konstruieren von Bauteilen und Bauwerken auch bereits die Arbeitsumgebungen und Arbeitsinhalte in den Berufsbildern Bautechniker*in und Bauzeichner*in (vgl. Lindemann & Syben 2019). Die Virtualisierung handwerklicher Baufertigung und ihrer Arbeits- und Lernumgebungen gelingt dagegen scheinbar nur schleppend. VR- und AR-Applikationen stellen bisher die Ausnahme bauberuflicher Arbeits- und Lernumgebungen dar.¹⁵ Nicht zu unterschätzen sind allerdings die bereits im Baustelleneinsatz befindlichen unzähligen kleineren digitalen Entwicklungen – digitales Aufmaß mit mobilen Endgeräten, digitale, GPS-gestützte Erfassung sowie automatisierte CAD-Dokumentation verlegter Rohrleitungen, RFID¹⁶-Autoidentifikation von Werkzeugen, Materialien und anderen Objekten – die in virtuelle Arbeits- und Lernumgebungen eingebunden werden können, wenn funktionierende und handhabbare Übertragungsstandards verfügbar sind. Für diese und viele weitere Entwicklungen lässt der Ausbau des 5G-Mobilfunkstandards Veränderungspotenzial auch für die Bauausführung erwarten (insbesonde-

14 Virtuelle Bauwerksmodelle entstehen in kollaborativen Planungsprozessen, in die auch Ausführende bereits einbezogen werden. Digitale Zwillinge begleiten reale Gebäude idealerweise über ihren gesamten Lebenszyklus. Herausforderungen liegen darin, virtuelle Modelle über Jahrzehnte aktuell zu halten bzw. auch für Bestandsbauwerke nachträglich zu entwickeln (vgl. Wollenberg 2018).

15 Unter anderem weil die Entwicklung virtueller Modelle und Erweiterungen technisch sehr aufwändig ist, gibt es bisher im Bauwesen nur wenige Beispiele, die dann oftmals auch mit Blick auf berufliches Lernen entwickelt wurden (so z. B. „Das virtuelle Digitalgebäude – David“ oder die App „ABT AR Katalog“).

16 Radio Frequency Identification

re bezüglich des Internet of Things).¹⁷ Solche Entwicklungen lassen erahnen, dass virtuelle Arbeits- und Lernumgebungen im Zusammenhang von Bauplanung, -ausführung und -bewirtschaftung nicht in ferner Zukunft liegen.

Insgesamt zeigt die nähere Betrachtung verschiedener Lern- und Arbeitsumgebungen im Bauwesen, dass Digitalisierungs- und Informatisierungstendenzen Veränderungen der Baufacharbeit ermöglichen und erfordern. Digitale Technologien bedienen noch vorrangig Informations-, Kommunikations- und Kollaborationsbedarfe, weisen zugleich aber auch darüber hinaus. Ihre Vielzahl und Heterogenität entsprechen der hohen Verschiedenartigkeit der Berufe, der Aufgabenstellungen und Verfahrensweisen vor allem im gewerblichen Hochbau bzw. in den bauhandwerklich ausgerichteten KMU. Damit erhöht sich zugleich aber auch die Vielschichtigkeit bauberuflicher Facharbeit – einschließlich damit verbundener Qualifizierungs- und Bildungsanforderungen. Will man den Mehrwert digitaler Technologien (Vernetzung, Transparenz, Transfer) und daraus entstehende Wettbewerbsvorteile (Bauqualität, Bauökonomie, Nachhaltigkeit) nutzen, geht es deshalb zwingend auch darum, Lösungen zu finden, die hohe Komplexität und Heterogenität handwerklich geprägter Bauarbeit zu verringern. Das könnte günstigenfalls wiederum mit Hilfe digital gestützter Verfahrensweisen gelingen.

Überlegungen zum bauberuflichen Arbeiten und Lernen im Kontext von Digitalisierung und Informatisierung

In der berufs- und wirtschaftspädagogisch geprägten Diskussion zum „arbeitsbezogenen Lernen“¹⁸ (Dehnbostel 2007, 45) befasst man sich bereits etwa seit Mitte der 1990er Jahre mit Fragen danach, wie Wissen beschaffen ist, das in und mit der Arbeit erworben wird, welche Formen des Lernens sich dabei unterscheiden lassen und welche Bedingungen und Umgebungen das Lernen in beruflichen Arbeitsprozessen beeinflussen und ggf. begünstigen. Bestimmt ist die Debatte teilweise auch heute noch durch Ansätze der Gestaltung betrieblichen Lernens, wie sie insbesondere in industrienahen Arbeitsformen größerer Betriebe zu finden sind. Dort wurden bereits in den 1980er Jahren mit der Einführung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien Arbeits- und

17 Das betrifft überdies auch ortsungebundene und datenintensive Operationen wie etwa die Vernetzung bauplanungs- und bauablaubrelevanter Betriebsmittel und Informationen, was z. B. situativ angepasste (etwa nach Wetterdaten oder Lieferbedingungen) und aufeinander abgestimmte Prozesse auf Baustellen ermöglicht. Zum automatischen Erkennen von Gefahrenquellen auf Baustellen kann ein Lern-Algorithmus etwa mit Baustellenfotos und Unfallaufzeichnungen trainiert werden, um Baustellen zu überwachen und risikoreiche Situationen zu melden (vgl. Knight & Woyke 2019). Dieses „maschinelle Sehen“ durch Bildanalyse könnte dokumentierende oder kontrollierende Tätigkeiten auf Baustellen zukünftig erleichtern. Eine baustellenübergreifende Vernetzung von Baumaschinen birgt im Zusammenhang mit zunehmender Verbreitung des autonomen Fahrens große Rationalisierungspotenziale und eine neue Qualität virtuelle Arbeits- und Lernumgebungen.

18 Peter Dehnbostel (2020, 489f.) untergliedert arbeitsbezogenes Lernen in arbeitsgebundenes Lernen (z. B. auf Baustellen – „Learning on the Job“), arbeitsverbundenes Lernen (z. B. in Lehrwerkstätten von Großunternehmen) und „arbeitsorientiertes Lernen“ (etwa an zentralen Lernorten wie Kompetenzzentren oder berufsbildenden Schulen). In der Arbeitspsychologie wird vereinfacht in „Lernen in der Arbeit“ (z. B. in teilautonomen Arbeitsgruppen) und „arbeitsplatzbezogenes Lernen“ (Meister-Lehrlings-Verhältnis) unterschieden (vgl. Sonntag 1998). Die Übergänge zwischen diesen Lernformen sind fließend.

Organisationskonzepte restrukturiert (vgl. Dehnbostel 2020, 488). Eine auf industriell-taylorisierte Arbeitsprozesse „zutreffende Annahme abnehmender Lernpotenziale und Lernchancen kehrte sich für die computergestützte Facharbeit um. Insbesondere Groß- und Mittelbetriebe forderten deshalb ein verstärktes, dezentrales Lernen am Arbeitsplatz“ (ebd.). Zur digitalen Erweiterung entsprechender Lernarbeitsplätze wurden Großkonzepte wie die Lerninsel um digitale Lerninfrastrukturen bereichert – etwa durch auf Servern hinterlegte, vorstrukturierte Informationen in Form von Produkt- oder Sicherheitsdatenblättern sowie technischen Normen und Richtlinien.

Vorgehensweisen solcher Art sind teilweise auf stationäre – und auch auf virtuelle – Arbeits- und Lernumgebungen im Bau transferierbar (z. B. in der Vorfertigung von Bauteilen). Hier sind verlässliche Bedingungen vorhanden, die für systematische Lernformen erforderlich sind. Kaum lassen sich jedoch großkonzeptionelle, digital gestützte Lerninfrastrukturen auf die instationären Baustellen des gewerblichen Hochbaus übertragen. Dem stehen wechselnde Arbeitsumgebungen und -bedingungen auf Baustellen, die Heterogenität veränderlicher Arbeitsaufgaben sowie Unwägbarkeiten im Bauablauf (Witterung, Mängel verursacht von Vorgewerken, Lieferengpässe usw.) entgegen. Gleichwohl bieten die Ausbildung und Facharbeit auf Baustellen zahlreiche grundständige Lernoptionen, die kaum informatisierbar sind. Gefragt ist und gefördert wird am Bau ein selbstbestimmtes Mitgestalten jeweiliger Arbeitsprozesse und -umgebungen. Die Arbeits- und Lerninhalte sind dabei fallbezogen und sehr konkret. Fertigkeiten werden direkt am realen Bauobjekt erworben und die Bauwerksentstehung ganzheitlich wahrgenommen. Man erfährt, auf welches Arbeitsergebnis eigene Anstrengungen zielen bzw. wie sich diese zum Gesamtergebnis *Bauwerk* fügen.¹⁹ Dieses aktive Auseinandersetzen mit der Arbeit sowie eine ganzheitliche Aufgabenbearbeitung sind durch bewährte Ausbildungs-Konstellationen wie etwa die 4-Stufen-Methode im Arbeitsprozess sichergestellt.

Solch traditionelle Formen des Arbeitens und Lernens auf Baustellen sind durch Digitalisierung und Informatisierung bisher nicht umfassend durchdrungen worden. Ein Sonderfall scheint der Einsatz von Messengern auf digitalen Endgeräten – vor allem Smartphones – zumindest auf der Kommunikationsebene der Baubeteiligten darzustellen. Völlig selbstverständlich nutzen Fachkräfte und Auszubildende auf Baustellen heute Messenger-Dienste zum fachlichen Informationsaustausch auch gewerkeübergreifend mit anderen Mitarbeitenden, Bauherren oder zuliefernden bzw. vorgesetzten Personen. Sie tauschen Details, Fragen oder Absprachen etwa zum Bauablauf aus, verknüpfen sie ggf. mit entsprechenden Dokumenten wie Fotos von Ausführungszeichnungen oder Konstruktionsdetails und übermitteln diese an jeweilige Zielpersonen bzw. Personenkreise in Gruppenchats. Fragen des Datenschutzes und der Datensicherheit treten bei der Auswahl und Anwendung von Messengern zumeist in den Hintergrund. Wichtiger erscheinen gute Bedienbarkeit, hoher Verbreitungsgrad und kostenfreie Nutzung. Mithin hat der Einsatz dieser digitalen und mobilen Anwendungen die Dichte und die Komplexität der Kommunikation am Bau deutlich erhöht – vermutlich auch zugunsten einer besseren Ablaufkoordination und Kooperation der Ausführenden sowie einer erhöhten Transparenz im Baubetrieb von KMU. Ob der Einsatz von Messengern als Werkzeug und

19 Diese Realitätsnähe beruflichen Lernens hat aber auch ihre Kehrseite, denn der Ernstcharakter der Aufträge begründet „die Gefahr, dass die immanenten ökonomischen und zeitlichen Zwänge die Ausschöpfung der Lernpotenziale beeinträchtigen“ (Euler 2015, 8).

Medium per se auch berufliches Lernen auf Baustellen direkt oder indirekt unterstützt, ist kritisch zu hinterfragen.²⁰

Der Einsatz komplexer, digital gestützter Systeme, Arbeitsmittel und Anlagentechnik (wie in stationären Umgebungen etwa die C-Technologien im Holzbau) wird hingegen in traditionellen Baustellenumgebungen aus Zeit- und Kostengründen eher gescheut. KMU bevorzugen hier vielmehr den Einsatz digitaler und leicht handhabbarer (Klein-)Werkzeuge (z. B. zum Messen und Prüfen), die niederschwellig und unmittelbar in Arbeitsprozesse integrierbar sind. Diese digitalen Tools sind selbsterklärend und fehlerrobust aufgebaut, sodass ihre Handhabung eigeninitiativ und direkt im Arbeitsprozess erlernt werden kann.²¹ Zwar scheint es damit häufig beim „Instant“-Erwerb punktueller und rein auf den Nutzen digitaler Technologien ausgerichteter, (Teil-)Qualifikationen zu bleiben. Die Innovationszyklen dieser Werkzeuge sind zum Teil jedoch sehr kurz, sodass sich Auszubildende und Fachkräfte fortwährend in neue Digitaltechnik am Bau einarbeiten müssen. Zum Aufbau umfassender bauberuflicher Kompetenzen bzw. eines darüber hinaus reichenden (digitalen) Expertenwissens führt das Arbeiten mit vielen dieser Tools dennoch nicht selbstredend. Erworbene Qualifikationen bleiben häufig „digitale Puzzleteile“ mit wenigen bzw. nicht genutzten Verknüpfungsoptionen.

Angesichts solcher Gegebenheiten bzw. Defizite versprechen wirkmächtige, digitale Planungs- und Organisationswerkzeuge offenbar umfangreichere und systematischere Handlungs- und Lernoptionen – allen voran das Building Information Modelling (BIM). Solche virtuellen Arbeitsumgebungen sind keine Zukunftsvisionen mehr.²² Über das Gebiet der Bauplanung hinaus diffundieren damit verbundene Einsichten und Anwendungen langsam, aber stetig auch in die bauberufliche Arbeits- und Ausbildungspraxis. Insbesondere in Berufsbildern wie Bauzeichner*in, Zimmerer*in, Betonfertigteilebauer*in oder Tischler*in entwickeln sich virtuelle Arbeitsumgebungen immer mehr zu einem Bestandteil beruflichen Arbeitens und Lernens. Dies geschieht auch deshalb, weil die hier traditionell ortsgebundenen Arbeits- und Lernumgebungen den Einsatz digitaler (Konstruktions- und Fertigungs-)Technologien begünstigen – woraus auch neue bzw. veränderte Qualifikationsprofile erwachsen. In vielen weiteren Bau- und Baunebengewerken stehen solche Schritte, die über die Verwendung digitaler Kleingeräte hinausgehen, noch am Anfang. Zwar ist man sich in bauhandwerklichen KMU durchaus der zukünftigen Bedeutung datenverarbeitender Verfahren wie BIM bewusst (vgl. Syben 2018, 51). Allerdings hält man sich einerseits mit Blick auf die Schnelllebigkeit

20 Kritisch anzumerken ist ferner, dass die Verbreitung digitaler Messengerdienste und Kommunikationsmittel zur Entgrenzung von Arbeit und Freizeit beitragen können, wenn privat und beruflich genutzte Kommunikationskanäle vermischt werden. Schon hier können Rationalisierungsstrategien eine Rolle spielen – womöglich auch mit „Risiken für Beschäftigung und Arbeitsbedingungen“ (Spöttl & Schlömer 2019, 126), weswegen Ablehnung teilweise nachvollziehbar erscheint. Andererseits erlaubt Digitalisierung aber auch „eine Humanisierung der Arbeit, die Dequalifizierung verhindert und anspruchsvoller und lernförderlicher Arbeit dienlich sein kann“ (ebd.). Lernpotenziale in der Baufacharbeit könnten – womöglich auch auf der Kommunikationsebene – so günstigenfalls besser genutzt werden als bisher.

21 Hersteller digital unterstützter Werkzeuge und Geräte haben deren Vorteile und Beliebtheit im Baustellenalltag erkannt und bieten zunehmend mehr Produkte an. Sie folgen dem Trend weg von Spezialisten digitaler Baufertigung hin zu Baustellengeneralisten, die digitale Tools dort einsetzen, wo sie sie situativ benötigen.

22 Das vollständig dreidimensionale, virtuelle Konstruieren am „digitalen Zwilling“ bzw. seinen Vorläufern (z. B. ArchiCAD von Graphisoft) wird an Hochschulen teilweise schon seit spätestens Mitte der 1990er Jahre unterrichtet. Heute werden dennoch längst nicht in allen Planungsbüros diese Systeme genutzt.

digitaler Entwicklungen sowie noch nicht gelöster Probleme (Schnittstellenthematik, Standardisierung, Handhabbarkeit, Zusatzqualifizierung) und andererseits angesichts bauspezifischer Unwägbarkeiten von Planung und Ausführung (Heterogenität der Bauaufgaben, Unvorhersehbarkeiten instationärer Ausführung, Baunachfrage) mit dem Einsatz solch komplexer, digitaler Systeme zurück (vgl. Pfeiffer et al. 2020).

Die mangelnde Vorhersehbarkeit digitaler Entwicklungen im Bereich der Baustellenfertigung ist wohl auch eine Ursache für die abwartende Haltung in der bauberuflichen Aus- und Weiterbildung und an berufsbildenden Schulen. Erkenntnisse aus der berufs(bildungs)wissenschaftlichen Forschung scheinen bisher nur verstreut und in ihrem Aussagegehalt zu allgemein vorzuliegen, um konkrete und womöglich weitreichende Entscheidungen treffen zu können – etwa zur Gestaltung von Lern- und Arbeitsumgebungen bzw. der Gestaltung digitaler Bauwerkmodelle, zur Curriculumentwicklung oder zur Lehrkräftequalifizierung. Dennoch: Anspruch einer innovativen Aus- und Weiterbildung im Bauwesen ist es auch, ein ausschließliches Beschränken auf Maßnahmen von Anpassungsqualifizierung, d. h. ein bloßes Abwarten und Reagieren auf das, was „demnächst wohl in der Praxis gebraucht wird“ zu vermeiden. Stattdessen wird in zukunftsorientierten Einrichtungen die Chance wahrgenommen, digitale Innovationen am Bau aktiv mitzugestalten – um so auch inhaltliche Unbestimmtheit gezielt zu verringern.²³ Nicht nur am Lernort Schule werden dabei explizit auch *Bildungsansprüche* verfolgt, die sich auf die Menschen in ihrem Verhältnis zur digitalen Bautechnik in informatisierten Bildungsprozessen richten.

Zweifellos ist in den kommenden Jahren von weiter deutlich steigenden Anteilen innovativer digitaler Technik in der Bauorganisation und -ausführung auszugehen. Naturgemäß werden bauhandwerkliche KMU dabei hauptsächlich an deren technologischen und wirtschaftlichen Nutzen im unmittelbaren Kontext der Bauausführung interessiert sein. Die individuelle Seite dieser Entwicklungen und insbesondere ein Vermitteln ganzheitlicher digitaler Kompetenzen können erfahrungsgemäß im Rahmen betrieblicher Ausbildung nicht abgedeckt werden. Hier ist die institutionalisierte Seite bauberuflicher Aus- und Weiterbildung gefordert, den Erwerb zukunftsgerichteter Grundlagen digitaler Fähigkeiten anzubahnen und zu ermöglichen. In überbetrieblichen Ausbildungsstätten und berufsbildenden Schulen sind dazu Lern- und Arbeitsumgebungen gefragt, die sowohl zukunftsfähig sind als auch ein selbstgesteuertes, digitales Lernen in arbeitsorientierten Zusammenhängen bzw. Umgebungen realisieren – frei von den wenig planbaren Bedingungen und wirtschaftlichen Zwängen realer Baustellenpraxis.²⁴ Hierzu bieten sich digital gestützte Verfahrensweisen an, die in der bauberuflichen Planungs- und Ausführungspraxis zunehmende Verbreitung finden – insbesondere auch virtuelle Bauwerkmodelle bzw. *digitale Zwillinge* als Lern- und Ar-

23 Hierfür stehen beispielhaft die Zentren des Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V., die das Wissen und Können für den digitalen Wandel in ihren jeweils baubezogenen Berufsbereichen weiterentwickeln und über die bauberufliche Aus- und Weiterbildung in die Baupraxis transferieren (vgl. Mersch & Rendtel 2021).

24 Insbesondere ist – wie die Enquete-Kommission Berufliches Bildung in der digitalen Arbeitswelt des Deutschen Bundestags (Deutscher Bundestag 2021, 161) feststellt – „die Digitalisierung von überbetrieblichen Ausbildungsstätten des Handwerks unabdingbar, da in der gegenwärtigen Hochkonjunkturphase gerade die kleinen und Kleinstbetriebe nicht in dem Maße Informations- und Schulungsangebote zur Digitalisierung annehmen, wie es sinnvoll wäre; denn ihre Auftragsbücher sind gut gefüllt und ihr Blick in die zukünftige Arbeits- und Ausbildungswelt gerät dadurch zur Nebensache.“

beitsumgebung im Kontext eines Building Information Modelling. Das Ausloten berufsdidaktischer, unterrichtlicher Möglichkeiten solcher Lern- und Arbeitsumgebungen (zum Beispiel des eigenen Lern- oder Ausbildungsgebäudes, Abbildung 2) hat gerade erst begonnen. Erste vertiefte Erfahrungen in der überbetrieblichen Bauausbildung versprechen einen berufsdidaktischen Nutzen (vgl. Böttcher 2020, 50f.), der deutlich über den traditioneller Lernsettings hinausreicht.



Abbildung 2: Digitales Bauwerkmodell als virtuelle Lern- und Arbeitsumgebung im BIM-Viewer (Quelle: H. Trompeter)

Virtuelle Bauwerkmodelle ermöglichen ein sowohl gewerke- als auch lernortübergreifendes Lernen und Arbeiten.²⁵ Lerngruppen können hier je nach fachlichem Bedarf und Interesse in unterschiedlichen Komplexitäts- bzw. Darstellungsstufen interagieren oder gestalten. Als Referenzobjekt für berufliche Lern- und Arbeitsprozesse lassen sich in einem virtuellen Bauwerkmodell jeweilige Lerninhalte oder Arbeitsaufträge bestimmen oder entnehmen. Datentransfers erfolgen in höheren Komplexitätsstufen über digitale Schnittstellen²⁶ zu bzw. aus weiteren Subsystemen (z. B. bereichsspezifische CAD-Systeme) oder Baustellentools (u. a. digitale Mess- oder Prüfgeräte), was auch im baupraktischen Kontext das Bewusstsein für ein übergeordnetes, virtuelles Ganzes prägt. So tragen derartige Konzepte voraussichtlich dazu bei, Bauwerke nicht nur mehrdimensional in einer Cloud, sondern auch „im Kopf“ von Lernenden und Baubeteiligten abzubilden. Als realitäts- und arbeitsnahe Repräsentationsform verringern sie die hohe Komplexität von Bauwerken und Baustellen, indem sie zulassen, sie auf ausgewählte Ebenen zu reduzieren und zu „durchleuchten“. Damit lässt sich „an den Gewohnheiten der Fachkräfte anknüpfen und den Zugang zur simulierten Arbeitswelt und letztendlich zu Arbeitsaufgaben und -situationen unterstützen“ (Böttcher 2020, 50).

25 Empfohlen ist dazu u. a., „gemeinsame Clouds von Berufsschulen, überbetrieblichen Bildungszentren und Betrieben zur Unterstützung der Lernortkooperation“ (Deutscher Bundestag 2021, 69) einzurichten.

26 Heute angebotene und auch für berufliches Lernen nutzbare BIM-Systeme (z. B. Revit (Autodesk), ArchiCAD (Graphisoft), Vectorworks, Allplan) implizieren Schnittstellen für den Datentransfer mit zahlreichen weiteren (berufsspezifischen) Subsystemen und sog. „Viewer“ im Baubereich. Sie sind teilweise bereits auch um Dimensionen wie „Zeit“ und „Kosten“ (4D/5D) erweiterbar, worüber sich auch Fertigungs- bzw. Arbeitsabläufe bauplanerisch berücksichtigen lassen.

Voraussetzung für zukunftsorientiertes Lernen aus berufsbildender Sicht sind begründete Ansätze und berufswissenschaftliche Konzepte als Grundlage für die didaktische und methodische Ausgestaltung solch virtueller Umgebungen. Begünstigt werden sollte die Verknüpfung der an den jeweiligen Lernorten systematisch oder kasuistisch erworbenen Wissensbestandteile. Ein übergeordnetes Ziel beruflicher Aus- und Weiterbildung ist das Anbahnen eines digital gestützten Arbeitsprozesswissens, das auf die Spezifika bauberuflicher Arbeitsprozesse und -tätigkeiten ausgerichtet ist und ein Mitgestalten des digitalen Wandels ermöglicht. Das Profil dieses Wissens – das sich explizit von dem in Industriebereichen unterscheiden dürfte – ist im Detail vor allem mithilfe berufs(bildungs)wissenschaftlicher Forschungen zu bestimmen, wobei – soweit sinnvoll und möglich – auch Erkenntnisse aus bisherigen Untersuchungen zum arbeitsorientierten Lernen (vgl. Dehnbostel 2020; Sonntag & Stegmaier 2007) einfließen. Über hieraus abzuleitende Lerninhalte und Lernformen ließe sich beispielsweise ein „digitaler Zwilling“ als Lern- und Arbeitsumgebung in seinen Details ausdifferenzieren.²⁷ Davon auszugehen ist, dass die Entscheidungsfelder formaler, beruflicher Lernprozesse mit Blick auf die Innovationsraten digitaler Bautechnik flexibel und erweiterbar anzulegen sind. Je nach Umfang und Tiefe der Einbindung in berufsspezifische Ordnungsmittel und Curricula scheinen diese Formen virtuellen Lernens und Arbeitens einerseits berufspraktisch anwendbares Wissen zu versprechen. Insbesondere geht es andererseits aber auch um die Grundlegung eines übergeordneten Bewusstseins und tiefergehender Einsichten zu den Besonderheiten und Möglichkeiten bautechnischer Innovationen eines zukünftigen Lernens und Arbeitens am Bau. Aus berufsbildender Perspektive sind dabei Aspekte wie digitale Teilhabe und Selbstbestimmung sowie Möglichkeiten einer kritischen Reflexion von Digitalisierung und Informatisierung von Bedeutung (vgl. Brinda et al. 2020, 164). Grundlegende Kompetenzen zum Umgang mit dem digitalen Wandel sollten über den engen Rahmen (bau-)beruflicher Aus- und Weiterbildung hinaus Bedeutung behalten – z. B. für ein späteres Studium, einen weiteren Beruf sowie im eigenen Lebensalltag.

Insgesamt gehen mit Überlegungen und Szenarien umfangreiche Möglichkeiten einer Informatisierung beruflicher Lernprozesse einher, die sich didaktisch und methodisch weitgehend flexibel in bestehende Berufsfelder und Ausbildungsgänge integrieren lassen sollten – also keiner grundlegend neuen curricularen Großkonzepte bedürften. Wohl aber können sich umfangreiche und fortdauernd hohe Anforderungen an eine entsprechende Qualifizierung (und Motivierung) von Lehr- und Ausbildungskräften an den Lernorten ergeben. Auch in der hochschulischen Lehrkräfteausbildung werden solche und ähnliche Entwicklungen zukünftig zu berücksichtigen sein.

27 Eine Option für das Entwickeln und Nutzen eines „digitalen Zwillings“ im bauberuflichen Ausbildungs- und Unterrichtsalltag bietet bereits das eigene Schul- bzw. Ausbildungsgebäude. So kann die digitale Bauaufnahme des eigenen Lerngebäudes Teil von Ausbildung und Unterricht werden. Dabei lässt sich beruflich lernend und arbeitend ein Bestandsgebäude medial und digital erschließen und zugleich auch am Entstehen eines „digitalen Zwillings“ dieses Bauwerks teilhaben (vgl. Mersch 2022). Die Digitalisierung von Bestandsbauten wird sich mit Blick auf deren Anteil und Bedeutung überdies wohl zu einer Kernaufgabe entwickeln, an der voraussichtlich auch Bauberufe beteiligt sein werden (vgl. Behaneck 2019, 31).

Ausblick

Die Digitalisierung der Bauarbeit schreitet nur langsam bzw. partiell voran. Ursachen hierfür sind unter anderem mangelnde Weiterbildungsressourcen, eher kurzfristige Schwerpunktsetzungen und eine insgesamt abwartende Haltung vieler KMU im Baubereich. Vor allem stehen die Arbeitsbedingungen und -umgebungen im Bauhandwerk einem systematischen Lernen in der Arbeit und seiner Informatisierung entgegen. Ohne eine entsprechende Aus- und Weiterbildung kann digitaler Wandel in der Baufacharbeit von Fachkräften jedoch nur begrenzt angestoßen und mitgestaltet werden.

Der Blick richtet sich deshalb auch auf überbetriebliche und schulische Lernorte, an denen frei von Unwägbarkeiten und Risiken der Baustellenpraxis gelernt und gearbeitet werden kann. Hier sind innovative Formen eines informatisierten Wissenserwerbs gefragt, der auf digitale Bautechnik im Kontext bauhandwerklicher Facharbeit gerichtet ist. Aktuell werden dazu in ersten und vielversprechenden Ansätzen virtuelle Gebäudemodelle eingesetzt, die Bauwerke simulativ abbilden und als praxisnahe Lern- und Arbeitsumgebungen unterrichtlich genutzt werden. Berufs(bildungs)wissenschaftlich näher zu überprüfen sind die sich dabei abzeichnenden Optionen, auf diese Weise die hohe Komplexität und Heterogenität von Bauwerken und Bauprozessen zu reduzieren sowie auch erfahrungsbasierte und systematisch erworbene Wissensbestandteile zu verknüpfen und so zur Entwicklung eines digital gestützten, bauberuflichen Arbeitsprozesswissens beizutragen.

Eine entscheidende Rolle bei der Mitgestaltung digitalen Wandels kann der bauberuflichen Weiterbildung zugeschrieben werden. Sie verändert sich nicht nur infolge digitaler Innovationen, sondern kann auch dazu beitragen, einen digitalen Wandel zu ermöglichen und so zu gestalten, dass niemand abgehängt wird.

Literatur und Quellen

BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.) (2020): Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe. Berechnungen für das Jahr 2019. BBSR-Online-Publikation 15/2020, Bonn

Behaneck, Marian (2019): BIM im Bestand – Mehrwert trotz Mehraufwand. In: db – Deutsche Bauzeitung 06/2019, 31–32

Böttcher, Sven (2020): Digitale Bauwerksinformationsmodelle in der überbetrieblichen Ausbildung. In: Zeitschrift für Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis 1/2020 (49), 50–51. Online: <https://www.bwp-zeitschrift.de/de/bwp.php/de/bwp/show/16155> (10.09.2021)

Brinda, Torsten; Brüggem, Niels; Diethelm, Ira; Knaus, Thomas; Kommer, Sven; Kopf, Christine; Missomelius, Petra; Leschke, Rainer; Tilmann, Friederike; Weich, Andreas (2020): Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt. Ein interdisziplinäres Modell. Formal und inhaltlich überarbeitete Version der Originalveröffentlichung. In: Knaus, Thomas; Merz, Olga (Hrsg.): Schnittstellen und Interfaces. Digitaler Wandel in Bildungseinrichtungen. München: kopaed, 2020, 157–167

Deutscher Bundestag (Hrsg.) (2021): Bericht der Enquete-Kommission Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt. Drucksache 19/30950. Online: <https://dserver.bundestag.de/btd/19/309/1930950.pdf> (10.09.2021)

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

Dehnbostel, Peter (2020): Der Betrieb als Lernort. In: Arnold, Rolf; Lipsmeier, Antonius; Rohs, Matthias (Hrsg.): Handbuch Berufsbildung. 3. Auflage, Wiesbaden, 485–501

Euler, Dieter (2015): Lernorte in der Berufsausbildung zwischen Potential und Realität. In: Zeitschrift für Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis 1/2015 (44), 6–9

Europäische Kommission (2003): Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen (2003/361/EG). Online unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003H0361&from=EN> (10.09.2021)

Goger, Gerald; Piskernik, Melanie; Urban, Harald (2018): Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen. Empfehlungen für zukünftige Forschung und Innovationen. Endfassung mit Stand per 01.12.2017. Online: https://www.forschung-bau.at/media/1369/201802_studie-potenziale-der-digitalisierung.pdf (10.09.2021)

Helm, Volker (2014): In-situ-Fabrikation – Neue Potenziale roboterbasierter Bauprozesse auf der Baustelle. Dissertation, Kunsthochschule für Medien Köln, Bereich Kunst- und Medienwissenschaften. Online: <https://d-nb.info/1159642931/34> (10.09.2021)

Herkner, Volkmar (2015): Lern- und Arbeitsumgebungen. In: Pahl, Jörg-Peter (Hrsg.): Lexikon Berufsbildung. Ein Nachschlagewerk für die nicht-akademischen und akademischen Bereiche. 2., stark veränd. Aufl., Bielefeld, 553–554

Herkner, Volkmar; Pahl, Jörg-Peter (1997): Lern- und Arbeitsumgebungen beruflichen Lernens. In: berufsbildung. Zeitschrift für Theorie-Praxis-Dialog, Heft 47/1997, 3–9

ISF-München (o. J.): Arbeit und Informatisierung. Online: <https://www.isf-muenchen.de/pdf/Arbeit-und-Informatisierung.pdf> (10.09.2021)

- Knight, Will; Woyke, Elizabeth (2019): Künstliche Intelligenz warnt vor Baustellen-Unfällen. MIT Technology Review vom 25.06.2019. Online: <https://heise.de/-4454057> (10.09.2021)
- Kuhlmeier, Werner; Uhe, Ernst (2010): Berufliche Fachrichtung Bautechnik. In: Pahl, Jörg-Peter; Herkner, Volkmar (Hrsg.): Handbuch Berufliche Fachrichtungen. Bielefeld, 375–386
- Lindemann, Hans-Jürgen; Syben, Gerhard (2019): Ausbildung und Beruf von Bauzeichner*innen unter den Einfluss des Building Information Modeling. Eine explorative empirische Untersuchung. Berlin; Bremen
- Linner, Thomas (2013): Automated and Robotic Construction: Integrated Automated Construction Sites. Univ.-Diss., Technische Universität München, Fakultät für Architektur
- Mannino, Antonino; Deja, Mario Claudio/ Re Cecco, Fulvio (2021): Building Information Modelling and Internet of Things Integration for Facility Management – Literature Review and Future Needs. In: Applied Sciences 2021, 11, 3062, 1–25
- Mersch, Franz Ferdinand (2008): Zusammenhänge von Arbeit, Technik und Bildung im Bauwesen. Berufswissenschaftliche Grundlagen für didaktische Entscheidungen im Leichtbau. Hamburg
- Mersch, Franz Ferdinand (2016): Berufswissenschaftliche Anforderungen und Aufgaben im Bauwesen. In: bwp@ Spezial 13: Fachtagung Bau, Holz, Farbe und Raumgestaltung 2015: Zwischen Inklusion und Akademisierung – aktuelle Herausforderungen für die Berufsbildung, hrsg. v. Baabe-Meijer, Sabine; Kuhlmeier, Werner; Meyser, Johannes, 1–17. Online: http://www.bwpat.de/spezial13/mersch_bwpat_spezial13.pdf (10.09.2021)
- Mersch, Franz Ferdinand (2022): Gebäude berufsbildender Schulen aus Sicht der Fachrichtung „Bautechnik“. In: Mersch, Franz Ferdinand; Pahl, Jörg-Peter (Hrsg.): Handbuch Gebäude Berufsbildender Schulen – Gestaltung schulischer Lern- und Arbeitsumgebungen im Kontext von Berufsbildung und Architektur. Bielefeld, 387–409
- Mersch, Franz Ferdinand; Rendtel, Thorsten (Hrsg.) (2021): Projektbrief des BMBF-geförderten Projektes DigiBAU. Online: https://www.komzet-netzwerk-bau.de/wp-content/uploads/2021/01/2021_Projektbrief_digital.pdf (10.09.2021)
- Meyser, Johannes (2010): Berufsbildung in der Bauwirtschaft. Qualität – Innovation – Leistungsfähigkeit. In: Syben, Gerhard (Hrsg.): Die Vision einer lernenden Branche im Leitbild Bauwirtschaft. Kompetenzentwicklung für das Berufsfeld Planen und Bauen. Berlin, 55–74
- Pahl, Jörg-Peter (Hrsg.): Lern- und Arbeitsumgebungen zur Instandhaltungsausbildung. Seelze Velber, 1997

Peter, Boris; Oppe, Matthias (2017): Die Digitalisierung im Bauwesen ist eine Chance. Über Prozessketten und notwendigen Paradigmenwechsel. In: Stahlbau 86. Jg., (2017), 3, 202–207

Pfeiffer, Uwe; Akohou, Sagbo; Witten, Karina; Siedenburger, Charlotte; Gillen, Lis (2021): Hemmnisse und strategische Ansätze in der BIM-Einführung in kleinen und mittelständischen Unternehmen. Auswertung der BIREM-Online-Umfrage, Stand der Daten: 30.11.2020. Online: https://www.hs21.de/fileadmin/user_upload/Studierende/Bibliothek/hs21-tr12-2021.pdf (10.09.2021)

Ropohl, Günter (2009): Allgemeine Technologie. Eine Systemtheorie der Technik. 3. überarbeitete Auflage. Karlsruhe

Sonntag, Karlheinz (1998): Personalentwicklung „on the job“. In: Kleinmann, Martin; Strauß, Bernd (Hrsg.): Potentialfeststellungs- und Personalentwicklungsinstrumente. Göttingen, 175–198

Sonntag, Karlheinz; Stegmaier, Ralf (2007): Arbeitsorientiertes Lernen. Zur Psychologie der Integration von Lernen und Arbeit. Stuttgart

Spöttl, Georg; Schlömer, Britta (2019): Digitalisierung und Berufsbildung – Sieben Thesen. In: lernen & lehren, 3/2019, 126–129

Statistisches Bundesamt (2021a): Anzahl der KMU in Deutschland nach Wirtschaftszweigen im Jahr 2019. 20.07.2021. Online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/731975/umfrage/anzahl-der-kmu-in-deutschland-nach-wirtschaftszweigen/> (10.09.2021)

Statistisches Bundesamt (2021b): Verteilung der Betriebe im Bauhauptgewerbe in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen im Jahr 2020.03.03.2021. Online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/152113/umfrage/struktur-der-unternehmen-im-bauhauptgewerbe-in-deutschland-2007/#professional> (10.09.2021)

Syben, Gerhard (2018): Arbeit 4.0 in Bauunternehmen. Einstellungen technischer Fachkräfte in der Bauwirtschaft zu Industrie 4.0. Düsseldorf

Talenta, Manuela (2018): Neues Bauverfahren: Die geklebte Mauer. In: baublatt vom 16.05.2018. Online: <https://www.baublatt.ch/baupraxis/neues-bauverfahren-die-geklebte-mauer-24440> (10.09.2021)

Windelbrand, Lars (2019): Bedeutung von veränderten Konzepten von Beruflichkeit für Ausbildung und Qualifikation durch die Digitalisierung. In: berufsbildung. Zeitschrift für Theorie-Praxis-Dialog, Heft 176 (2019), 8–11

Wollenberg, Raymond (2018): BIM für das Bestandsimmobilienmanagement. In: Steiner, Maria; Theiler, Michael; Mirboland, Masha (Hrsg.): Forum Bauinformatik 2018 von jungen Forschenden für junge Forschende. Tagungsband, Bauhaus-Universität Weimar, 77–85

ZDH (2021): Betriebsbestand im deutschen Handwerk nach Gewerbegruppen (nach KGr) in den Jahren 2019 und 2020. Online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/692707/umfrage/betriebsbestand-im-deutschen-handwerk-nach-gewerbegruppen/> (10.09.2021)

DIGITALISIERUNG UND BERUFSAUSBILDUNG IM BAUWESEN

Einführung der Methode BIM und digitale mediale Potenziale

Hans-Jürgen Lindemann

Digitales Lernen mit modernen digitalen Medien wird auch in der nach wie vor handwerklich geprägten Ausbildung der Bauberufe eine immer wichtigere Rolle spielen. Berufsbezogene digitale Kompetenzen werden je nach Ausbildungsberuf unterschiedlich Einzug in die verschiedenen Bauberufe halten. Ein effektiver Umgang mit Simulationen, Cloud-Diensten und anderen digitalen Tools sollte auf der Basis solide ausgebildeter digitaler und medialer Grundkompetenzen in der Ausbildung entwickelt werden. Dazu ist ein Medien- und Methodencurriculum erforderlich, dass die mediale und digitale Kompetenzentwicklung in den Aufbau beruflicher Handlungskompetenz einbindet. Die berufsdidaktische Frage, wie digitale und mediale Grundkompetenzen erlernt werden können, steht dabei im Vordergrund. Die Einführung der Methode BIM (Building, Information, Modeling) mit der Erzeugung des sogenannten digitalen Zwillings wird langfristig Auswirkungen auf alle Bauberufe haben. Kurzfristig müssen Bauzeichner*innen und Bautechniker*innen sich auf kooperatives Arbeiten in Cloudumgebungen einstellen. Statt Zeichnen im traditionellen Sinne werden sie zukünftig mehr konstruieren und Details aus Datenbanken beziehen und eigenständig weiter bearbeiten. Sie treffen dabei Entscheidungen über die Bauausführung, die mit anderen abzustimmen sind. Andere Baufachkräfte in der Bauausführung werden lernen müssen, Informationen aus dem digitalen Zwilling bedarfsgerecht abzurufen und für die tägliche Praxis digital und medial aufzubereiten. Dazu bedarf es erweiterter digitaler medialer Kompetenzen.

Schlüsselbegriffe

- › Digitale Medien
- › digitale berufsbezogene Kompetenzen
- › BIM, Building Information Modelling
- › Methoden- und Mediacurriculum

BIM steht für Building, Information, Modeling. Es geht dabei um ein digitales, meist Cloudbasiertes Konzept der Planung, Durchführung und Kontrolle von Bauvorhaben. Das Gebäude wird als sogenannter digitaler Zwilling zunächst als digitales Modell in drei Dimension zeichnerisch erstellt. Die vierte und fünfte Dimensionen beziehen sich auf die Kosten- und Zeitplanung. Die Einführung der

Methode BIM wird das Bauen nachhaltig verändern (vgl. Seitz 2018). Allerdings fragt sich, welche Fachkräfte das zukünftig genau betrifft. High-Tech auf der einen Seite, auf der anderen Seite gehört das Bauwesen zu den Branchen, in denen die Digitalisierung wenig fortgeschritten ist (vgl. Gensicke et al. 2016). Die Corona-Pandemie mit dem Lockdown und der Schließung der berufsbildenden Schulen versetzt auch die Ausbildung im Bauwesen mit einem Ruck in eine erzwungene neue digitale Lernkultur. Distanzlernen und digitale Medien in der Ausbildung sind gefordert. Allerdings kommt die Umstellung in der Alltagspraxis kaum über gescannte „pdf“ statt Lehrbuch hinaus, weil viele Berufsschulen nicht vorbereitet sind. Der Einsatz digitaler Medien sollte in der ganzen Vielfalt der Möglichkeiten erfolgen. Mit der Rückkehr zum Präsenzunterricht wird in der Berufsbildung in vielen Ausbildungsberufen eines bleiben: ein differenziertes Lernen, Präsenz und digital, in welcher Form auch immer. Die Herausforderung wird darin bestehen, vorhandene, traditionelle Medien und digitale neue Medien miteinander zu verbinden und so eine neue moderne digitale und mediale Lernkultur auch in den Ausbildungsberufen des Baugewerbes insbesondere nach der Neuordnung der Berufe zu schaffen. Digitalisierung, Bauen 4.0 bedeutet mit BIM mehr als eine neue mediale Lernkultur, es geht auch um berufsbezogene digitale Kompetenzen.

Die aktuell festzustellende Fixierung auf digitale Medien, digitale Tools für das berufliche Lernen ist eine einseitige Verkürzung der Problematik, auch wenn in vielen Projekten digitalen Lernens viel Geld in neue Tools wie „gaming“, Lernplattformen, digitale Anwendungen wie Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) etc. gesteckt wird. Ob die recht kurzen Halbwertszeiten solcher Tools angesichts des technologischen Wandels die Investitionen immer rechtfertigen, wird sich in einigen Jahren zeigen. Zweifel an der nachhaltigen Wirksamkeit vieler Tools bleiben. Dabei wird beim beruflichen Lernen viel zu wenig beachtet und analysiert, welche beruflichen, branchenbezogenen digitalen Kompetenzen zukünftig in den einzelnen Berufen gebraucht werden. Das ist die kurz- und mittelfristige Perspektive. Langfristig wird es darum gehen, wie digitale Technologien die Berufe selbst verändern, neue entstehen lassen bzw. einige uns bekannte Berufe bis zur Unkenntlichkeit entwurzeln oder sie gleich ganz verschwinden lassen.

Folgt man den Ökonomen in ihren Zukunftsszenarien, könnte sich der Wandel für Industrieländer wie Deutschland in etwa so abspielen: Zweidrittel der Kinder, die heute in die Grundschule gehen, werden in Berufen oder Jobs arbeiten, die es so heute noch nicht gibt. Ein Drittel bis hin zu 40 % der Berufe, wie wir sie heute kennen und ausbilden, werden so für die zukünftigen Facharbeiter nicht mehr existieren. Schaut man in die Ordnungsarbeit des Bundesinstitutes für Berufsbildung (BIBB), hat es noch nie in der Geschichte des Institutes so viele Neuordnungsverfahren gegeben, wie das aktuell der Fall ist. Allein im Bauwesen werden aktuell 19 Berufe neu geordnet. Immer steht in jedem Ordnungsverfahren auch die Frage im Raum: Welche digitalen Kompetenzen werden in dem jeweiligen Beruf zukünftig gefordert sein?

Aus den Forschungsarbeiten des BIBB zur Digitalisierung, insbesondere dem durchgeführten Berufe-Screening weiß man, dass das für die einzelnen Berufe höchst unterschiedlich ausfällt (vgl. Zinke 2019). Der/die Straßenbauer*in zum Beispiel wird zukünftig digitale Kompetenzen für das Auslesen von Daten aus 3D-Modellen, autonom fahrende Baumaschinen (GPS-Ortung und -Steuerung), Assistenzsysteme, Sensorik, 3D-Steuerungssysteme, Drohnen, Echtzeit-Controlling,

Laserscan und einiges mehr benötigen; vielfach ist das bereits heute der Fall (vgl. den Beitrag von Wachenbrunner, Ebert & Freytag in diesem Band). Ausgebildet werden 1.600 – 1.700 Auszubildende im Jahr, davon mehr als 50 % mit Hauptschulabschluss bzw. Berufsbildungsreife oder erweiterter Berufsbildungsreife (vgl. Schreiber 2019). Andere Berufe werden digitale Kompetenzen in geringerem Maße erfordern (Handwerksberufe wie Fliesenleger*in), wieder andere auch enorm von digitalen Technologien betroffen sein, wie Bauzeichner*innen. Die Einführung von BIM wird zu gravierenden Änderungen führen und aus Bauzeichner*innen auch BIM-Modellierer*innen und BIM-Koordinator*innen machen.

Das wirft Fragen an die Berufspädagogik und die Didaktik beruflichen Lernens auf, wie die jeweiligen digitalen, berufsbezogenen Kompetenzen ausgebildet werden sollen. In der Analyse wird man zum einen herausarbeiten müssen, welche allgemeinen oder auch transversalen medialen und digitalen Kompetenzen für Handwerksberufe im Bauwesen sowie planende Berufe wie den Bauzeichner, Bautechniker benötigt werden. Im Weiteren wird es in der Neuordnung darum gehen zu analysieren, welche fachbezogenen digitalen Kompetenzen jeder einzelne Beruf erfordern wird und wie diese Kompetenzen dann auch mit medialer Unterstützung ausgebildet werden können, insbesondere bei den heterogenen Gruppen von Auszubildenden in den Bauberufen. Die Beiträge zur berufspädagogischen Umsetzung, zur Didaktik beruflichen Lernens digitaler Kompetenzen und vor allem zu der Frage, an welchem Lernort die jeweiligen Kompetenzen idealer Weise ausgebildet werden, ist übersichtlich, um es vorsichtig zu formulieren.

Die digitale Transformation führt zur Verschiebung bisheriger Grenzen bezogen auf Lernformen und Lernorte (Dehnbostel 2018). Das digitale Lernen in der Berufsbildung bietet eine große Chance, die Lernortkooperation neu zu denken. Lernplattformen und auf ihnen liegende Informationen und Tools sollten grundsätzlich so gestaltet sein, dass Auszubildende von jedem Lernort und insbesondere von wechselnden Baustellen aus darauf zurückgreifen können. Anders gesagt, in den Köpfen der jungen Auszubildenden muss erfahrungsbezogenes Lernen und Können, Sachwissen und eine Wissensstruktur wichtiger Baukonzepte an den unterschiedlichen Lernorten unterstützt mit neuen medialen Hilfen in der Ausbildung zusammenkommen, was uns, die wir Curricula für unterschiedliche Lernorte schreiben und gestalten nie so recht gelingt. Curriculums-Entwickler*innen und Ausbildungsplangestalter*innen müssen bei noch so guten Ansätzen doch immer wieder die Schwierigkeit erkennen, wie das Lernen an unterschiedlichen Orten, Schule, überbetriebliche Ausbildungsstätte (ÜBA), Betriebe, in der Praxis ineinandergreifen könnte, aber nicht immer ineinander greift. Ein Grund dafür ist, dass die jeweils unterschiedliche Arbeit in der betrieblichen Ausbildung und das daran gebundene Lernen – besonders in den Klein- und Mittelbetrieben des Bauwesens – überall verschieden ablaufen: Die Digitalisierung ist dazu zu nutzen, dass das strukturierte Lernen in der Berufsschule und in der überbetrieblichen Ausbildung einerseits und das primär erfahrungsgeleitete Lernen im Betrieb zu einem einheitlichen Lernen aus unterschiedlichen Perspektiven für die Auszubildenden wird. Das ist der Kern guter, dualer Ausbildung und darin liegt ihre Stärke, in der Verknüpfung systematischem, kognitiven und praktischen Lernens einerseits und dem impliziten und erfahrungsbezogenen Lernen auf der Baustelle und im Bauplanungsbüro andererseits. Dem situativen Ansatz des Lernfeldkonzeptes folgend ist es als Aufforderung an den Lernort Schule – aber nicht nur – zu verstehen, Fachwissen, Normen, Sachinhalte bezogen auf die Arbeitsprozesse auf der

Baustelle so aufzubereiten, dass Lerngegenstände digital und gut visualisiert von jedem Lernort zu jeder Zeit abgerufen werden können.

Digitales Lernen in der Ausbildung der Bauberufe

Lernen, Kompetenzentwicklung und Digitalisierung – wir erleben gerade einen Boom. Coronabedingt stand im vergangenen Jahr das Fernlernen im Vordergrund, wobei die Schulen, auch die berufsbildenden Schulen, darauf kaum vorbereitet waren. Im Vordergrund steht in der aktuellen Entwicklung der beruflichen Aus- und Weiterbildung, dass intelligente Technologien und digitale Medien mehr und mehr den Kompetenzerwerb beim Lernen in der Arbeit, in der überbetrieblichen Ausbildung und in der Berufsschule unterstützen werden. In diese Technologien wird viel investiert, insbesondere von Betrieben und durch Programme des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) in der überbetrieblichen Ausbildung. Es bedarf – folgt man den aktuellen Entwicklungen – intelligent vernetzter, ansprechender und innovativ gestalteter Lernumgebungen. Digitales Lernen soll und muss vor allem in der Ausbildung die Kreativität der Jugendlichen anregen. Es geht darum die Auszubildenden zu motivieren, sich Inhalte selbständig zu erarbeiten. Aber ist das nicht zu sehr von den Lerntechnologien, den VR-Entwicklungen, Programmen des Gaming und vieles mehr her gedacht?

Dem sind bei der Gruppe der Auszubildenden in den meisten Bauberufen allerdings auch Grenzen gesetzt. Vor allem zu Beginn der Ausbildung muss der Präsenzunterricht mit der Lehrkraft, die Unterweisung mit dem/der Ausbilder*in und der Dialog zwischen Lernenden und Lehrerenden im Vordergrund stehen. Es geht auch um Fragen der beruflichen Orientierung, des sozialen und kooperativen Lernens gerade am Beginn der Ausbildung. Es geht um eine beginnende berufliche Sozialisation und deren begleitende Reflexion, die Bewältigung von Krisen und vieles mehr. Auszubildende müssen zunächst einmal lernen zu wissen, *wozu* sie bestimmte Fertigkeiten und Sachinhalte lernen müssen und ob der Beruf, in dem sie die Ausbildung machen, für sie auch der richtige ist. Die hohen Abbruchquoten in der dualen Ausbildung sprechen eine deutliche Sprache.

Digitale Lernformen haben da zunächst einmal den zweiten oder dritten Rang hinter der Beziehung der Ausbilder*innen und Lehrer*innen zu ihren Auszubildenden, und deren Ausbildungs- und Lernformen im Präsenzunterricht. Auch in der betrieblichen Ausbildung stehen zunächst der Ausbilder*innen, Altgesell*innen und Arbeitskolleg*innen als Bezugspersonen im Vordergrund. Die Lernformen des „mit Augen und Ohren Stehlens“, des Vor- und Nachmachens, der kurzen Unterweisung, des Lernens mit Kopf, Herz und Hand im täglichen Arbeitsprozess dominieren.

Bezogen auf das digitale Lernen sind es eher die einfachen Dinge und Tools, die fehlen und die dringend entwickelt werden sollten. Lernplattformen mit Erklärvideos und gut strukturierten kurzen und prägnanten Sachdarstellungen so aufzubereiten, dass es beim Lernen in der Arbeit punktgenau abgerufen werden kann, das wäre eine Hilfe für das betriebliche Lernen. Stichwort Migrationshintergrund – in der Berliner Max-Bill-Schule erlernen in den Bauberufen immerhin durchschnittlich 70 % Jugendliche mit Migrationshintergrund die Bauberufe. Da wäre ein gut visua-

lisiertes deutsches, türkisches, polnisches ... Glossar, ein Wiki der wichtigsten Begriffe, Konzepte und Verfahren online mit dem Handy abrufbar hilfreich. Die Realität der Baustelle ist längst mehrsprachig und das Verständnis dessen, wie ein Gebäude funktioniert, wie Arbeitsprozesse vollzogen werden, sind in der Muttersprache besser zu erwerben. Damit ist nicht gesagt, die Förderung der deutschen Sprache zu vernachlässigen, aber Mehrsprachigkeit fördert auch den Spracherwerb der deutschen Sprache. Das würde Auszubildenden in vielen schwierigen Situationen des betrieblichen Lernens weiterhelfen, auftretende Probleme sachgerecht verstehen, analysieren und lösen zu können. Das Zusammenwirken der Lernorte würde damit neben der realen Zusammenarbeit auf eine zweite, erweiterte digitale Ebene gehoben. Es sind oft die kleinen Dinge, die gefragt sind, bevor man über komplexe digitale Technologien nachdenkt.

Weiterhin ist zu fragen, ob die mit viel Innovationsaufwand erarbeiteten neuen Lerntechnologien auf die digitalen, berufsbezogenen Kompetenzen, die in die Berufe Einzug halten, bezogen sind. Die Entwicklung digitaler, medialer Bildung, die zurzeit so umfangreich gefördert wird und im Vordergrund steht, sollte in der beruflichen Erstausbildung ein wenig zurücktreten, bis die berufspädagogische und berufsdidaktische Frage Antworten gibt, wie digitale, berufsbezogene Kompetenzen in den jeweiligen Berufen am besten erworben werden können und wie neue mediale Tools das berufliche Lernen unterstützen (Abbildung 1). Mediale Tools sind in der Berufsbildung kein Selbstzweck, sondern sie sind jeweils auf die Kompetenzen zu beziehen, die gerade Gegenstand im Arbeitsprozess, in der Handlungs- und Lernsituation sind.

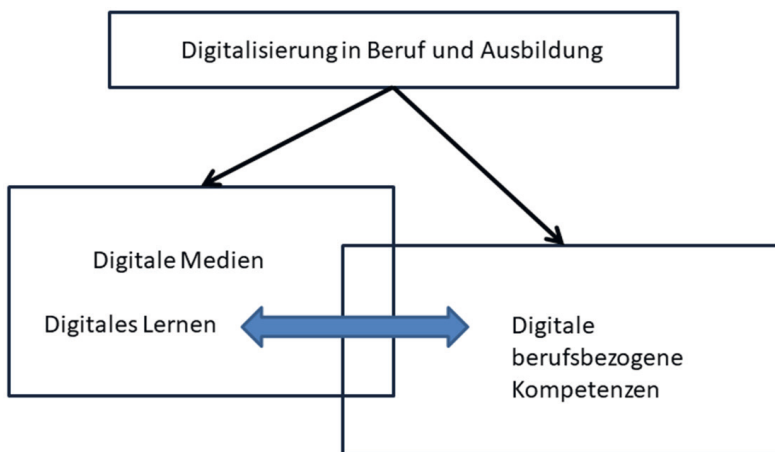


Abbildung 1: Digitalisierung in der Ausbildung (Quelle: eigene Darstellung)

Die fortschreitende Digitalisierung der Arbeit führt auch in der Bauwirtschaft dazu, dass in den einzelnen Berufen digitale Kompetenzen erforderlich sind. Das soll im Abschnitt über die Methode BIM weiter unten in pragmatischer Perspektive diskutiert werden. Dabei geht es einmal um die Berufe, die den sogenannten digitalen Zwilling des Gebäudes erstellen, neben Architekten und Ingenieuren auf der Facharbeiterebene vornehmlich Bauzeichner. Auf der anderen Seite geht es um die Nutzung der Daten aus BIM, was zukünftig nahezu alle Bauberufe in der einen oder anderen Weide betreffen wird.

Digitale Medien

Mit der aktuellen Entwicklung digitalen Distanzlernens ist, was die Seite digitaler Medien angeht, auch die Bauwirtschaft bei dem angekommen, was als Industrie 4.0 oder in medialer Hinsicht Web 2.0 und höher angesehen wird. Die Berufe der Bauwirtschaft gehören ja traditionell zu den Berufsgruppen, die wenig Digitalisierung erfahren haben, verglichen beispielsweise mit Berufen der Metallindustrie. Für die meisten handwerklichen Berufe des Baugewerbes wird das auch noch einige Jahre so bleiben. Die Methode BIM führt für die Fachkräfte auf der Baustelle – entgegen oft in der Wissenschaft vertretenen Positionen – im Moment in Deutschland nicht dazu, dass sie Daten aus dem Zwilling auslesen müssen, sondern die Daten werden nach wie vor überwiegend in 2D – Plänen ausgedruckt, auch wenn das inzwischen bei Bauten, die mit BIM geplant wurden, flexibel auf der Baustelle geschieht. In Dänemark, und nicht nur dort, ist die Entwicklung sieben bis zehn Jahre weiter, dort ist der digitale Zwilling auf der Baustelle allgegenwärtig.

Digitale Medien haben bezogen auf die berufspädagogische Umsetzung in der Berufsausbildung einen Doppelcharakter, sie sind einerseits Gegenstand, Lerninhalt, wie der digitale Zwilling als Produkt einer Cloud-Lösung der kooperativen und Gewerke übergreifenden Planung und andererseits digitale Medien mit digitalen Geräten, die für gewerbliche Berufe vornehmlich der Kommunikation auf den unterschiedlichen Ebenen des Baugeschehens dienen. Digitale Geräte sind nicht neu, weshalb das BIBB (vgl. Gensicke & Bachmann 2016, 22 ff.) die digitalen Geräte und Medien in die grundlegenden, klassischen Geräte und Medien unterteilt sowie in Web 2.0-Formate und höher.

Die Liste wichtiger abgefragter digitaler Geräte im Arbeitsprozess und in der Ausbildung sind der PC oder Laptop mit Internetzugang, das Tablet und das Smartphone. Letzteres ist für die Bauwirtschaft von überragender Bedeutung. Die Nutzung liegt über alle Geräte hinweg bei 70 – 92% der Betriebe (ebd., 25). Die für die Arbeitsorganisation wichtigsten Softwarepakete sind Office mit Word, Excel, Outlook, Software zur Steuerung von Maschinen, Software zu Prüfung mit zugehörigen Geräten und digitaler Datenübertragung (z. B. digitales Aufmaß, Baulaser), Software der Warenwirtschaft und der Kommunikation (z. B. Kodierung der Baustähle im Stahlbetonbau), Software für interne und externe Bestellungen, Informationsangebote im Internet und Intranet.

Eine wesentliche Herausforderung für die Berufsausbildung der Bauberufe besteht darin, zunächst Grundkompetenzen der Nutzung digitaler Geräte und digitaler Medien für alle Auszubildenden zu schaffen. Man meint landläufig, dass Jugendliche schon mit dem Handy gut umgehen, doch spätestens bei der korrekten Übermittlung von Daten oder der Dokumentation von Baudetails (früher die Skizze) und der Übersendung an das Büro zeigen sich gewaltige Defizite. Datenschutz und Datensicherheit, was darf wie übertragen werden und mit wem ausgetauscht werden – ein weites Feld. Dies ist ein Plädoyer für eine systematische Einführung eines kleinen „digitalen PC- und Handyführerscheins“ für alle Bauauszubildenden, bevor über Web 2.0 Formate wie Simulation, virtuelle Welten, Cloud-Dienste, Videokonferenzen, Online-Foren etc. nachgedacht wird. Die Betriebe betonen in den BIBB-Umfragen auch, dass den klassischen Medien wie Lehrbücher, Fachbücher, Schriftliche Unterlagen, Handouts in den Betrieben, Referate, Präsentationen und die Präsenzunterweisung im Betrieb nach wie vor eine größere Bedeutung zukommt. Selbstverständlich geht die Entwicklung auch für die Bauwirtschaft in der medialen Nutzung weiter, aber das

sollte auf einer soliden Grundlage einer sicheren Gerätenutzung, einem eingeübten Umgang mit gängiger Software und der fachgerechten Nutzung mobiler Geräte geschehen. Es ist auch anzumerken, dass die Berufsschulen einen enormen Nachholbedarf haben, allen Jugendlichen mediale Grundkompetenzen in der Erstausbildung zu vermitteln. Der angemessene und effektive Umgang mit Simulationen, VR und AR, Cloud-Diensten und anderem sollte auf der Basis solide ausgebildeter digitaler und medialer Grundkompetenzen in der Ausbildung thematisiert werden. Dabei steht die berufsdidaktische Frage im Vordergrund: Welche digitalen und medialen Kompetenzen sind in dem jeweiligen Beruf zukünftig erforderlich und mit welchen Medien kann ihre Ausbildung unterstützt werden?

Digitales Distanzlernen – Pandemiebedingt

Digitales Lernen, vor allem als Tele- oder Distanzlernen hat mit der Corona-Pandemie eine neue Dimension erhalten, wegen der hohen Bedeutung der *berufspraktischen* Tätigkeiten vornehmlich im Rahmen von Blended-Learning-Konzepten. Die öffentliche Diskussion ging um mangelhafte Infrastruktur, fehlende Endgeräte auf Seiten der Lernenden und oft überforderte Lehrkräfte, die für Distanzlernen nicht ausgebildet sind und denen grundlegende Kompetenzen fehlen. Distanzlernen ist mehr als den Lernenden pdf-Dokumente zuzustellen.

Erst ab Sommer 2021 nach einem vorläufigen Ende der Pandemie zeigen sich nach und nach die Defizite, die das Distanzlernen in der Kompetenzentwicklung der Auszubildenden hinterlassen hat. Einige lassen sich heute schon benennen: Ziel der dualen Berufsausbildung ist die berufliche Handlungskompetenz. Handelndes Lernen ist Grundprinzip der Ausbildung. Dazu bedarf es geeigneter Aufgaben, meist Lern- und Arbeitsaufgaben oder kleinerer Ausbildungsprojekte. Eines der Defizite: Nur wenige leistungsstarke Auszubildende verfügen über eine Basiskompetenz in der Selbstorganisation und Selbststeuerung ihres Lernens, die Mehrheit der Auszubildenden nicht oder nicht genügend. Das Problem beginnt in der Übermittlung der Aufgabe: Wird diese von den Auszubildenden beim Lernen in den eigenen vier Wänden oder in einer Ecke des Betriebes oder abends nach der Arbeit auch verstanden? Und, ist eine Kommunikation mit der Lehrkraft möglich? Findet die Auftragsklärung im Dialog statt? Ist die Lehrkraft zeitlich flexibel ansprechbar? Verstehen die Auszubildenden die Aufgabe richtig und finden sie einen eigenen Lösungsweg ohne den sozialen Raum der Berufsschule oder überbetrieblichen Ausbildung, wo ihnen die Lehrenden oder Ausbildenden über die Schulter schauen und Impulse geben?

Ein weiteres Problem ist die Motivation vieler Auszubildender. Erinnern wir uns an die didaktischen Grundfragen des Lernens: Können die Auszubildenden lernen, was sie lernen sollen? Die Auszubildenden tragen durch die laufende Kontrolle im Lernprozess dazu bei, dass die Lernenden im Lerntempo und vom Verständnis her den Ausbildungsweg gehen können. Hier, aber nicht nur hier, zeigt sich die Wichtigkeit des Präsenzunterrichtes. Die zweite Frage lautet: Wollen die Auszubildenden lernen, was sie in dem jeweiligen Beruf lernen sollen? Wer kennt das nicht, da sind einige lernwillige Auszubildende in Berufen wie Zimmerer/Zimmerin überwiegend Selbstläufer. Aber in anderen Bauberufen wollen viele Auszubildende das eigentlich nicht oder nicht so ganz im Anblick der

harten Wirklichkeit auf der Baustelle. Sie haben immer wieder Zweifel, ob das, was sie lernen, auch für sie der richtige Weg ist. Auszubildende und Berufsschullehrkräfte sind auch damit befasst, den Fragen mangelnder Motivation immer und immer wieder nachzugehen, zu ermuntern, oder auch bei der Klärung behilflich zu sein. Es folgen Ausbildungsabbruch (in Berlin liegt die Abbruchquote je nach Datenquelle bei durchschnittlich 37 bis 40 %) und Neustart in einem andern Beruf. Die Erfahrungsberichte des Distanzlernens zeigen, dass viele Lernende dabei einfach verloren gehen und im Moment niemand so recht weiß, warum und wie das jeweils passiert ist. Dieses Phänomen ist auch in der traditionellen Ausbildungsorganisation vorhanden, doch im Distanzlernen oder auch Blended-Learning tritt es verschärft zutage.

Erfahrungsberichte deuten auf das individuelle Wissensmanagement als weiteres Problem. Sind Auszubildende in der Lage, die vielen Informationen, die sie online meist über pdf-Formate erhalten, auch strukturiert abzulegen, damit sie jederzeit darauf zugreifen können? Als ich vor 35 Jahren begann, Maurer auszubilden, bekamen zu Beginn des ersten Ausbildungsjahres alle Auszubildenden einen Ordner mit Trennblättern für damals Fächer, besondere Themen und Sachinhalte wie Sicherheit auf der Baustelle, später für Lernbereiche und Lernfelder. Es gab eine systematische Einführung zur Ablage von Arbeitsdokumenten, zur Führung von Inhaltsverzeichnissen, damit man als Auszubildende*r – nicht nur in der Prüfungsvorbereitung – das Sachwissen immer griffbereit hat. Glauben wir ernsthaft, dass das in der digitalen Welt zu Hause vor dem Laptop, dem Tablet oder dem Smartphone von selbst, durch eigene Organisation funktioniert? Bei einigen Auszubildenden im zweiten und dritten Ausbildungsjahr ist diese Kompetenzen der Selbstorganisation und Selbststeuerung anzutreffen, bei den meisten vor allem zu Beginn der Ausbildung wohl kaum. Der Glaube an das allmächtige und mit dem Handy allgegenwärtige Internet hält viele Auszubildende davon ab, sich ihre eigene Wissensbasis zu schaffen, mit der sie auch arbeiten können.

All das verweist auf Defizite in einer neu zu entwickelnden Didaktik beruflichen Lernens, die das Blended-Learning systematisch in die Kompetenzentwicklung an allen Lernorten einbindet, die erforderlichen medialen Kompetenzen zunächst einmal aufbaut, um dann einzelne Lernschritte auch im Distanzlernen gehen zu können. Auszubildende fotografieren das Tafelbild, das Smartboard mit ihrem Handy ab – statt Heft und Stift zu nutzen was eine Lerntätigkeit, eine Kopf-Handkoordination aktiven Lernhandelns wäre. Fragt man Wochen später nach den Sachinhalten, beginnt das Suchen und dann der Hinweis, „na das hatte Kevin doch ab fotografiert und Kevin ist heute leider nicht da“. Und all das soll im Blended-Learning besser funktionieren? Es ist dies ein Plädoyer für die Entwicklung eines Methoden- und Mediencurriculums für die berufliche Ausbildung in Bauberufen, das auch das systematische Erlernen erforderlicher digitaler medialer Kompetenzen umfasst.

Die Einführung der Methode BIM

BIM steht für *Building Information Modelling* und beschreibt eine Methode der Planung von Bauwerken bis hin zu ganzen Baukomplexen und Stadtteilen. Es geht um die Herstellung eines digitalen Zwillings, zunächst in den drei Dimensionen der Darstellung. Das Bauwerk wird als virtuelles Modell geometrisch visualisiert, unterschiedliche Darstellungen für die je unterschiedlichen Anwendungen

der Architekt*innen, Tragwerksplaner*innen, Bauablaufsplaner*innen, der Systemplaner*innen für Installation und andere hergestellt. Definition BIM nach VDI 2552:

„Building Information Modeling (BIM) bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden.“

Heute sind fünf Dimensionen üblich, die dreidimensionale Darstellung sowie die Kosten- und die Zeitplanung. Im Weiteren geht es darum, eine Arbeitsplanung für die Bewirtschaftung von Gebäuden zu beschreiben. Reinigungsfirmen beziehen ihre Pläne zukünftig aus dem digitalen Zwilling und nutzen sie für die Arbeitsplanung. All das geschieht mit Software unterschiedlicher Hersteller, deren Umgang erlernt werden muss. Bei großen Gebäuden und Gebäudekomplexen vor allem der europäischen Bauwirtschaft wird bereits heute mit der Methode BIM geplant. Diese Anforderungen aus der Baupraxis kommen auf die Ausbildung vor allem der Bauzeichner*innen zu. Sie müssen folglich lernen, den digitalen Zwilling gemeinsam mit Architekten und Ingenieuren herzustellen und zu nutzen.

Wenn ein solcher digitaler Zwilling vorliegt, bietet er in der Ausbildung vielfältige Möglichkeiten, ihn als digitales Medium im Unterricht der Berufsschule wie auch der überbetrieblichen Ausbildung einzusetzen. Das wird bis heute kaum genutzt. Folgende Schritte sind dazu erforderlich:

1. Analyse der Anforderungen am Beispiel großer Bauvorhaben, die mit BIM geplant wurden.
2. Analyse der Kompetenzen, die Architekten, Bautechniker, Bauzeichner*innen erwerben müssen, um an der BIM-Planung mitarbeiten zu können
3. Umsetzung in der Ausbildung, Infrastruktur, Software und insbesondere Qualifizierung des Lehrpersonals
4. Für Bauzeichner*innen: Curriculare Analyse, wie die Anforderungen in vorhandene oder neu zu erarbeitende Curricula zu integrieren sind – die berufsdidaktische Frage
5. Der digitale Zwilling muss als Medium für die Ausbildung in allen Bauberufen dienen: Demonstration von Bauwerken, Ansichten, Tragwerksplanung, Gebäudeinstallation, Details, verwendeten Materialien, Schnittstellen zu anderen Gewerken, Simulation von Konflikten und vieles andere mehr.
6. Da der digitale Zwilling in der Regel in Cloudlösungen existiert, bietet es sich an, auf Modelle von Gebäuden im sogenannten „Open BIM“ nach einem einheitlichen Standard von allen Lernorten auf das Modell zurückgreifen zu können.

Dazu ist der Weg allerdings noch weit. Erste Schritte dahin werden vor allem in der überbetrieblichen Ausbildung erprobt (in Sachsen z. B. im Projekt *BAU'S MIT BIM*, vgl. dazu den Beitrag von Böttcher & Wiczorek in diesem Band). Die Methode BIM ist einerseits Lerngegenstand: Neue Kompetenzen müssen erworben werden, sowohl für die Mitarbeit bei der Erstellung des digitalen Zwillings wie auch bei der Nutzung des digitalen Modells sowie den vielfältigen darin enthaltenden Daten. Auf der anderen Seite bietet das Modell als Medium vielfältige Möglichkeiten des Lernens in der Ausbildung aller Bauberufe.

Digitalisierung in der Ausbildung von Bauzeichner*innen

Digitalisierung ist in der Ausbildung von Bauzeichner*innen nicht neu, sondern sie erfolgte in mehreren Schritten in den letzten 20 Jahren. Was die Bauzeichner*innen traditionell mit Stift, Papier, Lineal und Zeichentisch handwerklich, manuell und zweidimensional machten, wurde mit der Einführung der CAD-Technik nach und nach auf den Bildschirm, die Maus und die Tastatur verlagert. Befehle ersetzen das Führen des Stiftes, wobei weiterhin überwiegend zweidimensional gearbeitet wird.

Mit der Methode BIM kommen zwei Innovationsschritte hinzu: Zum einen wird nicht mehr in der Ebene gezeichnet, sondern in drei Dimensionen und zum zweiten findet das in der Praxis im Team in einer Cloudlösung statt. Was bedeutet das nun für die Tätigkeit der Bauzeichner*innen? Zunächst einmal stimmen Experten darin überein, dass sich die formale Grundstruktur der Tätigkeit durch den Übergang zum Building Information Modeling nicht grundlegend ändert. Dennoch ergeben sich Anforderungen, die den Beruf verändern und insgesamt aufwerten werden. Bauzeichner*innen werden stärker in die Planungstätigkeit einbezogen, ihnen fällt mehr Verantwortung zu und Anforderungen, im Team zu arbeiten, sich abzustimmen. Der Umgang mit Datenbanken von Bauteilen, mit deren Spezifikationen, dem Level of Information (LOI) und an die Bauteile gebundene Daten je nach Level of Development (LOD), nehmen zu. Das wiederum wird von Bauzeichner*innen positiv erlebt und schlägt sich in höherem Bewusstsein der Verantwortung für die Arbeit sowie in gesteigerter Arbeitsfreude und Leistungsbereitschaft nieder (vgl. Syben & Lindemann 2019).

Welche Kompetenzen müssen Bauzeichner*innen neu erwerben? Zunächst geht es um die Sachkompetenz und Fertigkeiten, ein wenig IT-Kompetenz, den Umgang mit Programmen neu zu lernen, sich in mindestens einem Programm gut auszukennen und es effektiv nutzen zu können. Programme wie Revit® z. B. sind bezogen auf BIM komplexer, im Vergleich mit der herkömmlichen, dreidimensionalen Darstellung jedoch einfacher, da das Schnittzeichnen weitgehend entfällt. Weil viele Schritte parallel und in Echtzeit ablaufen, erfordert das eine höhere Flexibilität im täglichen Handeln und insbesondere täglich immer wieder neu die Abstimmung mit anderen am Projekt Beteiligten (Disziplin!). Es muss beachtet werden, wer gerade was bearbeitet. In fachlicher Hinsicht ist ein tieferes Verständnis in viele Details des Projektes erforderlich, weil Architekt*innen und Ingenieur*innen sich mit der Gesamtkoordination und -leitung sowie übergreifenden Aspekten befassen. Bauzeichner*innen müssen über mehr Detailwissen verfügen.

*„BIM gibt ihnen die Werkzeuge an die Hand, Entscheidungen zu treffen, die konstruktive Auswirkungen und Bedeutung für die Konstruktion haben. Hinter diese Entwicklung können die Bauzeichner*innen nicht mehr zurückfallen, wollen sie die Handlungsfähigkeit im Beruf bewahren. Mit der Möglichkeit, diese Entscheidungen treffen zu können, ist ihnen zugleich auferlegt, sie treffen zu müssen“* (Syben 2018, 9).

In Ländern wie Dänemark und Polen hat das dazu geführt, Bauzeichner*innen bzw. auch Bautechniker*innen (Bezeichnung für die Tätigkeit der Planung in anderen Ländern der EU) in vier Jahren auszubilden, wobei eine Praxisphase von einem Jahr die Regel ist.

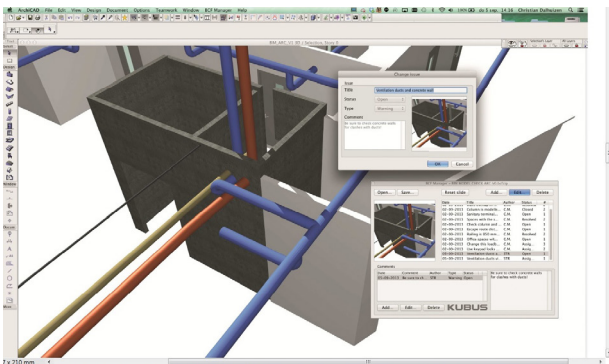


Abbildung 2 a, b, c: Der digitale Zwilling in der Architektur (oben), zur Visualisierung der Tragwerksplanung (Mitte) und zur Veranschaulichung von Details (unten) (Quelle: EU-Projekt Fit4BIM)

Digitalisierung mit der Methode BIM bedeutet zunächst curriculare Arbeit, wie die Kompetenzen ausgebildet werden können. Bisher folgt das Curriculum der Bauzeichner in weiten Teilen einer Systematik, die durch die neun Leistungsstufen der Bauplanung vorgeben sind. Mit der Methode BIM muss zu Beginn das ganze Gebäude in den Blick genommen werden, wobei gleichzeitig eine relativ hohe Detailtiefe erforderlich ist. Dies ist eine enorme Anforderung an die Ausbildung, denn es erfordert relativ schnell ein hohes Verständnis, wie ein Gebäude funktioniert. Auch erfordert es die Vorstellungskraft eines dreidimensionalen Gebäude-modells, doch wie entsteht diese Vorstellung in der Praxis in den Köpfen der Auszubildenden? In der Praxis einiger im Rahmen des EU-Projektes *FitforBIM* befragter Unternehmen hatte man zunächst sehr analoge Lernwege parat, die aber wirksam sind: Man nimmt die Auszubildenden wöchentlich mit auf die Baustelle zum realen Projekt des Bauens und lässt sie digital vor dem Bildschirm in solchen Projekten lernen, die auch real gerade entstehen. Berufsdidaktisch ist die Frage keinesfalls trivial, wie man recht früh in der Ausbildung ein hohes Verständnis der Funktionsweise eines Gebäudes, eine Detailtiefe und ein Bild des Gesamtvorhabens vermitteln kann. In der aktuellen Debatte um Digitalisierung in der Ausbildung, in der Entwicklung von Simulationen insbesondere mit VR- und AR-Anwendungen, des Gamings erscheint es oft so, als ob die didak-

tische Frage schlicht übersprungen wurde. Lernen, wie das dreidimensionale Bild eines Gebäudes in der gedanklichen Vorstellung von Auszubildenden entsteht – diese Frage ist berufsdidaktisch zu lösen, wenn sich Auszubildende nicht in den Tiefen der Cloud verirren sollen.

Es sei an dieser Stelle auf eine weitere Frage der Ausbildung hingewiesen, auch das ein Ergebnis von Befragungen, allerdings dieses Mal von jungen Fachkräften, die erst wenige Jahre im Beruf stehen und mit dreidimensionaler Planung und mit BIM arbeiten: Grafische Fähigkeiten, Skizzieren, Handzeichnen, wird das weiterhin benötigt und wenn ja in welchem Umfang? Die Frage stellt sich in den Metallberufen in gleicher Weise, angesichts der CAD-Technik und der CNC-Techniken der Dreh- und Fräsmaschinen: Braucht man die monatelange Ausbildung manueller Tätigkeiten wie Feilen, Bohren, Sägen und vieles andere mehr noch im gleichen Umfang? Ja, es wird reduziert, aber welcher Umfang soll bleiben und ist zum Verständnis digitaler Prozesse der Maschinen, aber auch in der Instandhaltung erforderlich? Auch diese Frage ist nicht trivial, wie jede*r Verantwortliche eines überbetrieblichen Metallausbildungszentrums einem mit einem leichten Kratzen am Hinterkopf, nachdenklichem Schweigen und zögernder Antwort bestätigen wird.

Zurück zu den Bauzeichner*innen: Befragt nach grafischen Fähigkeiten, nach Handzeichnen, nach Übungen des Skizzierens, z. B. von Berliner Hausfassaden, traten Auszubildende angesichts zunehmender Digitalisierung in ihrem Beruf – nur scheinbar paradox – entschieden dafür ein, dass grundlegende Fähigkeiten, beispielsweise das Freihandzeichnen, Bestandteil der Ausbildung bleiben müssen, obwohl sie im Arbeitsprozess im Regelfall nicht mehr benötigt werden. Diese Forderung wurde vor allem damit begründet, dass die mit dem Erlernen des Freihandzeichnens gleichzeitig vermittelten Meta-Fähigkeiten zum Lesen einer Zeichnung und zur Beurteilung der Qualität einer Zeichnung als Bestandteil des Kompetenzprofils von Bauzeichner*innen verloren ginge. Das gleiche gilt für die Handschrift zum Beschriften und Bemaßen von Zeichnungen, für den Modellbau oder für andere Grundqualifikationen wie zum Beispiel das Ausführen von Rechenoperationen. Ein solcher Erhalt von baufachlichen Basiskompetenzen darf auch nicht gegen die Notwendigkeit ausgespielt werden, dass für den Umgang mit BIM neue Kompetenzen wie eine grundlegende IT-Kompetenz erforderlich sind (Syben & Lindemann 2019, 17). Die zunehmende Digitalisierung in der Ausbildung wirft uns also zunächst auf ganz analoge Lernprozesse und physische Medien wie Papier, Karton, Sperrholz im Modellbau zurück, die für das Verständnis eines Gebäudes von hoher Bedeutung sind und im Sinne handelnden Lernens zunächst einen Schritt zurück bedeuten, weg vom Bildschirm und hin zu Übungen des Freihandzeichnens und Skizzierens, Bauens am Modell in der Werkstatt im Sinne eines Lernens mit Kopf, Herz und Hand.

Bei der Einführung digitaler Tools in der Ausbildung fehlen berufsdidaktische und curriculare Analysen, Überlegungen zur Sequenzierung des Lernens – nichts anderes ist der Kern eines guten Curriculums – beispielsweise beim Übergang zum Blended-Learning. In zahlreichen Projekten wird viel experimentiert, neue Formate der Simulation mit VR und AR und des Gaming werden erprobt, doch der Sinn für das Lernen in beruflichen Kontexten erschließt sich nicht immer.

Literatur und Quellen

Dehnbostel, Peter (2018): Lernorte und Lernräume in der digitalen Arbeitswelt. <http://denk-doch-mal.de/wp/peter-dehnbostel-lernorte-und-lernraeume-in-der-digitalen-arbeitswelt/> (07.05.2021)

Gensicke, Miriam; Bechmann, Sebastian; Kohl, Matthias; Schley, Thomas; García-Wülfing, Isabel; Härtel, Michael (2020): Digitale Medien in Betrieben – heute und morgen. Eine Folgeuntersuchung. Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): Digitale Medien in der betrieblichen Berufsbildung. Wissenschaftliche Diskussionspapiere, H. 220, Bonn

Schreiber, Daniel (2019): Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Der Ausbildungsberuf Straßenbauer/in im Screening, BIBB, Bonn

Seitz, Gabriele (2018): Die deutsche Baubranche im digitalen Wandel. In: Build-Ing., Die Plattform für BUILDING, INFORMATION MODELING, Ausgabe 01/2018, Huss-Medien, Berlin und München, 24 ff.

Syben, Gerhard (2018): Perspektiven des Ausbildungsberufs Bauzeichner*in unter dem Einfluss der Anwendung des Building Information Modeling, Ergebnis einer explorativen empirischen Erhebung, Eine Studie im Auftrag des EU-Vorhabens „Fit4BIM“, Bremen und Berlin

Syben, Gerhard; Lindemann, Hans-Jürgen (2019): Ausbildung und Beruf von Bauzeichner*innen unter den Einfluss des Building Information Modeling, Eine explorative empirische Untersuchung. Berlin und Bremen

Zinke, Gert (2019): Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für digitalisierte Arbeit von morgen: Branchen und Berufescreening. BIBB, Bonn Online: <https://www.bibb.de/dienst/veroeffentlichungen/de/publication/show/10371> (17.06.2021)

TECHNISCHE ERTÜCHTIGUNG

Voraussetzungen für digital gestütztes Lernen und Arbeiten

Stefan Krümmel

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit den technischen und den damit verbundenen organisatorischen Herausforderungen, die in den am Projekt beteiligten Ausbildungsstätten gemeistert worden sind, damit über die methodisch-didaktischen Aspekte einer digital gestützten Unterweisung überhaupt erst nachgedacht werden kann: In der Praxis vor Ort wurden teils sehr individuelle Ansätze zur Identifikation von möglichen Wegen und Maßnahmen zur Ertüchtigung von technischen Voraussetzungen gewählt. Sie stehen in einer gemeinsamen Tradition und bringen am Ende aus vielen unterschiedlichen Organisationsformen mit unterschiedlichen Handlungsmustern konvergierende Ergebnisse hervor; diese jedoch mit einer sehr großen Bandbreite. Dabei hat sich die Corona-Pandemie ab dem Jahr 2020 als starke Treiberin des digitalen Wandels und der qualitativen Spreizung erwiesen. Deshalb werden die beiden extremen Beispiele aus techniksoziologischer Perspektive beschrieben und im Anschluss die Ausbildungsstätten in das Spektrum eingeordnet. Daraus werden Handlungsempfehlungen für einen möglichen Weg der technischen Implementierung digital gestützten Lernens und Arbeitens abgeleitet.

Schlüsselbegriffe

- › Digital gestütztes Lernen
- › Vernetztes Arbeiten
- › Technische Ertüchtigung
- › Prekäre Handlungsmuster
- › Best-Practice-Beispiele
- › Handlungsempfehlungen

Analoge Tradition und digitaler Wandel

Die zehn betrachteten überbetrieblichen Ausbildungsstätten stehen mit ihrer Ausstattung an Kommunikationstechnik in einer anderen Tradition als zum Beispiel die ebenfalls am Projekt DigiBAU beteiligten drei Universitäten. Dort ist die Ausstattung mit kabelgebundenem und kabelfreiem Netz mitsamt Zugängen für Mitarbeiter*innen und Student*innen sowohl für hauseigene als auch für externe Geräte schon lange Normalität. Das Gleiche gilt für Projektionstechnik und stationäre wie mobile Leihrechner. Für die Anwender*innen kostenfreie Software-Lizenzen zur Nutzung im Bildungsbereich sind in der Regel über entsprechend große eigene Rechenzentren verfügbar.

Zudem ist der Lehrbetrieb über Webportale wie zum Beispiel in Hamburg das STiNE (Studien-In-fonetz, vgl. Universität Hamburg 2021) organisiert. Insofern lässt der Digitalisierungsgrad in der technischen Ausstattung kaum noch Wünsche offen. Vergleichsweise einfach verlief hier mit Beginn der Corona-Pandemie die Umstellung auf den virtuellen Lehrbetrieb. Für die Mitarbeiter*innen war die Anschaffung eines Konferenzsystems die sichtbare große Neuerung. Alles andere lief weitestgehend im Hintergrund bei den zuständigen Stellen ab.

Diese Tradition des frühzeitigen digitalen Wandels gibt es bei den überbetrieblichen (DigiBAU-) Ausbildungsstätten in dieser Form nicht. Sie stehen ihrem Wesen nach für eine klare Praxisorientierung und für die Vermittlung der Grundlagen des Handwerks in einer analogen und dezentral auf die Bedürfnisse der jeweiligen Gewerke ausgerichteten Tradition, die eine zentrale interne (Anlauf-) Stelle für allgemeine und spezielle Digitalisierungsfragen in der Regel nicht kennt. Abgesehen von den Leitungs- und Verwaltungsbereichen gibt es im präsenz-geführten Betrieb der Unterweisung auch keine zwingende Notwendigkeit für digitale Kommunikationsgeräte; oder wie es ein altgedienter Ausbildungsleiter einer großen mittelständischen Baufirma formulierte: „Am liebsten würde ich diese Smartphones verbieten, die lenken nur von der eigentlichen Arbeit ab.“ Dieselbe Haltung kennt ein langjähriger Ausbilder im Maurer- und Fliesenlegerhandwerk: „Da hinten stehen vier Paletten mit Kalksandsteinen, die müssen heute Abend weg sein. Ich bringe den jungen Leuten die notwendigen Grundlagen bei, wie man daraus schnell und handwerklich korrekt eine Wand herstellt. Da ist nichts Digitales.“

Diese tradierte und immer noch weit verbreitete Haltung verändert sich kleinschrittig über längere Zeiträume und ist zur Akzeptanz an Voraussetzungen geknüpft: Derselbe, in seiner Grundhaltung ablehnende Ausbilder, sprudelte im weiteren Verlauf des Projektes vor Ideen, wie man mithilfe einer ihm vorgeführten Aufmaß- und Planungssoftware praxisbezogene Aufgaben für die Auszubildenden erstellen könnte. Leider werden zur Bearbeitung der Aufgaben in seiner Werkhalle leistungsfähige Endgeräte mit eben jener Software und einer sehr guten Netzanbindung für den datenhungrigen Datenbankzugriff benötigt. Und da wurde das Problem erkannt: Wer hätte gedacht, dass zwanzig Auszubildende im ersten Lehrjahr mal jeweils ein robustes und staubgeschütztes Tablet benötigen? Und wenn dem so ist, gibt es ein leistungsfähiges Netz mit genügend Bandbreite für die vielen Geräte? Im schutzbedürftigen internen Netz oder als offenes Gästernetz? Wer weiß was darüber und kümmert sich darum? Wann? Dem zugrunde liegt auch noch die für die Praktiker*innen letztlich entscheidende Frage, ob sich das alles wirklich lohnt – insbesondere, wenn die Betriebe, für die man überbetrieblich ausbildet, nach wie vor Mitarbeiter*innen mit einer fundierten handwerklichen Grundfertigkeit benötigen (vgl. Ströhle 2020, 31).

Technische Ertüchtigung als Voraussetzung

Solche Fragen sind mit der Corona-Pandemie jedoch auf Schlag weitgehend obsolet geworden. Für die erste Phase, in der alle Ausbildungsstätten geschlossen waren, kam es zu der neuen Frage, wie der Betrieb so umfangreich wie möglich virtuell arbeitsfähig werden könnte (vgl. Diekmann, Grochtmann & Schüttert 2021, 10). Das hat zu einer teils massiven Aufrüstung bei technischen

Geräten und Software geführt, die über die Schließungsphase hinaus in Betrieb bleiben und genutzt werden (vgl. Krümmel & Mersch 2020, 19). So wurde in den meisten Fällen unter hohem zeitlichen Druck die eigene Situation analysiert und je nach technischer Voraussetzung ein Notbetrieb eingerichtet. Dabei wurden bestehende Organisationen, Zuständigkeiten und Arbeitsweisen in Frage gestellt oder für die vernetzte (teil-)virtuelle Zusammenarbeit als nicht krisenfest genug erkannt: Die Bedingungen für die digitale Transformation hatten sich grundlegend verändert. Im Ergebnis stehen nun viele weitere Instrumente für den Unterweisungsbetrieb zur Verfügung, mit denen experimentiert werden kann (für erfolgreiche Beispiele vgl. den Beitrag zu den innovativen Ausbilder*innen in diesem Band).

Dabei ist jede Ausbildungsstätte entweder vollständig für sich selbst verantwortlich mit einem einzigen Standort, etwa als gemeinnützige GmbH, oder sie sind in einen größeren Verbund, zum Beispiel ein Berufsförderungswerk mit in der Regel mehreren Standorten, eingebettet, wo Entscheidungen zumindest teilweise übergeordnet zentralisiert sind. Die dritte Variante ist die Anbindung an eine Handwerkskammer, in einem Fall mit kurzem Draht zur eigenen, mit immerhin drei Stellen ausgestatteten IT-Abteilung, im anderen Fall mit gewachsenen, dezentralen Zuständigkeiten. Häufig gehen organisatorische Varianten, zum Beispiel das Programmieren einer Lernplattform, auf einzelne Personen zurück oder sind durch zugeschriebene Kompetenzen individuell gelöst: „[Frage: Das heißt, im Grunde sind die [Kolleg*innen aus der kleinen IT-Abteilung] froh, wenn Sie sich kümmern, dann müssen die sich nicht kümmern?] Ja. Genau. [Frage: Gibt es denn so etwas wie eine technische Leitung, die übergeordnet zuständig ist?] Naja, es ist ein bisschen aufgeteilt.“¹

Im Folgenden soll beschrieben werden, wie die DigiBAU-Partner*innen sich das Themenfeld technische Innovation bzw. technische Ertüchtigung für ihre überbetriebliche Ausbildung erschlossen haben. Dazu wurden durch die Technische Universität Hamburg (TUHH) fokussierte, leitfadengestützte Expert*innengespräche (vgl. zur Methode Hopf 2007, 349) zwischen einer halben und einer Stunde mit Vertreter*innen der Projektpartner geführt. Befragt wurde zu den Themenkomplexen Netz- und Geräteverfügbarkeit, Ertüchtigung von Hard- und Software, Schulungen für Mitarbeiter*innen und wie das Thema bzw. der Prozess vor Ort organisiert wird.

Herausforderungen bei der Ertüchtigung der technischen Ausstattung

Ein stabiles und leistungsfähiges Netz hat sich für alle Überlegungen zum digital gestützten Lernen und Arbeiten als unentbehrlich erwiesen. Zurzeit haben nur noch zwei Ausbildungsstätten kein adäquates WLAN. In den meisten Fällen ist es flächendeckend vorhanden, in einigen Fällen mit kleineren Lücken in denjenigen Werkstätten, wo fast nur praktische Unterweisung stattfindet.

1 Sämtliche Zitate, die nicht weiter belegt werden, stammen aus den Expert*inneninterviews.

Fast überall gab es Probleme mit der generellen Netzanbindung entweder aufgrund der Kosten für den Glasfaseranschluss mit der geforderten Bandbreite oder weil die Ausbildungsstätte geographisch so gelagert ist, dass vorher noch ein sehr langes Kabel verlegt werden musste. Für dessen Kosten war zunächst kein großes Interesse entstanden, sodass zum Teil abenteuerlich improvisiert worden ist: „Davor hatten wir verschiedene Varianten ausprobiert [...] Wir haben [zum Beispiel] die Landrätin angesprochen, wir haben mit den Technikern vom Landratsamt gesprochen [...], dass wir eine Art Richtfunkstrecke bis zum [sieben Kilometer entfernten] Landratsamt in [...] aufbauen, das uns seinen Anschluss zur Verfügung gestellt hätte [...].“

Dort, wo vorhanden, findet fast immer eine Trennung in ein gut abgesichertes internes Netz für die Verwaltung statt, an das auch die Auszubildenden angeschlossen sind und in ein externes Gästenetz, in das auch Fremde Einlass finden. In einem Fall konnten die eigenen Mitarbeitenden während der Heimarbeits-Phase aufgrund der starken Absicherung allerdings nicht mit privaten Rechnern auf dienstliche Daten wie E-Mails zugreifen, aber „das stark Restriktive führt auch zu solchen Frickellösungen, die die Leute sich selber ausdenken“, wie ein sehr IT-kompetenter Ausbilder beobachtet hat. Solche strikt trennenden Lösungen erwiesen sich deshalb recht schnell als unpraktisch, sodass es grundlegende hausinterne Entscheidungen und einen organisatorischen Aufwand seitens der (wenn vorhandenen) IT-Abteilungen erforderte, wie in Zukunft mit fremden Geräten umgegangen werden soll. Zumal als neue Aufgabe auch die Kursteilnehmer*innen über ein leistungsfähiges elektronisches Kommunikations- und Dokumentenablagensystem, zum Beispiel für den Online-Unterricht, eingebunden werden mussten.

Dazu braucht es ein gut administriertes Cloud-System mit klaren Regelungen und hierarchisch abgestuften Zugriffsrechten für interne Mitarbeiter*innen, externe Dozent*innen und Kursteilnehmer*innen. Hier zeigten sich insbesondere in den Ausbildungsstätten ohne eigene IT vor Ort große Hürden im Hinblick auf Datenschutz, eigenen Kompetenzerwerb, Definition von Anforderungen und Zusammenstellung von Lastenheften, Kosten für eigenes Personal und für Programmieraufträge sowie für die Installation und die Aufrechterhaltung des Systems selbst. Ohne diese Investition ist jedoch ein vernetztes Arbeiten und digital gestütztes Lernen kaum möglich, weil die offiziellen Kommunikationswege abgeschnitten oder nicht vorhanden sind. Hier sind während DigiBAU und beschleunigt durch Covid19 ganz erhebliche Fortschritte bei der Implementierung solcher Cloud-Systeme gemacht worden.

Interne Geräte sind ebenfalls durch Covid19 zu einer größeren Problematik geworden. Auch in überschaubaren Häusern sind noch viele Rechner im Einsatz, die bislang „noch gut“ waren, aber mit den steigenden Anforderungen durch das vernetzte Arbeiten irgendwann überfordert sind: In einer Ausbildungsstätte ist zum Beispiel sowohl die Serverkapazität an der Leistungsgrenze wie auch das Betriebssystem nach zwölf Jahren veraltet. Insofern ist abhängig von der Beschaffungspolitik in den Ausbildungsstätten auch massiv in die Erneuerung von Rechner-Hardware investiert worden.

Die Administration interner Geräte ist dabei zur bedeutenden Aufgabe geworden: Durch die große Bandbreite an alten und neuen Geräten mit unterschiedlichen Betriebssystemen ergeben sich teils

unlösbar Kompatibilitätsprobleme. Sie beginnen mit banalen Dingen wie dem Abgleich von drei vorinstallierten, kostenfreien Kalender-Apps auf zwei Betriebssystemen und hören mit der Konnektivität der Geräte zum teuren Active Panel, das als zentrale Workstation fungieren soll, nicht auf.

Zudem wurden in schneller Folge Aktualisierungen von Programmen durch die Hersteller ausgegeben, sodass bei einer besonders bedeutenden Kollaborationssoftware für jedes Betriebssystem unterschiedliche Ausbaustufen für Funktionsumfänge und Benutzungsoberflächen vorlagen. Das Erlernen und Beherrschen dieser komplexen Software ist für Ungeübte oder Nicht-Affine eine große Herausforderung, zumal wenn z. B. der gesuchte Knopf bei dem einen oben rechts erscheint und bei der anderen nicht dort. Sowohl die Erst-Konfiguration neuer Geräte wie auch die Re-Konfiguration nach Besitzer*innenwechsel oder größeren Aktualisierungen sind durch Laien kaum durchführbar und kosten interessierte oder beauftragte Autodidakt*innen sehr viel Arbeitszeit.

Inzwischen sind externe Geräte in der Unterweisung, dass also die Kursteilnehmer*innen eigene private Geräte dabeihaben, in die Diskussion gekommen. Aber auch sie benötigen zumindest einen eingeschränkten Zugang zum internen Netz und müssen mit anderen internen und externen Geräten kommunizieren lernen. Auch hier kommt es zu Problemen mit alten Geräten, unterschiedlichen Betriebssystemen und Software-Ausstattung. Die bereits praktizierte Variante mit Leihgeräten bleibt aber nicht zwingend die bessere Alternative, denn diese müssen in großer Zahl angeschafft werden. Sie veralten schnell, und ihre Aus- und Rückgabe muss über Listen verwaltet werden. Außerdem benötigen sie eine Wächtersoftware, die nach dem Nutzungserlebnis den Original-Zustand wiederherstellt. Aufgrund der Vielzahl an aktiven Geräten und der Schnittstelle zum sensiblen internen Netz ist das Problem für beide Wege massiv und gehört auf absehbare Zeit wahrscheinlich in professionelle Hände.

Spezialsoftware (Messtechnik, sog. Handwerkersoftware, Computer Aided Design oder ähnliches) sowie die dazugehörigen Geräte sind flächendeckend und erfolgreich im Einsatz. Aber auch hier neigen Geräte und Software seitens der Hersteller zu immer mehr Kommunikation und Datenaustausch, sodass für sie ebenfalls eine Integration in größere, soeben beschriebene Arbeitsumgebungen notwendig wird. Zwar kann dies teilweise durch die Ausbilder*innen selbst geleistet werden, weil sie die Geräte sehr gut kennen. Die Koordination der Geräte-Umgebungen gehört jedoch wegen der genannten Problematiken wiederum lieber nicht in die Hände von Laien.

Neben dem schon erwähnten Personalaufwand kommen auf die Ausbildungsstätten Kosten nicht nur für die Anschaffung und Aufrechterhaltung von Hardware, sondern auch in teilweise erheblichem Umfang an Lizenzgebühren für die Verwendung von Software und für Cloud-Speicher zu. Da diese üblicherweise im Abonnement anfallen, können sich auch kleine Beträge selbst für günstige Lizenzen des Bildungsbereichs durch ihre Vielzahl zu großen Summen addieren. Damit können Entscheidungen über digital gestütztes Lernen unabhängig von Qualität und technischen Möglichkeiten zu rein kaufmännischen werden.

Beispiel für prekäre Handlungsmuster im Umgang mit der Digitalisierung

Nicht immer können die Ausbildungsstätten in ihrer Digitalisierungspolitik zum ganzheitlichen Akteur mit einheitlichem Handlungsprogramm figuriert werden (vgl. zur Technografie die Analysebeispiele Rammert & Schubert 2006). In einem besonders anschaulichen Fall gelingt dies nicht, weil eine streng abgrenzbare Fokussierung auf sachlich definierte Bereiche inklusive Hierarchien stattgefunden hat und diese aufgrund ihrer ursprünglichen Plausibilität tradiert und für gut befunden wird.

So hat eine jahrzehntelang eingeübte Arbeitsteiligkeit in dieser Ausbildungsstätte so weit geführt, dass eine stringente digitale Ertüchtigung schwierig ist: Ausbildungsleitung, Weiterbildungsleitung und kaufmännische Leitung besitzen in zwei Fällen keine und in einem Fall eine autodidaktische, sich im technologischen Wandel aber schnell erschöpfende und rasch veraltende Kenntnis im Hinblick auf die Möglichkeiten einer ertüchtigten IT. Die Ausbildungsstätte besitzt damit nicht die besten Voraussetzungen, zumal nicht erwartet werden sollte, dass jemand neben der eigentlichen Tätigkeit oder in der Freizeit binnen kürzester Zeit eine professionelle Selbstqualifizierung in einer fremden Disziplin durchführt.

Zwar ist die Position des eigentlichen IT-Experten adäquat besetzt worden, doch es fehlen hier die methodisch-didaktischen Kenntnisse, um neue Geräte in den Unterweisungsalltag sinnvoll einzubinden – das heißt, alte Lehr- und Lernformen in neue, digital gestützte zu „übersetzen“ (vgl. zum Begriff des Übersetzens Latour 1998, 33). Bei den beiden fachlichen Leitungen reicht diese didaktische Kompetenz korrespondierend mit der IT-Kompetenz für das gekannte herkömmliche Lernen und Arbeiten aus. Bei den Ausbilder*innen fehlt zumeist eine pädagogische Fortbildung (d. h. über Polier*in, Meister*in oder Techniker*in hinaus) und somit das grundlegende methodisch-didaktische Theorie- und Schulwissen, während das teils über Jahrzehnte reichhaltig erworbene Erfahrungswissen (vgl. Schützeichel 2007, 546) keinen Zugang zum neuen Thema ermöglicht: Es gibt niemanden, der*die in allen betroffenen Bereichen ausreichende Kenntnis mitbringt, um die sich neu bildenden Schnittstellen zu besetzen und den Innovationsprozess über die Zuständigkeiten hinweg zu moderieren.

So kann diese Verteilung von Kenntnissen, Zuständigkeiten und Entscheidungsbefugnissen im digitalen Wandel als zunehmend schwieriger werdendes Bewahren bestehender Strukturen gedeutet werden, das in Handlungen mündet, welche letztlich personenabhängig auf Versuch-und-Irrtum beruhen: Ideen und Methoden werden individuell sehr unterschiedlich erprobt, können aber nicht strukturell und institutionell gebündelt werden. Im Ergebnis sind zwar alle technischen Voraussetzungen für eine digital gestützte Unterweisung vorhanden und implementiert. Sie führen in der Aneignung für den Arbeitsalltag jedoch zu einer individuellen Entwicklung hin zu einem sehr breiten Spektrum von selbst erzeugten Anwendungsqualitäten, die vom Fast-Profi bis zum digitalen Analphabeten reichen.

Das Handlungsprogramm *Organisation des digitalen Wandels in der überbetrieblichen Ausbildung* kann in diesem Fall nicht bis zur Ausreife entwickelt werden, sondern bricht in einem frühen Stadium ab, weil der Professionalisierungsgrad insgesamt mit den Entwicklungen nicht Schritt halten und innerhalb der Gruppe heterogen bleibt. Als Folge hat diese Ausbildungsstätte bei ähnlichen Startvoraussetzungen im Projektverlauf den Anschluss verloren. Die reine Erüchtigung von Technik jeglicher Art und Güte spielt in diesem Kontext keine entscheidende Rolle.

Allerdings muss in diesem Falle eine Frage zum Verständnis des Gesamtzusammenhangs gestellt werden: Nämlich, ob die Zielgruppe, in diesem Falle die überwiegend kleinen Baufirmen, diese digitale Professionalisierung eigentlich gutheißen. Zweifel daran werden, sowohl auf der Leitungsebene und bei den Ausbilder*innen als auch bei den Gesellschafter*innen geäußert. Insofern ist der aus der Sicht der Digitalisierung prekäre Umgang mit dem digitalen Fortschritt in der überbetrieblichen Ausbildung in diesem Fall nicht zwangsläufig ein hausinternes Problem. Er spiegelt eher den Kontext wider, in den diese Ausbildungsstätte eingebettet ist, oder, wie es aus der Geschäftsführung sehr eindeutig formuliert worden ist: „Wir bilden für unsere Betriebe in den handwerklichen Grundlagen aus, die sie für den Beruf brauchen, dann erst für die Digitalisierung.“

In einer anderen Ausbildungsstätte zeigt sich eine ähnliche Problematik in einem ganz anderen Wirkungszusammenhang: Dort wird der Umgang mit Technik in der Grundfertigkeit gelehrt, die Zusatz- und/oder Weiterqualifizierung übernehmen jedoch die Maschinenhersteller selbst und schulen das digitale Arbeiten auf den eigenen Systemen. Den Führerschein erwirbt man in der Ausbildungsstätte, das eigentliche Fahren schult der Maschinen-Hersteller. Die Ausbildungsstätte wird dazu nicht mehr benötigt, sie dient vor allem dem Erwerb von Zertifikaten.

In diesen beiden Fällen und einem weiteren Fall, der bereits an Überkapazitäten aufgrund zu geringer Auszubildendenzahlen leidet, gibt es für digital gestütztes Lernen und Arbeiten also eher eine Problematik der noch geringen Nachfrage seitens der Baufirmen, die andersherum durch das Angebot der Ausbildungsstätten noch nicht erzeugt werden kann: Die Umstellung auf digital gestütztes Lernen und Arbeiten lohnt sich aufgrund geringer Nachfrage und schwieriger Akzeptanz nicht – Dass die eine Ausbildungsstätte das Thema trotzdem massiv vorantreibt, liegt an den eigenen Erwartungen an die Zukunft.

Voraussetzungen und Handlungsweisen sind hier ganz andere als im folgenden Beispiel: Diese Ausbildungsstätte müsste vielleicht nicht digitalisieren, tut es aber trotzdem.

Beispiel für eine besonders gelungene Umsetzung

Hausintern gibt es zwar auch in dieser Ausbildungsstätte eine jahrzehntelange Kontinuität auf der Leitungsebene. Diese agiert jedoch in einem anderen Selbstverständnis: Statt die Ausbildungsstätte zu verwalten, wird versucht, diese aktiv und kontinuierlich zu entwickeln und dabei in der Ausstattung und der Organisation zu verbessern.

Über immer neue, abhängig von den öffentlichen Förderlinien inhaltlich möglichst aufeinander aufbauende Projekte ist diese relativ kleine Ausbildungsstätte über die Jahre hinweg finanziell und personell sehr ressourcenstark geworden, denn auf diesem Wege konnte sowohl externe wie auch interne IT-Kompetenz aufgebaut werden. Drei Bereiche ergänzen sich durch unterschiedliche Fokussierung, einmal auf das Ausführen von Programmierungsleistungen, einmal auf die mediendidaktische Gestaltung und einmal auf die Koordinierung des soziotechnischen Systems (vgl. Rammert 2007, 21) aus Menschen und Geräten durch eine Person mit sowohl ingenieurwissenschaftlichem und handwerklichem Hintergrund: „Ich bin gelernter Zimmermann, hab Bauingenieurwesen studiert und zur IT (zögert) tja, es war halt jemand da, der sich grundsätzlich auskennt und vor allem kaum Berührungängste hat, was das Ganze angeht [...]“

Damit verfügt diese Ausbildungsstätte über Kompetenzen, die es in den anderen Ausbildungsstätten insbesondere in dieser Kombination nicht gibt. In praktisch allen anderen fehlt die Mediengestaltung als Kompetenz und Anlaufstelle für das Erstellen und den Umgang mit digitalen Medien: „[Frage: Sie sind ja nun für die technischen Dinge zuständig, aber ohne Frau [...] geht es nicht?] Nein! Ohne sie geht es tatsächlich nicht.“ Hinzu kommen bei den meisten, wenn auch nicht allen Ausbilder*innen eine hohe technische Affinität und ein ausgeprägter Hang zum Experimentieren, wie sich dies in die Unterweisung integrieren lassen könnte.

Das Akteur-Netzwerk (zum Begriff vgl. Latour 2010) innerhalb des Hauses agiert strategisch unter klarer Führung durch die Projektabteilung und in seinen Fähigkeiten und Zuständigkeiten komplementär sowohl mit fachlichen, didaktischen als auch mit koordinierenden Aufgaben für die jeweiligen Einzel-Akteur*innen. Zudem ist immer ein*e Ausbilder*in für besondere Aufgaben, zum Beispiel innerhalb von Projekten, quasi freigestellt und kann sich fokussiert ausschließlich um eine Aufgabe kümmern, während in anderen Ausbildungsstätten Dinge auch „nebenbei“ erledigt werden müssen oder sollen. So gelingt die Übersetzung vorher händisch-analoger Prozesse in digital gestützte Prozesse: Über ein selbst entwickeltes Tool können die Ausbilder*innen zum Beispiel einen Kundenauftrag genau simulieren. Die Auszubildenden erhalten dadurch per Smartphone die Möglichkeit, anhand genau strukturierter Schritte eben diesen oder auch einen anderen Kundenauftrag nicht nur abzuarbeiten, sondern nachzuvollziehen und immer wieder aufrufen zu können.

Im Zusammenspiel der Akteur*innen gelingt es so, die Aufgabe *Digitalisierung der überbetrieblichen Ausbildung* anhand eines vorher skizzierten Entwicklungspfad es erfolgreich zu programmieren und kontinuierlich und kleinschrittig zu implementieren. Das hat den Vorteil, dass gegenüber einer großen Sprunginnovation (vgl. Rammert 2007, 29) im Sinne des „Jetzt-Alles-Neu“ (vgl. die notgedrungene Umstellung auf Online-Unterricht im Rahmen der Corona-Pandemie in der Handwerkskammer Münster; Diekmann, Grochtmann & Schüttert 2021, 10) die Anschlussfähigkeit der Beteiligten zu einem sehr hohen Grad gewahrt werden kann. Neue oder überarbeitete soziotechnische Subsysteme werden zunächst auf der Expert*innen-Ebene programmiert, dort und dann nochmals auf der koordinierenden Ausbilder*innen-Ebene erprobt, bevor sie per Multiplikator*innen-Schulung in die alltägliche Praxis der Unterweisung eingeführt werden. So kann gewährleistet werden, dass nur weitgehend ausgereifte Instrumente in die Praxis des vernetzten Lernens und Arbeitens gelangen, dort auch genutzt und akzeptiert werden.

Diese Ausbildungsstätte ist im Gegensatz zu den meisten anderen in eine regionalökonomische Struktur ständiger Konkurrenz um Auszubildende eingebettet. Der Verzicht auf Innovation würde laut eines Standortleiters den Verzicht auf Auszubildende bedeuten: „Wir haben so viele große Firmen am Ort, die alle auf der Suche nach guten Leuten sind, denen sie auch was bieten. Wir müssen auch was bieten. Sonst würde kaum jemand zu uns kommen.“ Hier besteht durch den regionalen Arbeitsmarkt ein erheblicher externer Druck auf die Qualität des Angebotes der Ausbildungsstätte, der zu immer neuen Modernisierungsschüben im Hause führt.

Folgerungen

Zwischen diesen beiden ausführlich beschriebenen Ausbildungsstätten bildet sich ein Spektrum, in das die weiteren acht am Projekt beteiligten eingeordnet werden können.

Erkennbar werden drei Gruppen auf dem Digitalisierungspfad, die relativ einfach nach Angebot unterschieden werden können. Zunächst sind da die beiden im Vergleich zur kleinsten Partnerin ressourcenstarken Handwerkskammern, die als große Vollsortimenter mit umfangreichem Angebot auch außerhalb der Bauberufe praktisch alles, was an technischer Ausstattung zusätzlich (das meiste ist ohnehin schon da) gebraucht wird, binnen kurzer Zeit beschaffen können. Die Monozentren als Spezialanbieter*innen sind ebenfalls sehr weit fortgeschritten, entweder weil sie, wie die Zimmererzentren, sowieso zur Arbeitserleichterung durch technische Hilfsmittel neigen, und/oder weil dort ohne aufwendige Abstimmungsprozesse strategische Ziele und Maßnahmen definiert sind, die erreicht werden sollen. Das fällt ihnen leichter, weil sie Anforderungen nur für genau einen einzigen Beruf festlegen müssen. Sämtliche Zuständigkeiten, Kenntnisse und Wünsche sind fokussiert. Es gibt keine Verteilungsfragen zwischen Gewerken.

Die kritische Gruppe sind in diesem Projekt die Häuser, die selbst eher klein sind, dabei aber sehr viele Berufe abdecken und/oder nur an wenigen Projekten beteiligt sind und/oder geographisch oder als Einzelstandorte verinselt sind. Ihre Position auf dem Entwicklungspfad lässt sich zurzeit nur dann bestimmen, wenn man entweder nach Berufen oder noch besser nach Ausbilder*in vorgeht: Es gibt zwar überall mindestens eine*n Ausbilder*in, der*die als Leuchtturm die technischen Möglichkeiten nutzt und auch Beratung oder Multiplikator*innenschulung anbietet. Es fällt jedoch den Ausbildungsstätten bei bis zu zehn angebotenen Bauberufen schwer, von den Zimmer*innen bis zu den Rohrleitungsbauer*innen zehnmals ein konsistentes, gewerkebezogenes Konzept zur digital gestützten Unterweisung zu erarbeiten. Dabei sollte zudem bedacht werden, dass bei sehr unterschiedlichen Voraussetzungen und Fachkulturen die Möglichkeiten der Technik durch die Ausbilder*innen ihren jeweiligen Bedürfnissen entsprechend unterschiedlich genutzt werden.

Bei diesen hohen Anforderungen zeigt sich ein sehr stark inkrementalistisches Vorgehen bei individuellen Problemlagen, das mit den Ideen und der Geschwindigkeit der übrigen Ausbildungsstätten nicht mithalten kann. Solche prekären Ausbildungsstätten haben bereits deutlich an Anschlussfähigkeit eingebüßt. Es könnte leicht passieren, dass die Lücke noch größer wird, weil bereits zur Ideenfindung Ressourcen fehlen oder sie in fremdregulierten Projekten innerhalb von Netzwerken

von den starken Partnern deutlich erkennbar keine Steuerungskompetenz erhalten und so zu reinen Mitläufern werden. Es zeigte sich im Projektverlauf auch, dass nur die projektstarken Partner auch stark im digitalen Wandel sind. Eine reine Hardwareförderung, die der Ausbildungsstätte das neueste und beste Messgerät finanziert, reicht zur Herstellung der Anschlussfähigkeit kaum aus.

Insofern zeigt sich eine große Bandbreite zwischen den Standorten: Eine Ausbildungsstätte ist sehr gut vernetzt, sehr projektstark, hat nachweislich hervorragende Auszubildende, erfahrene Projektmanager*innen, eine kompetente Leitung und wartet mit Anschaffungen sehr lange, weil sie sehr lange sehr genau prüft. Beide Ausbildungsstätten benutzen gleiche Messgeräte für die Erstausbildung im Straßenbau. Die Starke lässt den Auszubildenden per Workstation einen papierfreien Auftrag zukommen, damit sie mit den Messgeräten eine große Menge an Daten erzeugen. Diese werden per Schnittstelle drahtlos in einen Rechner übertragen und dort per Software eingelesen und digital weiterverarbeitet. Unterwiesen werden die Auszubildenden hier nicht mehr nur im Straßenbau, sondern im Datenmanagement für den Straßenbau. Sie werden damit schon auf mögliche zukünftige Tätigkeiten, wie die Einbettung in das Building Information Modeling (BIM) oder die Funktion als Polier*in vorbereitet. In der anderen Ausbildungsstätte werden die Daten für das Aufmaß aus dem Messgerät per Zuruf auf Papier eingetragen und es wird anschließend mit der Hand weitergearbeitet wie bisher. Diese Auszubildenden sind im Vergleich mit denen der starken Ausbildungsstätte im Grunde kaum mehr konkurrenzfähig. Mit dem Messgerät hat das aber nichts zu tun, sondern mit der Beschaffenheit des soziotechnischen Systems aus Messgerät, Auszubildenden, Rechner, Software und geeigneten Handlungsanweisungen durch die Ausbilder*innen sowie deren Rahmenbedingungen.

Die in schwachen Ausbildungsstätten erzeugten soziotechnischen Systeme aus Menschen und Geräten werden vor Ort nicht aufgrund technischer Defizite nicht leistungsfähig, sondern weil menschliche Ressourcen fehlen, um diese Systeme zu definieren, zu konstruieren, zu programmieren, zu administrieren und zu nutzen. Die Erfolgsbedingung ist ein effektives Zusammenspiel aus kaufmännischen Entscheider*innen, fachlichen Vorgesetzten und technischen Leitungen mit adäquater Ausstattung und Verteilung von Ressourcen. In solchen prekären Ausbildungsstätten sind im Vergleich zu den anderen diese Funktionen im rasanten Wandel nicht mehr gleichwertig besetzt. Diese Gleichwertigkeit im Einzelnen wiederherzustellen ist durch Delegieren, Selbstqualifikation oder Projektmitarbeit kaum zu erwarten.

Es wäre eine methodisch-didaktische Nach-Qualifikation im Hinblick auf das Potenzial digital gestützter Unterweisung wünschenswert, um solche Ausbildungsstätten auf dem weiteren, keineswegs abgeschlossenen oder für sie perspektivlosen Digitalisierungspfad zu stärken und somit ein weiteres Auseinanderdriften zu erschweren. Solche Potenziale sind auch für die schwächeren Zentren immer noch deutlich erkennbar und werden in den beiden folgenden Beiträgen aus der Perspektive innovativer Ausbilder*innen zunächst auf der individuellen und danach auf der Netzwerk-Ebene beschrieben.

Literatur und Quellen

Degele, Nina (2002): Einführung in die Techniksoziologie. München: UTB

Diekmann, Susanne; Grochtmann, Thomas; Schüttert, Andre (2021): Umgang mit der Corona-Pandemie in der Handwerkskammer Münster. In: DigiBAU Projektbrief 2021, 10–11. Online: https://www.komzet-netzwerk-bau.de/wp-content/uploads/2021/01/2021_Projektbrief_digital.pdf (23.08.2021)

Hopf, Christel (2007): Qualitative Interviews – ein Überblick. In: Flick, Uwe; Kardorff, Ernst von; Steinke, Ines (Hrsg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch. Reinbek: Rowohlt, 5. Aufl., 349–359

Krümmel, Stefan; Mersch, Franz (2020): Digitalisierung und überbetriebliche Bauausbildung und Pandemiebedingungen. Erfahrungen aus dem Projekt DigiBAU in zehn überbetrieblichen Ausbildungsstätten des Kompetenznetzwerks Bau und Energie. In: BAG-Report Bau, Holz, Farbe, 22. Jg. 2/2020, 18–22

Latour, Bruno (2010): Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft. Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie. Frankfurt/ Main: suhrkamp

Latour, Bruno (1998): Über technische Vermittlung. Philosophie, Soziologie, Genealogie. In: Rammert, Werner (Hrsg.): Technik und Sozialtheorie. Frankfurt/ New York: Campus-Verlag

Rammert, Werner (2007): Technik – Handeln – Wissen. Zu einer pragmatischen Technik- und Sozialtheorie. Wiesbaden. VS Verlag für Sozialwissenschaften

Rammert, Werner; Schubert, Cornelius (2006): Technografie. Zur Mikrosoziologie der Technik. Frankfurt: Campus-Verlag

Ströhle, Jochen (2020): Umfragegestützte Bedarfsanalyse für das Angebot virtueller Kurse. In: DigiBAU Projektbrief 2020, 30–31. Online: https://www.komzet-netzwerk-bau.de/wp-content/uploads/2020/02/200130_dib_projektbrief.pdf (23.08.2021)

Schützeichel, Rainer (2007): Laien, Experten, Profession. In: Schützeichel, Rainer. (Hrsg.): Handbuch Wissenssoziologie und Wissensforschung. Konstanz: Herbert von Hahlem, 546–578

Universität Hamburg (2021): StINE. Online: <https://www.uni-hamburg.de/elearning/digital-studieren/stine.html> (23.08.2021)

INNOVATIVE AUSBILDER*INNEN

Erfolgreiche Beispiele für die Umstellung auf digital gestütztes Lernen und Arbeiten

Stefan Krümmel

Ging es im vorigen Beitrag unter dem Titel *Technische Ertüchtigung* um die Schaffung technischer Voraussetzungen mit dem Anspruch, die Hardware funktionsfähig zu machen, so geht es in diesem Beitrag um Auszubildende, denen es auf besondere Weise gelingt, sich die neuen Möglichkeiten mit den unterschiedlichsten Ideen und Anforderungen individuell zu eigen zu machen. Anhand von einigen aus inzwischen vielen Praxisbeispielen aus den DigiBAU-Standorten zeigt sich eine große Bandbreite des Experimentierens in einem sich gerade erschließenden Gestaltungsfeld. Die Relevanz dieser zunächst so unterschiedlich wirkenden Ansätze zeigt sich in den hier vorgestellten Erfolgsbedingungen und den daraus abgeleiteten Handlungsempfehlungen.

Schlüsselbegriffe

- › Digital gestütztes Lernen und Arbeiten
- › Individuelle Strategien
- › Praxis-Beispiele
- › Unterrichtskonzepte
- › Building Information Modeling (BIM)

Individuelle Herangehensweisen an das digital gestützte Lernen und Arbeiten

Mit der Corona-Pandemie und dem notgedrungenen Ausweichen auf einen hybriden oder sogar komplett online stattfindenden Unterricht ist ein so nicht gekannter Umstellungsprozess in den Häusern und Hallen mit Ideen und Formen zustande gekommen (vgl. Krümmel & Mersch 2020). Alle Häuser haben dabei gemeinsam: Sie experimentieren in einer nicht gekannten Freiheit mit den neuen Möglichkeiten, das eigene Dasein als Ausbilder*in neu zu strukturieren und für die nächsten Jahre in eine stabile Form zu bringen: Wo vorher das beschriebene Papier die Grundlage war, so ist es heute die ständige virtuelle Verfügbarkeit von benötigten Daten, die sichergestellt werden muss.

Der folgende Beitrag beleuchtet exemplarisch individuelle Ideen und Konzepte von innovativen Ausbilder*innen, die sich mit neuen Formen der Unterweisung beschäftigt haben, sei es aus

Neugier und Interesse an Hard- und Software wie in Hamburg und Bautzen, aus Not wie bei der radikalen Umstellung des Unterrichtskonzeptes auf Online-Lehre in Münster oder weil eine pragmatische Lösung zur Ansprache der Auszubildenden gebraucht wurde wie in Bühl und Biberach. In Osnabrück gibt es einen technikaffinen Ausbilder, der über Jahre stetig sein Unterrichtskonzept weiterentwickelt hat und einen Ausbilder, der sich in Archive begeben hat, um alte Dinge zu revitalisieren, beides wird in diesem Beitrag ebenfalls vorgestellt.

Dazu wurden durch die Technische Universität Hamburg (TUHH) mit den Ausbilder*innen relativ offen gehaltene leitfadengestützte Expert*innengespräche (vgl. zur Methode Hopf 2007, 349) über ungefähr eine halbe Stunde geführt. Zitate, die nicht anderweitig markiert sind, stammen von den jeweils interviewten Personen.

Die Erprobung von Arbeitsumgebungen aus vernetzter Hardware

Im Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg (AZB) wurden durch neu angeschaffte Geräte verschiedene Arbeitsumgebungen entwickelt. Zentraler Bestandteil ist ein berührungsempfindlicher Großbildschirm (Active Panel) mit 86 Zoll Bildschirmdiagonale, wie er in zahlreichen anderen Ausbildungsstätten ebenfalls angeschafft worden ist. Als Rechner bietet er auch Zugriff auf installierbare Apps und die Windows-Umgebung inklusive Kollaborationssoftware und Cloud-Speicher.

Eines dieser Active Panels wurde in der Werkstatt für innovatives Bauen an der Wand montiert und dient dort wie über ein überdimensioniertes Tablet als Alles-in-einem-Gerät für die Recherche von Information über den Webbrowser durch Ausbilder*innen und Teilnehmende, für die Vermittlung von Theorie durch die Ausbilder*innen mit zahlreichen Apps wie Rechner, Skizzen- und Malprogrammen, PDF-Reader, dem gesamten Office-Paket sowie der Dateiverwaltung. Diese Funktionen ermöglichen den Ausbilder*innen ein vielfältigeres stationäres Arbeiten, zumal auch Messgeräte, Tablets, Smartphones, Foto- und Videokameras direkt über diesen Bildschirm angesteuert und die erzeugten Datenströme hier weiterverarbeitet werden können. So können die Teilnehmer*innen ihre Werkstücke mit einem AZB-eigenen Tablet dokumentieren und gleichzeitig die Dokumentation des eigenen Arbeitsprozesses verwalten. Bilder und Videos können am Active Panel gemeinsam besprochen werden.

Die Vorteile einer teilmobilen Variante, ebenfalls aus Active Panel und vernetzten Tablets, ist das ortsunabhängige Arbeiten: Teilnehmer*innen, Expert*innen oder Ausbildungsleiter*innen von Baufirmen können auch von woanders zugeschaltet werden. Sind nicht genug leistungsfähige Tablets vorhanden, wird das Active Panel als Workstation verwendet. Insbesondere in staubigen Hallen kann es im Unterrichtsraum verbleiben oder auf einem Fuß weggerollt werden: Um das 180 kg schwere Gerät über Treppen zu tragen benötigt man sechs Auszubildende für den Betonbau. Das Active Panel eignet sich deshalb nicht für alle Anwendungsfälle. Die Teilnehmer*innen gehen zum Active Panel und erhalten ihre Aufträge elektronisch durch Ausgabe eines QR-Codes auf eigene Geräte.

Wird das Active Panel durch ein sehr leistungsfähiges Tablet für die Ausbilder*innen ersetzt, so kann zusammen mit den Standard-Tablets oder den Smartphones der Teilnehmer*innen in einer vernetzten vollmobilen Umgebung gearbeitet werden: Das ist zum Beispiel für den Rohrleitungsbau besonders interessant, weil hier sehr große Flächen innerhalb und außerhalb der Werkhalle bespielt, viele Checklisten abgearbeitet und viele Handgriffe dokumentiert werden müssen. In all diesen vollelektronischen Arbeitsumgebungen wird kein Papier mehr benötigt.

Das Building Information Modeling (BIM) in der Zimmerei-Ausbildung

In der Ausbildungsstätte in Bautzen des Berufsförderungswerks Bau Bildung Sachsen e. V. wurden in dem durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten und bestens dokumentierten Projekt *Bau's mit BIM* in einem Building Information Modeling (BIM) (vgl. die Beiträge von Lindemann und Böttcher & Wieczorek in diesem Band sowie Bau Bildung Sachsen 2019a und 2019b) durch die Projektabteilung ein detailreiches Siedlungsmodell entwickelt, das in Tiefbau, Hochbau und Ausbau als Arbeitsgrundlage in der digital gestützten Unterweisung dienen kann.

Ein Zimmerermeister nutzt dieses Modell erfolgreich, um aus digital modellierten Bauteilen, in diesem Fall das Aufsetzen einer Dachgaube, einzelne Aufgabenstellungen für die Teilnehmer*innen herauszulösen und in der Werkhalle bearbeiten zu lassen. Die Teilnehmer*innen haben über Tablets Zugriff auf die Aufgabe und können mit einer Software das herzustellende Bauteil auf allen Ebenen des räumlichen Kontextes, also der Gaube, des Dachs, des Gebäudes und der gesamten Siedlung in allen Dimensionen am Bildschirm drehen, betrachten und auf die zur Bearbeitung notwendigen Daten zugreifen. Damit ist es ihnen möglich, sich das Bauteil nicht nur im Kopf dreidimensional vorzustellen, sondern es permanent am Bildschirm verfügbar zu haben und das Werkstück so am digitalen Muster bearbeiten zu können.

So läuft die Unterweisung teilstationär mit Hilfe eines Active Panels und vernetzten Tablets elektronisch, ohne dass Papier benötigt wird: Das Anreißen kann direkt an den Werkstücken stattfinden ohne zeit- und arbeitsaufwendig Papier-Zeichnungen zu erstellen, die dann übertragen werden müssen. Der Vorteil für den*die Ausbilder*in ist, dass in dem BIM-Modell nahezu beliebig Aufgaben hinterlegt werden können, diese ständig verfügbar sind und nur einmal, nämlich beim Einpflegen in das BIM, vorbereitet werden müssen.

Damit werden die Teilnehmer*innen sowohl digital gestützt unterwiesen als auch auf zukünftige Herausforderungen beim Management von Plänen, Baustellen und Arbeitsprozessen vorbereitet. Das BIM bietet auch die Möglichkeit, auf einfache Weise ein Schnittstellenmanagement zwischen den verschiedenen Gewerken zu betreiben, zum Beispiel, indem Maurer*innen und Zimmer*innen eine gemeinsame Aufgabe zur Umsetzung von Wandanschlüssen gestellt wird.

Aktuell werden diese Arbeitsmethoden auch von Ausbilder*innen anderer Gewerke zunehmend eingesetzt. Dies ist nicht immer einfach umzusetzen, Unterstützung bekommen sie durch firmeninterne Fortbildungen und durch gegenseitige Hilfestellungen.

Aufbereitung des Bestehenden für das digital gestützte Lernen

Im Berufsbildungs- und Technologiezentrum (BTZ) der Handwerkskammer Osnabrück hat ein Ausbilder versucht, „alte“ digitale Medien in die Jetzt-Zeit zu transferieren. In der Regel waren das irgendwo abgelegte Lernbausteine der Elektrotechnik aus der Eigenentwicklung, die von ihm gesichtet und auf den neuesten Stand gebracht wurden. Zum Beispiel lagen viele Dinge noch in dem mittlerweile veralteten Flash-Video-Format vor und mussten in aktuellere Formate konvertiert werden. Auch mit einer Moodle-Plattform für die Organisation von Kursen hat dieser Ausbilder für seinen eigenen Unterricht bereits experimentiert.

Genutzt wurden diese Bausteine zur Vermittlung der notwendigen Theorie, für Wissensabfragen und zur Prüfungsvorbereitung, was aus der Erfahrung des Ausbilders bei den Teilnehmer*innen gut angekommen ist. Der Ausbilder sieht die Adressaten für seine Unterrichtsformate aber eher in der Weiterbildung als in der Erstausbildung, weil dort weniger Theorie vermittelt wird und dafür der Praxisanteil deutlich höher ist. In der Weiterbildung sieht er mit den digital gestützten Formaten dagegen Verbesserungen in den Bereichen Selbstorganisation und Eigenständigkeit bei den Teilnehmenden.

Probleme ergeben sich bei der Verwaltung der Medienbausteine und auch den Kursen, in denen sie enthalten sind: Sie sind nicht gut sichtbar, werden nicht unbedingt flächendeckend genutzt und geraten überdies schnell in Vergessenheit. Das heißt, sie werden irgendwo gespeichert, überdauern dort die Jahre und werden irgendwann ohne Weiteres gelöscht. Das bedeutet, dass es sich im Grunde nur dann lohnt, solche Bausteine zu produzieren, wenn ein leistungsfähiges und flächendeckend genutztes Ablagesystem geschaffen wird, in dem man diese Bausteine unkompliziert suchen und schnell darauf zugreifen kann. Dafür gibt es (nicht nur in diesem Hause) aber keine zentrale Stelle, die diese Aufgabe koordiniert. Eine Zentralisierung wäre ein nicht unerheblicher Aufwand, der begründet und sehr effektiv organisiert werden müsste. In der Regel ist aber jede*r Ausbilder*in selbst dafür verantwortlich.

Das folgende Beispiel zeigt einen gelungenen Lösungsansatz dazu.

Langfristige Weiterentwicklung eigener Unterrichtskonzepte

Ein anderer Ausbilder, ebenfalls in Osnabrück, der ursprünglich aus dem Kraftfahrzeugbereich stammt und nun in der Landmaschinentechnik aktiv ist, hat über einen Zeitraum von über 20 Jahren seinen Wirkungskreis aus eigenem technischem Interesse heraus im Bereich der Digitalisierung stetig ausgebaut. Als einer der Pioniere der Digitalisierung im Hause war es ihm möglich, in vertrauensvoller Kooperation mit seinem Vorgesetzten quasi auf Zuruf immer die neuesten Geräte zur Verfügung zu haben, bevor sie flächendeckend im Hause zum Einsatz gekommen sind.

Die Teilnehmer*innen bekommen auf eigenen Wunsch zwar zu Beginn noch einen Ordner mit Unterlagen und Arbeitsblättern aus Papier, ansonsten sind jedoch alle Unterlagen digital vorhanden. Als Arbeitsumgebung dienen zwei Interactive Boards jeweils im Klassenraum und in der

Werkstatt, die mit Laptops vernetzt werden. Es habe sich gezeigt, dass in Kooperation mit der Berufsfachschule und in Ergänzung zu deren Inhalten noch eigene Theorieeinheiten sinnvoll sind, bevor in die Praxis gegangen wird. Als eigentlicher Arbeitsgegenstand dient dazu die omnipräsente Präsentationssoftware des größten Herstellers. Diese Anwendung wird nach über 15 Jahren Praxis durch den Ausbilder so gut beherrscht, dass die gesamte Unterweisung darüber läuft: Nachdem damals für die Schulung zur Abgasuntersuchung eine CD mit einer optimalen Bedienerführung zur Verfügung gestellt worden war, hatte er daran angelehnt mit der Präsentationssoftware ein eigenes Format entwickelt. Der Ausbilder sagte dazu: „Da gab es auf dieser CD eine Power Point, und die ist vernetzt. Es gab eine Navigationsfolie, die die Themenbereiche aufruft. [...] Ich habe festgestellt, dass es für die Teilnehmer total toll ist, wenn die morgens kommen und genau sehen, wie die Woche läuft. Man springt jetzt aus dieser Folie in die einzelnen Themenbereiche rein. Das vermittelt dem Teilnehmer ein Gefühl der Sicherheit. Das ist im Unterricht unwahrscheinlich gut angekommen. Ich hab' dann angefangen, meine Sachen [...] umzustellen.“ Nun werden alle Materialien in der Präsentation nach Themenbereichen so vernetzt (z. B. mit Videos, hinterlegten Links, digitalisierten Arbeitsblättern), dass nur noch diese eine Datei gebraucht wird. Inzwischen experimentiert der Ausbilder anstelle der Präsentationssoftware auch mit einer Autor*innensoftware, wie sie im folgenden Beitrag in diesem Band beschrieben wird.

Voraussetzung für eine solche Umstellung sei zum einen die eigene technische Affinität, aber insbesondere auch das technisch innovative Umfeld im Kfz- und Landmaschinenbereich durch die Nutzung bzw. Schulung von Herstellerprodukten. Dieses Umfeld führt zu immer neuen Innovationschüben in der Gestaltung der Unterweisung: „Letzten Endes habe ich ja keine so große Vorbildung. Aber ich denke, das triggert das vom Bekannten zum Neuen und wieder zurück zum Bekannten. Das ist für die Teilnehmer total wohltuend.“

Der umgekehrte Weg: Von der Evaluation zum digital gestützten Lernen

In der Ausbildungsstätte in Cottbus waren lange Zeit nicht alle technischen Voraussetzungen für digital gestütztes Lernen gegeben. Insbesondere ist das flächendeckende Netz erst später hinzugekommen. Deshalb hat man aus der Not eine Tugend gemacht und sich um die Modeerscheinungen der WLAN-abhängigen Hardware-Ausstattung nicht weiter bemüht und ist den umgekehrten Weg gegangen.

Man hat seine Wünsche definiert und auf Umsetzbarkeit geprüft. Solange dies nicht möglich war, hat man entweder gewartet (z. B. auf das Netz) oder mit minimalistischen Lösungen improvisiert. Deshalb wurden auch später zum Beispiel keine nach eigenem Empfinden unhandlichen und staubanfälligen Active Panels gekauft, sondern wartet lieber auf die nächste Förderung, um robuste, gut ausgestattete Tablets anzuschaffen. Sie lassen sich miteinander vernetzen und decken von der stationären über die teilmobile bis zur vollmobilen Arbeitsumgebung alle Situationen in der Ausbildungsstätte ab. In Kombination mit einem in praktisch allen Räumen vorhandenen Beamer lassen sich Bildschirme zudem auf simple Art spiegeln.

Da diese Art des vernetzten Arbeitens lange nicht möglich war, erschien die Vorgehensweise mit der Erprobung neuer methodisch-didaktischer Konzepte und der damit zumeist verbundenen aufwendigen Einbindung von Geräten in Netze mit hoher Bandbreite nicht sinnvoll. Zur Brücke in die digitale Welt wurde der QR-Code, der von fremden Geräten problemlos gescannt werden kann. Ein Problem dagegen war längere Zeit seine problemlose Erzeugung auf Grundlage der passenden Inhalte, für die weitere Apps benötigt wurden oder ein als umständlich empfundenes Verfahren nötig war. Gelöst wurde es über die Kollaborationssoftware, die inzwischen von vielen DigiBAU-Partner*innen eingesetzt wird: In dieser Software-Suite gibt es eine sehr leistungsfähige und komfortable Anwendung zur Evaluation, über die der gesamte Prozess von der Befragung bis zur Auswertung abgewickelt werden kann.

Mit dessen Hilfe hat ein Ausbilder aus dem Maurerhandwerk begonnen, zunächst die Evaluation von Kursen aus der Erstausbildung in eine digitale Form zu bringen, in seinen eigenen Kursen zusammen mit den Teilnehmer*innen zu erproben, nochmals zu überarbeiten und dann in den eigenen Kursen dauerhaft anzuwenden. Über seine Funktion als Multiplikator wird die Vorgehensweise nach und nach in allen Kursen der Aus- und Weiterbildung angewendet. Parallel dazu geht der Ausbilder noch einen Schritt weiter und entwickelt innerhalb seines eigenen Gewerkes nach demselben Schema für die Teilnehmer*innen periodisch ausgegebene Quiz als ständiges Training für die Prüfung. Die Quiz werden dann immer weiter ausgeweitet und die Vorgehensweise wiederum auf die anderen Kurse und Ausbilder*innen übertragen.

Zusammen mit den im Hause programmierten Medienbausteinen (vgl. den Beitrag von Kaiser & Dziumbila in diesem Band) entsteht so allmählich ein neues, digital gestütztes Unterweisungsformat, das vielfachen Nutzen stiftet: Es bindet Geräte ein, die nicht zu eigenen Kosten angeschafft werden müssen, es digitalisiert das hauseigene Qualitätsmanagement, es digitalisiert die Prüfungsvorbereitung und macht diese zeit- und ortsunabhängig. Es ermöglicht außerdem sehr niederschwellige Zugänge in die Digitalisierung für die Ausbilder*innen. Zudem ist die Akzeptanz der Formate bei Teilnehmer*innen und Ausbilder*innen sehr hoch, weil der Nutzen sofort erkennbar ist.

Dieser besondere Ansatz einer geordneten Entwicklung neuer Unterweisungsformate ist einer von wenigen, in denen Ausbilder*innen nicht klientelisiert werden, sondern das Verfahren innerhalb ihres Gestaltungsfeldes selbst entwickeln.

Wirkung des Online-Unterrichts auf den Präsenzunterricht

Im Berufsbildungszentrum der Handwerkskammer (HWK) Münster wurde im Zuge der Corona-Pandemie durch Anordnung der Geschäftsführung quasi von einem Tag auf den anderen der gesamte Betrieb auf Online-Unterricht umgestellt (vgl. Diekmann, Grochtmann & Schüttert 2021, 10). Die einzige Alternative wäre gewesen, die Einrichtung vollständig zu schließen. Eine Entwicklung neuer Kursformate war in so kurzer Zeit nicht möglich. Die Dozent*innen erhielten über Nacht angeschaffte Software-Lizenzen für ein Konferenzprogramm und haben morgens mit dem Unterricht begonnen.

Eine Dozentin, die in kleinerem Rahmen bereits online unterrichtet hatte, empfand die Umstellung aufgrund der technischen Voraussetzungen als „sehr unangenehm. [...] Ich weiß nicht, wann ich das letzte Mal so unter Strom gestanden habe.“ Als die technischen Probleme schließlich gelöst werden konnten, stellte sie fest: „Fakt ist, das, was ich hier in Präsenz mache, das kann ich nicht eins zu eins online machen.“ Grundlegend anders sei vor allem der Umgang mit der verfügbaren Zeit, die online oft nicht ausreiche. Nachfragen dauerten länger, es gebe zu viele Kommunikationskanäle, die man im Blick behalten müsse, Dinge müssten der Reihe nach statt parallel abgearbeitet werden. Der gesamte Prozess ließe sich nicht gut moderieren.

Die Gruppe müsse auch anders gesteuert werden. In diesem Fall habe es vor der Online-Umstellung noch Präsenz-Termine gegeben, und die Teilnehmer*innen kannten sich persönlich. Dies sei online schwieriger, denn insbesondere bei ausgeschaltetem Video-Bild ginge der Kontakt schnell verloren. Bei Präsenz behielt man laut der Ausbilderin besser den Überblick, „deshalb habe ich mal aus Versehen das Meeting gekillt, um zu sehen, wer noch da ist und sich wieder einwählt.“ Vor diesem Hintergrund musste das Unterrichtskonzept völlig überarbeitet werden: Der neue Tag startet morgens um sieben Uhr mit einem Quiz zum Wachwerden und zur Auffrischung von Inhalten aus den vorangegangenen Einheiten. Es folgen dann ein Theorie-Teil und Fallbeispiele für kleine Arbeitsgruppen – alles immer mit überschaubarem Zeithorizont.

Wichtig sei der eigene Instrumentenkasten, der mit Apps neu befüllt werden musste, teils auf Empfehlung der schulpflichtigen eigenen Tochter, teils durch eigene Recherche, in jedem Fall aber durch Ausprobieren und Auswählen. Die Planung und Durchführung des Unterrichts bekomme eine besondere Bedeutung, sowohl bei den eigenen fachlichen Grundlagen als auch bei der Organisation des Kurses: „Also ich habe den Eindruck, online muss ich noch flexibler sein. [Das ist aber eigentlich anstrengend?] Absolut! Von 8 bis 16 Uhr mit einer halben Stunde Mittag eine Mannschaft zu bespaßen, das geht nicht. Das halten die nicht durch.“ Insofern war es eine der Hauptaufgaben, durch den Einsatz vieler digitaler Helferlein den Unterricht für alle Beteiligten so abwechslungsreich zu gestalten, dass er Teilnehmer*innen wie Kursleiterin vom Kopf her nicht zu sehr auslaugt: „[Das heißt, Sie haben ihren alten Präsenzunterricht buchstäblich verschrottet?] (Betonend.) Ja! [Dann ein völlig neues Konzept für online entwickelt?] Ja!“

Besonders innovativ ist diese Dozentin jedoch, weil sie die Erkenntnisse aus dem Online-Unterricht auf den Präsenz-Unterricht angewendet hat: „[Das heißt, der Präsenz-Unterricht ist dadurch besser geworden?] Ja! „Durch den Online-Unterricht ist man ja schon ein bisschen gezwungen, sich mit Medien auseinanderzusetzen. Ich konnte irgendwann mal einen QR-Code generieren, sodass die Leute den Film auf dem Smartphone sehen können. Aber das mach’ ich doch nicht, wenn ich dazu nicht gezwungen bin.“ Insofern hat die Dozentin beide Formate, Online und Präsenz, so überarbeitet, dass sie in der Lage ist, beide Formate plus das Hybrid-Verfahren daraus sicher anzuwenden und ihr Wissen im Rahmen von Dozierendenworkshops an Kolleg*innen im eigenen Hause weiterzugeben.

Online-Unterweisungen für YouTube

Im Komzet Bau Bühl wurde während der Corona-Pandemie zuerst für die Zimmer*innen-Ausbildung und später auch für andere Gewerke eine Lösung gesucht, damit die Teilnehmer*innen während der Schließung der Ausbildungsstätten den Kontakt zum Thema und zu den Ausbilder*innen halten können. Gestartet wurde mit einem Pilotprojekt, vom befragten Ausbilder milde beurteilt als „nur ein offizieller Versuch“.

In der Werkhalle wurden ein Touch-Panel mit eigener Software und Laptops mit CAD-Software vernetzt. Eine CAD-Datei wurde in HTML exportiert und für die Teilnehmer*innen auf der Homepage der Ausbildungsstätte veröffentlicht. Zuvor waren die Betriebe angeschrieben worden, dass für die Erstausbildung ein Online-Format entwickelt wird. Zunächst probierte man die Übertragung mit dem Smartphone, was auch ging, dann hat man sich aber bei einem IT-Unternehmen doch lieber eine besser zu handhabende stationäre Kamera geliehen, ausprobiert und dasselbe Modell anschließend angeschafft.

Im Grunde habe man darüber hinaus „nichts“ gemacht und mit der Unterweisung begonnen: „Da haben wir einfach ein kleines Drehbuch geschrieben, wie wir es gern hätten und dann haben wir einfach losgelegt.“ Mit einer Videoschnitt-Software zur Filmbearbeitung wurden von den Ausbilder*innen Lernsequenzen erstellt und unterrichtet. So kam man zu Beginn bei den Zimmer*innen auf einen dreistündigen Kurs, innerhalb dessen die Teilnehmer*innen an der gezeigten Aufgabe parallel rechneten und zeichneten. Als man feststellte, dass auch die Teilnehmer*innen währenddessen ihre eigenen Sequenzen drehen, wurden diese einfach mit einbezogen.

Solche Bausteine werden als Unterstützung für die Präsenz-Unterweisung inzwischen auch für andere Gewerke produziert: „Das Ganze wächst, Aufgaben haben wir genug.“ Bei den Teilnehmer*innen kam dieses Format nachweislich gut an. Nach der Veröffentlichung auf der Plattform *YouTube* überstieg die Zahl der Zugriffe die offizielle Teilnehmer*innenzahl deutlich. Vor allem auch die Live-Formate wurden rege nachgefragt: „Wir haben vielleicht mit 50 Teilnehmern gerechnet, es waren aber 180 Teilnehmer. Das hängt mit Sicherheit auch von der Berufsgruppe ab.“

Unterstützenden Formate dieser Art wurden nicht nur in Bühl, sondern auch im Zimmererzentrum Biberach und im Bundesbildungszentrum des Zimmerer- und Ausbaugewerbes (Bubiza) in Kassel erstellt und in den regulären Unterweisungsbetrieb eingepasst.

Erfolgsbedingungen

Grundsätzliche Erfolgsbedingungen für innovative Konzepte in der digital gestützten Unterweisung sind die adäquate, für die Ausbilder*innen relevante Ausstattung mit funktionsfähig vernetzter Hard- und Software, denn ungelöste technische Probleme behindern die Ausbilder*innen bei ihrer Arbeit. Die Ausstattung wurde entweder von den Ausbilder*innen selbst zur Anschaffung vorgeschlagen oder basierte auf einer übergeordneten Strategie des Hauses.

In den meisten Häusern wurde inkrementalistisch vorgegangen, indem einzelne Ausbilder*innen oder Bereiche Arbeitsumgebungen entwickeln und testen, bevor diese kleinschrittig auf das ganze Haus ausgedehnt werden. Die einzige Sprunginnovation in Münster war durch den extremen externen Druck entstanden, das Haus während der Corona-Pandemie offen zu halten. In Münster wird nur Weiterbildung angeboten, sodass dort andere Marktbedingungen herrschen als in der Erstausbildung.

Alle Ausbilder*innen waren mit Geld- und vor allem mit Zeitbudgets zum freien Experimentieren ausgestattet; sei es, um vorweg ein Drehbuch für einen YouTube-Film zu schreiben und dieses im Nachgang zu analysieren und zu verbessern. In einigen Fällen handelte es sich um „Spezialaufträge“ für besondere Zielgruppen, wo die jeweiligen Umstände der Unterweisung in den Gewerken besonders berücksichtigt werden mussten. Hilfreich war die Vernetzung von Ausbilder*innen untereinander, die zu besserem Erfahrungsaustausch führt und Innovationsprozesse in der digital gestützten Unterweisung für das gesamte Haus beschleunigt. In einem Hause wurde deshalb an einem späten Donnerstag-Nachmittag für die Gesamtheit der Ausbilder*innen als zentrales Forum die *digitale Fragestunde* eingeführt, die einen solchen Erfahrungsaustausch massiv beschleunigt hat.

Alle innovativen Ausbilder*innen wurden durch Vorgesetzte zur Eigenverantwortung ermuntert und hatten beim Experimentieren die notwendige Rückendeckung sowie fachliche und technische Unterstützung. In den besten Fällen führte auch das „Machen-lassen“ zu tragfähigen Ideen, die in einem von vornherein gelenkten Verfahren womöglich so nicht entstanden wären.

Die vernetzte Zusammenarbeit von Ausbilder*innen über das Individuelle hinaus kann wie beschrieben in beide Richtungen verlaufen, entweder als individueller Veränderungsprozess, der durch Vorgesetzte in eine Strategie weiterentwickelt wird oder umgekehrt als übergeordnete Strategie, die durch Ausbilder*innen auf der Fachebene umgesetzt wird. Wichtig erscheint jedoch, dass zum Schluss eine Strategie existiert, die auf das gesamte Haus angewendet wird, sodass es nicht bei individuellen Herangehensweisen bleibt oder unkoordinierte Prozesse ablaufen.

Literatur und Quellen

Bau-Bildung Sachsen (2019a): BAU'S MIT BIM: Modellsiedlung vom 01.07.2019. Online: https://youtu.be/hXlBm_0YLi4 (10.09.2021)

Bau-Bildung Sachsen (2019b): BIM Phase 1 – Digitale Auftragsannahme vom 08.07.2019. Online: https://youtu.be/hXlBm_0YLi4 (10.09.2021)

Diekmann, Susanne; Grochtmann, Thomas; Schüttert, Andre (2021): Umgang mit der Corona-Pandemie in der Handwerkskammer Münster. In: DigiBAU Projektbrief 2021, 10–11. Online: https://www.komzet-netzwerk-bau.de/wp-content/uploads/2021/01/2021_Projektbrief_digital.pdf (23.08.2021)

Krümmel, Stefan; Mersch, Franz (2020): Digitalisierung und überbetriebliche Bauausbildung und Pandemiebedingungen. Erfahrungen aus dem Projekt DigiBAU in zehn überbetrieblichen Ausbildungsstätten des Kompetenznetzwerks Bau und Energie. In: BAG-Report Bau, Holz, Farbe, 22. Jg. 2/2020, 18–22

INNOVATIVE ÜBERBETRIEBLICHE AUSBILDUNG

Vernetztes Arbeiten am Beispiel der Planung und Erstellung digital gestützter Unterweisungsformate

Stefan Krümmel

Betrachten die beiden ersten Beiträge zur technischen Ertüchtigung und zu den innovativen Ausbilder*innen zunächst die Perspektive zur Ausstattung des jeweiligen Hauses bzw. die individuelle Perspektive von Ausbilder*innen, so geht es nun um das orts- und terminunabhängige vernetzte Arbeiten von Ausbilder*innen und Expert*innen mit einer eigens angeschafften Software. Es werden zunächst die Rahmenbedingungen der Zusammenarbeit und der Funktionsumfang der Software beschrieben. Anhand eines gelungenen Beispiels wird ein Ergebnis der Zusammenarbeit veranschaulicht. Im Anschluss wird auf die Erfolgsbedingungen dieser Arbeitsweise eingegangen, woraus Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

Schlüsselbegriffe

- › Vernetztes Arbeiten
- › Digital gestütztes Lernen
- › Autor*innenwerkzeug
- › Praxis-Beispiel
- › Virtuelle Arbeitsräume

Vernetztes Arbeiten mit einem Autor*innenwerkzeug

Für die Zusammenarbeit im Netzwerk wurde ein umfangreiches Autor*innenwerkzeug angeschafft und zusätzlich ein Training mitsamt Zertifizierung der Teilnehmer*innen durch den Hersteller durchgeführt. Es umfasst als sogenannte Suite mehrere Programme zur Erstellung multimedialer Anwendungen für den Bereich des E-Learning. Die Suite besteht aus mehreren Teilprogrammen mit unterschiedlichen Funktionen: Ein Beispiel für die Erstellung von Medienbausteinen findet sich im Beitrag von Kaiser & Dziumbila, mit dem professionellen Umgang mit der Suite befassen sich Falk & Roth, beide in diesem Band. Dieser Beitrag handelt deshalb nicht von den Ergebnissen des vernetzten Arbeitens, sondern vom Prozess des vernetzten Arbeitens selbst. Eingegangen wird auf die individuellen Zugänge der Partner*innen zum Thema, auf die Möglichkeiten, die es bietet, den eigenen Arbeitsablauf zu strukturieren und zu rationalisieren. Kursverläufe zu planen und zu realisieren sowie solche Software alltäglich zu nutzen.

Wenn das übliche Prozedere der Vergabe von Lizenzen und das Anlegen einer Arbeitsgruppe durch eine*n Administrator*in erfolgreich war, erhält zunächst jede*r Teilnehmer*in einen eigenen Arbeitsraum in der Cloud. Es ist jedoch nicht notwendig, permanent online zu sein, da Teile der Software lokal installiert und eigene Projekte dort auch gespeichert werden können. Innerhalb der großen Arbeitsgruppe können sich per Einladung oder direkte Integration Teilgruppen aus mehreren Lizenzinhaber*innen bilden. Es können auch Externe per E-Mail zu unterschiedlichen Formen der Mitarbeit angefragt werden. Die Dokumente werden in der Cloud abgespeichert und sind entweder nur für die Teilgruppe sichtbar oder können für die gesamte Arbeitsgruppe freigegeben und damit sichtbar und auch bearbeitet werden.

In solchen virtuellen Arbeitsräumen können die Mitglieder gemeinsam und in Echtzeit an Dokumenten arbeiten: Zum Beispiel wird über eine kleine Grafik angezeigt, dass ein*e Kolleg*in gerade an der Einheit (lesson) „Quiz“ arbeitet. Klickt man auf „edit content“, geht ein Dialogfenster auf, das einen eben darüber informiert und entweder die Möglichkeit zum Abbrechen („cancel“) oder zum Übernehmen („take control“) gibt. Außerdem kann man sehen, wann ein*e Kolleg*in zuletzt den im Beispiel vorgefundenen Bereich „Kurs teilen und veröffentlichen“ bearbeitet hat.

Über den Knopf „settings“ können die Einstellungen für den Kurs bearbeitet werden, und über „share“ können weitere Bearbeiter*innen dazu geholt werden. Über das schwarz unterlegte „preview“ kann die Ansicht der Kursteilnehmer*innen simuliert werden. Das Ergebnis ist immer responsiv, d. h. es wird durch Tischrechner, Tablet oder Telefon passend an das jeweilige Bildschirmformat angepasst. Über „export“ kann der fertig gestellte Kurs schließlich in das zurzeit aktuelle webbasierte HTML5-Format ausgegeben werden. Das bedeutet, wer einen Link oder einen QR-Code besitzt, erhält Zugang über den eigenen Webbrowser. Man sieht als Kursteilnehmer*in also nicht, wie und womit das Dokument erstellt worden ist, aber kann es mit allen Geräten sehr einfach nutzen.

Praxis-Beispiel

Die Ausarbeitung eines Kurses selbst ist technisch gesehen kein Hexenwerk. Befindet man sich in der „Bearbeiten“-Umgebung, so kann per Klick auf ein zentral angeordnetes Plus-Zeichen ein Baustein hinzugefügt werden, zum Beispiel ein Text, ein Info-Kasten, eine Grafik, eine Video- oder Audiosequenz oder ein Quiz. Das kann über den Schnellzugriff mit bildlich dargestellter Auswahl in einem Werkzeugkasten oder über ein tabellarisches Auswahlfeld mit Text geschehen. Man hat darüber hinaus viele Möglichkeiten zur optischen Formatierung des Inhalts und kann über den „preview“-Knopf immer wieder das Ergebnis als Vorschau für alle Gerätetypen einsehen.

Auf diese Weise können reine Online-Kurse oder hybride Kurse sowohl mit Theorieteilen und Anteilen handwerklicher Praxis individuell und passgenau erstellt werden: In einem Anwendungsfall sollte eine Fliesenleger-Software über den Verlauf einer Arbeitswoche geschult werden. Der den Kurs erstellende Ausbilder hat dazu einen chronologischen Zeitplan der Tätigkeiten für die nächsten fünf Tage aufgestellt und jeden Tag nach einem festen Ablaufschema zeitlich und nach Tätigkeit bzw. Aufgaben inhaltlich gegliedert. Enthalten sind theoretische Grundlagen, Beispiele, erläuternde

(z. B. Tutorials) oder interaktive Instrumente (z. B. eine Aufmaß-App), konkrete Aufgabenstellungen aus der Theorie („Recherchieren Sie den Begriff des Fliesenspiegels und stellen Sie ihn mit eigenen Worten in einem Text dar.“), der gestalterischen Praxis („Visualisieren Sie mit Hilfe der Software ein Badezimmer nach Ihrem eigenen Entwurf.“) und der handwerklichen Praxis („Erstellen Sie in der Werkhalle eine von Ihnen mithilfe der Software geplante Schamwand.“).

Der Kurs wird vom Ausbilder exportiert und den Kursteilnehmer*innen über einen QR-Code zu Beginn eines jeden Arbeitstags zugänglich gemacht. Diese haben nun für jeden Tag eine vollständige Orientierung über Tagesinhalte, Aufgabenstellungen, Bewertungskriterien usw. und erhalten darüber hinaus auch die notwendigen Ressourcen (z. B. Dokumente zum Arbeitsschutz). Der Ausbilder reichert seine Arbeitsdatei über die Editor-Funktion über den Tag mit weiteren, zum Beispiel durch die Kursteilnehmer*innen erzeugten Materialien (Präsentationen, Texte, Fotos, Videos usw.) an und dokumentiert so den Arbeitstag.

Auf diese Weise entsteht schrittweise ein Protokoll des gesamten Kursverlaufs, das den Kursteilnehmer*innen dauerhaft zur Verfügung gestellt wird. Zudem dient der vorab ausgearbeitete Kurs dem Ausbilder als Vorlage für alle seine künftig zu erstellenden Kurse. Die jeweils angereicherte Datei bietet dem Ausbilder und den Teilnehmer*innen eine ausführliche Dokumentation dieses einen, speziellen Kurses. Die Gesamtheit der angereicherten Kurse wiederum bietet dem Ausbilder einen reichen Materialfundus, welcher ihm Quervergleiche zwischen abgelaufenen Kursen ermöglicht.

Die Ausarbeitung erfolgte während der Corona-Pandemie per vernetztem Arbeiten über gespiegelte Bildschirme in Online-Konferenzen mit wechselnden Konstellationen im Wesentlichen zwischen dem Ausbilder, einem IT-Experten und einem wissenschaftlichen Mitarbeiter einer Universität. Hinzu kamen nach Bedarf externe Expert*innen zum Beispiel des Softwareherstellers, wie beispielhaft in einem anderen Kurs im Netzwerk, bei welchem erfolgreich mit einer Werkzeug- und Maschinenherstellerin zusammengearbeitet wurde. Die Ausarbeitung der Vorlage dauerte mit drei Personen bis zur Ausreifung ungefähr vier Arbeitstage, also insgesamt ca. 100 Arbeitsstunden. Das kann aber je nach Aufwand und Ehrgeiz sehr stark variieren. Der betreffende Ausbilder fühlte sich nach dieser Aneignungsphase im Umgang mit der Software so sicher, dass er sich zutraute, ab 6.30 Uhr morgens den Ablauf für den ab 7 Uhr beginnenden Unterweisungstag auszuarbeiten, ihren Verlauf parallel zum Kurs zu dokumentieren und kurz vor 16.30 Uhr den Export anzustoßen, sodass den Kursteilnehmer*innen die vervollständigte Ressource am Tagesende zur Verfügung steht.

In der Community of Practice (CoP) des Projektes DigiBAU sind in der virtuellen Zusammenarbeit zahlreiche digital gestützte Kurse für den Online- und den hybriden Unterricht entstanden, die im virtuellen Schaufenster¹ des Kompetenz-Netzwerks Bau und Energie e. V. zu finden sind.

1 www.digibau.eu

Herausforderungen

Das Rationalisierungspotenzial dieser Art der Kursplanung und -durchführung ist immens: Man spart sehr viele Gänge zum Kopierer, man kann alle Materialien digitalisieren und per Schnellzugriff in die Cloud speichern. Man hat nicht mehr zahllose Word-Dokumente mit Aufgaben, die gefunden, neu zusammengestellt, in Klassenstärke kopiert, ausgeteilt, handschriftlich beschrieben, eingesammelt, handschriftlich ausgewertet, tabellarisch aufgelistet und in Papierform bekannt gemacht werden müssen. Außerdem haben die Kursteilnehmer*innen immer ihre Unterlagen im Smartphone dabei. Fast alles kann per Software erledigt werden, auch die Evaluation des Kurses für das Qualitätsmanagement.

Es hängt jedoch von zahlreichen Erfolgsbedingungen ab, die günstig zusammenspielen sollten, um mit dieser Arbeitsweise zu einem brauchbaren Ergebnis zu kommen. Das entscheidende dabei ist wiederum, wie schon bei der technischen Ertüchtigung von Hardware, der Feldzugang über Expert*innen in der Konstruktion soziotechnischer Systeme, wo man es bei der flächendeckenden Anwendung solcher soziotechnischen Systeme jedoch ganz überwiegend mit Laien zu tun hat.

Die Implementation der Software des vernetzten Arbeitens spiegelt in verschärfter Form die Herausforderungen der Implementation der Hardware des vernetzten Arbeitens wider und kämpft aufgrund der noch komplexeren Anforderungen an methodisch-didaktische Qualifikation, Selbstorganisation und Eigenleistung um Akzeptanz bei den Laien: „Grenzt man [den Laien] gegen den Experten ab, dann ist er als ein Nicht-Fachmann jemand, der nicht über eine spezifische Qualifikation verfügt. Grenzt man ihn gegenüber Professionsvertretern ab, dann wird aus dem Laien ein Klient oder Patient. [...] Allgemein wird man wohl sagen können, dass in der funktional differenzierten Gesellschaft 'Laie' die Bezeichnung für eine Position ist, in welcher man als Abnehmer oder Nachfrager spezifischer, von 'Experten' angebotenen Leistungen in den Kommunikationszusammenhang des Subsystems eintritt.“ (Schützeichel 2007, 547)

Übertragen auf die Situation in der Werkhalle bedeutet das, dass sehr viele Ausbilder*innen (in einer teilnehmenden Ausbildungsstätte sogar alle bis auf eine einzige Ausnahme) und vor allem diejenigen, die schon über wenig Hardware-Kompetenz verfügen, von sich aus ebenfalls über so gut wie keine Software-Kompetenz (für diesen Bereich) verfügen: Ein Ausbilder im Straßenbau wusste beispielsweise nicht, was eine Absatzmarke im Textverarbeitungsprogramm wirklich ist, sollte jedoch die Formatierung eines Kurses mit vielen Kapiteln durchführen. Ohne praktische Ressourcen und entsprechende Einweisung ist es diesem wie auch anderen Ausbilder*innen nicht möglich, eigenständig am Innovationsprozess teilzuhaben und aus ihnen werden nach Schützeichel (ebd.) entweder Patient*innen, die den Prozess erleiden oder Klient*innen, die zunächst fremdgesteuert in den Prozess eingebunden werden müssen.

Digital gestützte Kurse sollten deshalb solange mithilfe von Expert*innen erstellt werden, bis die Ausbilder*innen selbst zu Expert*innen geworden sind und von da an keine weiteren Expert*innen mehr brauchen. Dies gelingt in denjenigen Ausbildungsstätten besonders gut, wo die Steuerungskompetenz über den Innovationspfad entweder bei hoch graduierten Akademiker*innen („der Doktor“ in der einen Ausbildungsstätte) oder ausgewiesenen Top-Ausbilder*innen („der Weltmeister“

in einer anderen) mit hohem hausinternen Ansehen liegt. Erfolge zeigen sich auch dort, wo stark durchmischte Gruppen von Expert*innen und Ausbilder*innen miteinander im Austausch stehen, wie in den beiden oben beschriebenen guten Praxis-Beispielen für die Ertüchtigung der Hardware.

Problematischer wird es bei stark segregierten Gruppen, wo alle Mitglieder über sehr ähnliche Kompetenzen und Einstellungen zum Objekt verfügen und sich weitere Expertise nicht aneignen können oder wollen: Sie gehören nach dieser Lesart einer anderen Profession an als der jetzt geforderten und bleiben auf dem neuen Feld Laien, die ihre Anschlussfähigkeit verloren haben und nicht am Innovationsprozess teilhaben können. Es kann sich dabei ohne Weiteres auch um fachlich sehr kompetente und sozial besonders angesehene Personen mit jahrzehntelanger Erfahrung handeln. Sie repräsentieren jedoch das „alte“ System und merken nun, dass sie im „neuen“ System wieder Anfänger*innen sind, wozu sie eine neue Haltung entwickeln müssen.

Erfolgsbedingungen und Herausforderungen

In der Projektrealität zeigte sich vor dem Hintergrund der Ansprüche und Wünsche, die mit dem Autor*innentool verknüpft wurden, in vollem Umfang genau diese Herausforderung: Ein komplexes System aus Expert*innen, Hardware, Software und Bediener*innen zu konstruieren, das über einen längeren Zeitraum stabil läuft. Es kristallisierten sich dabei einige Aspekte heraus, unter denen die Umsetzung der digital gestützten Unterweisung mithilfe eines Autor*innenwerkzeugs gelingt.

Die Kompatibilität und Barrierefreiheit der Software sollte unbedingt gegeben sein. In der Suite ist das kleine Tool online erreichbar, im Gegensatz zu dem umfangreicheren Programm, das nur lokal installiert werden kann und dabei für lediglich ein einziges Betriebssystem nativ zur Verfügung steht. Außerdem gibt es keine Plug-Ins, das heißt keine Schnittstellen zu der Kollaborationssoftware, die sich seit der Corona-Pandemie flächendeckend zu verbreiten versucht. Das Autor*innenwerkzeug wurde somit zur „Stand-Alone-Lösung“, das mit anderen genutzten Software-Programmen nicht kommuniziert. Es gerät damit schnell aus dem Blickfeld derjenigen aus der Community of Practice, die nicht ständig damit arbeiten. Die Kollaborationssoftware bietet – nach ebenfalls aufwendiger Einarbeitung – vor allem im Bereich der Quiz ähnliche und effektivere Funktionen, darüber hinaus jedoch Möglichkeiten der Arbeits-, Projekt-, Gruppen- und Klassenraumorganisation, die die Autor*innensoftware nicht hat. Die umfassende Community of Practice hat sich damit im Verlaufe des Projektes immer weiter vom Autor*innenwerkzeug weg und zur Kollaborationssoftware hin verlagert, sodass erstere nur noch für (wenige) Spezialist*innen interessant war. Insofern sollten adäquate Auswahlkriterien für die Software vor der Anschaffung gut überlegt werden.

Für die umfangreichere der beiden Anwendungen umfasste das Benutzerhandbuch etwa 800 Seiten und große Teile der Internet-Seiten des Herstellers wie auch die Handbücher und Hilfe-Seiten waren nur auf Englisch verfügbar, sodass ein sehr großer Teil der Zielgruppe schon deshalb nicht erreicht werden konnte. Demgegenüber ist das kleinere Online-Tool zwar weitestgehend selbst-erklärend, allerdings auch auf Englisch, sodass der (formal höchstmöglich qualifizierte) Ausbilder aus dem oben beschriebenen Praxisbeispiel die Software mangels Sprachkenntnissen nicht ohne

Weiteres nutzen konnte. Auch hier sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass die Software zur Zielgruppe passt.

Der Arbeitsaufwand zum Erlernen und zum täglichen Arbeiten ist sehr hoch. Die DigiBAU-Expert*innen haben sechs halbe Arbeitstage inklusive nachmittäglicher Hausaufgaben an Training durchlaufen, waren danach jedoch überwiegend immer noch nicht in der Lage, einen digital gestützten Kurs mit selbst produzierten Medienbausteinen für die Unterweisung in angemessener Zeit auszuarbeiten. Der Aufwand für die eigene Programmierung von Medienbausteinen und die Integration in Kurse erfordert Zeit, Sachkenntnis und Zusammenarbeit, die mit einer guten inhaltlichen Planung und einem ambitionierten Zeitmanagement nachweislich erfolgreich sein kann. Der Gesamtaufwand scheint jedoch zu hoch, um eine komplette Belegschaft an Ausbilder*innen im Autor*innenwerkzeug zu schulen. Es bietet sich stattdessen die Spezialisierung innerhalb der Belegschaft an, was in mehreren Ausbildungsstätten erfolgreich funktioniert hat.

Der Funktionsumfang dieser Suite ist nämlich so groß, dass er zwar professionelle Anwender*innen (z. B. Grafiker*innen, Medienpädagog*innen, Lehrende) erfreut, aber Laien und Ungeübte früh überfordert. Die Masse an Möglichkeiten wurde so schnell so unüberschaubar, dass nahezu vollständig auf das kompakte Online-Tool ausgewichen worden ist. Dadurch sind aber die eigentlichen Gestaltungsmöglichkeiten der Software-Suite verloren gegangen bzw. auf Spezialist*innen mit Profession übergegangen. Diese Spezialist*innen sollten deshalb in den Ausbildungsstätten als adäquat besetzte Personalstelle vorhanden sein. In einem Beispielfall kam man zu einer anderen Lösung, ohne eine neue Stelle einzurichten: Dabei wurde die Aufgabe im Qualitätsmanagement des Hauses angesiedelt und der Ausbilder als Stelleninhaber besaß bereits ausreichende Kompetenz bzw. erhält hier die Gelegenheit, sich auf dem Gebiet weiter zu qualifizieren. Die flächendeckende eigenständige Aneignung dieses Profi-Werkzeugs durch Laien wirkt nach den gemachten Erfahrungen eher unrealistisch. In drei Ausbildungsstätten ist man deshalb dazu übergegangen, solche Spezialist*innen zu finden, um die sich bietenden Möglichkeiten besser auszuschöpfen.

Folgerungen

In den richtigen Händen kann ein Autor*innenwerkzeug, egal von welchem Anbieter, ein großes Potenzial entfalten. Es müsste sich jedoch auf den Entscheidungsebenen sowohl fachlich wie auch kaufmännisch der Nutzen erschließen. So ging die Anregung zum Einsatz im Netzwerk auch von einer besonders innovativen Ausbildungsstätte aus, die damit in methodisch-didaktischer Hinsicht bereits sehr gute Erfahrungen gemacht hat und es als Standardwerkzeug in der alltäglichen Arbeitspraxis einsetzt. Einige Ausbildungsstätten erschließen sich dieses Potenzial gerade, während andere die Annäherung immer noch scheuen. Die Unterschiede lassen sich im DigiBAU-Netzwerk mit der Zeit nivellieren, bräuchten dafür jedoch eine langfristige Anleitung durch von den Teilnehmer*innen akzeptierte Spezialist*innen.

Wer das Autor*innenwerkzeug sehr gut beherrscht, kann es als Ersatz für die Office-Programme im Alltag einsetzen und sich je nach Profession von der Vorlesung über die Unterweisung oder die

Meisterschule digital gestützte Kurse auf eine sehr einfache Art individuell maßschneidern. Der konfektionierte Einsatz lohnt sich besonders bei standardisierten oder standardisierbaren Lerninhalten, die im Hause periodisch wiederkehren und keinen immer neuen Anpassungsbedarf erzeugen. Er lohnt sich auch, um dem gesamten Kursangebot im Rahmen des Qualitätsmanagements zeitlich, inhaltlich und methodisch-didaktisch eine Struktur zu geben. Das führt zwar zu einer gewissen Vereinheitlichung bei Gewerken und Ausbilder*innen, bedeutet aber auch eine erhöhte Transparenz gegenüber den Kursteilnehmer*innen und erleichtert eine gegenseitige Vertretung auf der Ausbilder*innen-Seite, da der digital gestützte Kurs immer vollständige Orientierung bietet um neu oder wieder einzusteigen. Da er auch als Kommunikationsinstrument dient, ist es darüber hinaus möglich, Kursteilnehmer*innen bei Abwesenheit online zu integrieren und beim Nachholen von Stoff oder einem Mehrbedarf an Lernschleifen zu unterstützen. Je nach Aufbau können die Kursteilnehmer*innen Stoff vorarbeiten oder nachholen, was auch für regelmäßige Kenntnisabfragen gilt, die simpel über einen QR-Code aufgerufen werden können. Damit ist ein effektives Training für die Prüfung problemlos möglich.

Es kam im letzten Projektjahr in Teilen des DigiBAU-Netzwerks die gute Idee auf, das Autor*innenwerkzeug wie in Content-Management-Systemen als sogenanntes *Front-End* und die sich ausbreitende Kollaborationssoftware, die inzwischen auch im Kompetenznetzwerk Bau und Energie e.V. als Arbeitsinstrument eingesetzt wird, als sogenanntes *Back-End* einzusetzen. Die durch die Autor*innensoftware erzeugte Datei wird mit dieser Denkweise wie eine Webseite eingesetzt und kommuniziert mit den Nutzer*innen. Es ist die den Nutzer*innen zugewandte Vorderseite (Front-End). Die Rückseite (Back-End) dient der Verwaltung von Ressourcen, wie sie bereits im Beitrag zur technischen Ertüchtigung als grundlegend für den Betrieb beschrieben ist und in den meisten Ausbildungsstätten mit unterschiedlichen Reifegraden bereits praktiziert wird.

Mit dem Aufkommen der Kollaborationssoftware im Verlauf der Corona-Pandemie schien das Autor*innenwerkzeug zunächst obsolet zu werden. Da die Kollaborationssoftware Inhalte jedoch nur verwaltet, aber nicht sinnstiftend aufbereitet, fehlte den Kursteilnehmer*innen nach außen die Struktur, was im Kurs gerade passiert und nach innen die Orientierung, wo man sich gerade befindet. In einer Ausbildungsstätte scheiterte deshalb ein erster Versuch in der Erstausbildung nur mit der Kollaborationssoftware recht schnell. Diese denkt den Prozess der digital gestützten Unterweisung eher von der administrativen Seite und bietet den Nutzer*innen, die die administrative Seite nicht kennen müssen, keinen einfachen Zugang. Das Autorenwerkzeug kann auf hervorragende Weise diesen Zugang zu den Nutzer*innen bieten.

Das Autor*innenwerkzeug kann sich in Zukunft, d. h. sobald es in den Häusern etabliert ist und routiniert eingesetzt wird, als geeignetes Instrument der Lernortkooperation erweisen: Im DigiBAU-Netzwerk ist ein virtueller Kurs in Partnerschaft mit einer Maschinenherstellerin entstanden, die ihre gesamte hausinterne Weiterbildung auf dieses Autor*innenwerkzeug umgestellt hat. Entsprechend fiel allen Beteiligten die Zusammenarbeit leicht, weil sie die Software alle kannten und auf deren Grundlage schnell zu gemeinsamen Ideen kamen: So konnten die Expert*innen für die Maschinen zwar darstellen, was die Maschinen können. Aber erst im Zusammenspiel mit den Ausbilder*innen gelang es, von der reinen Bedienungsanleitung wegzukommen und Baustellen-

kontexte herzustellen, die mit Expert*innen- und Ausbilder*innen-Wissen didaktisch so aufbereitet werden konnten, dass Auszubildende mit den Geräten umgehen lernen können – solche Kooperationsformen lassen sich auch auf Baufirmen und auf Berufsschulen erweitern.

Literatur und Quellen

DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten (o. J.): Virtuelles Schaufenster: Online:
<https://www.digibau.eu/> (26.08.2021)

Schützeichel, Rainer (2007): Laien, Experten, Profession. In: Schützeichel, Rainer (Hrsg.): Handbuch Wissenssoziologie und Wissensforschung. Konstanz: Herbert von Hahlem-Verlag (= Erfahrung – Wissen – Imagination. Schriften zur Wissenssoziologie; 15), 546–578

KAPAZITÄTSENTWICKLUNG UND DIGITALE INSTRUMENTE ZUM LERNEN UND ARBEITEN



Offene Standards für die Entwicklung digitaler Lernmedien

Roland Falk, Tina Roth

Digitale Werkzeuge in handlungsorientierten Lehr-/Lernsituationen

Konturen eines Medienqualifizierungs-Konzepts für Bildungspersonal

Bernd Mahrin

Condetti digital

Die digitale Ergänzung des klassischen Stecksystems condetti PÄD

Holger Schopbach

Virtuelle Kurssequenzen für spezielle Anwendungen in der Aus- und Fortbildung im Holzbau

Markus Weitzmann, Jochen Ströhle, Martin Leikler

Vernetztes Lernen mit Branchensoftware in der Aufstiegsfortbildung der Bauwirtschaft

BIM-basierte Lernangebote für Gruppenarbeit mit Datenmanagement

Kerstin Ganz

OFFENE STANDARDS FÜR DIE ENTWICKLUNG DIGITALER LERNMEDIEN

Roland Falk, Tina Roth

Im Teilprojekt *Offene Standards für die Entwicklung digitaler Lernmedien* des Verbundprojekts *DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten*¹ wurden vom Kompetenzzentrum für Ausbau und Fassade² in Rutesheim Gestaltungs- und Funktionsvorlagen für die Entwicklung von digitalen Lehr- und Lernmedien entwickelt und etabliert. Auf eine umfangreiche Recherche nach geeigneten Software-Werkzeugen folgten die Erstellung von Mastervorlagen und Templates sowie die Entwicklung von übertragbaren Beispielen zu einer didaktisch sinnvollen Verbindung von Videos, Texthinweisen, Aufgaben und Steuerungselementen. Bereits in der Aus- und Weiterbildung eingesetzte Filme und PowerPoint-Folien wurden in diesem Rahmen zu interaktiven Lernmedien umgesetzt werden.

Schlüsselbegriffe

- › Didaktische Standards
- › Mediengestaltung
- › Lehr- und Lernmedien
- › Handlungsorientierung
- › Transfer
- › Erfahrungsaustausch
- › Kollaboration

Einleitung

In einer digitalisierten Arbeitswelt werden zunehmend neue Formen einer berufsübergreifenden Zusammenarbeit und Abstimmung notwendig, welche durch digitale Technologien maßgeblich unterstützt werden können. Diese bieten den Vorteil, dass Materialien einfacher bearbeitet und neu zusammengefügt werden können. Über das Internet können sie zudem mit anderen Lehrenden oder Lernenden gemeinsam erstellt oder bearbeitet werden. Diese Möglichkeiten fördern die Entwicklung neuer didaktischer Konzepte und pädagogischer Herangehensweisen.

Die Auseinandersetzung mit den Potenzialen des Digitalen Lernens und ihrer Nutzung sind allerdings oftmals noch nicht so weit systematisiert und standardisiert, dass bestehenden Ansätze

1 <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/digibau/>

2 <https://www.stuck-komzet.de/>

optimal miteinander verzahnt oder entwickelte digitale Lernmedien ausgetauscht werden könnten. *Kooperations- und Transfernetzwerke* wie das Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V. wollen dem entgegenwirken und den Wissens- und Technologietransfer nachhaltig unterstützen, indem sie Strukturen und Standards vereinbaren sowie vorhandene Synergien nutzen, Kompetenzen gemeinsam aufbauen und so Wege des intensivierten Wissenstransfers in der beruflichen Bildung auf Augenhöhe ermöglichen.

Ausgangslage und Problemstellung/Aufgabenstellung

Die Halbwertszeit für die Anwendung von einmal erlerntem Fachwissen reduziert sich rasch; Arbeitsabläufe und Berufsbilder ändern sich in immer kürzeren Abständen. Digitale Bildung bietet Möglichkeiten, den durch Digitalisierung veränderten Anforderungen an Kompetenz und Wissen durch fortlaufende individuelle Weiterentwicklung gerecht zu werden. Die Nachfrage nach qualitativ hochwertigen Konzepten ist in der Vergangenheit stark gestiegen. Um das Lernen im Prozess der Arbeit optimal zu unterstützen, müssen entsprechende mediengestützte Lern- und Qualifizierungsangebote und Fachmaterialien entwickelt werden. Damit individuelle Insellösungen vermieden werden können ist es gleichzeitig empfehlenswert, Standards hinsichtlich Didaktik und Gestaltung zu vereinbaren, um die Lernmedien beispielsweise innerhalb eines Netzwerks oder einer Branche gemeinsam zu entwickeln, sie dadurch einfach austauschen und individuell anpassen sowie stetig verbessern zu können. Erfahrungen und Knowhow können so für alle transparent gemacht und nutzbringend zur Verfügung gestellt werden. Tools zur Erstellung digitaler Lehr- und Lernmedien ermöglichen eine unkomplizierte und vor allem fortlaufende gemeinsame Bearbeitung der Materialien, sie bieten vielseitige Möglichkeiten zur Kooperation und Kommunikation und erleichtern dadurch eine bessere Verzahnung der verschiedenen Lernangebote.

Ziele, Zielgruppen und Erwartungen

Mit dem Vorhaben *DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten* wird das Ziel verfolgt, die Kooperationsbeziehungen, den Austausch und den Transfer mit Blick auf die Digitalisierung bauberuflichen Arbeitens und Lernens im *Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V.*³ zu verstetigen, zu vertiefen sowie darüber hinaus zu innovieren. Bisherige Tätigkeiten und Kooperationen im Gesamtzusammenhang digitaler Lern- und Arbeitsprozesse im Bauwesen sollen weiter ausgebaut, systematisiert und vertieft werden, der Transfer und Aufbau von Wissen sowie digitaler Expertise im Baubereich erweitert und noch wirkungsvoller gestaltet werden. Ziel ist es außerdem, tragbare und umsetzbare, offene Standards für digitale Bildungsangebote und Vorgänge digitalen Transfers zu erarbeiten, um Transferprozesse zu vereinfachen und Kompatibilität und damit die Nachhaltigkeit von Bildungslösungen im Bauwesen zu gewährleisten.

3 <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/>

Mit solchen offenen Standards werden in einem kooperativen Prozess grundsätzliche Regeln für die Medienentwicklung und den Transfer festgelegt und etabliert. Diese können dann von Ausbildungseinrichtungen und Betrieben einfach gehandhabt, erweitert und an spezifische Bedingungen und Situationen angepasst werden. Die Entwicklung der Standards erfordert zunächst eine Recherche nach geeigneten Software-Werkzeugen, dann die Erstellung von Mastervorlagen und Templates sowie schließlich die Aufbereitung und Darstellung von übertragbaren Beispielen zur didaktisch sinnvollen Verbindung von Videos, Texthinweisen, Aufgaben und Steuerungselementen. Bereits eingesetzte Filme und PowerPoint-Folien sollen als interaktive Lernmedien weiterentwickelt und erweitert werden. Sind Weiterbildungsangebote zu transformieren oder neu zu entwickeln, werden sie nach Möglichkeit didaktisch-methodisch so konzipiert, dass Ergebnisse und Strukturen über den konkreten Einzelfall hinaus auch auf weitere Bedarfssituationen angewandt und dort genutzt werden können. Dazu werden bislang genutzte Weiterbildungsformate auf ihre Wirksamkeit und Anschluss- bzw. Transferfähigkeit hin evaluiert und entsprechende Gelingensbedingungen (Komplexitätsanpassung, Anteile von Präsenz- und E-Learning, weitere Arbeitsformen und Medien, zeitlicher Umfang u. ä.) aus den Eindrücken von Auszubildenden und adressierten Personen der Angebote abgeleitet.

Die didaktischen Standards sowie die Vorlagen für die Erstellung digitaler Lehr- und Lernmedien richten sich an alle, die in der Aus- und Weiterbildung tätig sind und ihre Lernunterlagen zum einen digitalisieren und zum anderen interaktiver gestalten wollen. Durch Vereinbarungen und Vorlagen können Lerneinheiten durch das Ausbildungspersonal oder von Dozent*innen/ Referent*innen unkompliziert und mit wenig Aufwand erstellt werden. Auch der Austausch von Lernbausteinen untereinander wird dadurch enorm vereinfacht.

Didaktisches und methodisches Konzept

Zu Beginn des Projekts einigten sich die Projektpartner und Bildungszentren auf einen gemeinsamen didaktischen Standard: Ziel der Berufsausbildung ist es, die berufliche Handlungskompetenz der Auszubildenden zu entwickeln (vgl. BBiG, §1). Handeln bedeutet in diesem Zusammenhang, selbstständig und zielgerichtet zu planen, auszuführen und zu kontrollieren (Stichwort: Modell der vollständigen Handlung⁴). Eine handlungsorientierte Didaktik gestaltet den Lernprozess innerhalb eines festgelegten Rahmens so, dass die Auszubildenden ihr Lernen zunehmend selbst organisieren. Die Unterrichtsinhalte werden dabei aufgrund realer Problem- und Fragestellungen aus dem betrieblichen Alltag ausgewählt und anhand konkreter Arbeitsaufträge vermittelt (vgl. Gudjons 2001). Methoden der Wahl sind hier schwerpunktmäßig aktivierende Methoden, die sowohl individualisiertes als auch kooperatives Arbeiten ermöglichen und die zur Steigerung der Selbstständigkeit, zur Förderung von Problemlöse- und Teamfähigkeit sowie zur Sicherung von Praxisnähe in der Ausbildung beitragen (vgl. Kerres 2013, 357 ff.). Allen Methoden gemeinsam ist die Aufteilung des Lernprozesses in verschiedene Schritte bzw. Phasen, die zusammen einer vollständi-

4 Das Modell der vollständigen Handlung geht zurück auf die von den Arbeitspsychologen Walter Volpert und Winfried Hacker begründete Handlungsregulationstheorie (vgl. Volpert 1971, 21 und Hacker 1973, 426).

gen Handlung entsprechen. Einige der Schritte eignen sich sehr gut dazu, sie mithilfe von digitalen Lehr- und Lernmedien, die selbstständig bearbeitet werden können, abzubilden. Selbstorganisiertes Lernen braucht allerdings Anregungen und einen geeigneten Rahmen – wer viele Freiräume lässt, muss das Lerngerüst drum herum umso sorgfältiger und verbindlicher gestalten. Dazu dienen die vereinbarten Standardvorgaben: Sie sollen einerseits dazu beitragen, die Orientierung an den vereinbarten didaktischen Grundregeln sicherzustellen, andererseits sollen sie die Erstellung der digitalen Medien durch das Ausbildungspersonal vereinfachen. Wichtig ist es auch, mithilfe der Standards und Vorlagen die Wiederverwendbarkeit und Austauschbarkeit der einzelnen Bildungsprodukte über die Bildungszentren sowie über diverse technische Plattformen hinweg zu vereinfachen. Erhofft wird dadurch ein fruchtbarer Austausch von Best Practices und Erfahrungen und eine gemeinsame Weiterentwicklung der Projektpartner.

Realisierung

Zur Standardisierung gehört das inhaltliche Aufbereiten und Weiterentwickeln bestehender Bildungsangebote in den Kompetenzzentren und somit auch die Produkte dessen, etwa in Form einheitlicher Templates. Dazu wurden zunächst in einem ersten Schritt vorhandene Autor*innen-tools im Rahmen eines systematischen Vergleichs geprüft und gemeinsam mit den Projektpartnern das digitale Tool *Articulate 360* mit den beiden Komponenten *Rise* und *Storyline* ausgewählt. Dies erfolgte mit dem Ziel, die zumeist als PowerPoint-Präsentationen vorliegenden, digitalen Lernangebote in ein dynamisch anpassbares und kollaborativ bearbeitbares Format zu überführen.

Ebenfalls wurde zu Beginn der einheitliche Rahmen (auch *Fact-Sheet* genannt) entwickelt, der eine effiziente Darstellung der vorhandenen Bildungslösungen ermöglicht. Dazu wurden Kriterien definiert, welche eine zweck- und anforderungsgerechte Darstellung ermöglichen, z. B. einige man sich auf grafische Vorgaben und Einschränkungen. Neben strukturellen Erwägungen wie etwa Gestaltung, Funktionen oder auch Barrierefreiheit ging es darum, in diesem Zusammenhang auch inhaltliche Überlegungen über die Art und Tiefe erforderlicher Informationen sowie das Maß einer Komplexitätsanpassung anzustellen und didaktische Hinweise für das Erstellen digitaler Lernbausteine anzubieten.

In einem abschließenden Schritt wurden Templates sowohl in *Storyline* als auch in *Rise* mit Hinweisen zum individuellen Anpassen auf unterschiedliche Inhalte entwickelt.

Ergebnisse und Produkte

Standards zu Storyline

Die zu Beginn vereinbarten offenen Standards wurden direkt in Storyline erklärt und zusammengefasst, indem dazu ein Storyline-Projekt erstellt wurde, das gleichzeitig auch als Muster bzw. Vorlage für die eigene Anwendung dient. So können die Standards von allen Personen der Partnerinstitutionen für ihre Zwecke angepasst, Folien abgeändert, dupliziert oder ausgetauscht werden. Die Anwendung dieser Vorlage wurde im Rahmen einer Online-Schulung vorgestellt. Mit eingeflossen sind die zwischen den Projektpartnern vereinbarten Standards zur Verwendung von Logos, Schriftart usw. sowie zur Einbettung von Videos, die in kurze Filmsequenzen geschnitten wurden und durch das Einbinden von Fragen interaktiv gestaltet werden sollen. Mithilfe von vertonten Bildschirmaufnahmen werden eingangs die Vorlage und ihre Verwendung in Storyline erklärt. Im Folgenden wird auf die verschiedenen Funktionen in Storyline eingegangen, wie z. B.

- › Wie können die Vorlagefolien in ein neues Projekt eingefügt werden?
- › Wie können Figuren (Avatare) verwendet werden und worauf sollte man dabei achten?
- › Wie wird mit den verschiedenen Testfragen/Quizfragen gearbeitet und welche Testtypen eignen sich für welche Aufgaben bzw. Lernziele?

Im zweiten Teil der Vorlage werden sämtliche Standard-Fragetypen, die Storyline zu bieten hat, sowie zwei beispielhaft gestaltete Freiform Drag & Drop-Aufgaben vorgestellt (Abbildungen 1 und 2). Sämtliche Testfragen (Folien) können einfach kopiert und in ein eigenes Storyline-Projekt eingefügt und dann entsprechend individuell abgeändert und angepasst werden.

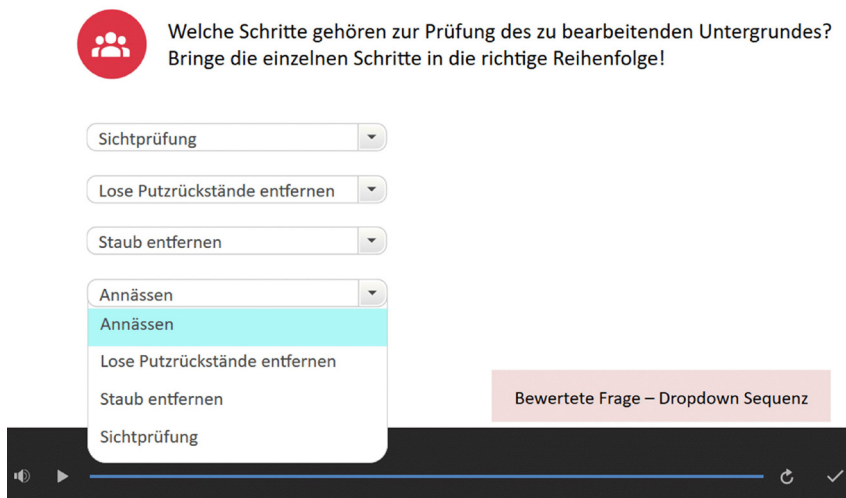


Abbildung 1: Erstellung einer Lerneinheit in Articulate Storyline – Fragetyp Dropdown Sequenz (Quelle: Kompetenzzentrum Ausbau und Fassade)



**Welche Werkzeuge werden zum Verputzen benötigt?
Fülle den Werkzeugkoffer!**



Freiformfrage - Drag & Drop

Abbildung 2: Erstellung einer Lerneinheit in Articulate Storyline – Freiformfrage Drag & Drop (Quelle: Kompetenzzentrum Ausbau und Fassade)

Im letzten Teil der Vorlage geht es um die Verwendung von Filmen und Videos und der Fragestellung, wie es funktionieren kann, diese einzubinden, direkt in Storyline zu schneiden und bei Bedarf Fragen zu den einzelnen Sequenzen zu erstellen.

Storyline bietet über die Funktion „Teamfolien“ die Möglichkeit, diese Vorlage als Template für die Projektpartner zu erstellen, zu verwalten und diese dann zu teilen. Als Vorlage abgespeichert, erscheint beim Öffnen der Datei eine Übersicht sämtlicher Folien, so dass individuell entschieden werden kann, welche Folien für das eigene Projekt benötigt werden. So können beispielsweise einzelne Testfragen oder Inhaltsfolien ausgewählt und in ein neues Storyline-Projekt übernommen werden.

Standards zu Rise

Auch der Umgang und die Funktionen von Rise wurden direkt in einem dafür erstellten Rise-Kurs aufgezeigt. Im Unterschied zu Storyline können die digitalen Lerneinheiten hier direkt im Webbrowser erstellt werden.

In der ersten Lektion des Kurses wird allgemein auf Rise und seine Funktionen eingegangen. In den folgenden Lektionen wird dann speziell aufgezeigt, wie beispielsweise das Thema Quiz und das Erstellen verschiedener Testfragen funktioniert oder welche weiteren interaktiven Aufgaben und Darstellungsmöglichkeiten angeboten werden. Am Ende des Kurses erfahren die Teilnehmenden dann mehr dazu, welche Möglichkeiten Rise bietet, gemeinsam an einer Lerneinheit zu arbeiten und sich dazu gegenseitig Feedback zu geben sowie in welcher Form der fertige Kurs veröffentlicht werden kann.

Im Kapitel „Rise 360 und seine Funktionen“ geht es zunächst darum, wie ein neuer Kurs erstellt wird (Abbildung 3) und wie verschiedene Kapitel innerhalb des Kurses angelegt werden können.

Außerdem wird darauf eingegangen, wie beispielsweise Logos eingefügt oder Schrift und sonstige Layout-Einstellungen verändert werden können. Wie schon im Storyline-Template wurden hierfür vertonte Bildschirmaufnahmen erstellt, sodass jede Aktion auf dem Bildschirm, versehen mit gesprochenen Kommentaren, mitverfolgt werden kann.

Einen neuen Kurs erstellen

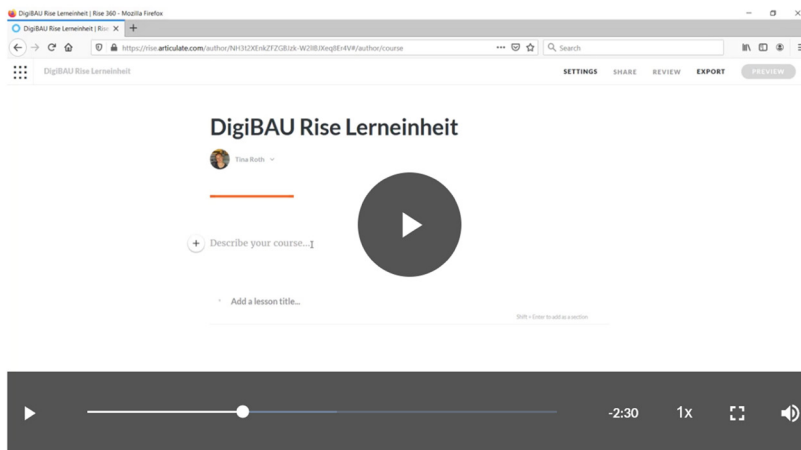


Abbildung 3: Erstellung einer neuen Lerneinheit in Articulate Rise (Quelle: Kompetenzzentrum Ausbau und Fassade)

Rise bietet eine Vielzahl verschiedener Lernblöcke, um beispielsweise Texte, Bilder, Videos oder interaktive Darstellungselemente einzubinden, diese werden im ersten Kapitel des Kurses vorgestellt (Abbildung 4) und anschließend erklärt, wie sie ausgewählt und bearbeitet werden können.

Welche verschiedenen Lernblöcke gibt es?

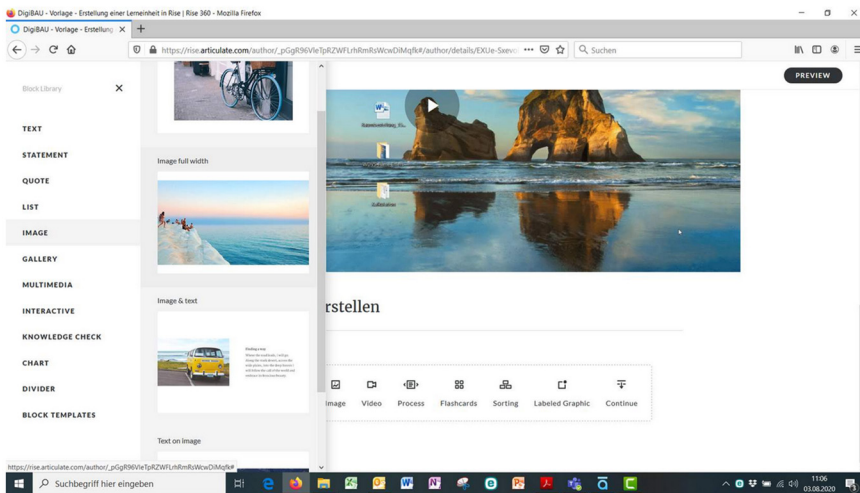


Abbildung 4: Erstellung einer Lerneinheit in Articulate Rise – Übersicht (Quelle: Kompetenzzentrum Ausbau und Fassade)

Im zweiten Kapitel des Rise-Kurses geht es rund um die Funktion Quiz:

- › Welche ersten Schritte sind dabei zu beachten?
- › Welche Fragetypen werden angeboten?
- › Wie kann ein Feedback zu den einzelnen Fragen hinterlegt werden und warum ist ein Einsatz dessen didaktisch sinnvoll?

Am Ende des Kapitels ist für jeden Fragetypus ein konkretes Beispiel zu finden.

Im Kapitel „Lernblocks mit interaktiven Aufgaben“ werden sämtliche interaktive Elemente, die Rise bietet, vorgestellt. Die Lernenden können beispielsweise Ereignisse auf interaktiven Zeitachsen erkunden, werden schrittweise durch einen linearen Prozess geführt oder erhalten eine Beschreibung der wichtigen Elemente einer Graphik durch interaktive Marker (Abbildung 5).

Labeled Graphic - Beschriftete Graphik



Abbildung 5: Erstellung einer beschrifteten Grafik in Articulate Rise (Quelle: Kompetenzzentrum Ausbau und Fassade)

Im letzten Kapitel des Rise-Kurses geht es um das Teilen und Veröffentlichen des Kurses. Rise bietet insgesamt drei Möglichkeiten dazu. Mit der Funktion „Review“ kann der Kurs mit anderen geteilt und zu jedem einzelnen Abschnitt ein direktes Feedback eingeholt werden. Über „Share“ können andere per Link eingeladen werden, den Kurs anzusehen oder aber auch durch die Einstellung „Course Collaborator“ mitzubearbeiten. Mit „Export“ schließlich kann der Kurs veröffentlicht werden. Dabei können die drei Exportarten LMS, PDF und WEB ausgewählt werden.

Transfer

Der Transfer erfolgt über das Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V. Auf der Webseite dieses Netzwerks ist unter dem Reiter „Projekte“ das Projekt „DigiBAU“ zu finden. Unter Teilprojekte/ Partner sind sämtliche Teilprojekte aufgelistet, so auch „Entwickeln und Etablieren offener Standards“⁵. Dort werden die vom Kompetenzzentrum für Ausbau und Fassade entwickelten Standards und Templates zum Download angeboten. Im Projektverbund DigiBAU ist außerdem das virtuelle Schaufenster⁶ entstanden. Zu finden ist dort ein umfangreiches Kursangebot mit Unterstützung durch digitale Medien und Werkzeuge für Erstausbildung, Weiterbildung und Aufstiegsfortbildung im Tiefbau, Hochbau und Ausbau an verschiedenen Standorten in Deutschland. Zudem wird verwiesen auf Best-Practice-Beispiele zum Lernen mit digitalen Medien und Instrumenten in der

⁵ <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/entwickeln-und-etablieren-offener-standards/>

⁶ <https://www.digibau.eu>

Bautechnik⁷, auf die von der Technischen Universität Berlin entwickelten Datenbank digitale Lernmedien Bautechnik und auf die umfangreiche Mediendatenbank des Handwerkskammer Bildungszentrums Münster⁸ für die Gestaltung von Unterrichtsmaterialien für die Aus- und Weiterbildung. Die entwickelten Standards und Vorlagen können auch über das Online-Schaukasten von Interessierten heruntergeladen werden.

Voraussetzung für die Nutzung der Templates in Storyline und Rise ist eine entsprechende Articulate-Lizenz. Nur dann können die Templates direkt in Articulate geöffnet werden und dort auch bearbeitet und an eigene Bedürfnisse adaptiert werden. Sollte kein Zugang zu Articulate vorhanden sein, besteht die Möglichkeit, die Lerneinheiten und ihre Inhalte beispielsweise zu didaktischen Standards zumindest anzusehen und als Muster zur Verwendung in anderen Autor*innentools zu übernehmen.

Eine weitere Transfermöglichkeit ergibt sich über den Ausschuss für Berufsbildung des Zentralverbandes des deutschen Baugewerbes e.V. (ZDB)⁹. Der Ausschuss agiert als Interessensvertretung aller Gewerke des Bauhauptgewerbes; das Stuckateurhandwerk wird dort durch den Leiter der überbetrieblichen Bildungsstätte in Leonberg und Rutesheim vertreten. Themen des Ausschusses sind beispielsweise das Neuordnungsverfahren für die Bauwirtschaft, aktuelle Entwicklung der Ausbildungszahlen, das elektronische Berichtsheft, Qualitätsentwicklung oder nationale sowie internationale Wettbewerbe, aber eben auch Berichte zu Best Practices und zu Bildungsprojekten aus den verschiedenen Bundesländern. Die Ergebnisse von DigiBAU können dort sehr gut platziert und weitergegeben werden.

Fazit und Ausblick

Die Rückmeldungen zu den vereinbarten Standards und den entwickelten Vorlagen sind sehr positiv. Die Templates in Articulate Storyline und Rise dienen nicht nur zur Vermittlung und Sicherung der didaktischen Standards, sondern stellen gleichzeitig eine gute Vorlage zur Entwicklung von eigenen Projekten mithilfe von Storyline und Rise dar, sogar unabhängig von Content, Themen oder Branche. Die Vorlagen können kopiert und mit eigenen Inhalten gefüllt werden. Auch die Möglichkeit des Austausches untereinander und der gemeinsamen Weiterentwicklung wird sehr positiv aufgenommen. Die Articulate Community mit ihren Optionen der Funktion „Teamfolien“, über welche die Storyline-Projekte einfach in einem definierten Team ausgetauscht werden können, sowie Articulate Review 360, das es ermöglicht, Projekte in Storyline und Rise zu veröffentlichen und konkret dazu Feedback einzuholen, macht die Kommunikation unter den einzelnen Bildungszentren einfach und unterstützt den Erfahrungsaustausch sehr gut. Die Lizenzkosten werden aktuell im Rahmen des Projektes getragen, unklar ist allerdings noch, welche der beteiligten Bildungszentren die Finanzierung der Articulate-Abonnements-Lizenz über das Projekt hinaus fortführen werden.

7 <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/digitale-lernmedien-bautechnik/>

8 <https://www.medienpool-bau.de>

9 <https://www.zdb.de/>

Deshalb, und gleichzeitig als Test der Übertragbarkeit der offenen Standards, werden den Projektpartnern didaktische Hinweise zur Erstellung kleiner interaktiver Lernbausteine mit H5P¹⁰, einer freien und quelloffenen Software zum Erstellen von interaktiven Lerninhalten für das Web, an die Hand gegeben. Der Vorteil dieser Lösung ist, dass die so entstehenden kleinen digitalen Medien-Elemente direkt in die jeweilige eigene Lernumgebung, z. B. in ein Learning Management System, eingebunden werden können oder Lernenden der Zugang direkt über Link oder QR-Code angeboten werden kann. Die einzelnen Lernbausteine auf HTML5-Basis können zwischen den Projektpartnern einfach ausgetauscht werden und allen Interessierten im Aus- und Weiterbildungsbereich über das virtuelle Schaufenster zur Verfügung gestellt werden.

Literatur und Quellen

BBiG – Berufsbildungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. Mai 2020 (BGBl. I S. 920), das durch Artikel 16 des Gesetzes vom 28. März 2021 (BGBl. I S. 591) geändert worden ist

Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg GmbH (Hrsg.): DigiBAU – Digitales bauberufliches Lernen und Arbeiten. Das virtuelle Schaufenster. Online: <https://www.digibau.eu> (30.04.2021)

Gudjons, Herbert (2001): Handlungsorientiert lehren und lernen. Schüleraktivierung – Selbsttätigkeit – Projektarbeit. 6., überarbeitete und erweiterte Auflage. Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn

Hacker, Winfried (1973): Allgemeine Arbeits- und Ingenieurspsychologie. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin

Hallet, Wolfgang (2006): Didaktische Kompetenzen. Lehr- und Lernprozesse erfolgreich gestalten. Klett Lerntraining GmbH, Stuttgart

Handwerkskammer Bildungszentrum Münster (Hrsg.): Mediendatenbank. Online: <https://www.medienpool-bau.de> (06.05.2021)

Joubel AS (Hrsg.): H5P Authoring Tool. Online: <https://h5p.org/> (06.05.2021)

Kerres, Michael (2013): Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München

Kompetenzzentrum Bau und Energie e. V. (Hrsg.): Online: <https://www.komzet-netzwerk-bau.de> (06.05.2021)

Kompetenzzentrum Bau und Energie e. V. (Hrsg.): DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten. Online: <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/digibau/> (06.05.2021)

.....
10 <https://h5p.org/>

Kompetenzzentrum Bau und Energie e. V. (Hrsg.): Datenbank digitale Lernmedien Bautechnik.
Online: <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/digitale-lernmedien-bautechnik/> (06.05.2021)

Kompetenzzentrum Bau und Energie e. V. (Hrsg.): Entwickeln und Etablieren offener Standards.
Online: <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/entwickeln-und-etablieren-offener-standards/>
(06.05.2021)

Kompetenzzentrum für Ausbau und Fassade (Hrsg.): Website. <https://www.stuck-komzet.de/>
(06.05.2021)

Kron, Friedrich W.; Jürgens, Eiko; Standop, Jutta (2014): Grundwissen Didaktik. Ernst Reinhardt Verlag, München, Basel

Volpert, Walter (1971): Sensumotorisches Lernen. Fachbuchhandlung für Psychologie, Frankfurt am Main

Eine kürzere Fassung dieses Beitrags (vgl. Mahrin 2021) wurde vorab veröffentlicht im Heft 1/2021 der Zeitschrift BAG-Report, die von der Bundesarbeitsgemeinschaft für Berufsbildung in den Fachrichtungen Bautechnik, Holztechnik sowie Farbtechnik und Raumgestaltung e. V. herausgegeben wird.

DIGITALE WERKZEUGE IN HANDLUNGSORIENTIERTEN LEHR-/ LERNSITUATIONEN

Konturen eines Medienqualifizierungs-Konzepts für Bildungspersonal

Bernd Mahrin

Nach einer Einführung zum zentralen Thema des Beitrags, dem handlungsorientierten Lernen und digitale Anwendungen, und einigen allgemeinen Erkenntnissen zur Medienkompetenz des Ausbildungspersonals liefert der Beitrag eine Übersicht über aktuelle Ansätze zur Medienqualifizierung. Sie widmen sich unterschiedlichen Schwerpunkten, beispielsweise der Konzeption, Erstellung und Bearbeitung digitaler Medien, die aktiv-gestaltende Nutzung digitaler Werkzeuge durch Auszubildende, der Beurteilung ihrer Eignung in unterschiedlichen Rahmensituationen oder dem Einsatz digitaler Medien für spezifische Lerngruppen.

Schlüsselbegriffe

- › Handlungsorientiertes Lernen
- › Digitale Medien
- › Digitale Werkzeuge
- › Lehr-/Lernsituationen
- › Bildungspersonal
- › Medienkompetenz
- › Medienqualifizierung

Im Anschluss an diese Skizzierung des Angebotsspektrums von Medienqualifizierungen in der beruflichen Bildung wird ein neues Konzept vorgestellt, das besonders den Zusammenhang und die Wechselwirkung zwischen dem Einsatz moderner Medien und dem leitenden Prinzip der

Handlungsorientierung aufgreift. Durch die Nutzung von netzbasierten Kollaborationswerkzeugen kann dieses Qualifizierungskonzept als reiner Online-Workshop umgesetzt werden, aber auch entsprechende Präsenzkurse und Blended-Learning-Angebote medial und digital unterstützen.

Die Entwicklung des mehrfach erfolgreich erprobten Qualifizierungskonzeptes erfolgte im Rahmen des Verbundprojekts *DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten* mit Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und den Europäischen Sozialfonds (ESF) im Rahmen des Programms *Digitale Medien in der beruflichen Bildung*.

Handlungsorientiertes Lernen und digitale Anwendungen

Das Konzept des handlungsorientierten Lernens ist leitender Anspruch in der dualen Berufsausbildung (KMK 2011, 12) und damit auch in der Stufenausbildung der Bauwirtschaft¹. Es ist eng verbunden mit dem Prinzip der vollständigen Handlung und seiner Umsetzung in berufstypischen Arbeits- und Lernaufgaben, die alle Phasen der fachgerechten Bearbeitung von Kund*innenaufträgen einschließen (vgl. Meyser & Uhe 2006, 17–33). In der umfassenden vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) herausgegebenen Reihe *Handelnd Lernen in der Bauwirtschaft*² mit Projektaufgaben für alle Bauberufe findet das Konzept seinen Ausdruck für den praktischen Teil der Ausbildung. Die Projektaufgaben folgen einem gemäßigten konstruktivistischen Ansatz (vgl. Gerstenmaier & Mandl 1999, 8), bei dem sich selbstgesteuertes, kooperatives Lernen und instruktionale Elemente ergänzen. In der Praxis ist die überbetriebliche Ausbildung (ÜBA), die im Bausektor großen Raum einnimmt, allerdings noch immer stark geprägt von deduktiven Herangehensweisen, bei denen zunächst vermeintlich erforderliche Grundlagen vermittelt werden und die Projektaufgaben erst im Anschluss daran bearbeitet werden.

Zweckmäßiger im Sinne der Handlungsorientierung wäre dagegen in den meisten Fällen ein induktiver didaktischer Ansatz. Dabei können die Lernenden ausgehend von einer komplexen berufstypischen Situation (Kunden*innenauftrag, bauliche Herausforderung, Schadensbild o. ä.), die den Arbeits- und Lernanlass darstellt, sukzessive Erfahrungen im fachgerechten Arbeitshandeln sowie fachliche Kenntnisse, extrafunktionale Qualifikationen (vgl. Dahrendorf 1956) und arbeitsbezogene Schlüsselqualifikationen (vgl. Mertens 1974) erwerben und sich berufsrelevante Zusammenhänge erschließen. Digitale Lernmedien und Instrumente erscheinen perfekt geeignet, die zur Bearbeitung erforderlichen Informationen und Hilfestellungen jederzeit abrufbar bereitzustellen, ohne dass diese zuvor auf Vorrat und weitgehend kontextfrei – also nur bedingt lernförderlich – vom Lehrpersonal dargestellt werden müssen (vgl. BMBF 2021a, 8).

Die wachsende Bedeutung digitaler Instrumente zum beruflichen Lernen zeigt sich am zunehmenden kommerziellen Erfolg von medialen Produkten und Bildungsplattformen sowie am zunehmenden Einsatz digitaler webbasierter Kollaborationswerkzeuge auch in kleinen und mittleren

1 <https://www.bauindustrie.de/themen/ausbildungsberufe>

2 <https://www.christiani.de/ausbildung/bau-holz/ausbildungsinhalte> (Suchbegriff „Handelnd Lernen in der Bauwirtschaft“)

Unternehmen (vgl. mmb 2021, 6–11). Das Angebot an qualitativ hochwertigen, lernförderlichen, komfortabel zu nutzenden und teilweise kostenfrei verfügbaren digitalen Medien ist inzwischen reichhaltig und wächst beständig (vgl. hierzu den Beitrag von Freytag in diesem Band sowie Mahrin 2019). Die Voraussetzungen erscheinen also günstig, mit den Mitteln digitaler Lernangebote auch dem Konzept der Handlungsorientierung in der Ausbildungspraxis einen Schub zu verleihen. Doch häufig sind in den Ausbildungswerkstätten noch Strukturen überwiegender Präsentationsdidaktik anzutreffen, soweit es um Fachkenntnisse geht. Die Sprachpraxis zeugt davon, dass die Perspektive des Ausbildungspersonals nach wie vor oft Vorrang hat vor der Perspektive der Lernenden: So wird oft von *Wissensvermittlung* statt von *Wissensaneignung* oder *Wissenserwerb* gesprochen. Die Curricula der überbetrieblichen Berufsausbildung verwenden nach wie vor den Begriff der *Lehrlingsunterweisung*, der nicht gerade auf selbstverantwortliches Lernen der Auszubildenden hinweist. Hier wirkt offensichtlich neben manifestierter Begrifflichkeit nach, dass mit der Hinwendung zum Prinzip der Handlungsorientierung den Auszubildenden zwar entsprechende Lehr-/Lernmaterialien bereitgestellt wurden (beispielsweise die bereits genannte Reihe *Handelnd Lernen in der Bauwirtschaft*), dass das Bildungspersonal aber ansonsten bei der Umsetzung in die Bildungspraxis weitgehend allein gelassen wurde.

Ausgangslage und Problemstellung

Medienkompetenz des Bildungspersonals

Bezüglich der Integration digitaler Medien in den Ausbildungsalltag gaben in einer Studie des Bundesinstituts für Berufsbildung 60 Prozent des befragten betrieblichen Ausbildungspersonals an, dass noch entsprechende Kompetenzen zu fördern seien (Härtel et al. 2018, 30). Besonderer Bedarf besteht im Bereich der Mediendidaktik. Hier meinen nur 37 Prozent der Befragten, dass sie einen Überblick über Praxisbeispiele zum Lehren und Lernen mit digitalen Medien in der Ausbildung haben (ebd., 32). Eine aktuelle Folgestudie bestätigt diese Ergebnisse (Gensicke et al. 2020, 138):

„Beim betrieblichen Ausbildungspersonal sehen zwei Drittel der befragten Betriebe Weiterbildungsbedarf beim Umgang mit digitalen Medien- und Lernformaten. Damit ist ein deutlicher Anstieg des Weiterbildungsbedarfs um 14 Prozentpunkte gegenüber 2015 zu verzeichnen. Die beiden am häufigsten genannten Weiterbildungsthemen sind ‚Datensicherheit und Datenschutz‘ und ‚Einsatz digitaler Medien in der Ausbildung‘.“

Das ist ein deutliches Signal, dass die Medienkompetenz des Ausbildungspersonals an Aufmerksamkeit und Bedeutung gewinnt. Stephan Dietrich (2018, 30) listet einen Unterstützungsbedarf für Auszubildende auf, der von „ganz grundlegenden bis zu spezifischen Themen“ reicht und sowohl hard- und softwaretechnische und methodisch-didaktische Themen umfasst als auch Aspekte der Daten- und IT-Sicherheit sowie die Erstellung digitaler Lernmaterialien und die Nutzung von Autor*innensystemen. Eine breit angelegte Studie zur „Stärkung der Digitalen Bildung“ zeichnet ein ähnliches Bild mit besonderem Blick auf das Lehrpersonal der Schulen. Dort wird die Ausbildung der Lehrkräfte als „das schwierigste Thema insgesamt“ für die Herausbildung fach- und mediendidaktischer Kompetenz und Handlungsfähigkeit beschrieben (IBI 2016, 99–100). Diese

Bestandsaufnahmen begründen nachdrücklich Handlungsbedarf bei der Mediendidaktik und der Handlungsorientierung.

Ansätze zur Medienqualifizierung des Bildungspersonals

Zur Medienqualifizierung von Auszubildenden und Lehrkräften sind u. a. im Rahmen der Förderung digitaler Medien in der beruflichen Bildung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und den Europäischen Sozialfonds (ESF) in den letzten Jahren einige Konzepte mit unterschiedlichen Schwerpunkten entstanden (BMBF 2021b), darunter:

medienBAR – medienpädagogische Basisqualifizierung für das Ausbildungspersonal im Handwerk

Angeboten wird eine Basisqualifizierung für Auszubildende im Umgang mit digitalen Medien. Im Mittelpunkt steht die Nutzung digitaler Medien zum Lehren und Lernen in pädagogischen Kontexten der Berufsausbildung (vgl. HWK Dresden o. J.). Betrachtet werden u. a. die Dimensionen der Medienkompetenz nach Dieter Baacke (1999): Mediennutzung, Medienkunde, Medienkritik und Mediengestaltung. Das Seminar ist mehrstufig aufgebaut und besteht aus Präsenzphasen, Onlinephasen und einem Abschlussworkshop.

MeQ:ino – Medienqualifizierung: individuell und organisational

Verschiedene Zielgruppen – u. a. Auszubildende – werden an die Nutzung digitaler Formate in Lern- und Arbeitsprozessen herangeführt und für den Umgang mit digitalen Medien im Berufsalltag befähigt (vgl. Hochschule für angewandtes Management o. J.). Das zugrunde liegende Medienkompetenzmodell umfasst die drei Hauptdimensionen Medieneinsatz, Medienanwendung und Medienkunde. Eine Online-Toolbox bietet beschreibende und kommentierte Zugänge zu lernunterstützenden digitalen Werkzeugen und Instrumenten in dreizehn Kategorien (meqino.de/toolbox/).

MedienNavi – MedienNavigator für Handwerk und KMU

Mit Blick auf Geschäftsprozesse kleiner und mittlerer Unternehmen werden Qualifizierungsbausteine und -instrumente bereitgestellt, um neue Medien strategieorientiert einzuführen und nachhaltig einzusetzen, ohne dass es die Betriebe überfordert (vgl. BMBF 2021c). Ein MedienNavigator-Werkzeugkoffer ergänzt Workshops und Seminare nach dem Blended-Learning-Prinzip. Er enthält u. a. Muster für Projektpläne und Projekttagebücher, Checklisten zur medienunterstützten Kollaboration, Kommunikation, Informationsaufbereitung, Evaluation und Dokumentation.

inMEDIASres – Qualifizierungsoffensive zur performanten Mediennutzung im Lernen, im kollegialen Austausch und in der Arbeit

Durch Übertragung der Prinzipien der SCRUM-Methode, einer Vorgehensweise des Projektmanagements und der Softwareentwicklung (vgl. Fleig 2019) ist ein zielgruppen- und branchenübergreifendes Konzept zur Medienbildung entstanden, das auf selbstorganisiertes und informelles Lernen setzt (vgl. Fraunhofer IAO 2020). Menschen mit unterschiedlichen Qualifikationen und Kompetenzen erarbeiten in festgelegten kurzen Zeiträumen („Sprints“) Lösungen für akute Fragestellungen zur beruflichen Medienbildung, wobei digitale Medien sowohl Lernmittel als auch Lerngegenstand sein können.

MeDiAL-4Q – Medienkompetenz in der Digitalisierung, Eine neue agile Lernkultur für die berufsbegleitende Qualifizierung

Medienkompetenzentwicklung erfolgt in kollaborativen Arbeitsgruppen und virtuellen Teams nach einem agilen Lernkonzept – problemlösungsorientiert und mediengestützt im Arbeitsprozess – in fortlaufender Anpassung an organisationale Rahmenbedingungen und individuelle Bedürfnisse. Die Voraussetzungen dafür schaffen Schulungen zu individuellem Selbstmanagement, Kommunikations-, Interaktions- und Problemlösungsfähigkeiten. Arbeitsintegrierte Lernprojekte werden in betrieblichen Entwicklungsumgebungen mit arbeitsplatzrelevanten digitalen Tools umgesetzt (vgl. SUSTAINUM 2021).

Meko@Reha – Implementierung einer digitalen Lernkultur und Stärkung der Medienkompetenz in Berufsbildungswerken und bei Bildungsdienstleistern ambulanter beruflicher Rehabilitation

Durch Bereitstellung geeigneter Rahmenbedingungen auf organisationaler Ebene wird der Aufbau von Medienkompetenzen und rehabilitationsspezifischen medienpädagogischen Kompetenzen von Mitarbeiter*innen in der Qualifizierungs- und Betreuungsarbeit unterstützt (vgl. Lorenz, Wester & Rothaug 2020). Es liegt ein erprobtes Rahmenkonzept zur Implementierung einer digitalen Lernkultur und der Stärkung (medien-)pädagogischer Kompetenz vor (Kretschmer & Pfeiffer 2020). Für Einrichtungen und Leistungserbringer in der beruflichen Rehabilitation steht ein Online-Check bereit zur Status-quo-Bewertung des digitalen Lehrens, Lernens und Arbeitens (f-bb 2021).

MeLinda – Medienunterstütztes Lernen und Innovation in der handwerklichen Arbeit

Den Kern des Konzepts zur Medienqualifizierung für Ausbildungspersonal bilden individuelle Mikro-Projekte der Teilnehmenden, die in Präsenz und online unter tutorieller Betreuung bearbeitet werden. Am Ende sollen die Teilnehmenden ein digitales Lernmedium für ihren Arbeitsbereich selbst erstellt haben (vgl. Kybart & Mahrin 2019). Themen wie Unterrichtskonzepte, Lernszenarien, Methoden, Multimediarecht und Datenschutz, Lernplattformen, Autor*innenwerkzeuge, Bild-, Grafik- und Video-Bearbeitung, Mind-Mapping, Produktionsprozesse digitaler Lernmedien, Grundregeln der Gestaltung, Erklärvideos und mobile Anwendungen werden bedarfsweise behandelt. Die individuelle Schwerpunktsetzung hängt von den Mikro-Projekten ab.

Ziele und Zielgruppe

Bei einigen der vorstehend nur kurz skizzierten Konzepte zur Medienqualifizierung für Bildungspersonal ist der Fokus auf die Aktivierung der Lernenden, auf die Selbststeuerung der Lernprozesse und auf den unmittelbaren Bezug zu ihrer eigenen Lehrtätigkeit klar erkennbar. Andere setzen abweichende, nicht weniger wichtige Schwerpunkte wie Systematik der Kompetenzprofile, organisationale und strukturelle Entwicklung oder Umgang mit Hard- und Software. Im Ergebnis steht für die Teilnehmenden jeweils ein Zuwachs ihrer Kompetenzen in der Beurteilung und Erstellung digitaler, lernförderlicher Medien und bei der Auswahl und dem Einsatz entsprechender Softwarewerkzeuge, Plattformen usw.

Um zusätzlich die Chancen zu verdeutlichen, die digitale, multimediale Anwendungen und Instrumente didaktisch und methodisch gut begründet zur Umsetzung des Prinzips des handlungsorientierten Lernens bieten, wurde am Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre der Technischen Universität Berlin ein Online-Workshop konzipiert. Die Entwicklung erfolgte im Rahmen des durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und den Europäischen Sozialfonds geförderte Projekt *DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten*. Ursprünglich war eine eintägige Präsenzveranstaltung mit derselben Zielrichtung geplant, die aber aufgrund der Pandemiesituation nicht stattfinden konnte. Der damit verbundene Nachteil der fehlenden direkten persönlichen Begegnung wurde zumindest teilweise durch eine breitere regionale Streuung der Teilnehmenden aufgewogen. Dadurch kamen in den Diskussionen verschiedene Sichtweisen zum Tragen, die in den unterschiedlichen regionalen Strukturen und institutionsspezifischen Gewohnheiten begründet waren.

Der mit dem Online-Didaktik-Workshop adressierte Personenkreis geht über das Ausbildungspersonal hinaus: In der Pilot-Veranstaltung waren sowohl Auszubildende vertreten als auch Personen aus dem Management der Berufsbildungsstätten. Dadurch ergab sich als wichtiger Effekt ein Verständnis fördernder Austausch zur Notwendigkeit und zur Gestaltung von Weiterbildungsangeboten, die verschiedene Aspekte zum Umgang mit digitalen Medien aufgreifen und sich gleichzeitig methodisch-didaktischen Fragen widmen. Im Zuge der Lernortkooperation können Lehrkräfte berufsbildender Schulen einbezogen werden und im Rahmen der Lehrkräftebildung und der Ausbildung der Ausbilder*innen auch die entsprechenden Seminarleiter*innen. Das ist allerdings im Pilot-Workshop noch nicht erfolgt.

Didaktisches und methodisches Konzept

Der Workshop zielt nicht auf abschließende bzw. vollständige Behandlung des Themas *Digitale Werkzeuge in handlungsorientierten Lehr-/Lernsituationen*. Das wäre in dem gesetzten Zeitrahmen nicht einmal annähernd möglich. Vielmehr geht es darum, Zusammenhänge und gegenseitige Einflüsse von didaktischem Rahmen, Lernumfeld, methodischem Vorgehen und fremd- oder selbsterstellten digitalen Medien erkennbar zu machen. Für weitere, selbstgesteuerte Vertiefungen werden Anstöße gegeben sowie Materialien und Quellen angeboten. Der jederzeit auch nach dem Workshop mögliche individuelle Rückgriff auf die cloudbasierte Arbeitsfläche mit Aufgaben, Inhalten, Links usw. lässt das in komfortabler Weise zu.

Der Workshop stellt die kooperative Arbeit der teilnehmenden Bildungsfachleute entlang klar abgegrenzter kleiner Lernaufgaben in den Mittelpunkt. Er verbindet damit einen konstruktivistischen Ansatz mit instruktionalen Elementen (vgl. Vontobel 2006, 6–9) in Form kurzer Impulsvorträge. Um dieses Vorgehen auch in einem reinen Online-Workshop realisieren zu können, bedarf es einer geeigneten Anwendung, die gleichzeitiges, ortsunabhängiges Arbeiten an unterschiedlichen, dynamisch veränderbaren Text-Bild-Objekten zulässt. Nach vorangegangener Analyse möglicher Online-Werkzeuge fiel die Wahl auf das Kollaborationstool Conceptboard, aber auch ähnliche Anwendungen wie OpenBoard oder Padlet eignen sich. Die erste Erprobung erfolgte rein online in

einem sechsstündigen Pilot-Workshop mit fünfzehn Teilnehmenden, in der sowohl Ausbilder*innen als auch Personen aus dem Bildungsmanagement vertreten waren. Zwei weitere Erprobungsläufe mit zusammen etwa 30 Teilnehmenden erfolgten als Präsenzveranstaltungen. Dabei wurden thematische Impulse (instruktionale Elemente) in herkömmlichen frontalen Kurzvorträgen gesetzt. Die kollaborative Arbeit der Teilnehmenden, jeweils online an ihren mobilen Endgeräten, unterschied sich nur dadurch von dem reinen Online-Format, dass der Workshopleiter auf technische Probleme und bei Fragen persönlich ansprechbar war und seinerseits unmittelbar auch durch non-verbale Äußerungen der Teilnehmenden einen guten Eindruck von der Situation bekam.

Alle in den Pilot-Workshops verwendeten Elemente finden sich auf einer beliebig skalierbaren und fokussierbaren Oberfläche, dem Board. Dort werden Informationen und Querbezüge dargestellt und Impulse durch den*die Moderator*in oder durch Teilnehmende gegeben. Gleichzeitig bildet das Board die Arbeitsfläche, auf der alle Beteiligten synchron oder asynchron agieren können durch Hinzufügen, Verbinden, Markieren und Verschieben von Texten und anderen Elementen, durch Bewertungen, durch Setzen von Links usw. Das Workshop-Ergebnis ist durch den abschließenden Zustand des Boards automatisch protokolliert. Die Teilnehmenden können auch im Nachgang noch im Cloud-Speicher das Ergebnis eigenständig weiterbearbeiten. Hier werden die Vorteile des Einsatzes eines Online-Kollaborationstools im Workshop besonders deutlich. Dadurch ist nicht nur ein langfristiger Zugriff der Teilnehmenden auf die dort bereitgestellten Unterlagen, Informationen und Querverweise zu anderen nützlichen Quellen sichergestellt, sondern auch eine regelmäßige Aktualisierung durch Dozent*innen und durch komfortable Nachrichten- und Kommentarfunktionen eine ortsunabhängige Zusammenarbeit mit anderen Teilnehmenden in der Umsetzungsphase möglich. Die Funktionen des Online-Kollaborationstools im Gesamtrahmen des Workshops zeigt Abbildung 1.

Inzwischen hat sich in weiteren Pilot-Workshops in Präsenz gezeigt, dass das Konzept und das Kollaborationswerkzeug auch in einem solchen Rahmen sehr erfolgreich eingesetzt werden können, sofern die Teilnehmenden entsprechend ausgestattet sind und eine stabile Internet-Verbindung zur Verfügung steht. In Präsenzveranstaltungen können einzelne Workshop-Phasen auch mit herkömmlichen Mitteln wie Pinnwand und Moderationsmaterial gestaltet werden, was zusätzliche Abwechslung bringt und den Teilnehmenden bewusst macht, dass es nicht um den Ersatz üblicher Lehrgangsformen durch digitale Anwendungen geht, sondern um eine Bereicherung der Möglichkeiten und des Lernumfeldes.

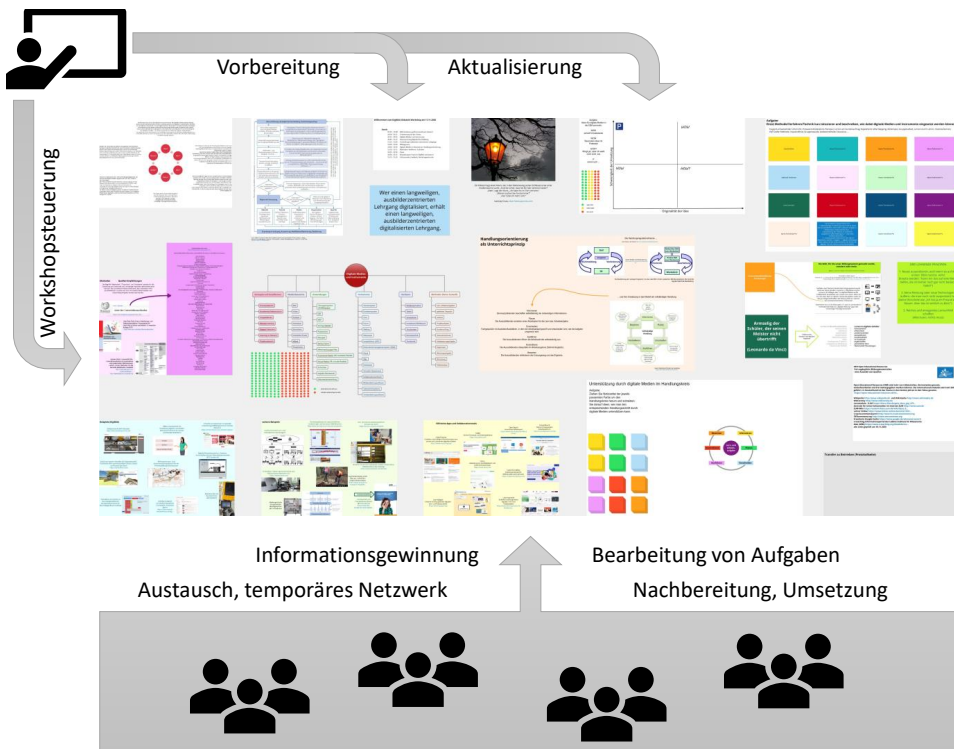


Abbildung 1: Funktionen des Kollaborationstools im Gesamtrahmen des Workshops (Quelle: eigene Darstellung)

Workshop-Phasen

Das Thema *Einsatz digitaler Medien in der beruflichen Bildung* wird in seiner ganzen Breite angesprochen, um zu verdeutlichen, dass Medien, Methoden, Ziele und Rahmenbedingungen unbedingt im Zusammenhang betrachtet werden müssen.

Digitale Medien und Instrumente

Diese erste Phase schafft den entscheidenden Zugang zum Spannungsfeld Digitalisierung und Handlungsorientierung und erfordert entsprechende Aufmerksamkeit. Der Zeiteinsatz von 30 Minuten erwies sich als etwas knapp. In einer ersten Übung markieren die Teilnehmenden, zu welchen Aspekten sie bereits über Erfahrungen verfügen und zu welchen Aspekten sie mehr erfahren möchten (Abbildung 2). Die entsprechenden Teilthemen sollten dann im Weiteren auch aufgegriffen werden. Auch wenn die Ergebnisse aus dem Pilot-Workshop nur ein nicht-repräsentatives Blitzlicht sein können, zeigen sich an zwei Punkten erwartete Tendenzen: Die umfassendste Erfahrung der Berufsbildungspraktiker*innen besteht beim Frontalunterricht und der größte Bedarf beim Einsatz komplexer digitaler Instrumente wie virtuelle Klassenräume und Kollaborationstools.

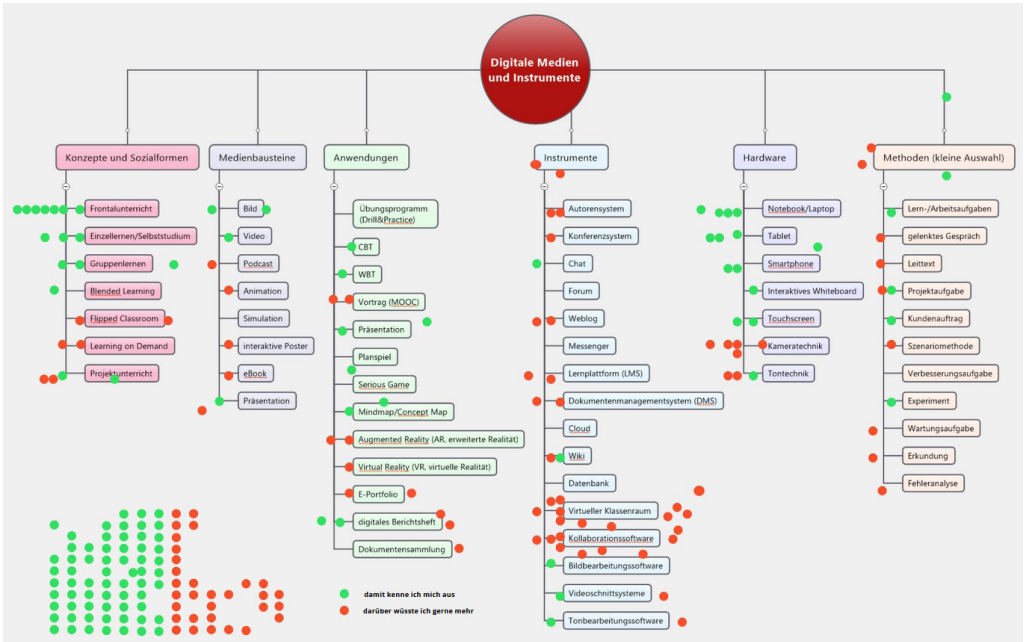


Abbildung 2: Erfahrungen der Teilnehmenden mit digitalen Medien und Instrumenten – Arbeitsergebnis aus dem Pilot-Workshop (Quelle: eigene Darstellung)

In Anlehnung an den Routenplaner Digitale Bildung (Krommer et al. 2019) werden grundsätzliche Fragen des Übergangs vom Lernen im Buchdruckzeitalter zum Lernen im digitalen Zeitalter und die Hürden, die zur Überwindung bestehender Strukturen zu überwinden sind, dargestellt und diskutiert. Im Workshop liegt der Fokus dabei auf Aspekten, die die förderliche Wirkung eines didaktisch angemessenen Einsatzes digitaler Lernhilfen für handlungsorientiertes Lernen aufgreifen. die Gegenüberstellung von Lisa Rosa (2018) zu grundsätzlichen Fragen des Lehr-/Lernverständnisses in verschiedenen Epochen (Tabelle 1) hat sich als fruchtbarer Ausgangspunkt für lebhaftes Gespräche erwiesen.

Tabelle 1: Prägungen des Lehr-/Lernverständnisses in verschiedenen Epochen (nach Rosa 2018)

Buchdruckzeitalter	Digitales Zeitalter
lehrer*innenzentriert	lerner*innenzentriert
belehrend	erforschend
systematisch	problemorientiert
objektivistisch	perspektivisch
dekontextualisiert	kontextualisiert
allein	im Austausch
festliegendes Ergebnis	ergebnisoffen
vorgegebene Bedeutung	persönlicher Sinn
Denkmodell: Büffeln	Denkmodell: Rauskriegen

Teilnehmende erkennen daran zwei grundsätzliche Herangehensweisen an die Digitalisierung von Berufsbildungsprozessen: Entweder wird digitalisiert, was am einfachsten zu digitalisieren ist – z. B. eine Vortragspräsentation durch ein digitales Video oder einen schriftlichen Test durch ein digitales Quiz; das festigt aber eher bestehende „Unterweisungs“-Konzepte, als es helfen würde, fächer-/gewerkeübergreifendes, aktives, problemorientiertes und selbstorganisiertes Lernen zu fördern (vgl. Muuß-Merholz 2019, 51). Oder die vielfältigen und komfortablen Möglichkeiten digitaler Technologien werden kreativ genutzt, um neben dem Erwerb von Fachwissen die zukunftsrelevanten Fähigkeiten und Kompetenzen wie kritisches Denken, Kommunikation, Kollaboration, Kreativität, Offenheit und Neugier sowie Lernfähigkeit zu fördern, die in wirkliche Problemlösefähigkeit und beruflicher Handlungsfähigkeit münden (vgl. Fadel, Bialik & Trilling 2017, 73–81).

Ideensammlung Digitale Berufsbildung

In einer weiteren Übung notieren die Teilnehmenden auf dem Board ihre Ideen zum Einsatz digitaler Medien und Instrumente in der Berufsausbildung und ordnen sie vier Kategorien zu:

- › schnell und einfach umsetzbar
- › besonderes Potenzial, aber aufwändig
- › interessant, aber noch etwas unklar
- › sonstige Gedanken und Merkposten

Anschließend bewerten alle die Ideen, zunächst durch Vergabe von Punkten und anschließend im Gespräch. Die Teilnehmenden erhalten den Auftrag, im Nachgang zum Workshop jeweils einen der Vorschläge in ihrem Umfeld umsetzungsreif zu entwickeln, zu erproben und bei Erfolg in ihren Ausbildungsangeboten zu etablieren. Hier kann vereinbart werden, nach angemessener Zeit (drei bis sechs Monate) erneut online zusammenzukommen und die Erfahrungen auszutauschen.

Entwicklung multimedial unterstützter Lehrgänge

Es folgt eine Input-Phase mit einem Überblick über die Punkte, die bei der Entwicklung oder Anpassung digitaler Lernmedien zu beachten sind, über die Fragen, die vorab zu klären sind und über die Voraussetzungen, die für einen erfolgreichen Einsatz zu schaffen sind. Der Impulsvortrag wird unterstützt durch ein Dokument, das differenziert auf die sechs W-Fragen eingeht (Was? Wer? Wie? Wann? Wofür? und Womit?) und ein Flussdiagramm, das den Planungs- und Entwicklungsprozess erläutert (Kybart & Mahrin 2019, 218). Diese Dokumente dienen vor allem der Nachbereitung des Workshops durch die Teilnehmenden.

Eine Vertiefung der systematischen Herangehensweise an die Einbindung digitaler Medien und Instrumente in berufliche Bildungsangebote ist in dieser Einstiegs- und Orientierungsphase nicht geboten – es würde die meisten Teilnehmenden überfordern und von den oben beschriebenen Kernanliegen des Workshops ablenken. Umso wichtiger ist jedoch eine spätere ausgiebige Befassung mit dem günstigsten Vorgehen bei der Vorbereitung der Entwicklung und Einführung digitaler Unterrichtsmittel.

Digitale Medien im Kontext der Handlungsorientierung

Vorgesehen ist zunächst ein kurzer Exkurs zur Handlungsregulationstheorie (vgl. Hacker 1997 und Volpert 1999) und zum Modell der vollständigen Handlung, die der Handlungsorientierung als Unterrichtsprinzip zugrunde liegen (vgl. Giest 2018, 14–17). Hierbei ist es ratsam, deren Erfahrungshintergrund Teilnehmenden zu beachten. Sofern alle ausreichend mit dem handlungsorientierten Lernen vertraut sind, kann dieser Exkurs übersprungen werden. In jedem Fall aber sollte hier die gemeinsame Aufgabe bearbeitet werden: Die Teilnehmenden sollen Vorschläge machen, wie sechs Phasen der Bearbeitung einer handlungsorientierten Lern- und Arbeitsaufgabe (Informieren, Planen, Entscheiden, Ausführen, Kontrollieren und Bewerten) durch digitale Medien und Instrumente effektiv und nutzbringend unterstützt werden können. Dafür sind farblich sortierte digitale Notizzettel („Sticky Notes“) vorbereitet, die mit Text ergänzt und durch Verschieben den sechs Phasen zugeordnet werden können (Abbildung 3).

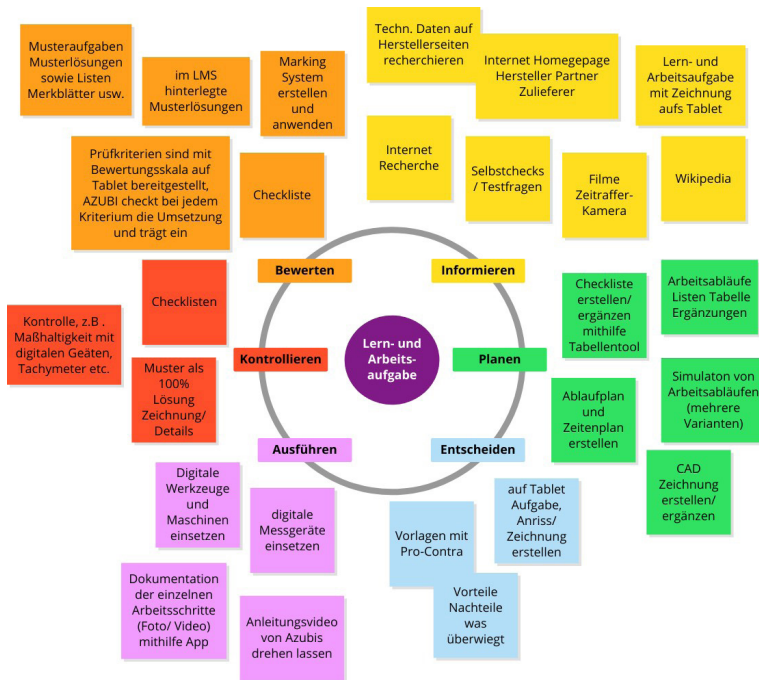


Abbildung 3: Digitale Medien und Instrumente in den Phasen handlungsorientierten Lernens – Arbeitsergebnis aus dem Pilot-Workshop (Quelle: eigene Darstellung)

Die Bearbeitung dieser Aufgabe stellt einen zentralen Punkt im Workshop dar, weil hier vor dem Hintergrund der vorangegangenen Ideensammlungen konkrete Zuordnungen spezifischer medialer Unterstützungsmöglichkeiten zu den Phasen der vollständigen Lernhandlung erfolgen. Sofern dabei ein Ergebnis zustande kommt, wie es Abbildung 3 in dargestellt ist, ist ein Kernziel des Workshops erreicht und eine gute Voraussetzung für die punktuelle Umsetzung und Erprobung im individuellen Arbeitsumfeld der Teilnehmenden geschaffen.

Methoden, Verfahren, Techniken

Es schließt sich ein weiterer kurzer Exkurs an zu Methoden, Verfahren und Techniken im Unterricht. Die drei Begriffe werden in der Literatur teilweise synonym verwendet, eine ausführliche Befassung damit ist allerdings nicht vorgesehen. Die Übersicht auf dem Board soll den Teilnehmenden vor allem im Anschluss an den Workshop helfen, verlässliche Quellen zu finden und zu nutzen. Nun sollen die Teilnehmenden zehn Minuten online zu einer Methode (bzw. Verfahren, Unterrichtstechnik) recherchieren, diese in Stichworten skizzieren und beschreiben, wie dabei digitale Medien und Instrumente eingesetzt werden können. Jede*r bekommt dafür ein farbiges Feld zugewiesen. Abbildung 4 zeigt drei Ergebnisse, bei denen das unterschiedlich gut gelungen ist.

Die Teilnehmenden stellen anschließend nacheinander ihre Ergebnisse kurz vor und diskutieren die Möglichkeiten des sinnvollen Medieneinsatzes.

Anchored Instruction	Gruppenpuzzle	Flipped Classroom
1. zu Beginn des Lernprozesses wird ein "Anker" in Form einer (meist medial präsentierten) Problemsituation gesetzt. Dieser Anker sollte einen hohen Grad an Komplexität und Authentizität aufweisen, dadurch intrinsische Motivation aufbauen und den Erwerb "trägen Wissens" vermeiden. (z.B. Video, WBT) 2. Lerner*innen anregen, eigenständig Probleme zu erforschen und zu lösen (Leitfragen) 3. Typische Unterrichtsbeispiele: Fallanalysen oder projektorientierte Ansätze	Großes Gesamtthema, welches in gleichwertige Unterthemen unterteilt wird. Charakteristisch für das Gruppenpuzzle ist der Wechsel zwischen Wissensaneignung und Wissensvermittlung. Die Umsetzung erfolgt in fünf Phasen 1. Einführungsphase (Plenum) 2. Einführungsphase (Stammgruppen) 3. Aneignungsphase 4. Vermittlungs- und Vertiefungsphase 5. Kontrollphase (Plenum)	1. Selbstständige Erarbeitung eines Themas durch die Auszubildenden allein oder in kleinen Gruppen (--> Erklärvideos, Online-Recherchen, ...) 2. Bearbeitung des Themas an konkreten Aufgaben/Problemstellungen (--> LMS, Mail, Kollaborationstools, ...) 3. Umsetzung des Gelernten in der ÜBS an Maschinen, Geräten, Anlagen (--> digitale Anleitungen über mobile Geräte, Dokumentation der Arbeit mit digitaler Technik, elektronisches Berichtsheft)

Abbildung 4: Ergebnis (Auszug) der Methodenübung (Quelle: eigene Darstellung)

Mit dieser kleinen Aufgabe, die nur wenig Zeit erfordert, werden zwei wichtige Dinge erreicht: Erstens erleben die Teilnehmenden, dass sie sich mit vergleichsweise geringem Aufwand methodische Varianten erarbeiten können, die ihre Handlungsoptionen in der Unterrichtsgestaltung erweitern und das Lehren und Lernen abwechslungsreicher und interessanter machen können. Zweitens erkennen sie, dass ein augenscheinlicher Zusammenhang zwischen dem Unterrichtsthema, der Darbietungs- und Arbeitsmethode und den unterstützenden digitalen Medien besteht. Die Vielfalt von Lernmitteln kennen und ihre spezifische Eignung beurteilen können ist einer der bedeutendsten Aspekte bei der Entwicklung von Medienkompetenz (vgl. Krämer et al. 2017, 29–32).

Beispiele guter Praxis, Anwendungen, Werkzeuge und Open Educational Resources

In der abschließenden Workshop-Phase wird auf einige erfolgreiche, aber auch sehr unterschiedliche Beispiele zum Einsatz digitaler Medien und Werkzeuge hingewiesen, um den Teilnehmenden Anregungen für die eigene Arbeit zu geben. Es geht auch hier nicht um ausführliche Darstellungen während des Workshops – das ist in der verfügbaren Zeit nicht zu leisten und würde den Workshop vollkommen überfrachten. Vielmehr sind diese Verweise auf die Beispiele erfolgreicher Praxis zum Einsatz digitaler Medien beim handlungsorientierten Lernen als Angebot zur individuellen Vertiefung nach dem Workshop zu verstehen. Die Beispiele kommen teilweise aus dem Projekt *DigiBAU*

(Abbildung 5) und teilweise aus anderen Kontexten. Sie sind mit Verlinkungen versehen, die einen Zugang zu weiteren Informationen und zu Downloads bieten.

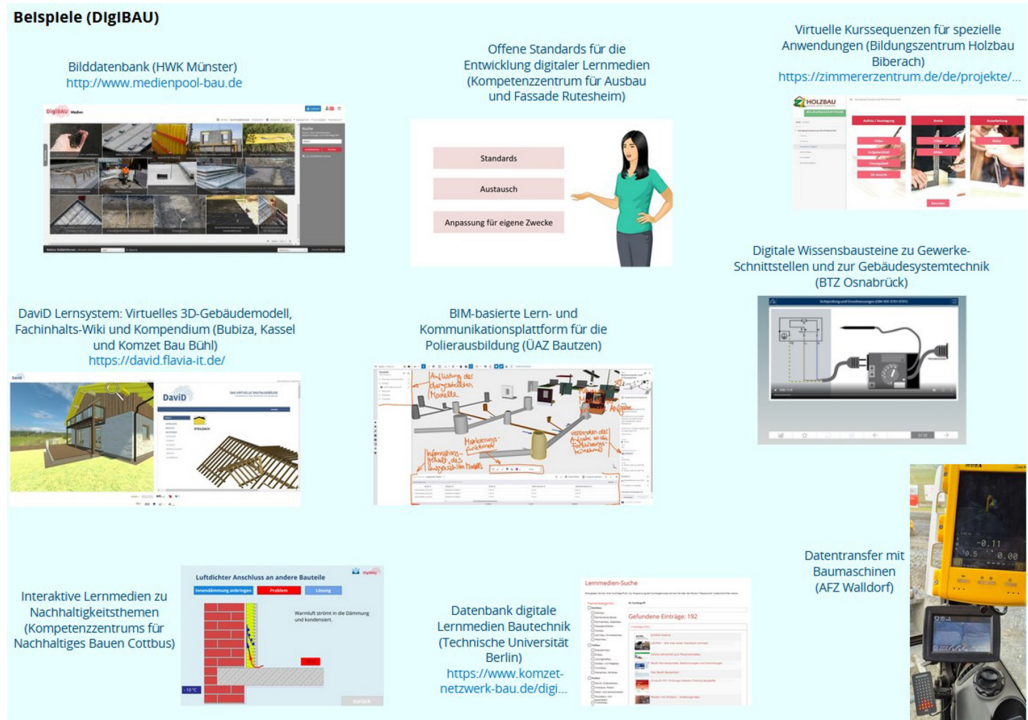


Abbildung 5: Beispiele guter Praxis aus dem Projekt DigiBAU (Quelle: eigene Darstellung)

Ein weiteres Feld auf dem Board dient den Teilnehmenden dazu, eigene Gedanken und Erfahrungen festzuhalten und Verweise zu weiteren Good-Practice-Beispielen sowie Hinweise zur Adaption und zum Transfer (z. B. zu auszubildenden Betrieben) zu ergänzen. Hier bietet sich auch die Vereinbarung eines virtuellen Nachtreffens zum Austausch in angemessenem Abstand zum Workshop an (z. B. zwei bis vier Wochen danach).

Ebenfalls nur kurz vorgestellte Übersichten über hilfreiche Apps, Kollaborationstools und Open Educational Resources, jeweils mit entsprechenden Links, runden den Workshop-Inhalt ab und dienen den Teilnehmenden bei Bedarf als Quelle für weitere eigene Recherchen auch im Nachgang zum Workshop.

Erfahrungen und Transfer

Die Rückmeldungen zu den Pilot-Workshops waren abgesehen von wenigen Nennungen kleinerer technischer Probleme, die inzwischen alle behoben werden konnten, ausnahmslos positiv. Besonders begrüßt wurde, dass Medienproduktion und Medieneinsatz nicht für sich allein betrachtet

wurden, sondern mit Blick auf den gesamten technischen, organisatorischen und vor allem konzeptionellen Rahmen üblicher Situationen in der überbetrieblichen Ausbildung. Außerdem fand die variable Einsatzmöglichkeit des Ansatzes in Online-Workshops, in Präsenzveranstaltungen und in Blended-Learning-Angeboten breite Zustimmung. Schließlich haben Teilnehmende geäußert, dass sie sich gut vorstellen können, Online-Kollaborationstools auch in ihren fachlichen Lehrgängen der Aus- und Weiterbildung zu nutzen.

Das Workshop-Konzept und die Materialien stehen Interessierten zur freien Verfügung; sie können modifiziert und an spezielle Rahmenbedingungen angepasst werden. Das Ausgangs-Board ohne die Einträge und Arbeitsergebnisse aus den Pilot-Workshops kann über einen Gast-Zugang eingesehen werden.³ Ein Zugang mit Bearbeitungsrechten ist auf Anfrage möglich.



<https://app.conceptboard.com/board/8ax7-46fn-ag8r-7gib-xegh>

Literatur und Quellen

Baacke, Dieter (1999): Medienkompetenz als zentrales Operationsfeld von Projekten. In: Baacke, Dieter; Kornblum, Susanne; Lauffer, Jürgen; Mikos, Lothar; Thiele, Günter (Hrsg.): Handbuch Medien: Medienkompetenz – Modelle und Projekte, Bonn, Bundeszentrale für politische Bildung, 31–35

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2021a): eQualification 2021. Lernen und Beruf digital verbinden – Gamification! Projektband des Förderbereiches „Digitale Medien in der beruflichen Bildung“, Berlin. Online: https://www.qualifizierungdigital.de/_medien/downloads/26703_DLR_PT_eQualification_Projektband_RZ_030221%20CLEAN%20DNK112b_GW_02.pdf (27.08.2021)

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2021b): qualifizierung digital. Plattform zu geförderten Projekten. Online: <https://www.qualifizierungdigital.de> (27. 08.2021)

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2021c): MedienNavigator für Handwerk und KMU. Online: <https://www.qualifizierungdigital.de/de/mediennavi-71.php> (27.08.2021)

Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG (o. J.): Ausbildungsinhalte. Online: <https://www.christiani.de/ausbildung/bau-holz/ausbildungsinhalte> (27.08.2021)

3 <https://app.conceptboard.com/board/8ax7-46fn-ag8r-7gib-xegh>

- Dahrendorf, Rolf (1956): Industrielle Fertigkeiten und soziale Schichtung. *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie*, 8, 540–568
- Dietrich, Stephan (2018): Digitaler Wandel und Unterstützungsbedarf aus Sicht des betrieblichen Ausbildungspersonals. In: *BWP* 47(2018)3, 29–31
- Fadel, Charles; Bialik, Maya; Trilling, Bernie (2017): Die vier Dimensionen der Bildung: Was Schülerinnen und Schüler im 21. Jahrhundert lernen müssen. Deutsche Übersetzung von Jöran Muuß-Merholz. Zentralstelle für Lernen und Lehren im 21. Jahrhundert e. V., Hamburg
- f-bb – Forschungsinstitut Betriebliche Bildung (Hrsg.) (2021): Der MEKO-ORGacheck. Ein Tool für Leistungserbringer beruflicher Rehabilitation. Online: <https://www.f-bb.de/meko-orgacheck/> (27.08.2021)
- Fleig, Jürgen (2019): Agiles Projektmanagement – So funktioniert Scrum. In: b-wise GmbH (Hrsg.): *business-wissen.de*. Online: <https://www.business-wissen.de/artikel/agiles-projektmanagement-so-funktioniert-scrum/> (27.08.2021)
- Fraunhofer IAO Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (2020) (Hrsg.): Agiles Sprintlernen mit »in MEDIAS res«. Projektwebseite. Online: <https://www.dlpm.iao.fraunhofer.de/de/themen/industrie40/sprintlernen.html> (27.08.2021)
- Gensicke, Miriam; Bechmann, Sebastian; Kohl, Matthias; Schley, Thomas; García-Wülfing, Isabel; Härtel, Michael (2020): Digitale Medien in Betrieben – heute und morgen. Eine Folgeuntersuchung. Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): *Digitale Medien in der betrieblichen Berufsbildung*. Wissenschaftliche Diskussionspapiere, H. 220, Bonn
- Gerstenmaier, Jochen; Mandl, Heinz (1999): Konstruktivistische Ansätze in der Erwachsenenbildung und Weiterbildung und Forschungsbericht Nr. 109. Ludwig-Maximilians-Universität München Institut für Pädagogische Psychologie und Empirische Pädagogik. Online: <https://epub.ub.uni-muenchen.de/217/1/217.pdf> (27.08.2021)
- Giest, Hartmut (2018): Handlungstheorie und Unterricht – Probleme und Perspektiven. In: *GDSU-Journal* Juni 2018, Heft 8, 9–30. Online: http://www.gdsu.de/gdsu/wp-content/uploads/2018/08/9_30_Giest.pdf (27.08.2021)
- Hacker, Winfried (1997): *Allgemeine Arbeitspsychologie – Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten*. Bern
- Härtel, Michael; Brüggemann, Marion; Sander, Michael; Breiter, Andreas; Howe, Falk; Kupfer, Franziska (2018): Digitale Medien in der betrieblichen Berufsbildung. Medienaneignung und Medienutzung in der Alltagspraxis von betrieblichem Ausbildungspersonal. BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): *Digitale Medien in der betrieblichen Berufsbildung*. Wissenschaftliche Diskussionspapiere, H. 196, Bonn

- Hauptverband der deutschen Bauindustrie e. V. (2021): Ausbildungsberufe. Online: <https://www.bauindustrie.de/themen/ausbildungsberufe> (27.08.2021)
- Hochschule für angewandtes Management (Hrsg.) (o. J.): MeQ:ino: Medienqualifizierung – individuell und organisational. Projektwebseite. Online: <http://meqino.de/> (27.08.2021)
- HWK Handwerkskammer Dresden (Hrsg.) (o. J.): medienBAR – medienpädagogische Basisqualifizierung für das Ausbildungspersonal im Handwerk. Projektwebseite. Online: <https://www.hwk-dresden.de/Artikel/detail/medienbar-projekt/id/10550#> (27.08.2021)
- IBI – Institut für Bildung in der Informationsgesellschaft (Hrsg.) (2016): Stakeholder-Studie zum Bundestagsbeschluss Durch Stärkung der Digitalen Bildung Medienkompetenz fördern und digitale Spaltung überwinden. Berlin
- KMK – Kultusministerkonferenz (2011): Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. Online: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/Beschluesse_Veroeffentlichungen/handreich.pdf (27.08.2021)
- Krämer, Heike; Jordanski, Gabriele; Goertz, Lutz (2017): Medien anwenden und produzieren – Entwicklung von Medienkompetenz in der Berufsausbildung. In: BIBB (Hrsg.): Wissenschaftliches Diskussionspapier, Heft 181. Bonn. Online: <https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/show/8275> (27.08.2021)
- Kretschmer, Susanne; Pfeiffer, Iris (Hrsg.) (2020): Digitalisierung in der beruflichen Rehabilitation. Wie die Implementierung einer digitalen Lernkultur gelingen kann. Bielefeld: wbv
- Krommer, Axel; Lindner, Martin; Mihajlović, Dejan; Muuß-Merholz, Jöran; Wampfler Philippe (Hrsg.) (2019): Routenplaner #digitaleBildung. Hamburg: Verlag ZLL21 e. V.
- Kybart, Markus; Mahrin, Bernd (2019): Medienqualifizierung des Ausbildungspersonals. In: Mahrin, Bernd; Meyser, Johannes (Hrsg.): Berufsbildung am Bau digital. Hintergründe – Praxisbeispiele – Transfer. Universitätsverlag der Technischen Universität Berlin, 214–227. Online: <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-8577> (27.08.2021)
- Lorenz, Sabrina; Wester, Ann Marie; Rothaug, Eva (2020): Medienkompetenzaufbau in Einrichtungen beruflicher Rehabilitation – Vom Betreuenden zum Teilnehmenden. In: Deutsche Rentenversicherung Bund (Hrsg.): 29. Rehabilitationswissenschaftliches Kolloquium, DRV-Schriften Bd. 120, 159–162

Mahrin, Bernd (2019): Datenbank digitale Lernmedien Bautechnik. In: Mahrin, Bernd; Meyser, Johannes (Hrsg.): Berufsbildung am Bau digital. Hintergründe – Praxisbeispiele – Transfer. Universitätsverlag der Technischen Universität Berlin, 194–201. Online: <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-8577> (27.08.2021)

Mahrin, Bernd (2021): Didaktik-Workshop digitale Medien und Handlungsorientierung. In: BAG-Report Bau Holz Farbe 23(2021)1, 26–34. Online: <https://bag-bau-holz-farbe.de/> (27.08.2021)

Mahrin, Bernd (2020): Didaktik-Workshop digitale Medien und Handlungsorientierung. Online-Kollaborationsboard. Online: <https://app.conceptboard.com/board/8ax7-46fn-ag8r-7gib-xegh> (27.08.2021) (QR-Code)

Mertens, Dieter (1974): Schlüsselqualifikationen. In: Allmendinger Jutta et al. (Hrsg.): Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 7. Jg. (1), 36–43. Online: http://doku.iab.de/mittab/1974/1974_1_MittAB_Mertens.pdf (27.08.2021)

Meyser, Johannes; Uhe, Ernst (2006): Handelnd Lernen in der Bauwirtschaft. Handreichung für die Ausbildung, 3., erw. Aufl., Konstanz: Christiani

mmb Institut GmbH (Hrsg.) (2021): mmb-Trendmonitor 2020/2021. Home-Office mischt die E-Learning-Branche auf. Ergebnisse der 15. Trendstudie „mmb Learning Delphi“

Muß-Merholz, Jöran (2019): Aufforderung zum Tanz! Damit neue Medien nicht alte Pädagogiken optimieren. In: Krommer, Axel; Lindner, Martin; Mihajlović, Dejan; Muß-Merholz, Jöran; Wampfler Philippe (Hrsg.): Routenplaner #digitaleBildung. Hamburg: Verlag ZLL21 e. V., 50–55

Rosa, Lisa (2018): Lernen im digitalen Zeitalter. In: Rosa, Lisa (Hrsg.): shift. Weblog zu Schule und Gesellschaft. Online: <https://shiftingschool.wordpress.com/2017/11/28/lernen-im-digitalen-zeitalter/> (27.08.2021)

SUSTAINUM Institut für zukunftsfähiges Wirtschaften Berlin eG (Hrsg.) (2021): Medienkompetenz in der Digitalisierung – Eine neue Agile Lernkultur für die berufsbegleitende Qualifizierung. Projektwebseite. Online: <https://agile-learning.eu/medial-4q/> (27.08.2021)

Volpert, Walter (1999): Wie wir handeln – was wir können: Ein Disput als Einführung in die Handlungspsychologie, 2. Aufl., Sottrum

Vontobel, Peter (2006): Didaktisches Design aus lernpsychologischer Sicht. Pädagogische Hochschule Zürich. Online: https://www.sciencetonic.de/media/015_digimedia/050_konzepte/LIT_0210_Didaktisches_Design_Vontobel_2006.pdf (27.08.2021)

CONDETTI DIGITAL

Die digitale Ergänzung des klassischen Stecksystems condetti PÄD

Holger Schopbach

Das klassische condetti-Stecksystem wird seit vielen Jahren in den Bereichen der Aus- und Weiterbildung im Zimmererhandwerk erfolgreich eingesetzt. Insbesondere die Gruppenarbeit bewirkt eine hohe Identifikation mit den entwickelten Lösungen und die Aufnahmebereitschaft für Verbesserungsvorschläge seitens der Dozierenden. In zahlreichen Anwendungsbereichen wuchs aber der Wunsch, ergänzend eine digitale Version des bewährten Systems verwenden zu können. Aus diesem Grund wurde am Bundesbildungszentrum für Zimmerer- und Ausbauarbeiten im Rahmen eines Förderprojektes zur Weiterentwicklung des Kompetenzzentrums des Zimmerer- und Ausbaugewerbes (Bubiza) *condetti digital* entwickelt. Unter Einbeziehung des Designers des bewährten Stecksystems konnte eine Umsetzung realisiert werden, die auf die bekannten Elemente und Schaffuren zurückgreift.

Schlüsselbegriffe

- › Baukonstruktion
- › Detailplanung
- › condetti-Stecksystem
- › Prüfungsvorbereitung

Einleitung

Bei der Planung von Gebäuden stellt die Lösung der Detailpunkte eine besondere Herausforderung dar. So sind an der Mehrzahl der zu lösenden Detailpunkte (z. B. Sockeldetail, Anschluss Geschossdecke oder Traufe) zahlreiche bautechnische und bauphysikalische Fragestellungen zu klären und aufeinander abzustimmen. Für den Holzbau, insbesondere den Holzrahmenbau, ist weiterhin zu berücksichtigen, dass es sich um eine Bauweise handelt, bei der die Dämmung innerhalb der Konstruktion in Hohlräumen zwischen den tragenden Holzstielen angeordnet ist. Durch eine nicht fachgerechte Planung können dann nicht nur unschöne Schimmelschäden an der Oberfläche entstehen, sondern die Holzbauteile können durch eindringende Feuchtigkeit geschädigt bzw. zerstört werden. Jeder Detailpunkt ist daher akribisch hinsichtlich der vorgenannten Belange zu planen, um Schäden langfristig ausschließen zu können.

Die Berufsschulen, aber auch die überbetrieblichen Ausbildungsstätten als Teil der dualen Berufsausbildung sind gefordert, den zukünftigen Baufacharbeiter*innen Qualifikationen zu vermitteln, sodass diese ihre beruflichen Aufgaben erfüllen und sich auf die stetig ändernden Anforderungen einstellen können. Die Anforderungen werden in zahlreichen Unterrichtsstunden, bestenfalls nach Lernfeldern getrennt, vermittelt. Es ist aber kaum möglich, eine intensive Detailplanung, wie zuvor beschrieben, durchzuführen.

Erschwerend kommt hinzu, dass übliche technische Zeichnungen oftmals nicht sonderlich dazu geeignet sind, die Detailplanung zu verdeutlichen. Die Vielfalt dünner Linien und unruhiger Schraffuren machen übliche Detailzeichnungen oft verwirrend und schwer entzifferbar. Der*die Betrachtende findet das, worauf es ankommt, nur mit Mühe im flimmernden Bildaufbau.

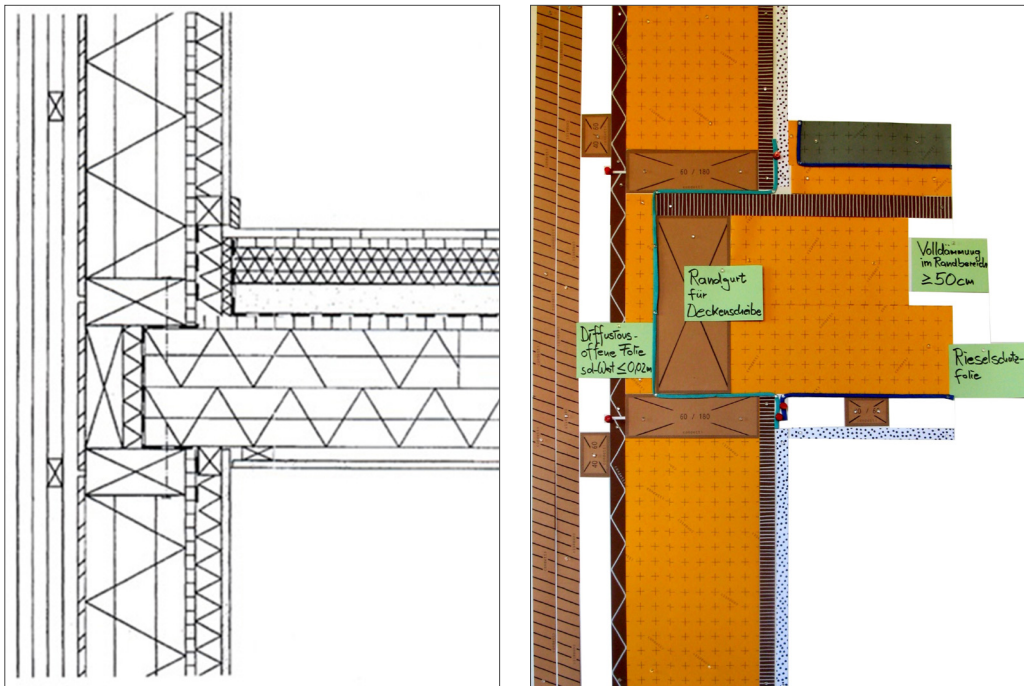


Abbildung 1: Exemplarische Deckenauflagerung als Strichzeichnung (links) und als gesteckte condetti-Lösung (rechts) (Quelle: eigene Darstellung)

Benötigt wird daher ein flexibles, grafisches Hilfsmittel zur Entwicklung funktionstüchtiger, multifunktionaler Details. Das Planungsinstrument condetti wird seit über 20 Jahren in Aus- und Weiterbildung sowie Fachseminaren eingesetzt, um Details im Holzrahmenbau zu entwickeln. Die Details können durch das Stecksystem schnell und einfach in der Gruppe erarbeitet und anschließend sofort im Plenum diskutiert, bewertet und ggf. verändert werden. Durch den grafisch abgestimmten Farbcode und plakative Schraffuren lassen sich die entwickelten Details leicht erfassen.

Ausgangslage und Problemstellung/Aufgabenstellung

Der handwerkliche Holzrahmenbau

Mitte der 1990er Jahre nahm die Entwicklung des sogenannten „handwerklichen Holzrahmenbaus“ an Bedeutung zu. Während bis dahin die Bauweise weitgehend nur bei Fertighäusern eingesetzt wurde, sollten nun, forciert durch den *Bundesverband Holzbau Deutschland – Bund Deutscher Zimmermeister*, auch normale Zimmereibetriebe diese Bauweise einsetzen können. Dafür wurde mit dem Buch „Holzrahmenbau“ (Fritzen 2014), herausgegeben vom Bundesverband Holzbau Deutschland, mittlerweile in der 5. Auflage, ein wichtiger Grundstock gelegt. Für die relativ neue Bauweise wurden verstärkt Fortbildungsseminare angeboten, um die Zimmerer und Zimmerinnen mit den Besonderheiten der Bauweise vertraut zu machen und deren Akzeptanz zu erhöhen. Dass dies gelungen ist zeigt die Holzbauquote, die beispielsweise in Hessen mittlerweile bei 24 %, in Baden-Württemberg sogar bei 33,4 % der gebauten Einfamilienhäuser liegt (HD-Lagebericht 2021).

Während dieser Seminare stand insbesondere die Detailentwicklung im Vordergrund. Um die Teilnehmenden und ihr jeweiliges Wissen einzubeziehen, sollten in Kleingruppen Lösungen verschiedener Detailpunkte entwickelt und anschließend in der Gruppe diskutiert werden.

Schnell hat sich herauskristallisiert, dass dafür geeigneten Arbeitsformen und -mittel fehlen. Handzeichnungen, z. B. auf Flipcharts, sind ungeeignet, da Korrekturen kaum möglich sind, ohne die Übersichtlichkeit zu zerstören. In den ersten Versuchen dienten farbige Plastikfolien dazu, Details nachzubilden und via Overheadprojektor für alle sichtbar zu projizieren. Diese Methode war zwar für die Präsentation geeignet, jedoch keinesfalls für die Erarbeitung von Details in Gruppen. Weitere Möglichkeiten wurden ausprobiert (z. B. Magnettafeln) bis schließlich eine relativ einfache Lösung gefunden wurde: bedruckte Pappstreifen, mit denen sich an Pinnwänden Details entwickeln lassen. Kaum vermeidliche Fehler können damit leicht behoben werden, indem die Streifen ersetzt oder verschoben werden.

Die Elemente des condetti-Stecksystems (abgeleitet von *construction details*) haben einen grafisch abgestimmten Farbcode, plakative Schraffuren und eine übersichtliche Zusammenfassung von Baustoffgruppen. Sie verhelfen dadurch zu einer selbsterklärenden Detaildarstellung. Zunächst wurden die Elemente im Maßstab 1:2 entwickelt und in der sogenannten *condetti BOX* vertrieben. Insbesondere für Unterrichtszwecke wurde später, unterstützt durch den Bundesverband Holzbau Deutschland – Bund deutscher Zimmermeister, condetti PÄD im Maßstab 1:1 entwickelt.

Das condetti-Stecksystem

Das condetti-Stecksystem besteht aus farbigen Pappen zur Darstellung von Baustoffen bzw. Baustoffgruppen. Diese Pappen weisen durch geeignete Farbwahl auf den Baustoff hin. Zum Beispiel hat ein Dämmstoff die Farbe Gelb, Holz die Farbe Braun und Beton die Farbe Grau.

Zur Verringerung des benötigten Materials (und um die Übersichtlichkeit zu wahren) wurden Baustoffgruppen nach funktionalen und bauphysikalischen Gesichtspunkten zusammengefasst, wie beispielsweise

- › „harte“ Holzwerkstoffplatten (OSB, Spanplatten, Sperrholz usw.)
- › „weiche“ Holzwerkstoffplatten (Holzfaserdämmplatten usw.)
- › Gips- und Gipsfaserplatten sowie Putzschichten

Folien werden durch grüne (Luftdichtheit innen) oder blaue (Wetterschutz außen) Schnüre dargestellt. Abklebungen, die ansonsten in technischen Zeichnungen nicht dargestellt sind, können durch rote Pinnadeln verdeutlicht werden. Wichtige Anmerkungen werden auf Kommentarkärtchen notiert und angepinnt.

Die gestellten Aufgaben zu baukonstruktiven oder bauphysikalischen Fragestellungen werden gelöst, indem die farbigen Pappen und Schnüre Schritt für Schritt an eine Pinnwand gesteckt werden. Was noch fehlt, kann von Hand mit einem Filzstift ergänzt werden. Dadurch entsteht am Ende eine deutlich erkennbare Grafik, die im Plenum erläutert, diskutiert und gegebenenfalls modifiziert bzw. umgesteckt werden kann.

Der Zeitbedarf und die Qualität der Detailplanung ist nicht mehr von den zeichnerischen Fertigkeiten der Teilnehmenden abhängig, sondern von dem, was wirklich gelernt sein will: Vorstellungskraft, bauphysikalische und technische Kenntnisse, kurz: Konstruktionsintelligenz.

Auch wenn sich das Stecksystem bewährt hat und seit vielen Jahren erfolgreich in Aus- und Weiterbildung eingesetzt wird, besteht nach wie vor der Wunsch nach einer anwendungsfreundlichen, digitalen Variante des condetti-Systems. Gerade für die Auszubildenden, bei denen condetti ein Teil der Gesellenprüfung darstellt, wäre ein solches System in der Prüfungsvorbereitungszeit besonders wünschenswert.

Im Rahmen eines Förderprojektes zur Weiterentwicklung des Kasseler Kompetenzzentrums für Zimmerer- und Holzbauarbeiten wurde eine digitale Variante des bewährten Stecksystems entwickelt. Mithilfe von *condetti digital* ist es möglich, dass die Aus- und Weiterzubildenden auf einem mobilen Endgerät verschiedene Konstruktionsdetails zeichnen und entwickeln können. Layout und Schraffuren orientieren sich am vorhandenen condetti PÄD, sodass ein hoher Wiedererkennungswert sichergestellt ist. Anschließend können die Anwender*innen die Details speichern oder drucken und, wie gewohnt, in der Gruppe diskutieren.

Ziele und Erwartungen

Vor- und Nachteile des klassischen Systems

Der wesentliche Vorteil des analogen Stecksystems liegt in der Detailentwicklung in Gruppenarbeit (drei bis maximal sechs Personen). Es müssen Pinnwände zur Verfügung gestellt werden, die im besten Fall beidseitig bearbeitet werden können. Der*die begleitende Ausbilder*in oder Dozent*in bespannt im Vorfeld die Pinnwände mit Blankopapier, gibt eine Aufgabenstellung vor und greift möglichst wenig in die Teamarbeit ein. Anschließend stellen die einzelnen Teilgruppen nach und nach die von ihnen entwickelte Lösung der Gesamtgruppe vor. Die Teammitglieder identifizieren

sich dabei sehr stark mit der von ihnen entwickelten Lösung. In den Evaluationen der Zimmermeisterausbildung am Bundesbildungszentrum des Zimmerer- und Ausbaugewerbes bekommt der condetti-Kurs seit nahezu 20 Jahren durchgehend gute bis sehr gute Bewertungen; die Bündelung des zuvor vermittelten theoretischen Fachwissens am konkreten Detail wird besonders positiv hervorgehoben.

Die vorgenannten Vorteile stellen gleichzeitig aber auch einige elementare Nachteile des analogen Stecksystems dar. Es müssen entsprechend große Pinnwände in ausreichender Anzahl vorgehalten und im Vorfeld mit Blankopapier bestückt werden. Die Inhalte einer ausreichend großen Anzahl von condetti-Koffern müssen in der Nähe der Pinnwände ausgebreitet und zur Verfügung gestellt werden. Im Idealfall wird dafür vor Kopf einer Pinnwand ein Tisch angeordnet, sodass sechs bis zwölf Personen beidseits einer Pinnwand arbeiten können; dafür wird dann der Inhalt eines Koffers benötigt. In einem Klassenraum müssen die vorhandenen Tische beiseitegeschoben werden, damit entsprechend Platz zur Verfügung steht. Nachdem die Details besprochen wurden, müssen anschließend die einzelnen condetti-Elemente wieder von den Pinnwänden entfernt und in die Koffer gewissenhaft und elementweise rücksortiert werden. Bedingt durch den hohen organisatorischen Aufwand ist es daher sinnvoll, möglichst einen ganzen Tag für das Arbeiten mit condetti vorzusehen. Einzelne Unterrichtsstunden sind für den Einsatz des analogen Stecksystems daher ungeeignet. Lernvorgänge profitieren aber von häufigen Wiederholungen, die durch den hohen organisatorischen Aufwand in der Regel nicht angeboten werden können.

Für Aus- und Weiterzubildende besteht anschließend kaum noch eine Möglichkeit, das System weiter zu nutzen. Das ist insbesondere für die Auszubildenden ein großer Nachteil, bei denen die Detailentwicklung mit condetti ein fester Bestandteil der Gesellenprüfung ist.

Aber auch für die Gesellenprüfungsausschüsse sind mit dem analogen Stecksystem einige organisatorische Hürden zu nehmen. Es muss eine ausreichende Anzahl an condetti-Koffern sowie Pinnwänden bereitgestellt werden. Bedingt durch die Anzahl an Pinnwänden und condetti-Koffern können unter Prüfungsbedingungen ca. acht bis zehn Personen gleichzeitig in einem Raum Lösungen entwickeln. Nachdem von den Auszubildenden in der Prüfung Lösungen angesteckt wurden, müssen diese zeitnah vom Prüfungsausschuss begutachtet und bewertet werden, damit die Lösungen entfernt und die Pinnwände erneut anderen Prüflingen zur Verfügung gestellt werden können.

Ergänzung durch condetti digital

Ergänzend zum Stecksystem kann hier condetti digital eine große Hilfestellung leisten. Zunächst können in der Aus- und Weiterbildung auch kleinere Ausbildungseinheiten mit condetti angeboten werden. Entweder werden die Lösungen im Unterricht entwickelt und anschließend einzelne Lösungen exemplarisch besprochen. Alternativ können die Aufgaben auch als Hausarbeit bearbeitet und im Unterricht dann die Lösungen besprochen und diskutiert werden.

Weiterhin können sich die Auszubildenden durch die Digitalversion hervorragend auf eine anstehende Gesellenprüfung vorbereiten. Ergänzend zu den Präsenzveranstaltungen mit dem

Stecksystem kann der prinzipielle Umgang mit condetti geübt und vertieft werden. Und auch für die Gesellenprüfungsausschüsse würde sich eine Verbesserung ergeben, da die Prüfung in einem normalen Klassenraum an zur Verfügung gestellten Notebooks durchgeführt werden könnte. Die Lösungen werden mit condetti digital generiert und anschließend ausgedruckt. Der Raum kann anschließend unmittelbar durch eine andere Prüfungsgruppe belegt werden. Der Prüfungsausschuss kann im Anschluss die Ergebnisse bewerten (ggf. im Block für alle Prüfungen eines Tages) und hierbei auch gut Vergleiche zwischen den einzelnen Lösungen ziehen.

Während der Corona-Pandemie waren Präsenzveranstaltungen häufig nicht möglich. In der Meisterausbildung in Kassel wurden vorsorglich keine condetti-Veranstaltungen in der bewährten Manier durchgeführt. Auch für solche Situationen kann condetti digital zukünftig eine Alternative bieten.

Zielgruppe

Ausbildung

Mit dem condetti-System können sehr gut die Fähigkeiten des Prüflings in der Darstellung und Erläuterung von technischen Zusammenhängen anhand von Detaillösungen überprüft und Handlungskompetenz abgefragt werden. Bereits im Jahr 2004 hat Rolf Behr in seiner Examensarbeit „Condetti für Baufachklassen“ an der HAWK Hildesheim/Holzminden/Göttingen den Einsatz von condetti auch an Berufsschulen untersucht und empfohlen.

Seit 2001 arbeiten alle bayerischen und seit 2015 alle hessischen Berufsschulen in der Zimmererausbildung mit condetti PÄD, da die Detailbearbeitung mittlerweile Bestandteil der Gesellenprüfung dieser beiden Bundesländer ist. Auch in zahlreichen überbetrieblichen Ausbildungsstätten bundesweit wird condetti in der Zimmerer-Ausbildung ergänzend eingesetzt. Die Vorteile einer ergänzenden Digitalversion wurden zuvor bereits erläutert.

Weiterbildung

Auch im Rahmen von Vorbereitungslehrgängen zur Zimmermeisterprüfung wird bei einigen Lehrgangsträgern bislang condetti PÄD eingesetzt, um die zuvor im Unterricht fachspezifisch vermittelten Informationen zielgerichtet am Detail umzusetzen. Nach der Detailentwicklung in Kleingruppen von max. sechs Personen wird das Detail zunächst der Gesamtgruppe vorgestellt, bevor Dozent*innen auf die wesentlichen baukonstruktiven und bauphysikalischen Besonderheiten des jeweiligen Details eingehen und die Hintergründe am konkreten Beispiel erläutern. Fehler und kleinere Unstimmigkeiten können durch die Stecktechnik ohne großen Aufwand behoben werden.

Durch condetti digital können nun ergänzend Details in Hausarbeit oder aber in Kleingruppe von zwei bis vier Personen im Unterricht entwickelt und anschließend projiziert und diskutiert werden. Aber auch zur Vorbereitung auf die abschließende Meisterprüfung, bei der die Detailentwicklung ein wichtiger Bestandteil ist, kann das System eingesetzt werden.

Fortbildungsseminare

Wie bereits erläutert wurde das condetti-Stecksystem im Rahmen von Fortbildungsseminaren der Akademie des Zimmer- und Holzgewerbes e. V. entwickelt. Seit über 20 Jahren wird es bei Seminaren mit baukonstruktivem und bauphysikalischem Hintergrund erfolgreich von verschiedenen Dozierenden bundesweit eingesetzt. Auch hier kann bei beschränkter zur Verfügung stehender Zeit oder beschränktem Platzangebot condetti digital alternativ eingesetzt werden. Natürlich entsteht kein vergleichbarer Lerneffekt wie in Kleingruppen, aber es ermöglicht überhaupt erst einen Einsatz auch in größeren Teilnehmendengruppen. Da auch in der Zeitschrift *Holzbau – Die neue quadriga* die Schraffuren des Stecksystems seit über 20 Jahren zur Detaildarstellung eingesetzt werden, ist ein Wiedererkennungseffekt und damit ein schnelles Verständnis bei einem Großteil der Zuhörer*innen gewährleistet.

Zimmereibetriebe

Wie zuvor erwähnt werden die bekannten und einprägsamen condetti-Schraffuren auch seit 1999 in der Zeitschrift „Holzbau – Die neue quadriga“ eingesetzt. Auf jeweils 11 bis 13 Seiten beleuchtet ein fünfköpfiges Autorenteam, dem auch der Autor dieser Zeilen bis 2020 angehörte, alle Facetten der Detailplanung im Holzbau und stellt jeweils eine „Musterlösung“ im bewährten condetti-Design dar. Die ca. 1700 Abonnent*innen der Zeitschrift sind weitgehend Inhaber*innen eines Zimmereibetriebes. Um den Abonnenten auch ältere Musterlösungen zugänglich zu machen, werden ausgewählte condetti-Details und Fachartikel in Broschüren mit dem Titel „condetti & Co.“ vom Kastner-Verlag zur Verfügung gestellt; bislang sind vier Bände erschienen.

Auch wenn das System mit den eingängigen Schraffuren sich auch hier, insbesondere durch die Zeitschrift, einer großen Beliebtheit erfreut, setzen nur wenige Betriebe das analoge Stecksystem zur Detailentwicklung ein; zu groß sind insbesondere bei diesem Klientel die zuvor erläuterten Nachteile. Es ist zu erwarten, dass eine digitale Variante von condetti auch in zahlreichen Zimmereibetrieben zum Einsatz kommen könnte, da die Schraffuren weitgehend bekannt sind.

Didaktisches und methodisches Konzept

condetti PÄD

condetti PÄD folgt dem didaktischen Ansatz des *handlungsorientierten Lernens*. Die Handarbeit mit den einzelnen condetti-Elementen macht komplexe Strukturen gerade für Schüler*innen und Handwerker*innen mit praktischer Begabung begreifbar. Durch die Arbeit im Team erzeugt condetti PÄD eine kommunikative Lernsituation, die alle Teilnehmer*innen einbezieht.

Durch die Stecktechnik von condetti sind Änderungen immer leicht umsetzbar. In jeder Stufe der Bearbeitung entstehen saubere und anschauliche „Zeichnungen“. So entwickelt sich eine deutlich erkennbare Grafik, die im Plenum erläutert, diskutiert und natürlich wieder umgesteckt werden kann.

Der Einsatz des Stecksystems geschieht in verschiedenen Stufen:

1. Informieren

Zunächst muss den Teilnehmer*innen kurz das Konzept von condetti vorgestellt werden. Es geht in erster Linie darum, Konstruktionsdetails des Holzbaus in der beruflichen Bildung zu vermitteln

2. Detailentwicklung in Gruppenarbeit

Die Teilnehmer*innen sollen möglichst in Gruppenarbeit versuchen, die gestellten Aufgaben zu lösen. Dabei sollte die Gruppengröße auf maximal sechs (besser vier) Personen beschränkt werden. Der*die begleitende Ausbilder*in oder Dozent*in sollte möglichst wenig in die Teamarbeit eingreifen. Er oder sie steht aber selbstverständlich bei Fragen oder Problemen zur Verfügung und kann bei offensichtlichen Planungsfehlern regulativ einwirken.

3. Diskussion in der Gesamtgruppe

Die Teilgruppen stellen nach und nach die von ihnen entwickelte Lösung der Gesamtgruppe vor. Bevorzugt wird dafür ein*e Gruppensprecher*in gewählt, der diese Aufgabe übernimmt. Nach der Vorstellung des entwickelten Details können Rückfragen seitens der übrigen Teilnehmer*innen und des*der Ausbildenden bzw. Dozierenden gestellt werden.

4. Vertiefung

Der*die begleitende Ausbilder*in bzw. Dozent*in hat nachfolgend die Möglichkeit, anhand der dargestellten Details nochmals die bereits vermittelte Theorie zu vertiefen. Am konkreten Anwendungsfall können erneut die Anforderungen der einzelnen Fachdisziplinen erläutert werden. Das Detail wird im Bedarfsfall dahingehend verbessert, dass eine zulässige Lösung entsteht.

5. Bewerten und Dokumentieren

Der*die Ausbilder*in bzw. Dozent*in bewertet das entwickelte Detail. Diese Lösung kann anschließend in Form eines Fotos dokumentiert und den Teilnehmer*innen zur Verfügung gestellt werden.

condetti digital

Dieses didaktische und methodische Konzept ist hervorragend geeignet, die verschiedenen Fachdisziplinen bei der Detailentwicklung zu bündeln und den Lernprozess zu beschleunigen. Bei der Umsetzung wird aber viel Platz und auch viel Zeit benötigt, sodass das System häufig nur beschränkt zum Einsatz kommen kann. Nachdem die prinzipielle Vorgehensweise, das System inkl. der Schraffuren aber bekannt ist, kann ergänzend condetti digital eingesetzt werden. Der Klassenraum muss dann nicht mehr aufwändig umgeräumt werden und es lassen sich auch kleinere Lerneinheiten sinnvoll füllen.

Realisierung

Im Rahmen des Leitprojektes des Kompetenzzentrums des Zimmerer- und Holzbaugewerbes, gefördert durch das Bundesinstitut für berufliche Bildung (BIBB), wurde u. a. das Modul „Konst-

ruktionsplanung mit condetti“ (Bubiza 2020) entwickelt. Ergänzend zu einem bereits im Anerkennungsantrag entwickelten Modul (Bubiza 2010) wurden hier insgesamt 16 neue Aufgabenstellungen zu Detailpunkten eines Lehrgangsgebäudes sowie gängige Ausführungsvarianten mit passenden Musterlösungen für die überbetriebliche Ausbildung erarbeitet. Mit weiteren zwölf Aufgabenstellungen wurde ein höheres Anforderungsniveau für den Bereich der Weiterbildung zum* zur Zimmermeister*in entwickelt. Die ursprüngliche Broschüre aus dem Jahr 2010 ist als Download auf den Seiten des Bundesbildungszentrums des Zimmerer- und Ausbaugewerbes (www.bubiza.de) verfügbar, die beiden neuen Broschüren aus dem Jahr 2020 für Aus- und Weiterbildung können gegen eine kleine Gebühr angefordert werden.

Die vorgenannten Nachteile des analogen Stecksystems und auch der Wunsch der Auszubildenden haben im Projektverlauf dazu geführt, dass durch eine Umverteilung und Umwidmung von Projektmitteln eine digitale Version von condetti in Angriff genommen werden konnte. Bei der Entwicklung lag ein besonderes Augenmerk auf einer möglichst intuitiven Bedienung und der Verwendung der vertrauten Texturen. Es gab mit condetti PC bereits eine digitale Variante. Diese ist aber bereits ca. 20 Jahre alt, basierte auf der MS Software *Publisher* und wurde nicht weiterentwickelt. Ein weiterer Nachteil, neben der etwas gewöhnungsbedürftigen Bedienung, lag von Anbeginn darin, dass die Schraffuren nicht konsequent mit den gewöhnten Schraffuren übereinstimmten.

Damit das analoge und das digitale condetti in der neuen Version möglichst wie aus einem „Guss“ wirkt, wurde der für Grafik und Produktdesign verantwortliche Designer des Stecksystems, Rainer Wendorff aus Kassel, von Beginn an beratend in die Entwicklung mit einbezogen.

Als Ergebnis einer Ausschreibung wurde mit der Kasseler Firma FLAVIA IT ein professioneller Produktentwickler mit der Verwirklichung beauftragt. Die Umsetzung erfolgte „peu a peu“, begleitet durch zahlreiche Abstimmungs-Workshops, sodass das Ergebnis kontinuierlich verbessert werden konnte. Die Zusammenarbeit zwischen dem Bundesbildungszentrum, dem Designer und FLAVIA IT verlief äußerst vertrauensvoll und insgesamt hervorragend.

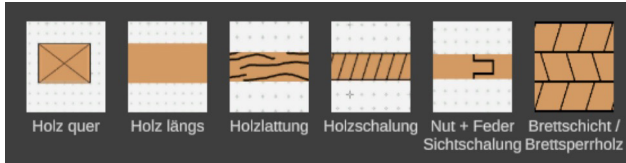
Ergebnisse und Produkte

Startbildschirm und Elemente

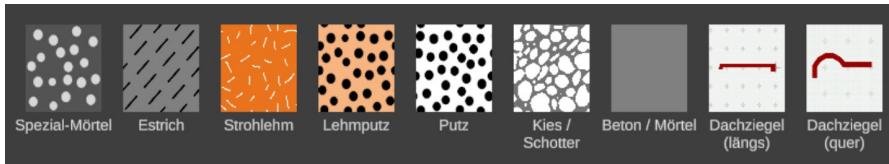
Ähnlich wie bei einer Pinnwand des klassischen Stecksystems besteht der Startbildschirm zunächst aus einer leeren Arbeitsfläche. Um die Positionierung der hinzuzufügenden Elemente zu vereinfachen, kann ein Raster (Rastermaß = 1 cm) ein- und ausgeblendet werden. Um ein Element hinzuzufügen, kann eine Materialleiste eingeblendet werden. Hier werden die zur Verfügung stehenden Elemente in sechs unterschiedlichen Rubriken aufgeführt. Die Darstellung der Elemente orientiert sich dabei an der Darstellung des klassischen Stecksystems sowie der Darstellung in der Zeitschrift „Holzbau – die neue quadriga“.

Die zur Verfügung stehenden Elemente der sechs Rubriken sind in Abbildung 2 zusammenfassend dargestellt.

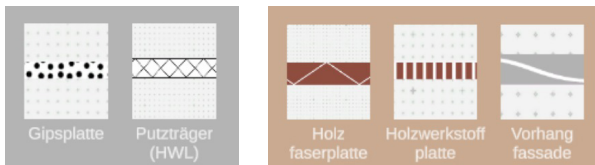
Holz



Mineralisch



Platten



Dämmung



Folien/ Kleber



Metall/ Spezial

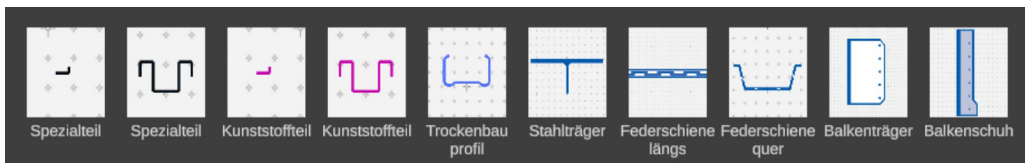


Abbildung 2: Rubriken und zur Verfügung stehende Elemente (Quelle: eigene Darstellung)

Detailerstellung

Nach der Auswahl einer Rubrik kann ein entsprechendes Element ausgewählt, auf die Zeichenfläche gezogen und dort positioniert werden. Die Positionierung der Elemente erfolgt auf einem unsichtbaren Raster mit einem Rastermaß von 0,5 cm. Hierdurch lassen sich die einzelnen Elemente später leicht zusammenfügen. Anschließend kann in dem sich gleichzeitig öffnenden Fenster Breite und Höhe des Elementes festgelegt und eine ggf. notwendige Rotation durchgeführt werden (Abbildung 3). Nach und nach können weitere Elemente hinzugefügt und das Detail somit komplettiert werden.

Der eigentliche Druckbereich ist hell gegenüber der Umgebung hervorgehoben. Auch wenn die Elemente nachträglich noch verschoben werden können, sollte darauf geachtet werden, die Elemente in diesem hellen Bereich zu positionieren; der Druckbereich kann aktuell nachträglich nicht verschoben werden.

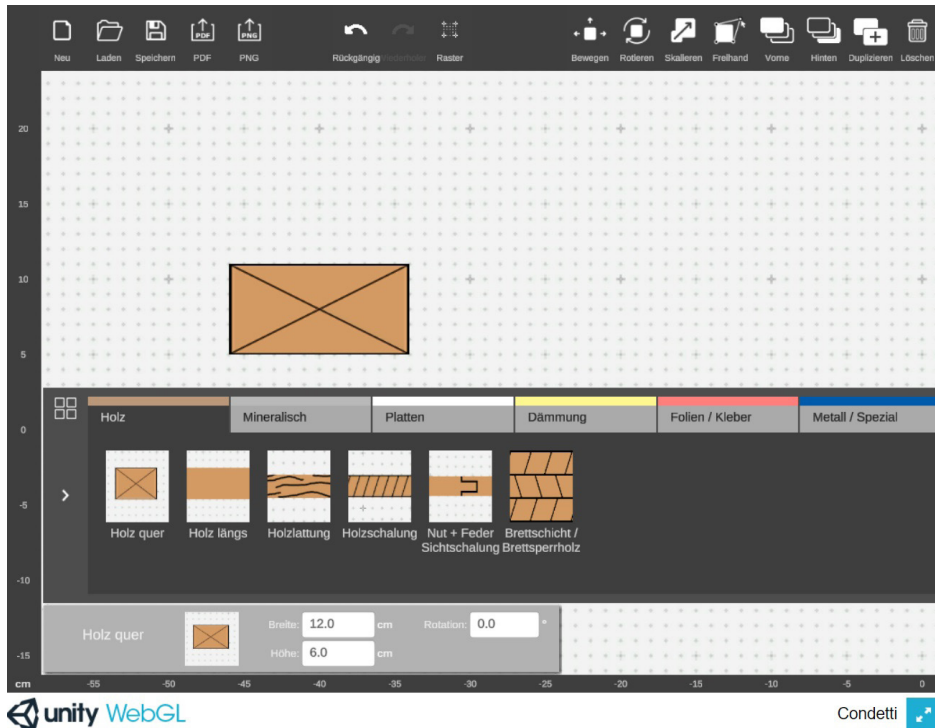


Abbildung 3: Startbildschirm mit ausgeklappter Materialliste und eingefügtem Holzquerschnitt (Quelle: eigene Darstellung)

Das Hauptmenü und seine Funktionen

Durch das Hauptmenü in der Kopfzeile des Programms lassen sich die Elemente auch nachträglich noch leicht modifizieren. So können hinzugefügte Elemente jederzeit noch einzeln bewegt, rotiert und auch skaliert werden.



Abbildung 4: Funktionen im Hauptmenü (Quelle: eigene Darstellung)

Mit der Freihand-Funktion kann die Form von hinzugefügten Elementen nachträglich geändert werden. Dies ist gerade für Folien und Spezialteile von besonderer Bedeutung. Folien und Klebebänder haben an ihren Enden und der Mitte einen Punkt, der nach Aktivierung der Freihand-Funktion verschoben werden kann. So lassen sich mit diesen Elementen beispielsweise rechte Winkel bilden (z. B. für Abklebungen). Rechteckige Bauteile (aus den Rubriken Holz, Mineralisch, Platten und Dämmung) haben auf jeder Seite drei Punkte, die verschoben werden können, um ein Bauteil mit seiner Form anzupassen. Elemente aus der Rubrik Metall/Spezial haben in jeder Ecke solche Punkte und können damit vielfältig und individuell angepasst werden.

Die einzelnen Elemente können auf der Zeichenebene nach vorne oder hinten verschoben werden. Damit lassen sich Elemente im Vordergrund platzieren und überdecken damit andere Elemente. Das hat den Vorteil, dass nicht alle Elemente aufwändig mit der Freihand-Funktion bearbeitet und angepasst werden müssen. Insbesondere bei Dachdetails mit ihren geneigten Flächen führt das zur vereinfachten Bedienung.

Nachdem Elemente hinzugefügt und angepasst wurden, können diese einfach dupliziert werden, und natürlich können Materialien nachträglich wieder von der Zeichenfläche gelöscht werden.

Alle durchgeführten Schritte können rückgängig gemacht oder wiederhergestellt werden. Das Hilfsraster kann ein- und ausgeblendet werden. Wenn die Arbeiten abgeschlossen sind, kann das Ergebnis gespeichert und später ggf. weiterbearbeitet werden. Ergänzend kann das Ergebnis auch als PDF- oder PNG-Datei abgespeichert und später ggf. ausgedruckt werden.

Angedachte Weiterentwicklung

Einige Aspekte konnten letztendlich (noch) nicht verwirklicht werden, da das zur Verfügung stehende Budget erschöpft war. Bislang lässt sich leider noch kein „Lasso“ um eine Bauteilgruppe legen, um beispielsweise die gesamte Gruppe nachträglich verschieben zu können. Alle Elemente müssen einzeln nacheinander verschoben und erneut zusammengeführt werden; dies ist aktuell noch etwas aufwändig. Auch der Druckbereich ist fest definiert und kann aktuell nachträglich nicht einfach verschoben werden. Beides soll zukünftig noch angepasst werden.

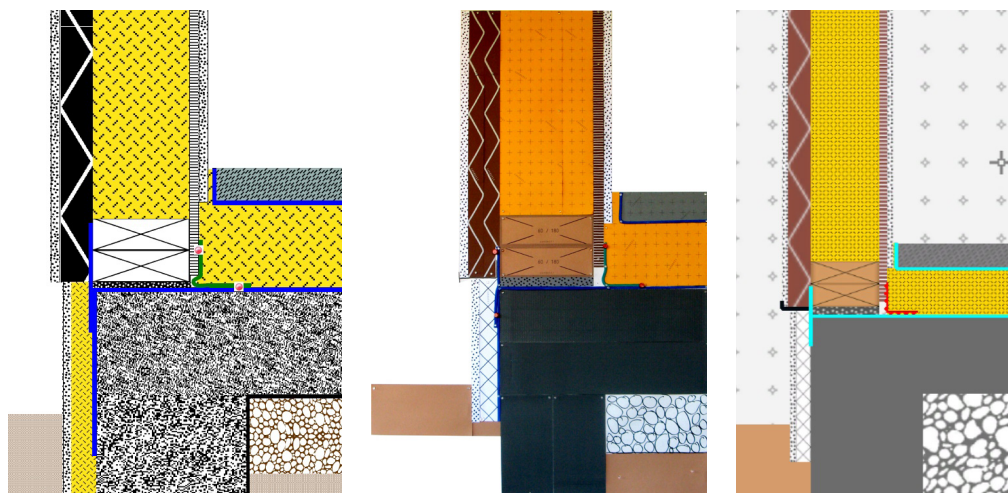


Abbildung 5: Sockeldetail als alte condetti-PC-Version (links), gesteckte condetti-Lösung (mitte) und condetti digital-Variante (rechts) (Quelle: eigene Darstellung)

Erprobung, Empfehlungen und Transfer

Gerade durch die Corona-Pandemie haben viele Berufsschulen und auch überbetriebliche Zentren ihre Hardware um Tablets und/oder Notebooks erweitert. Da condetti digital als Onlineversion verfügbar sein wird, entfallen aufwändige Installationen. Es muss aber selbstverständlich ein stabiles WLAN-Netz zur Verfügung gestellt werden. Wie bereits erläutert können dann, ergänzend zum analogen condetti PÄD, auch einzelne Unterrichtsstunden für die Detailerstellung verwendet werden. Einzelne Lösungen können per Beamer projiziert und im Klassenverband diskutiert werden. Die Auszubildenden werden noch besser mit dem System vertraut und können sich auf die anstehende Gesellenprüfung vorbereiten.

In Kassel wurde das System zwar bereits dem Gesellenprüfungsausschuss vorgestellt, allerdings war die digitale Version bei der vergangenen Gesellenprüfung 2021 noch nicht im Einsatz. Dies ist für kommende Prüfungen allerdings vorgesehen, um den organisatorischen Aufwand zu minimieren.

Erprobt wurde das System, auch bereits während der Entwicklung, durch das Autorenteam der Zeitschrift Holzbau – die neue quadriga, welches für die condetti-Details in der Zeitschrift zuständig ist. Im Wechsel ist immer einer der Autoren für die Erstellung des condetti-Artikels zuständig und muss zu Beginn einen Entwurf der entsprechenden Zeichnung erstellen, die dann später im Verlag umgesetzt wird. Dies geschah bislang mit händisch erstellten Skizzen, die in zahlreichen Schritten überarbeitet werden mussten. Durch condetti digital kann jeder den ersten Entwurf modifizieren und weiterbearbeiten. Auch in diesem Kreis wurde daher die neue Variante begeistert aufgenommen.

Fazit und Ausblick

Eine der wesentlichen Stärken des bewährten condetti-Stecksystems besteht in der gemeinsamen Detailentwicklung als Gruppenarbeit. Dadurch entsteht eine besondere Identifikation mit den entwickelten Lösungen. Aus diesem Grund war nie beabsichtigt, dass condetti digital das bewährte Stecksystem ersetzen sollte. Vielmehr war von Beginn an beabsichtigt, dass sich beide Systeme ergänzen sollen.

Das analoge Stecksysteme hat, wie bereits erläutert, zahlreiche Vorzüge, die sich insbesondere bei der Bearbeitung in einer Gruppe und dem damit verbesserten Lerneffekt bemerkbar machen. Die Nachteile, die mit dem hohen organisatorischen Aufwand verbunden sind und bislang nur einen eher beschränkten Einsatz zuließen, können aber durch die digitale Version aufgehoben werden.

Condetti digital wird zukünftig über das Bundesbildungszentrum des Zimmerer- und Ausbaugewerbes in Kassel verfügbar sein. Es ist angedacht, dass pro Bildungseinrichtung eine entsprechende Jahreslizenz erworben werden kann. Die Kosten sollen sich an einem Koffer des analogen Stecksystems orientieren.

Interessenten wenden sich bitte an das Kompetenzzentrum des Zimmerer- und Holzbaugewerbes im Bubiza. Verbesserungsvorschläge und sonstige Rückmeldungen sind willkommen, da beabsichtigt ist, condetti digital im Rahmen eines kommenden Förderprojektes weiterzuentwickeln.

Literatur und Quellen

Fritzen, Klaus (2014): Holzrahmenbau: Bewährtes Hausbau-System. 5. Auflage, Bruderverlag Köln

Holzbau Deutschland – Bund Deutscher Zimmermeister (2021): Lagebericht 2021. Online: https://www.holzbau-deutschland.de/fileadmin/user_upload/eingebundene_Downloads/Lagebericht_2021_mit_Statistiken.pdf (10.09.2021)

Bundesbildungszentrum des Zimmerer- und Ausbaugewerbes (Bubiza) (2010): Konstruktionsplanung im Holzbau mit condetti, Teilprojekt 1, Modul 2. Online: https://www.bubiza.de/fileadmin/user_upload/Bubiza/Bilder/Inhalt/Kompetenzzentrum/KomZet2012/BIBB_Uebungsreihen/Modul2A.pdf

Bundesbildungszentrum des Zimmerer- und Ausbaugewerbes (Bubiza) (2020): Modul 1 – Konstruktionsplanung mit condetti, Lehrgang für die überbetriebliche Ausbildung

Bundesbildungszentrum des Zimmerer- und Ausbaugewerbes (Bubiza) (2020): Modul 1: Konstruktionsplanung mit condetti, Integration in die Meisterbildung

Behr, Rolf (2004): Condetti für Baufachklassen, Examensarbeit an der HAWK Hildesheim/Holzminden/Göttingen. Online: <https://www.yumpu.com/de/document/view/6448619/die-examensarbeit-von-rolf-behr-108-mb-akademie-des-zimmerer>

Condetti & Co. (2003): Details im Holzhausbau. Verlag Kastner, Wolnzach

Condetti & Co. (2007): Details im Holzhausbau. Verlag Kastner, Wolnzach

Condetti & Co. (2013) Details im Holzhausbau. Verlag Kastner, Wolnzach

Condetti & Co. (2020) Details im Holzhausbau. Verlag Kastner, Wolnzach

Holzbau – Die neue quadriga. Zweimonatlich erscheinendes Fachmagazin für den Holzhausbau. Verlag Kastner, Wolnzach

VIRTUELLE KURSSEQUENZEN FÜR SPEZIELLE ANWENDUNGEN IN DER AUS- UND FORTBILDUNG IM HOLZBAU

Markus Weitzmann, Jochen Ströhle, Martin Leikler

Sich mit allen beliebigen Endgeräten und überall aus- und weiterbilden – diese Möglichkeit sollte heute allen Lernenden ermöglicht werden. Im Teilprojekt *Virtuelle Kurse* des Projektes *DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten* wurden verschiedene *Lernsequenzen für komplexe Lerninhalte* im Bauwesen mit Schwerpunkt Hochbau entwickelt. Die Lernsequenzen ergänzen den Präsenzunterricht und können unabhängig voneinander zur Anwendung kommen. Für das weitere Vertiefen des jeweiligen Themas wurden passende Übungsaufgaben nach verschiedenen Schwierigkeitsstufen erstellt.

Schlüsselbegriffe

- › Virtuelle Kurssequenzen
- › Lernsequenzen
- › Erklärvideos
- › Ausbildung
- › Fortbildung
- › Holzbau

Einleitung

Aus unserem Alltag sind die digitalen Endgeräte nicht mehr wegzudenken. Bereits fest integriert in Berufs- und Privatleben begleiten sie uns ständig. Unter anderem hat sich dadurch auch das Lernverhalten verändert. Man greift immer häufiger auf die digitalen Endgeräte zurück, da die benötigten Lerninhalte einfach, jederzeit und ortsunabhängig abrufbar sind. Die Menschen möchten nicht länger Zeit mit der Recherche nach dem richtigen Lerninhalt verschwenden, sondern möglichst direkt und ohne Umwege auf das benötigte Wissen zugreifen.

Mit dem Teilprojekt *Virtuelle Kurse*¹ des Projektes *DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten* wurde eine solche Möglichkeit geschaffen. Den Nutzer*innen der virtuellen Kurssequenzen stehen die Inhalte *frei zugänglich* zur Verfügung. Ob als Wiederholung von bereits Erlerntem, der Vertiefung von Wissen oder der Einführung in ein neues komplexes Thema sind der Anwendung

1 <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/virtuelle-kurse/>

und dem Nutzen keine Grenzen gesetzt. Die virtuellen Kurssequenzen sind dabei so gestaltet, dass das Thema – bildlich gesprochen – im Vordergrund steht und nicht der Erklärende. Der*die Nutzende kann das Lerntempo nach eigenen Bedürfnissen steuern und die Inhalte nach Belieben wiederholen.

Die digitalen Lernanwendungen folgen der bewährten Form tutorieller Programme mit einfachen Avataren, die durch die Inhalte leiten. Sie weisen einen hohen Erklärungsanteil auf und bieten abschließend Aufgaben zum Selbsttest. Sie stellen in diesem Format keine neuartigen Produkte dar und verzichten auch auf Darstellungsformen, die spezielle Technik wie 3D-Brillen o. ä. benötigen würden. Der wesentliche Unterschied zu bisher eingesetzten, von Dritten produzierten Lernmedien liegt darin, dass das Ausbildungspersonal die Anwendungen vollständig selbst geplant, realisiert und nach Erprobung und mit didaktischer Beratung durch DigiBAU-Projektpartner modifiziert hat. So entstand eine intensive Bindung an die eigenen, auf die Ausbildungssituation angepassten und dennoch flexibel einsetzbaren Medien. Die Einführung und Nutzung in der Ausbildungspraxis waren dadurch nicht mehr von Bedenken und Handhabungsproblemen begleitet.

Ausgangslage und Problemstellung/Aufgabenstellung

In vielen verschiedenen Wirtschaftszweigen – so auch im Bausektor – besteht ein Fachkräftemangel, dem mit geeigneten Mitteln begegnet werden muss. Gute Fachkräfte zu binden stellt für die Betriebe ein zum Teil großes Hindernis dar, das von internen und externen Gegebenheiten geprägt wird. Teilweise kann diesen entgegengewirkt werden, beispielsweise durch ein ansprechendes Betriebsklima, durch gute Arbeitsplatzgestaltung und durch Aufstiegsmöglichkeiten. Andere Faktoren wie wetterbedingte Notwendigkeiten zu Mehrarbeit auf Baustellen oder höhere Löhne und Gehälter in der Bauindustrie gegenüber dem Bauhandwerk sind dagegen nicht oder nur schwer zu beeinflussen. Eine wirksame Strategie besteht darin, Auszubildende und Mitarbeitende des eigenen Betriebs regelmäßig fortzubilden, sodass sie wahrnehmen, dass sie persönlich gefördert werden. Das entfaltet eine Bindungswirkung an den Betrieb und sichert dem Betrieb durch stets aktuelles Knowhow und engagiertes Personal eine stabile Position im Wettbewerb.

Die Bildungsangebote sollten so gestaltet sein, dass die Menschen überall mit geringem Aufwand und in kurzen Sequenzen selbstbestimmt die Informationen finden, die sie suchen und benötigen. Deshalb entstand die Überlegung, zu verschiedenen, begrenzten Fachthemen virtuelle Kurse bzw. Lernsequenzen zu erstellen. Zunächst war zu entscheiden, welche Bereiche auf diese Weise abgedeckt werden müssen/sollen. Um dies zu ermitteln, wurden mehrere Befragungen im Bildungszentrum Holzbau (Ausbildung sowie Fort- und Weiterbildung), auf Bildungs- und Fachmessen, sowie bei verschiedenen Veranstaltungen, bei denen kleine und mittlere Unternehmen (KMU) zugegen waren, durchgeführt.

Im Weiteren wurden für die Erstellung der Sequenzen Überlegungen angestellt, wie die Lernenden den maximalen Nutzen daraus ziehen können. Die Lernenden sollten die Möglichkeit haben, auf die erstellten Sequenzen überall und jederzeit zugreifen zu können. Die einzelnen Lerneinheiten

sollten aus *Lern- und Erklärvideos, interaktiven Modulen, Bildern und 3D-Darstellungen* bestehen, sowie durch viele *Übungsaufgaben* mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad ergänzt werden (Abbildung 1). Dies alles sollte ein einheitliches oder zumindest ähnliches Layout erhalten, um eine einfache und intuitive Handhabung zu gewährleisten. Hierzu wurden vorab diverse Vorlagen erstellt, von denen unter Mitwirkung aller Beteiligten – auch einiger Kolleg*innen aus der DigiBAU Community of Practice – schließlich eine Auswahl getroffen wurde.



Abbildung 1: Auswahl von Erklärungen, Aufgaben- u. Lösungsblätter in Nutzer*innen-Ansicht (Quelle: Bildungszentrum Holzbau Biberach)

Ziele und Erwartungen

Mit der Bereitstellung von dauerhaft verfügbaren Lernsequenzen wurden folgende Erwartungen verbunden, deren Erreichen in der laufenden Bildungspraxis bereits weitgehend bestätigt werden konnte:

- › Durch die Lernsequenzen soll ein nachhaltiges und stetiges Lernen gewährleistet werden.
- › Auszubildende, die einen neu behandelten Sachverhalt oder eine neue Lern- und Arbeitsaufgabe nicht vollständig verstanden haben und eine Wiederholung oder Übung benötigen, können sich den benötigten Lerninhalt nochmals Stück für Stück erarbeiten.
- › Lernende sind bei der Nutzung der Lernsequenzen nicht auf andere Personen, wie zum Beispiel den*die Ausbilder*in angewiesen, sondern können sich im Selbststudium mit dem Thema auseinandersetzen.
- › Der Zugriff auf die Lernsequenzen ist jederzeit und von jedem Ort aus anonym und unbeobachtet möglich, um sich nach individuellem Bedarf Wissen anzueignen, aufzufrischen oder neue Sachverhalte zu erlernen.
- › Die Nutzung der Anwendungen in der eigenen Geschwindigkeit und der selbstgewählten, vertrauten und/oder anregenden Lernumgebung und -atmosphäre zur Themenbearbeitung anhand von Videos, Bildern, 3D-Darstellungen, Zeichnungen, usw. wirkt sich motivations- und lernförderlich aus.

- › Die Lernsequenzen können durch den*die Anwender*in beliebig oft wiedergegeben und bei Bedarf auch pausiert werden. Anders als in der herkömmlichen Ausbildungspraxis haben nicht die Lehrenden, sondern die Lernenden die Hoheit über den Einsatz der Lernmittel. Dadurch entfällt für die Lernenden ein großer Druck des fremdgesteuerten „Aufpassen Müssens“ und die Eigeninitiative und die Freude beim Lernen werden gefördert.
- › Dadurch, dass allen Lernenden die gleichen Inhalte zur Verfügung stehen, kann ein zumindest annähernd einheitlicher Wissensstand vorausgesetzt werden. So sind die Lernsituationen in kleinen Gruppen oder in der gesamten Lerngruppe nicht von größeren Disparitäten belastet beziehungsweise können diese eigeninitiativ ausgeglichen werden.
- › Die Lernsequenzen dienen der Qualitätssicherung im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses. Zum einen bewirken sie eine Standardisierung bei der Darstellung fachlicher Zusammenhänge, die durch bedarfsweise Aktualisierung der Medien auch Bestand behält. Darüber hinaus stärkt die weitere Entwicklung zusätzlicher Sequenzen die Qualität des Angebotes.
- › Der ergänzende Einsatz der Lernsequenzen führt u. a. zu einer Leistungssicherung bzw. Leistungssteigerung im Lehrgangsangebot, denn der Aufwand für die bei wechselnden Lerngruppen immer wiederkehrende Präsentation von Standard-Fachinhalten sinkt. Das Bildungspersonal kann sich stattdessen stärker auf spezielle, auch zusätzliche Themen und auf die punktuelle Unterstützung einzelner Lernender oder kleiner Lerngruppen konzentrieren. Neben der Kostensenkung für die Berufsbildungsstätte und der Zeitoptimierung für das Bildungspersonal werden dadurch auch die Unterstützungsleistung für die Lernenden und die didaktische und methodische Flexibilität verbessert.
- › Integrierte Selbsttest-Elemente erlauben eine zeitgemäße Form der Wissenssicherung.
- › Die Medienkompetenz des Bildungspersonals bezüglich der Planung und Erstellung, aber auch bezüglich der Beurteilung und des didaktisch begründeten Einsatzes in der Ausbildungspraxis wird gefestigt und erweitert.
- › Dem Berufsbildungszentrum stehen technische Geräte und Einrichtungen zur Produktion digitaler Medien zur Verfügung, die auch künftig für entsprechende Aufgaben genutzt werden können, und die Mitarbeiter*innen verfügen über das erforderliche Knowhow zum Umgang mit dieser Technik.

Zielgruppe

Die im Rahmen des *DigiBAU*-Teilprojekts *Virtuelle Kurse* entwickelten Lernanwendungen stellen überwiegend Basiswissen dar, das zuvor durch Befragungen und nach Auswertungen von verschiedenen Evaluationen vorausgegangener Projekte ermittelt und festgelegt wurde. Sie richten sich demzufolge in erster Linie an die jungen Menschen in der beruflichen Erstausbildung in verschiedenen Berufen (Abbildung 2). Bei Bauvorhaben bestehen häufig unterschiedliche Handlungsoptionen bei Art und Reihenfolge der Arbeitsausführung an Schnittstellen verschiedener Gewerke. Deshalb benötigen angehende Fachkräfte aller relevanten Bauberufe und benachbarter Gewerke genau dieses Basiswissen, um situationsgerecht und fachkompetent angemessene Entscheidungen treffen zu können und so größere Probleme oder gegenseitige Behinderungen zu vermeiden und einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten.



Abbildung 2: Zielgruppen der digitalen Lernanwendungen (Quelle: Bildungszentrum Holzbau Biberach)

Weiterhin können die Lernsequenzen auch in der Fort- und Weiterbildung angewendet werden. Polier*innen und Meister*innen müssen selbstverständlich über dasselbe Grundwissen verfügen wie Auszubildende. Das gilt auch in ihrer Funktion als Auszubildende. Je nach ihren Arbeitsschwerpunkten haben Fach- und Führungskräfte zwar häufig sehr gute allgemeine und spezifische Kenntnisse sowie reichhaltige Erfahrungen, müssen aber mitunter auch Knowhow aus Bereichen auffrischen, in denen sie längere Zeit nicht tätig waren. Dazu können durchaus auch grundlegende, aber selten benötigte Fachkompetenzen gehören. Bei Teilnehmenden an Fort- und Weiterbildungen – auch bei Aufstiegsfortbildungen, Umschulungen usw. – ist zum Teil eine lange Zeit vergangen, nach der Sie sich wieder dem fachlichen Lernen widmen. Da in den Fort- und Weiterbildungsseminaren auf grundlegende Kenntnisse und Fertigkeiten aufgebaut wird, diese aber mitunter etwas verblasst sind, weil sie im beruflichen Alltag gar nicht oder kaum benötigt wurden, muss eine Wiederholung erfolgen. Die Lernsequenzen sind dafür ein gut geeignetes Mittel, da sie Sachverhalte konzentriert auf das Wesentliche erklären. Oft benötigen Seminarteilnehmer*innen nur nochmals einen kurzen Einblick, um latent vorhandene Kenntnisse zu reaktivieren.

Darüber hinaus sprechen die Lernsequenzen mit ihren fachlich geprüften Lerninhalten alle interessierten Menschen an. Durch das Angebot verschiedener Level und die Staffelung der virtuellen Kurse nach Schwierigkeitsgrad kann die gewünschte Inhaltstiefe individuell gewählt werden.

Didaktisches und methodisches Konzept

Die entwickelten Lernsequenzen sind bereits in der Ausbildung fest integriert. So befinden sich zum Beispiel Aushänge in den Werkstätten, die mit QR-Codes versehen sind, damit die Auszubildenden mit mobilen Geräten direkt darauf zugreifen können (Abbildung 3). Sie gelangen zunächst zu einer Übersicht und können sich nach Belieben die benötigten Sequenzen und Inhalte herausuchen und eigenständig bearbeiten.



HOLZBAU
BILDUNGSZENTRUM

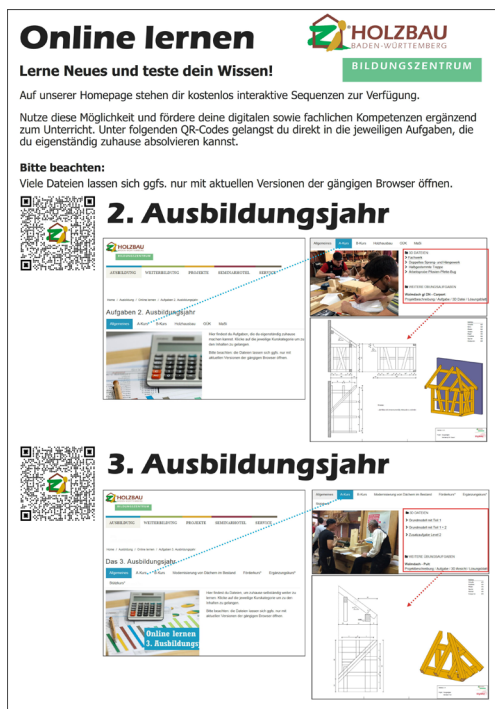
DigiBAU

**DIGITALES LERNEN
in der Bauwirtschaft**

QR CODE

Leerne Neues und teste dein Wissen!
Auf der Lernplattform stehen dir kostenlos interaktive Sequenzen zur Verfügung. Das online Angebot wird stetig erweitert. Nutze diese Möglichkeit, fördere deine digitalen sowie fachlichen Kompetenzen und sei dem Wandel einen Schritt voraus...

Logo of the Baden-Württemberg Ministry of Education and Cultural Heritage, ESF (European Social Fund), and DLR (German Aerospace Establishment).



Online lernen

Leerne Neues und teste dein Wissen!

Auf unserer Homepage stehen dir kostenlos interaktive Sequenzen zur Verfügung.

Nutze diese Möglichkeit und fördere deine digitalen sowie fachlichen Kompetenzen ergänzend zum Unterricht. Unter folgenden QR-Codes gelangst du direkt in die jeweiligen Aufgaben, die du eigenständig zuhause absolvieren kannst.

Bitte beachten:
Viele Dateien lassen sich ggfs. nur mit aktuellen Versionen der gängigen Browser öffnen.

2. Ausbildungsjahr

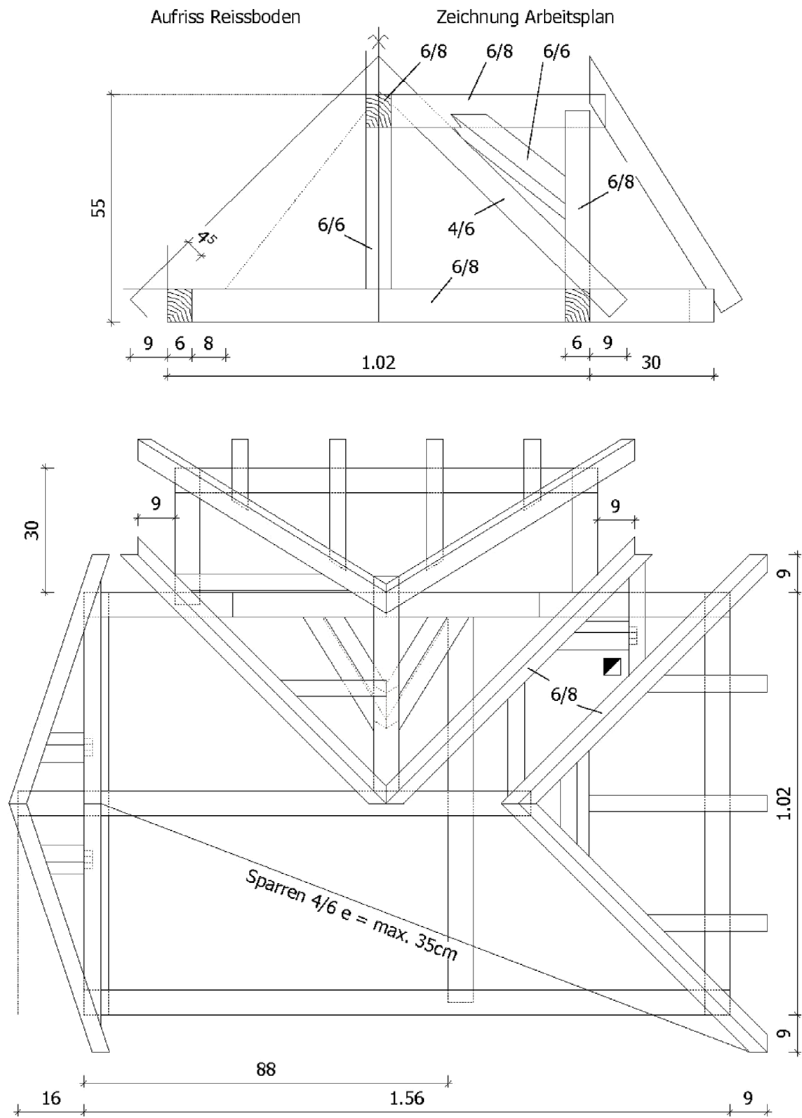
3. Ausbildungsjahr

Logo of the Baden-Württemberg Ministry of Education and Cultural Heritage, ESF (European Social Fund), and DLR (German Aerospace Establishment).

Abbildung 3: Aushänge zum „Digitalen Lernen“ (Quelle: eigene Darstellungen)

Die Aufgabenblätter für die Auszubildenden sind ebenfalls mit QR-Codes versehen (Abbildung 4). Somit gelangen die Anwender*innen ohne Umwege zu den für die jeweilige Lern- und Arbeitsaufgabe relevanten Lerneinheiten. Bereits während des Unterrichts kann darauf zugegriffen werden, beispielsweise wenn die Aufgabe noch nicht vollständig verstanden wurde oder Anhaltspunkte zu ihrer Lösung gesucht werden.

Holzbau, A- Kurs



3D-Datei
Grundmodell



3D-Datei
Grundmodell mit Gaube



Online Lernen
Interaktive Sequenzen

Abbildung 4: Aufgabenblatt mit QR-Code (Quelle: eigene Darstellung)

Die Lernsequenzen orientieren sich an der Ausbildungsverordnung und greifen die Inhalte auf, die den Lernenden vermittelt werden sollen. Der Unterricht kann durch den Einsatz der digitalen Lernhilfen individuell gestaltet werden. Auf Bedürfnisse Einzelner kann besser eingegangen werden, da nicht die Inhaltspräsentation durch die Ausbildenden erfolgen muss, sondern diese die Lernenden nach Bedarf – ggf. auch einzeln – bei der Be- und Verarbeitung der Informationen und deren Umsetzung in die Arbeitspraxis gezielt unterstützen können. Hier greift ein verändertes Rollenverständnis des Bildungspersonals als Begleiter*in und Moderator*in beim Lernen und in der Hinführung zu fachgerechter Arbeitsausführung. Diese Rolle sollte im Zusammenhang mit dem leitenden Prinzip des handlungsorientierten Lernens eigentlich längst den Standard darstellen, das erwies sich aber in der Ausbildungspraxis immer wieder als schwer umsetzbar. Mit den digitalen Lernsequenzen sind nun Instrumente vorhanden, die die Ausbildenden entlasten und den Auszubildenden in einem reicheren Lernumfeld mehr Verantwortung für das eigene Lernen übertragen. Auch bieten sie mehr Freiheiten bei der Auswahl der Lernmaterialien, denn die gewohnten Hilfsmittel wie Fach- und Handbücher, Modelle usw. stehen ihnen weiterhin zur Verfügung. Zur Vorbereitung auf die nächste Unterrichtseinheit, für die Nachbereitung eines aktuell behandelten Themas, zur Vorbereitung auf einen Test oder als Wiederholung bzw. Vertiefung von bereits Erlerntem stehen zusätzliche Möglichkeiten offen. Andererseits eignen sich die Lernsequenzen auch zum selbständigen Nacharbeiten von Themen, wenn Unterricht versäumt wurde.

Wird ein neues Thema im Unterricht behandelt, bietet es sich an, mit einer digitalen Lernsequenz zu starten. Die Auszubildenden können im Selbststudium das neue Thema durcharbeiten und im Anschluss werden in der Lerngruppe untereinander und mit Unterstützung durch den*die Ausbilder*in offene Fragen geklärt. Damit dies gelingt sind die Inhalte so einfach wie möglich gehalten und auf das Wesentliche konzentriert, um niemand zu überfordern und zu demotivieren. Somit können für alle Lernenden ein einheitlicher Start und eine weitgehend einheitliche Ausgangssituation für die Bearbeitung der folgenden arbeitspraktischen, handwerklichen Aufgaben gewährleistet werden. Diese Vorgehensweise kommt dem Flipped-Classroom-Ansatz (vgl. Anders 2020 und Cornelsen 2018) nahe, wenngleich die Präsentation der neuen Inhalte durch die Auszubildenden hier nicht im Mittelpunkt steht.

Realisierung

Um eine solide *Grundstruktur* der digitalen Anwendungen zu erreichen, erfolgte zunächst eine systematische Befragung unter Mitarbeitenden und Auszubildenden innerhalb des Bildungszentrums. Die zentrale Ausgangsfrage war: Was muss oder kann wie abgebildet werden? Die Ergebnisse aus der Umfrage mit Fragebögen und einem Online-Tool zeigten eine ganz klare Tendenz auf: Allgemeine Grundlagen haben erste Priorität, bestimmte Schwerpunkte wurden auch namentlich benannt.

In einer kleinen Projektgruppe wurde nun zu jedem einzelnen umzusetzenden Thema ein *Drehbuch* erstellt – zuerst stichpunktartig mit Hinweisen zu Text, Bildern, Zeichnungen und Konturen des Endprodukts, dann in der Endfassung geordnet und mit Angaben zur Gestaltung. Diese

„Grunddrehbücher“ wurden im Regelfall von einem Projektmitarbeiter erstellt und als Entwurf den anderen Kollegen zur Kontrolle und Ergänzung bereitgestellt.

Schon innerhalb des Drehbuchs wurden bzgl. der Umsetzung feste Zuständigkeiten festgelegt, beispielsweise für die detaillierte Ausarbeitung der Texte, für die Beschaffung, Erzeugung und Aufbereitung der Bilder und Videos und die Anpassung des Layouts. Da sich die Beteiligten den Umgang mit verschiedener, spezieller Software erst aneignen mussten, haben sich diese frühen Vereinbarungen zum gesamten Ablauf der digitalen Bearbeitung der Medien sehr bewährt.

Für die eigens herzustellenden Videos wurde ein passendes Filmstudio eingerichtet, das bezüglich der Licht- und Tonverhältnisse an den Zweck angepasst werden musste. Weiterhin wurde das zum Teil vorhandene Equipment wie Kamera, Stativ, usw. durch professionelles Zubehör (Mikrofon, Beleuchtung, usw.) ergänzt, um eine entsprechende technische Qualität sicherstellen zu können. Eine umfassende Einarbeitung war hier teilweise notwendig.

Sobald diese Grundstruktur gegeben war, wurde mit der Umsetzung begonnen. Je nach Thema mussten zunächst Modelle in speziellen CAD-/CAM-Software² erstellt werden, anhand derer dann die fachlichen Sachverhalte erklärbar waren. Eine entsprechende CAD-/CAM-Software war im Hause bereits vorhanden. Von diesen zwei- und dreidimensionalen Konstruktionsmodellen konnten dann entsprechende Pläne für die Erklärung maßstäblich erstellt werden. Die Größe war jeweils auf den genauen Bildausschnitt des Videos anzupassen. Diese Pläne wurden dann durch die jeweils andere Projektgruppe und weitere Mitarbeiter*innen aus dem Bildungszentrum, die sich sonst auch mit dem jeweiligen Themenschwerpunkt befassen, fachlich geprüft.

Anhand der Pläne und des Drehbuches begann anschließend die Verfilmung der Erklärvideos als zentrale Bestandteile der Lernanwendungen. Damit das Bild-/Videomaterial im fertigen Lernmedium zum gesprochenen Text passt, wurden die Tonaufnahmen separat erstellt und später in einer Videobearbeitungssoftware passgenau eingefügt. Ergänzend zu den Erklärvideos wurden, soweit die Sequenz es erforderte, noch Bildaufnahmen angefertigt. Auch diese haben Teilnehmende im Nachgang digital bearbeitet, um das bestmögliche Ergebnis zu erreichen. Hierbei wurde teilweise die Unterstützung eines externen Dienstleisters in Anspruch genommen.

Die so entstandenen ersten Ergebnisse wurden im Nachgang wieder in den Projektgruppen und von verschiedenen Mitarbeitenden im Bildungszentrum auf Richtigkeit und Qualität geprüft (Schreibfehler, Darstellung, Schärfe, Übereinstimmung von Bild und Ton, usw.). Diese Kontrolle erfolgte grundsätzlich in einem Raum mit großem Bildschirm, sodass alle Beteiligten gleichzeitig Einblick erhielten und Fragen und Anregungen unmittelbar diskutiert und geklärt werden konnten. Verbesserungsvorschläge wurden soweit möglich gleich während der Besprechung umgesetzt und erneut beurteilt.

2 Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing

Sobald alle Verbesserungen eingepflegt waren, erfolgte eine erste Freigabe und die Prototypen der Lernsequenzen konnten in passende Kurse/Seminare integriert und ausgiebig getestet werden. Die Vorstellung erfolgte im Regelfall durch das Projektteam, sodass in der Erprobung auftretende Probleme sofort behoben und Verbesserungsvorschläge direkt umgesetzt werden konnten. Nach dieser Erprobungsphase erfolgte die endgültige Freigabe durch alle Beteiligten und die Veröffentlichung der Lernsequenz.

Online lernen

Hier bieten wir euch, dem jeweiligen Lehrjahr und Kurs angemessene Aufgaben zum Download an, die ihr eigenständig daheim bearbeiten könnt.



**Online lernen
2. Ausbildungsjahr**

➤ AUFGABEN 2. AUSBILDUNGSJAHR



**Online lernen
3. Ausbildungsjahr**

➤ AUFGABEN 3. AUSBILDUNGSJAHR



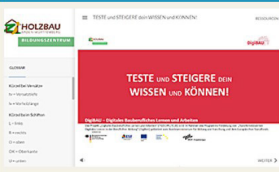
**Online lernen
interaktive Sequenzen**

➤ INTERAKTIVE LERNSEQUENZEN



Anwendungshinweise

Schauen Sie sich unser YouTube Video an, wenn Sie einen Überblick über all unsere Online-Lern-Hilfen möchten.



TESTE und STEIGERE dein WISSEN und KÖNNEN

Hast du diese ➤ digitale Lernsequenz schon absolviert?

Abbildung 5: Screenshot der Angebote zum Online-Lernen auf der Homepage des Bildungszentrums Holzbau (Quelle: eigene Darstellung)

Ergebnisse und Produkte

Folgende Lernsequenzen wurden bisher entwickelt:

Tabelle 1: Übersicht der Lernsequenzen

Hochbau – Dachbau	› Austragung Gratschifter › Austragung Gratsparren: gleiche Dachneigung mit Hexenschnitt › Austragung Gratsparren: ungleiche Dachneigung mit Hexenschnitt › Austragung Kehlbohle › Austragung Kehlsparren: gleiche Dachneigung mit Hexenschnitt › Austragung schräger Giebelsparren, senkrecht › Gratgrundverschiebung › Sparreneinteilung › Decklängen- und Deckbreitenberechnung
Hochbau – Fachwerkbau, Skelettbau	› Bauteile im Fachwerkhaus
Hochbau – Holzbau	› Französisches Eckdruckblatt › Holzverbindungen › Klauenbug › Risse für den Abbund › Versätze aufreißen › Balkeneinteilung
Hochbau – Massivbau	› Beton – Quiz
Ausbau – Türen, Fenster, Treppen	› Treppenbau – Begriffe › Treppenbau – Berechnung › Treppenbau – Grundrissformen › Treppenbau – Konstruktionsarten › Maße, Details und Aufriss einer Holzterre
Ausbau – Wärmedämmung	› Wärmebrücken
Gewerkeübergreifend	› Konstruieren von verschiedenen Winkeln, Bögen und Ellipsen › Baugeschichte – Quiz › Schraffuren in Bauzeichnungen

Erprobung, Empfehlungen und Transfer

Bei den ersten Erprobungen der einzelnen Lernsequenzen in den entsprechenden Kursen wurde festgestellt, dass Klärungsbedarf beim Umgang mit den digitalen Medien bestand. Die Auszubildenden waren – obwohl mit mobilen Endgeräten grundsätzlich vertraut – den Umgang mit digitalen Anwendungen zum selbstgesteuerten Lernen nicht gewohnt. Wo finde ich die erstellten Lerntools? Wie ist der allgemeine Aufbau? Wo komme ich weiter und zurück? Welche Möglichkeiten gibt die je-

weilige Lernsequenz her? Das waren die Fragen, die immer wieder auftauchten. In einem separaten Erklärvideo *Anwendung der digitalen Angebote (Übungsaufgaben und Lernsequenzen)*³ wurden deshalb anhand von umfangreicheren Lerntools die Bedienung und Steuerung ausführlich erklärt. Dieses Erklärvideo wurde als Grundlage für alle Lernsequenzen auf der Homepage vorgeschaltet.



Inzwischen gehört die Nutzung der digitalen Medien zum gewohnten Bestandteil der Ausbildung, beispielsweise zur Unterstützung der Bearbeitung von Lern- und Arbeitsaufgaben. Selbstverständlich ersetzen sie nicht den Präsenzunterricht, sondern bleiben ergänzende Lerntools mit der Möglichkeit des bedarfsweisen individuellen Zugriffs.

Unabdingbare Voraussetzung für die Akzeptanz der Medien durch die Lernenden und den erfolgreichen Einsatz ist die Bereitstellung eines stabilen Internetzugangs. Auch mobile, digitale Endgeräte sollten vorgehalten werden, damit Auszubildende, die nicht über geeignete eigene Geräte verfügen, nicht ausgeschlossen werden. Wenngleich die Nutzung der Lernsequenzen auch mit Smartphones möglich ist, so sind doch größere Endgeräte wie Tablets ab etwa zehn Zoll Diagonale wesentlich besser geeignet. Sehr bewährt haben sich QR-Codes, die auf den Lernunterlagen abgedruckt sind, für einen schnellen Zugriff auf relevante Informationen.

Eine wichtige Erkenntnis ist, dass die Lerneinheiten so knapp wie möglich gefasst werden sollten, da zu lange und inhaltsüberladene Lernsequenzen weniger attraktiv erscheinen und demzufolge auch nicht aufgerufen oder zu Ende durchgearbeitet werden. Der Inhalt der Lerneinheit sollte klar verständlich und auf das Wesentliche heruntergebrochen dargeboten werden. Zusatzinformationen und vertiefende Inhalte sollten als solche kenntlich gemacht werden und entweder als Exkurse integriert oder als eigene Lernsequenzen angeboten werden.

Informationen über die verfügbaren Lernsequenzen wurden über Aushänge, QR-Codes auf Aufgabenblättern und durch einen wöchentlichen Newsletter in der Öffentlichkeit verbreitet. Die Lernanwendungen sowie ausgewählte Aufgaben- und Lösungsblätter stehen auf der Homepage⁴ und auf dem YouTube-Kanal⁵ des Bildungszentrums Holzbau Biberach öffentlich und kostenfrei zur Verfügung.

Fazit

Die Ergebnisse des Teilprojekts *Virtuelle Kurse* im Verbundprojekt *DigiBAU* haben sich sehr gut in der Ausbildungspraxis durchgesetzt und erscheinen Lehrenden wie Lernenden inzwischen unverzichtbar. Die durchweg positive Resonanz und gute Akzeptanz durch die Nutzer*innen des digitalen Lernangebotes bestätigt den hohen Nutzwert. Da die digitalen Lernhilfen allen Menschen frei zugänglich zur Verfügung stehen ist auch das Spektrum der Anwender*innen sehr weit gefasst. Es reicht von

3 https://www.youtube.com/watch?v=_hpCA3W4Up0&t=11s

4 <http://zimmererzentrum.de/projekte/aktuelle-projekte/digibau/online-lernen/>

5 <https://www.youtube.com/ZimmererzentrumBiberach>

Auszubildenden, die die Hauptzielgruppe bilden, über Teilnehmende der Fort- und Weiterbildung und Studierende bis zu allgemein Interessierten. Es sind keine system- oder inhaltsbedingten Grenzen gesetzt, da die Informationen wahlweise in unterschiedlicher Tiefe angeboten werden.

Literatur und Quellen

Anders, Florentine (2020): „Wie wirksam ist die Methode „Flipped Classroom“? Interview mit Dr. Maximilian Knogler (TU München). In: Das Deutsche Schulportal. Online: <https://deutsches-schulportal.de/unterricht/wie-wirksam-ist-die-methode-flipped-classroom/> (13.04.2021)

Bildungszentrum Holzbau Baden-Württemberg (o.J.): Virtuelle Kurse. Online: <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/virtuelle-kurse/> (13.04.2021)

Cornelsen Verlag (Hrsg.) (2018): Flipped Classroom: der umgekehrte Unterricht – Lernen individualisiert & selbstständig. Online: <https://www.cornelsen.de/magazin/beitraege/flipped-classroom-konzept> (13.04.2021).

Holzbau Baden-Württemberg Bildungszentrum Biberach (o.J.): Online lernen, Ergebnisse des DigiBAU Projekts. Interaktive Sequenzen. Online: <http://zimmererzentrum.de/de/projekte/aktuelle-projekte/digibau/online-lernen/> (13.04.2021)

Holzbau Baden-Württemberg Bildungszentrum Biberach (o.J.): Zimmererzentrum Biberach (YouTube-Kanal). Online: <https://www.youtube.com/ZimmererzentrumBiberach> (13.04.2021)

Zimmererzentrum Biberach (04.02.2021): Anwendung der digitalen Angebote (Übungsaufgaben und Lernsequenzen). Online: https://www.youtube.com/watch?v=_hpCA3W4Up0&t=11s (13.04.2021)

VERNETZTES LERNEN MIT BRANCHENSOFTWARE IN DER AUFSTIEGSFORTBILDUNG DER BAUWIRTSCHAFT

BIM-basierte Lernangebote für Gruppenarbeit mit Datenmanagement

Kerstin Ganz

Der Beitrag richtet sich an Aus- und Weiterbildungseinrichtungen der Bauwirtschaft und Personalverantwortliche der Bauunternehmen. Es wird dargestellt, wie anhand der Baustellenpraxis Bildungsangebote aktualisiert und Branchensoftware als Lerngegenstand und Lernmedium zielgruppenspezifisch im Unterricht eingesetzt werden kann und welche Vorteile daraus für die Lernenden, Lehrenden und Bildungseinrichtungen resultieren. Hinweise zur technischen Umsetzung ergänzen die Darstellungen. Exemplarisch wurden unter dem Titel *POLIER*IN 4.0* die Aufstiegsfortbildung zum* zur Vorarbeiter*in bzw. Polier*in im Tiefbau in für die Entwicklung der digital gestützten Lernangebote gewählt.

Der Beitrag bezieht sich auf das Teilprojekt *Lern- und Kommunikationsplattform Polier*in 4.0*¹ im Verbundvorhaben *DigiBAU Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten*², das im Rahmen der Förderung digitaler Medien in der beruflichen Bildung gefördert wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und den Europäischen Sozialfonds.

Schlüsselbegriffe

- › Aus- und Weiterbildung
- › Bauwirtschaft
- › Digitale Ausstattung
- › Digitale Geschäftsprozesse
- › Building Information Modeling (BIM)
- › Branchensoftware Bau
- › Digitale Kompetenz
- › Digitale Lernmedien

1 <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/lern-und-kommunikationsplattform/> (02.07.2021)

2 <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/digibau/> (02.07.2021)

Einleitung

Die Baubranche ist eine beschäftigtenintensive Branche. Eine Vielzahl unterschiedlicher Bauteilgüter ist gleichzeitig tätig, wenn ein Bauwerk entsteht. Teamarbeit und vernetztes Arbeiten mit aktuellen, möglichst mit gemeinsam genutzten Daten ist nötig, um diese Arbeit effektiv zu gestalten. Der Einsatz digitaler Anwendungen bis hin zum Building Information Modeling (BIM) als Arbeitsmethode wird in Bauunternehmen immer wichtiger.

Die zunehmende Digitalisierung der Geschäftsprozesse, vor allem auf der Baustelle, und die damit verbundenen veränderten Qualifizierungsbedarfe der Polier*innen und Vorarbeiter*innen sind der Fokus für die Aktualisierung der Lehrgänge der Aufstiegsfortbildung im Überbetrieblichen Ausbildungszentrum (ÜAZ) Bautzen des Bau Bildung Sachsen e. V.

Der allgemeine Trend zur Digitalisierung von Arbeits- und Lernprozessen hat durch Einschränkung und teilweise Ausfall von Präsenzs Schulungen in Folge der SARS-Cov2-Pandemie enorm an Bedeutung gewonnen. Finanzielle Fördermöglichkeiten wie das Sonderprogramm zur Digitalisierung in überbetrieblichen Berufsbildungsstätten (ÜBS) des BMBF für die Anschaffung von digitaler Ausstattung unterstützen die Umsetzung digitaler Arbeits- und Lernkonzepte in Aus- und Weiterbildung (vgl. BIBB o. J.).

Ausgangslage und Aufgabenstellung

Die wesentlichen Herausforderungen für die Gestaltung von Unterricht, um die Lernenden auf die zunehmende Digitalisierung im Bauunternehmen und auf der Baustelle vorzubereiten, sind:

- › die Identifikation aktueller Baustellensituationen der Zielgruppen mit digitalen Anwendungen und ihre Auswahl im Sinne der Handlungsorientierung als Grundlage für die Gestaltung von Unterrichtssituationen,
- › das Ermöglichen interaktiven Lernens in Einzelarbeiten oder vernetzten Gruppenarbeiten,
- › die Gestaltung von Lern- und Arbeitsaufgaben, damit zielgruppenspezifische Entscheidungskompetenzen erworben werden, beispielsweise durch Herausarbeiten und Simulieren von Alternativen des Bauablaufes als Grundlage für begründete Entscheidungen sowie
- › die netzgestützte Bereitstellung konkreter Lernangebote auf Basis dieser Lern- und Arbeitsaufgaben und sonstiger Unterrichtsmaterialien.

Kurzum: Es geht darum, Lernangebote mithilfe digitaler Technologien weiterzuentwickeln durch

- › zielgruppenspezifische Nutzung aktueller Branchensoftware,
- › geeignete Bauwerks- und Baustellendaten in digitaler Form zu erzeugen und den Lernenden und Lehrenden zur gemeinsamen Nutzung zur Verfügung zu stellen, um vernetztes Arbeiten zu ermöglichen und
- › durch die Schaffung der technischen Voraussetzungen (Hard- und Software) für die Umsetzung im Unterricht.

Um Bedarf und Aufwand abzuschätzen, wurde zunächst der Blick auf die Ausgangssituation im ÜAZ Bautzen vor dem Projektbeginn gerichtet:

Das Prinzip der Handlungsorientierung wird durch Situationsaufgaben aus dem Baustellenalltag der Polier*innen und Vorarbeiter*innen mit teilweise sehr komplexen Aufgabenstellungen umgesetzt. Die Teilnehmenden bekommen diese in Papierform zur Verfügung gestellt für Einzel- oder Gruppenarbeit. Branchenprogramme werden punktuell im Unterricht durch die Lehrenden präsentiert. Es fehlen Lernzielvorgaben in den Rahmenlehrplänen der Aufstiegsfortbildung. Die Gestaltung des Unterrichtes basiert auf den Erfahrungen der Dozent*innen. Die Unterrichtsräume sind mit Beamer und Laptop für Lehrende ausgestattet. Der Zugriff auf einen Server zum Datenaustausch für Lernende und Lehrende ist nicht gegeben.

Aus dem früheren Projekt *BAU's mit BIM* (vgl. Wieczorek, Bauer & Böttcher 2019 sowie den Beitrag von Böttcher & Wieczorek in diesem Band), das ebenfalls im Bau Bildung Sachsen e. V. bearbeitet wurde, bestehen bereits Erfahrungen darin, die Methode BIM mit der Lehrlingsausbildung in den Bauhauptberufen zu verknüpfen. So entstand die Idee, BIM in die Aufstiegsfortbildung zu integrieren und die vorliegenden Ergebnisse zu nutzen.

Die pädagogischen Konzepte der Aufstiegsfortbildung waren so anzupassen, dass sich künftige Vorarbeiter*innen und Polier*innen das Thema BIM anhand von baustellenrelevanten Lern- und Arbeitsaufgaben aktiv im Unterricht erschließen können. Die dafür notwendigen technischen Voraussetzungen (Software, Hardware) waren zu schaffen.

BIM in der Praxis

Aktuell ist BIM eines der wichtigsten Themen in der Bauwirtschaft. Die Ansichten darüber, was den Kern von BIM ausmacht und wie am besten damit umzugehen ist, gehen aber weit auseinander. Dadurch herrscht teils große Verwirrung, besonders wenn es um die Bauausführung geht. Aber auch hier kann BIM sehr nützlich sein, besonders wenn man sich das Potenzial der Digitalisierung ansieht.

Eine 100 % passende Software ist zumeist nicht vorhanden, jedoch bieten einige Funktionen schon eine große Hilfestellung. Das trifft zum Beispiel auf Projektmanagement-Software zu (z. B. MS Project oder Projektmanager). Bereits das digitale Abbilden der zeitlichen Abläufe am Bau ist eine große Hilfestellung.

Aber auch die Möglichkeit, sich Pläne digital auf der Baustelle anzusehen, zu zoomen und so Details besser zu erkennen ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber dem herkömmlichen Arbeiten mit Papier. Wenn Pläne in digitaler Form auf der Baustelle genutzt werden, dann sind diese meist nicht lokal gespeichert, sondern in einer zentralen Datenhaltung (Server

oder Cloud). Dadurch wird sichergestellt, dass alle Beteiligten mit einem aktuellen Planstand arbeiten. Viel große Firmen nutzen bereits derartige Software und Technologien und haben häufig eigene Erweiterungen in die Software gebracht, um eine bessere Anpassung an Ihre Arbeitsprozesse zu erlangen. Zwischen den Software-Anwendungen werden die Daten über standardisierte Formate wie IFC, DWG oder MMP ausgetauscht. Auch dabei erfolgt häufig eine Anpassung für das konkrete Austauschzenario.

Das Fortschreiten der Digitalisierung wird auch vor der Bauwirtschaft keinen Halt machen. In Zukunft werden Tablets immer mehr Klemmbretter und Feldbuchrahmen auf der Baustelle ablösen. Dabei werden zunehmend webbasierte Dienste angewandt. So können Daten in Echtzeit ausgewertet, Verzögerungen und Nachträge sofort gemeldet und bearbeitet und Daten optimiert genutzt werden. Angesichts von immer mehr und immer komplexeren Projekten kann so effizienter gearbeitet werden.

M. Sc. Wenzel Gierlich,

BIM-Berater bei der CADsys Vertriebs- und Entwicklungsgesellschaft mbH Chemnitz

Ziele, Zielgruppen und Erwartungen

Um dem pädagogischen Anspruch der Handlungsorientierung in der Aus- und Fortbildung der Baubranche auch im Digitalisierungstrend zu folgen, erscheint es zwangsläufig, die BIM-Methode aus der Baustellenpraxis in den Unterricht zu holen und als Modell für die Gestaltung von Lehrgängen und Lern- und Arbeitsaufgaben zu nutzen. Die BIM-Methode umfasst sowohl das Datenmanagement als auch die Form der vernetzten Zusammenarbeit auf der Baustelle.

Im Fokus steht das mittlere Baustellenführungspersonal, also zukünftige Vorarbeiter*innen, Werkpolier*innen und Polier*innen. Sie lernen ihre künftigen Arbeitsaufgaben mit digitalen Anwendungen und mobilen Endgeräten nach der BIM-Methode auszuführen und entwickeln dabei Entscheidungskompetenzen. Anhand typischer Situationen ihres Baustellenalltages, also im Kontext ihrer jeweiligen beruflichen Tätigkeiten, sollen sie Lösungsmöglichkeiten für typische Problemstellungen entwickeln. Ein wichtiger Aspekt dabei ist der fachgerechte Einsatz üblicher Branchensoftware. Hier werden praxistypische, komplexe Anwendungen eingesetzt – keine didaktisch reduzierte Lernsoftware.

Eine zweite, eher mittelbare Zielgruppe besteht aus verantwortlichen Entscheidungsträger*innen von Bauunternehmen. Die Lehrgangs-Teilnehmenden aus dem mittleren Baustellenführungspersonal bringen aktuelles Wissen zum Thema BIM und zum effektiven Arbeiten mit Branchenprogrammen in das Unternehmen mit und tragen so zum Technologietransfer in die Arbeitspraxis bei. Ergänzend gibt es Beratungsangebote für die Unternehmens-Verantwortlichen und auch vertiefende Seminarangebote sind geplant, z. B. als Zusatzqualifikationen für Polier*innen.

Das entstehende Angebot richtet sich darüber hinaus an Bildungszentren mit Bauangeboten, also Aus- und Weiterbildungszentren der Bauwirtschaft sowie überbetriebliche Berufsbildungszentren der Kammern, die auch im Baubereich aktiv sind. Die Ergebnisse aus dem Projekt werden diesen anderen Bildungsstätten zur Mit- und Nachnutzung zur Verfügung gestellt.

Realisierung

Um das vernetzte Lernen mit Branchensoftware in der Aufstiegsfortbildung der Bauwirtschaft möglichst optimal zu gestalten, wurde der Anspruch, auf bereits vorliegenden Ergebnissen und Erkenntnissen aus anderen Kontexten aufzubauen, konsequent verfolgt. Außerdem war die Orientierung an der Arbeitspraxis auf Baustellen ein zentrales Anliegen. Im Folgenden werden die Schritte zum Erreichen des Projektziels skizziert.

Ergebnisse aus dem Projekt *BAU's mit BIM* nutzen

Das Pilotprojekt *BAU's mit BIM* verfolgte das zentrale Anliegen, die Methode des Building Information Modeling (BIM) in die Stufenausbildung der Bauwirtschaft einzuführen. Dazu wurden eine digitale Modellsiedlung entwickelt (Bau Bildung Sachsen o. J.) und Lern- und Arbeitsaufgaben für Auszubildende der Bauberufe in der überbetrieblichen Ausbildung inszeniert. Im weiteren Verlauf dieses Projektes entstanden etwa 110 einzelne Bauteilmodelle, hinterlegt als 3D-Geometriemodelle im IFC-Dateiformat³. Die Projektergebnisse sollten weitergenutzt und weiterentwickelt werden. Die vorliegenden Bauteilmodelle stehen jedoch in keinem bautechnischen oder baubetrieblichen Zusammenhang zueinander und sind keinem gemeinschaftlichem Bauvorhaben zugeordnet. Weil bei der Erstellung der Modelle keine Prozessgrößen wie Kosten und Herstellungsdauer definiert wurden, eignen sie sich nicht für die Thematisierung baubetrieblicher Zusammenhänge, wie sie in der Aufstiegsfortbildung benötigt werden. Eine nachträgliche Definition der Bauteile ist durch den geschlossenen Datei-Standard IFC ohne Informationsverluste bei Geometrie und Materialeigenschaften nicht mehr möglich. *BAU's mit BIM* nutzt eine Software als Viewer für die Darstellung des Bauwerkes und für die Dokumenten- und Datenablage (Serverfunktion). Die Viewer-Funktion ist für die Aufstiegsfortbildung nicht ausreichend und die Serverfunktion entspricht nicht den Ansprüchen der geplanten Branchenprogramme. Die Modellsiedlung wurde aus diesen Gründen nicht als Ausgangspunkt einer Weiterentwicklung im Teilprojekt Lern- und Kommunikationsplattform Polier*in 4.0 im Verbundprojekt DigiBAU genutzt.

Blick in die Baustellenpraxis

Um die Tätigkeiten von Polier*innen und Werkpolier*innen mit digitalen Anwendungen zu identifizieren und ihre diesbezüglichen Erfahrungen und Wünsche zu ermitteln, wurde in Bautzen und Dresden eine Erhebung durchgeführt. Dieser Blick in die Baustellenpraxis diente als Grundlage zum Anpassen der Unterrichtskonzepte (Abbildung 1).

3 Das IFC Dateiformat erlaubt das Importieren und Exportieren von Daten zu Gebäudeobjekten und ihren Eigenschaften zwischen unterschiedlichen Softwareanwendungen und hat damit internationale Standards geschaffen (vgl. Autodesk 2018).

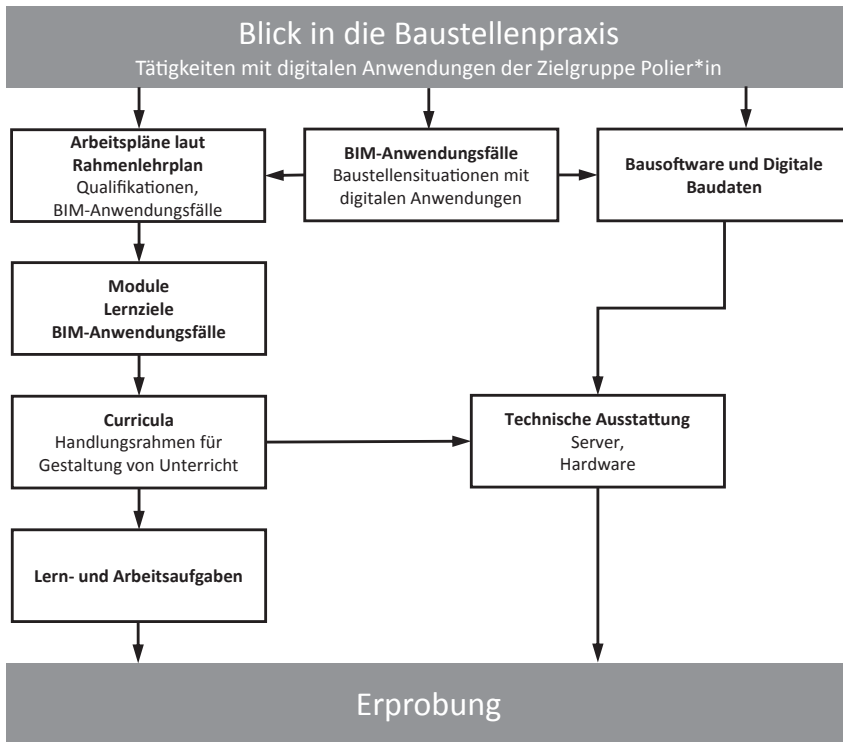


Abb. 1: POLIER*IN 4.0 – Konzeptentwicklung (eigene Abbildung)

Für die Arbeitspläne der Prüfungsteile Baubetrieb und Bautechnik wurden die Qualifikationen in den Rahmenlehrplänen auf ihre Aktualität hin geprüft. Die Qualifikationen sind nach wie vor aktuell, d. h. die Aufgaben von Polier*innen haben sich im Wesentlichen nicht geändert, wohl aber die Art und Weise der Ausführung durch die Nutzung der Informationstechnik (IT).

Durch den Einsatz von Branchensoftware in der Aufstiegsfortbildung gewinnen das Konkretisieren von Lernzielen und das Dokumentieren ihres Erreichens an Bedeutung. Polier*innen benötigen für ihre Arbeitsaufgaben oft nur bestimmte Bereiche aus Bausoftware z. B. für das Anpassen von Bauablaufplänen. Dafür sind genau definierte IT-Qualifikationen notwendig, nicht aber das vollständige Beherrschen dieser Software. In gewissem Maße kann ein etwas weiterer Blick, der über die unmittelbare eigene Tätigkeit hinausreicht und dadurch auch das Verständnis die Kommunikation mit anderen erleichtert, natürlich nicht schaden. Doch viele Systemschulungen, die Softwarefirmen anbieten, orientieren sich an den Möglichkeiten der Software und nicht an den Bedürfnissen ihrer Nutzer*innen. Sie führen deshalb nicht selten zu Überforderung und durch mangelnde Praxisrelevanz zu Demotivation. Mitarbeiter*innen von Softwareanbietern sind als Dozent*innen zumeist nur bedingt geeignet, weil sie den Fokus eher auf die Software als solche richten als auf ihren Einsatz in der Baupraxis der Zielgruppe.

Geeignete BIM-Software für Nutzung in der Aufstiegsfortbildung identifizieren und beschaffen

Bei BIM-Software handelt es sich üblicherweise nicht um geschlossene Anwendungen, sondern um firmenspezifisch angepasste Lösungen mit marktüblicher Bausoftware für einzelne Unternehmensbereiche, z. B. Kalkulationsprogramme, Bautagebücher, Geräte- und Personalmanagementsysteme usw. Aufgrund der Recherchen und Befragungen, durch Kontakte zu Baufirmen, die BIM anwenden und/oder andere Bausoftware einsetzen, durch Kontakte zu BIM-Experten und Teilnahme an Schulungsangeboten zu BIM wurden gut begründete Anforderungen an BIM-Software definiert, die für die Aus- und Fortbildung beschafft werden sollte:

Die Software muss

- › marktüblich, also in der praktischen Nutzung verbreitet sein,
- › geeignete Schnittstellen für den Datentransfer bieten,
- › verschiedene gängige Datenformate verarbeiten können, um Kompatibilität der einzelnen Programme sicherzustellen,
- › Netzwerkinstallationen erlauben (keine reinen Einzelplatzversionen), um Zusammenarbeit an Unterrichtsprojekten zu ermöglichen,
- › Branchensoftware einschließen bzw. einbinden können, die für die Nutzung in der Aufstiegsfortbildung geeignet ist und
- › dauerhaft kostenfrei oder kostengünstig verfügbar sein, möglichst in Kaufmodellen, nicht in Abonnements-Modellen.

Nicht für alle Tätigkeiten wurden geeignete Softwareprodukte gefunden, sodass die Auswahl auf wesentliche Anwendungen beschränkt bleiben musste. Softwarefirmen haben kostengünstige Softwarepakete angeboten, die die Anforderungen erfüllen konnten und sie haben teilweise sogar kostenfreie Schulungssoftware zur Verfügung gestellt. Besonders wichtige Anwendungen sind *Projektmanager 2021* für die Aufgaben zur Planung, Darstellung und Überwachung des Bauablaufes, als wesentliche Aufgabe von Polier*innen sowie *Bautagebuch 2021* für Vorarbeiter*innen, Werkpolier*innen und Geprüfte Polier*innen.

Digitale Bauwerksdaten für Bildungszwecke identifizieren und beschaffen

Da sich die Modellsiedlung aus *BAU's mit BIM* für die Aufstiegsfortbildung als nicht nutzbar erwiesen hatte, wurden verschiedene Möglichkeiten zur Gewinnung der erforderlichen komplexen digitalen 3D-Daten in Erwägung gezogen, unter anderem die Umwandlung von 2D-Daten aus Zeichnungen vorhandener Lern- und Arbeitsaufgaben. Die Erzeugung dieser bautechnischen Daten hätte einen erheblichen Aufwand bedeutet, vor allem aber hätten damit noch immer nicht die benötigten baubetrieblichen Daten zu Baukosten und -zeiten vorgelegen. Die Lösung ergab sich durch das *Ressort Laasenhof*⁴ (Abbildung 2). Dort existieren BIM-Datenmodelle, die neben den 3D-Gebäudedaten zu Geometrie und Konstruktion auch diese ergänzenden Angaben beinhalten. Die Datensätze und die aus der Arbeit nach der BIM-Methode gewonnene Expertise wurden für die Nutzung in

4 Kurze Video-Darstellungen zum Laasenhof und zur BIM Methode sind zu finden unter <https://laasenhof.de/start-de/videos.html> (09.07.2021)

Bildungsveranstaltungen dankenswerterweise zur Verfügung gestellt von der CADsys Vertriebs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, Chemnitz, und der Dr. Schiller & Partner GmbH, Dresden.

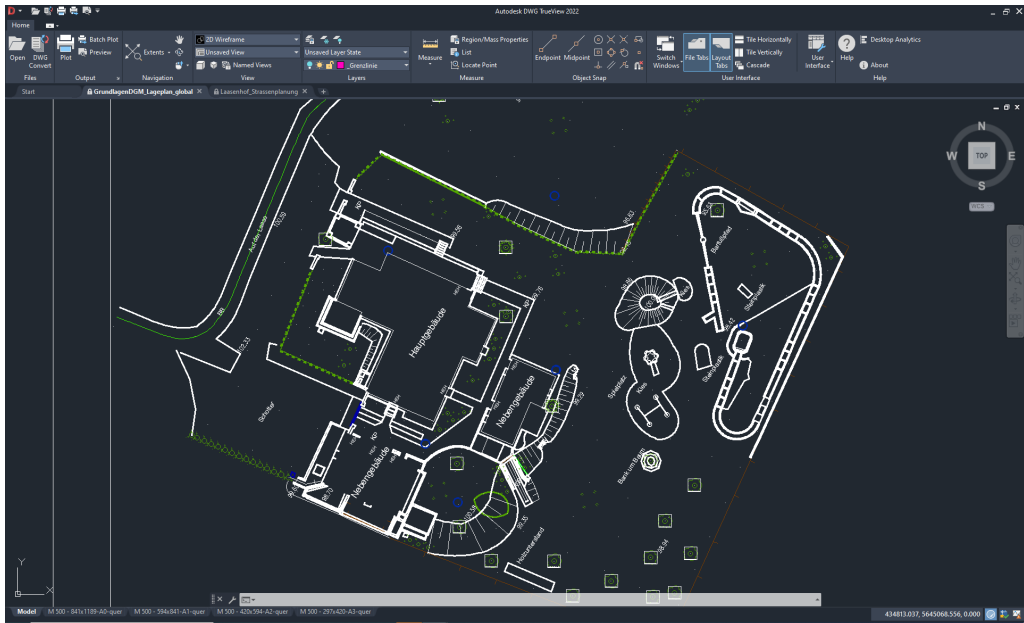


Abb. 2: BIM-Resort Laasenhof im Viewer (Quelle: CADsys Vertriebs- und Entwicklungsgesellschaft mbH)

Technische Umsetzung der Lern- und Kommunikationsplattform Polier*in 4.0

Grundlegend für die Funktion der Bausoftware als Netzwerkversionen und für den Austausch und die gemeinsame Nutzung von Daten im Unterricht ist ein gemeinsamer Zugriff auf den Server für Lehrende und Lernende der Aufstiegsfortbildung.

Dazu wurden verschiedene Servervarianten auf ihre Eignung als *Lern- und Kommunikationsplattform Polier*in 4.0* untersucht. Das der beruflichen Erstausbildung in der Viewer-Variante eingesetzte Kollaborationstool Trimble Connect ist für die Darstellung des Bauwerkes und als Software zur Dokumenten- und Datenablage (Serverfunktion) nicht ausreichend. Die Serverfunktion von Trimble Connect entspricht nicht den durch die geplanten Branchenprogramme vorgegebenen Parametern. Die Nutzung von Microsoft-Teams genügt ebenfalls nicht allen Anforderungen und ist zudem mit Blick auf die Datensicherheit umstritten. Da Cloudlösungen außerdem hohe laufende Kosten verursachen, fiel die Entscheidung schließlich zugunsten der Nutzung eines realen Servers im eigenen Hause mit Zugang zum Aus- und Weiterbildungsserver des ÜAZ Bautzen. Im Zusammenhang mit der Beschaffung der Branchensoftware in Netzwerkversionen standen die Parameter für die Servernutzung und des gesamten IT-Konzepts der Lern- und Kommunikationsplattform fest. Bei dem Server handelt es sich um eine Hardware, auf der vier virtuelle Server untergebracht mit folgenden Aufgaben sind (Abbildung 3):

- › Der Domänencontroller verwaltet Anmeldungen und Zugangsberechtigungen von Lehrenden und Lernenden.
- › Der Application-Server bedient die Datenbanken für die Branchenprogramme.
- › Der Datenserver beinhaltet alle anfallenden Daten und Dokumente.
- › Der Terminal-Server (Remote Desktop-Server) enthält die Client-Software der Branchenprogramme sowie einen CAD-Betrachter (DWG Trueview). Er wird benötigt für Zugriffe von extern (Homeoffice, Baustelle) oder von Geräten, die die Branchenlösung nicht als Client installiert haben.

Flankierend zu Programmierung, Einrichtung und Inbetriebnahme des Servers wurden die Unterrichtsräume mit digitaler Technik ausgestattet, vor allem mit einem stabilen WLAN, mit mobilen Endgeräten und mit Präsentationstechnik.

Lern- und Kommunikationsplattform Polier*in 4.0 – Technische Umsetzung

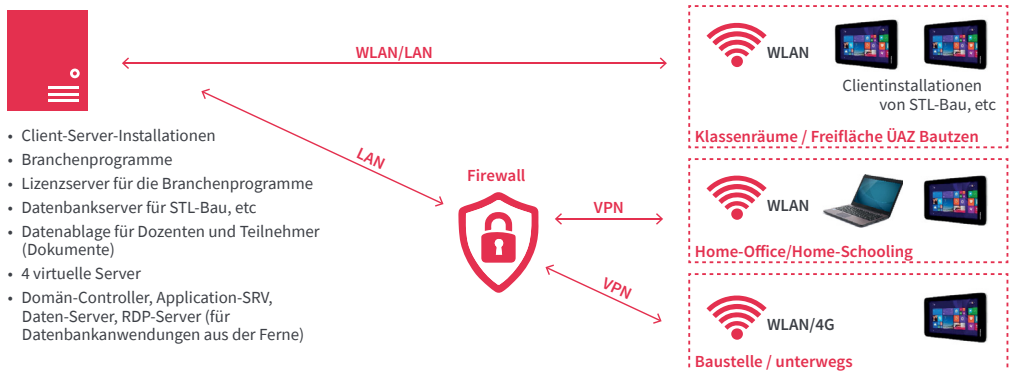


Abb. 3: Serverstruktur der Lern- und Kommunikationsplattform Polier*in 4.0 (Quelle: eigene Darstellung)

Unterrichtskonzepte anpassen und Bausoftware gezielt in Lehrgänge einbinden

Der Unterricht wurde in Module strukturiert, um zu überschaubaren Lernabschnitten und leistbaren Lernzielen zu kommen und den Lernenden den jeweils erreichten Fortschritt transparent zu machen. Das Formulieren der Lernziele erfolgte in Anlehnung an die Lernzielstufen der TU Dresden (Hortsch et al. 1999). Die BIM-Anwendungsfälle wurden mit Blick auf die Ergebnisse der durchgeführten Erhebung und auf das konkrete Bauprojekt abgeleitet. Sie beschreiben typische Baustellensituationen der Zielgruppe, in denen digitale Anwendungen zum Einsatz kommen. Über die BIM-Anwendungsfälle wird auch der Einsatz der Branchensoftware im Unterricht definiert. Im Einzelnen entstanden Module für die Prüfungsteile Baubetrieb und Bautechnik für Geprüfte Polier*innen der Fachrichtung Tiefbau. Dafür wurden die in den Ausbildungsplänen definierten Ziel-Qualifikationen geclustert, die BIM-Anwendungsfälle zugeordnet und mit Lernzielen versehen. Entsprechende Lern- und Arbeitsaufgaben geben Handlungsanweisungen zur Bearbeitung von Baustellensituationen unter Anwendung der Bausoftware im Unterricht. Dies bildet den curricularen Handlungsrahmen für die Umsetzung im Unterricht.

Hierbei waren Expertisen „Konzeption von Lernformaten“ in den Prüfungsteilen Baubetrieb und Bautechnik besonders wichtig, zu denen die Dozentinnen Carola Hahnel und Sabine Ahrenberg ihre Kompetenzen und Erfahrungen einbrachten.

Ergebnisse und Produkte

Das Konzept *Polier*in 4.0* umfasst auf der Basis von regionalen Arbeitsprozessuntersuchungen Grundlagen für den Einsatz baustellenrelevanter Softwareanwendungen in der Aufstiegsfortbildung für den Bereich Tiefbau einschließlich des darauf abgestimmten technischen Designs der Lern- und Kommunikationsplattform. Die Lern- und Arbeitsaufgaben adressieren die in den Rahmenlehrplänen vorgesehenen Qualifikationen, beruhen auf praxistypischen BIM-Anwendungsfällen und zielen auf den Einsatz gebräuchlicher Branchensoftware. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf Bildungsangebote für Geprüfte Polier*innen der Fachrichtung Tiefbau sowie für Werkpolier*innen und Vorarbeiter*innen der Spezialqualifikation Tiefbau.

BIM-Anwendungsfälle

BIM-Anwendungsfälle sind Beschreibungen von zielgruppenspezifisch typischen Baustellensituationen, bei denen digitale Anwendungen zur Erfassung, Erzeugung, Bewertung, Bearbeitung, Weiterleitung und Archivierung von Daten vielfältiger Art und Erscheinungsformen zum Einsatz kommen. Die Beschreibung solcher Baustellensituationen hat sich als sehr sinnvoll erwiesen als Grundlage für die Gestaltung von handlungsorientierten Unterrichts- und Prüfungsaufgaben. Tabelle 1 gibt eine Übersicht der für die Lehrgänge aufgearbeiteten und in das Gesamtkonzept bereits integrierten BIM-Anwendungsfälle. Weitere BIM-Anwendungsfälle, z. B. für Vermessung und Digitales Aufmaß werden fortlaufend ergänzt.

Tabelle 1: Übersicht der integrierten BIM-Anwendungsfälle (BIM-AWF)

Bezeichnung		Software	Zielgruppe	Prüfungsteil
BIM-AWF 1	Bauablaufplan erstellen	<i>Projektmanager 2021</i>	Geprüfte Polier*innen	Baubetrieb
BIM-AWF 2	Bauablaufplan führen und anpassen	<i>Projektmanager 2021</i>	Geprüfte Polier*innen Werkpolier*innen	Baubetrieb
BIM-AWF 3	Soll-Ist-Vergleiche zu Kosten und Terminen	<i>MS-Project, Projektmanager 2021</i>	Geprüfte Polier*innen	Baubetrieb
BIM-AWF 4	Nachträge erkennen und kalkulieren	<i>nextbau für Bauunternehmer und Handwerker</i>	Geprüfte Polier*innen	Baubetrieb
BIM-AWF 5	Baustellendokumentation, Bautagebuch	<i>Bautagebuch 2021</i>	Geprüfte Polier*innen Werkpolier*innen Vorarbeiter*innen	Baubetrieb
BIM-AWF 6	Lesen und Prüfen von digitalen Bauzeichnungen	DWD-Viewer, Auto- desk Civil 3D	Geprüfte Polier*innen Werkpolier*innen	Bautechnik

Module, Curricula und Lern- und Arbeitsaufgaben

Die Module betreffen die Prüfungsteile Baubetrieb bzw. Bautechnik und beschreiben Lehrgangsabschnitte hinsichtlich der Unterrichtszeit, der Lernziele und ggf. der BIM-Anwendungsfälle. Tabelle 2 zeigt einen Ausschnitt aus der Modulübersicht mit Lernzielen und BIM-Anwendungsfällen für den Prüfungsteil Baubetrieb im Lehrgang Geprüfte*r Polier*in Fachrichtung Tiefbau. Die Curricula beschreiben ergänzend dazu den Unterrichtsverlauf und die Auswahl bzw. Gestaltung von Unterrichtselementen. Sie enthalten vertiefende Informationen zur Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls im Unterricht, wie z. B. Lernziele, geforderte Qualifikationen gemäß Ausbildungsplan, Angaben zu Ablauf und Methode, Zeitangaben, technische Voraussetzungen für Dozent*innen und Teilnehmende, verweisen auf Arbeitsmaterialien und informieren über die Art der Leistungsfeststellung und die Bewertungskriterien. Konkrete Lern- und Arbeitsaufgaben sind im Pool von Unterrichtselementen zusammengefasst und über die Lern- und Kommunikationsplattform auf dem Aus- und Weiterbildungsserver des ÜAZ Bautzen zugänglich.

Tabelle 2: Auszug aus der Modulübersicht

Modul-Bezeichnungen und Lernziele		Dauer (Std.)	BIM-Anwendungsfälle
B 1	Baustelle vorbereiten und einrichten bzw. Baustelle übernehmen	30	Geprüfte Polier*innen
	Die Teilnehmenden wirken bei der Baustellenvorbereitung mit, insbesondere beim Festlegen von Einzelheiten in der Bauausführung. Für die Übernahme einer in Betrieb befindlichen Baustelle können sie den Ist-Stand ermitteln und dokumentieren. Sie setzen digitale Anwendungen zielführend ein.		
B1/1	Qualitätssicherung im Bauablauf	8	--
B1/2	Grundlagen Bauablaufplanung	8	Nr. 1 Bauablaufplan erstellen
B1/3	Baustelle einrichten	10	Nr. 5 Baustellendokumentation, Bautagebuch
B1/4	Baustelle übernehmen	4	Nr. 2 Bauablaufplan führen und anpassen Nr. 3 Soll-Ist-Vergleich zu Kosten und Terminen Nr. 5 Baustellendokumentation, Bautagebuch

Lern- und Kommunikationsplattform Polier*in 4.0

Die Lern- und Kommunikationsplattform Polier*in 4.0 beinhaltet die Bereiche Technik und Unterricht. Zum Bereich Unterricht haben die Teilnehmenden und Dozent*innen Zugang über WLAN auf dem Gelände des ÜAZ Bautzen bzw. über VPN von außerhalb. Dieser Bereich gewährleistet mit entsprechenden Lehrgangsordnern das Daten- und Dateimanagement für Dozent*innen und Teilnehmende.

Der Bereich Technik beinhaltet alle Serverclients für die Bausoftware und die Baustellendaten des BIM-Ressorts Laasenhof. Er ist Voraussetzung für die Teamarbeit an einem Projekt. Eingesetzt wird marktübliche Bausoftware, wie sie in Bauunternehmen der Region und darüber hinaus angewendet wird (Abbildung 4).

Lern- und Kommunikationsplattform Polier*in 4.0 (Weiterbildungsserver ÜAZ Bautzen)

Bereich Technik: Serverfunktion für Branchensoftware

(Baustellendaten „Laasenhof“ + Serverlizenzen der Bausoftware)

Bereich Unterricht: Serverfunktion für Datenaustausch im Unterricht

Pädagogische Unterlagen + Daten aus Lern- und Arbeitsaufgaben mit Bausoftware

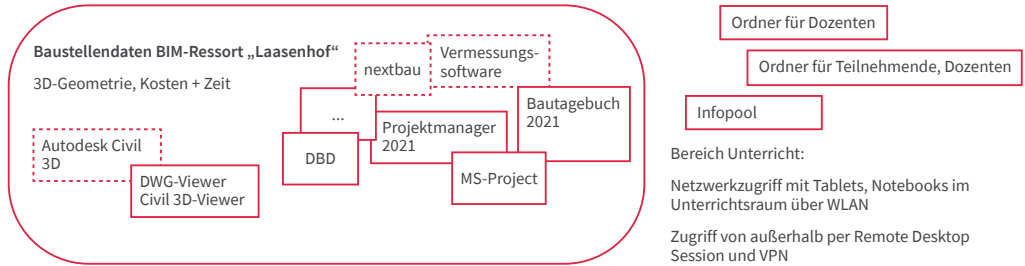


Abb. 4: Bereiche der Lern- und Kommunikationsplattform Polier*in 4.0 (eigene Darstellung)

Die Software ist als Netzwerkversion mit Client-Lizenzen auf den Tablets der Teilnehmer installiert und mit Serverlizenzen auf der Plattform. Bei der Auswahl der eingesetzten branchentypischen Anwendungen wurde besonderer Wert darauf gelegt, dass ein reibungsloser Datenaustausch bzw. Datenfluss zwischen den Programmen möglich ist (Abbildung 5). Somit wird es möglich sein, Absteckdaten für die Bauausführung zu generieren und das fertige Bauwerk als Daten-Modell „wie gebaut“ zu dokumentieren.

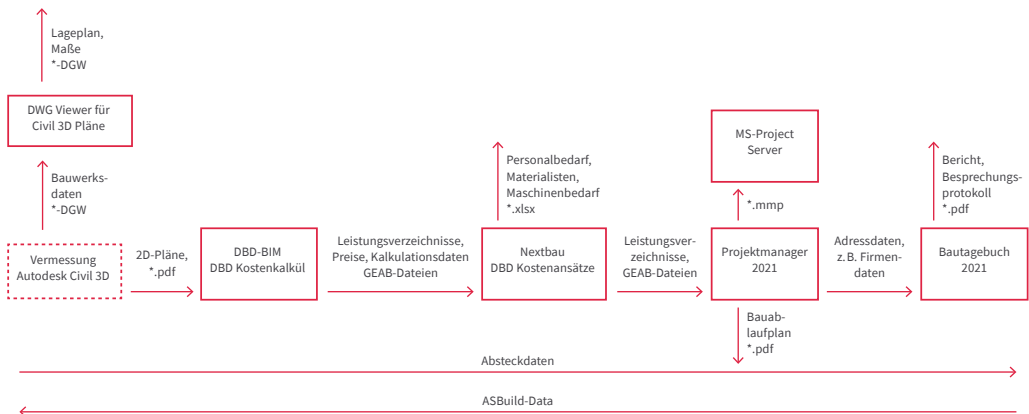


Abb. 5: Datenaustausch/Datenfluss über die „Lern- und Kommunikationsplattform Polier*in 4.0“ (Quelle: CADsys Vertriebs- und Entwicklungsgesellschaft mbH)

Erfahrungen und Transfer

Es hat sich gezeigt, dass das Ausmaß der technischen Erfordernisse zu Beginn einer so komplexen Veränderung des Lehrgangskonzeptes, das massiv auf digitale Werkzeuge und Infrastruktur setzt, kaum überschaubar ist. Daraus resultiert nicht nur eine gewisse Unsicherheit in der Kostenplanung, sondern auch ein Aufwand für die Entwicklung des technischen und didaktischen Konzepts und für die technische Realisierung, der über den Erwartungen liegt. Auch die Abstimmungs- und Einführungsmaßnahmen mit internen und externen Dozent*innen darf nicht unterschätzt werden. Dem stehen allerdings nach erfolgter Einführung und Überwindung der Startschwierigkeiten ein erheblicher Gewinn für die Qualität und Aktualität der Bildungsangebote, eine deutliche Verbesserung von Kommunikation und Datenaustausch in Lern- und Verwaltungsprozessen sowie neue Gestaltungsmöglichkeiten für wirklich handlungsorientiertes Lehren und Lernen in praxistypischen Gruppenkonstellationen gegenüber. Damit steigt auch die Akzeptanz des mittleren Führungspersonals für die digitalen Technologien an sich und für die entsprechenden Aufstiegsfortbildungen. Weitergehende Informationen und Unterlagen zu den dargestellten Produkten in einer Nachnutzungskonzeption „Polier*in 4.0 – Vernetztes Lernen anhand von Baustellensituationen mit Bausoftware in der Aufstiegsfortbildung im ÜAZ Bautzen“ stehen auf Anfrage zur Verfügung.

Empfehlungen für digitale Ausstattungen der Unterrichtsräume

Die Teilnehmenden arbeiten mit stoßfesten Tablets mittlerer Performance (z. B. Intel i5 Prozessor, 8 GB Arbeitsspeicher und SSD-Festplatte, Betriebssystem Windows 10), die über ein drahtloses Netz (WLAN) auf die Plattform zugreifen. Die Dozent*innen können von ihrem mobilen Endgerät aus über das Netz zugreifen auf Präsentationsgeräte und berührungssensitive, kollaborationsfähige Großmonitore mit 95“-Display als digitale Whiteboards mit Online-Verbindung.

Für eine problemfreie Lauffähigkeit der Bildungsplattform sind folgende Ressourcen und Konfigurationen notwendig:

- › ein Serverprozessor mit 32 freien logischen Kernen
- › mindestens 96 GB zuweisbarer Arbeitsspeicher
- › 3 TB SSD-Speicher mit Erweiterungsoption auf der Basis mehrfach vorhandener und angeordneter unabhängiger Festplatten (RAID⁵)
- › Eignung für Windows-Server
- › eine Internet-Leitung mit Übertragungsrate von mindestens 100 Mbit (Down) und 50 Mbit (UP)
- › durch Firewall getrennte und unabhängig managebare Netze für Verwaltung und Bildung
- › ein VPN Router mit den entsprechenden Clients für den externen Remote Desktop, möglichst integriert mit der Firewall
- › ein stabiles WLAN-Netzwerk in allen Bildungs- und Verwaltungsbereichen

Einschätzungen aus der Zielgruppe

Vorarbeiter*innen und Polier*innen lernen, künftige Aufgaben mithilfe digitaler Technik umzusetzen. Weil in den Unternehmen verschiedene Branchensoftware mit teilweise ähnlichen Funktionen

.....
5 Engl.: redundant array of independent disks

eingesetzt wird, geht es hier einerseits um grundsätzliche Kompetenzen und andererseits um Flexibilität bezüglich konkreter Anwendungen. Der Austausch vorhandener Erfahrungen zwischen den Teilnehmenden liefert deshalb wertvollen Input und sollte gezielt als Baustein in die Bildungsangebote eingebunden werden.

Eigene Befragungen, u. a. die Erhebung Blick in die Baustellenpraxis (siehe oben), lassen den Wunsch nach mehr digitalen Anwendungen in den Fortbildungen erkennen. Die Digitalisierungstendenz in der betrieblichen Praxis kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) wird allgemein bestätigt, wenngleich sie zunächst eher punktuelle Einzelanwendungen für spezifische Aufgaben als komplexe BIM-Lösungen betrifft (vgl. hierzu auch Mahrin 2019, 263–265). BIM wird die betriebliche Praxis in KMU voraussichtlich schrittweise in Abhängigkeit verschiedener Rahmenbedingungen, z. B. frei verfügbarer Softwarelösungen oder verpflichtender Anwendung durch Auftraggeber, erreichen. Dieser Entwicklung sollten die Lernformate in der Aufstiegsfortbildung sukzessive angepasst werden, auch, damit die Teilnehmenden ihrer Rolle als Multiplikatoren, die die verstärkte Anwendung von Branchensoftware in ihren Unternehmen mit unterstützen, gerecht werden können.

Die befragten mittleren Führungskräfte nennen als Vorteile der Nutzung von Bausoftware vor allem Zeitersparnis und Ordnung, weniger Informationsverlust, weniger Papier auch für die Werker, schneller Zugriff auf aktuelle Daten und Firmenserver, bessere Kommunikation aller Beteiligten sowie verständlichere Darstellung schwieriger Details. Dies deckt sich gut mit den angestrebten Zielen.

Fazit und Ausblick

Die aktuell vorliegenden Ergebnisse beziehen sich auf den Fachbereich Tiefbau in der Aufstiegsfortbildung der Bauwirtschaft. Diese werden durch weitere Lern- und Arbeitsaufgaben, in denen die Branchensoftware im Kontext der beruflichen Aufgaben von Vorarbeiter*innen und Polier*innen eingesetzt wird, ergänzt. Für den Einsatz im Hochbau muss andere Bausoftware zum Einsatz kommen und die Anwendungsfälle sind anzupassen. Als Erweiterung für die Lern- und Kommunikationsplattform Polier*in 4.0 ist ein übergreifender Info-Pool als bauspezifische Informationsquelle geplant.

Die Gestaltung von Unterricht anhand von BIM-Anwendungsfällen mit typischen Baustellensituationen hat sich als zweckmäßig erwiesen. Deshalb sind solche Anwendungsfälle für weitere berufliche Tätigkeiten von Vorarbeiter*innen und Polier*innen z. B. im Bereich Vermessung geplant. Darauf aufbauend sollen Module mit Lernzielen und Curricula für den Unterrichtsablauf, sowie Lern- und Arbeitsaufgaben entwickelt werden.

Der Einsatz von weiterer Bausoftware für zielgruppenrelevante Aufgaben wird entsprechend der Entwicklung am Markt erwogen, ist aber im Hinblick auf die verfügbare Unterrichtszeit und mögliche Überforderung der Lernenden abzuwägen. Hier werden auch neue Lernformate zusätzlich zu den

bestehenden Lehrgängen der Aufstiegsfortbildung in Erwägung gezogen, die Zusatzqualifikationen für Vorarbeiter*innen oder Polier*innen anbieten.

Literatur und Quellen

Autodesk. Help (Hrsg.) (2018): IFC Dateiformat. Online: <https://knowledge.autodesk.com/de/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/DEU/Revit-DocumentPresent/files/GUID-0D546BEA-6F88-4D4E-BDC1-26274C4E98AC-htm.html> (06.07.2021)

Bau Bildung Sachsen e. V. (Hrsg.) (o. J.): Download der BAU'S MIT BIM – Modellsiedlung. Online: <https://bau-bildung.de/projekte/nationale-projekte/referenzprojekte-national/baus-mit-bim/modellsiedlung> (06.07.2021)

BIBB Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.) (o. J.): Die überbetriebliche Ausbildung modernisieren – das Sonderprogramm zur Digitalisierung in überbetrieblichen Berufsbildungsstätten. Online: <https://www.bibb.de/de/36913.php> (02.07.2021)

Hortsch, Hanno; Kersten, Steffen; Böhm, Kathrin; Hawig-Steinberg, Heike; Schindler, Jürgen (1999): Dresdner Beiträge zur Berufspädagogik Heft 12 Berufsfeldübergreifende Qualifikationen in der vollzeitschulischen Berufsausbildung – Konzept eines Schulversuchs zur Integration des Umweltschutzes. Dresden, 1999

Mahrin, Bernd (2019): Digitalisierung am Bau zwischen Entwicklung und Verdrängung. In: Becker, Matthias; Frenz, Martin; Jenewein, Klaus; Schenk, Michael (Hrsg.): Digitalisierung und Fachkräftesicherung. Herausforderung für die gewerblich-technischen Wissenschaften. Bielefeld: wbv, 261–274

Wieczorek, Michael; Bauer, Julia; Böttcher, Sven (2019): BAUS MIT BIM – Verknüpfung der Stufen-ausbildung in der Bauwirtschaft mit der Methode des Building Information Modeling. Online: <https://bau-bildung.de/projekte/nationale-projekte/referenzprojekte-national/baus-mit-bim> (02.07.2021)



DIGITALISIERT ARBEITEN UND LERNEN – INNOVATIVE ANSÄTZE UND PRAXISBEISPIELE

Überbetriebliche Bauausbildung mit digitalen Bauwerksmodellen

Vom Pilotprojekt zur bundesweiten Nutzbarkeit

Sven Böttcher, Michael Wieczorek

Datentransfer mit Baumaschinen

Informations- und Bildungsangebote zu Telematik und Steuerung von Baumaschinen

Torsten Wachenbrunner, Wolfgang Ebert, Nora-Fabienne Freytag

Digitale Assistenzsysteme für die kompetenzorientierte Ausbildung an konventionellen Dreh- und Fräsmaschinen

Ein innovativer Ansatz der Gemeinschafts-Lehrwerkstatt Arnsberg

Marvin Land, Karsten Hömann, Thomas Schröder

Social Virtual Learning in Schule und Betrieb

Thomas Hagenhofer, Rolf Wyss

Lernen und kompetent Agieren in der Metallindustrie

Chancen und Herausforderungen für den Einsatz von Augmented Reality in Lern- und Arbeitsprozessen

Mareike Menzel, Sven Schulte, Kim Wepner

Gewerke- und standortübergreifendes Lernen mit ProjectLabs und virtueller Realität

Fortschrittliche Unterweisungssituationen im Ausbauhandwerk

Harald Strating, Axel Lange

Interaktive Lernmedien zur Unterstützung der praktischen Ausbildung

Matthias Kaiser, Uwe Dziumbla

Digitale Gamebooks zur Strukturierung handlungsorientierter Lernaufgaben

Susanne Korth, Askim Bozkurt, Ulrich Goos, Christina Lange, Svenja Noichl, Volker Rexing

Spielend „leicht“ Daten erheben

Anwendung von Gamification-Ansätzen zur Erhebung von Bedarfen in branchenübergreifenden Digitalisierungsprojekten

Tanja Kranawetleitner, Heike Krebs, Marietta Menner, Diana Pistoll

Einsatz von Digital Breakouts in der Aus- und Weiterbildung

Spielendes Lernen mittels Gamification

Julia Jenzen, Anja Kirchner

ÜBERBETRIEBLICHE BAUAUSBILDUNG MIT DIGITALEN BAUWERKSMODELLEN

Vom Pilotprojekt zur bundesweiten Nutzbarkeit

Sven Böttcher, Michael Wiczorek

Die Digitalisierung beeinflusst das Bauwesen und die Vorgänge auf den Baustellen in hohem Maße. Insbesondere digitale Bauwerksinformationsmodelle sowie die darin vernetzten digitalen Geräte verändern den Informationsfluss zwischen den am Bau Beteiligten: Veränderungen in der Bauplanung und deren Auswirkungen auf andere Prozesse werden so unmittelbar für alle Beteiligten sichtbar. Die Bauausführenden nutzen die hinterlegten Informationen, um ihre Tätigkeiten fachgerecht umzusetzen und zu dokumentieren. Diese kooperative und transparente Arbeitsmethodik wird *Building Information Modeling (BIM)* genannt und setzt sich in der Baupraxis immer weiter durch. Sie anzuwenden und dabei u. a. Informationen aus digitalen Gebäudemodellen herauszufiltern und für die weitere Arbeit zu nutzen wird eine Kompetenz sein, die zukünftige Fachkräfte der Bauwirtschaft bereits in ihrer Ausbildung erwerben. Für die überbetriebliche Ausbildung müssen daher entsprechende Ausbildungskonzepte und Qualifizierungsangebote für das Ausbildungspersonal bereitgestellt werden. Das Pilotprojekt *BAU'S MIT BIM* widmete sich von 2016–2019 dieser Problemstellung in den Grundzügen. Seit 2020 werden die Ergebnisse im bundesweiten Verbundprojekt *B³AUS* weiterentwickelt.¹

Schlüsselbegriffe

- › Bauwirtschaft
- › Digitalisierung
- › Informatisierung
- › Gebäudemodell
- › ÜBS
- › Ausbildung
- › Endgeräte
- › BIM

1 Hinweise zur Förderung der Projekte *BAU'S MIT BIM* und *B³AUS* am Ende des Beitrags, vgl. auch BIBB (o. J.).

Einleitung

Im Zeitraum von Oktober 2016 bis Juni 2019 hat der Bau Bildung Sachsen e. V. das Pilotprojekt *Verknüpfung der Stufenausbildung in der Bauwirtschaft mit der Methode des Building Information Modeling – BAU'S MIT BIM* umgesetzt. Dabei ist ein methodisch-didaktisches Konzept entstanden, das die Implementierung digitaler Bauwerksinformationsmodelle zur Inszenierung handlungsorientierter Kund*innenanträge in der überbetrieblichen Bauausbildung ermöglicht. Damit einhergehend wurden ein Qualifizierungsrahmen für die Ausbilder*innen sowie die Art und der Umfang an benötigten Ausstattungsgegenständen als Bestandteil der IT-Infrastruktur eines Ausbildungszentrums konzipiert, beschafft und erprobt.

In der Transferphase der Projektergebnisse zeigten sich mehrere Herausforderungen und Fragestellungen. Zunächst wurde deutlich, dass die notwendige Qualifizierung des Ausbildungspersonals in der Projektlaufzeit erst begonnen hatte und weitergeführt werden muss. Des Weiteren war eine umfassende Nutzbarkeit der Fachmodelle noch nicht gegeben. Diese sind zwar in einer Modellsiedlung virtuell zusammengefasst dargestellt, bezogen sich in der Pilotphase aber lediglich beispielhaft auf Ausbildungsinhalte drei zweijähriger Ausbildungsberufe im Hoch-, Tief- und Ausbau. Für die breite Anwendung als methodisches Instrument für Ausbilder*innen werden die Fachmodelle aber erst nutzbar, wenn sie in Qualität und Quantität lückenlos alle Gewerke der drei Lehrjahre der in der Verordnung über die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft geregelten Berufe mit passenden Aufgaben abdecken.

Hier setzt das Verbundprojekt *BIM-basierte Bauausbildung (B³AUS)* als Verbund aus sechs Baubildungszentren² an und entwickelt seit September 2020 Lösungen für eine bundesweite Anwendbarkeit in den überbetrieblichen Berufsbildungsstätten (ÜBS) der Bauwirtschaft.

Mit der Entwicklung neuer und der Verbesserung bestehender Fachmodelle soll eine langfristige Nutzung gesichert werden. Hierfür sind Ausbilder*innen zu qualifizieren und Produktionsfirmen zu akquirieren und zu binden. Um den digitalen Zwilling aus der virtuellen Darstellung in die Werkhalle zu bringen und damit eine greifbare Brücke zwischen digitaler Vorlage und realer Umsetzung zu schlagen, gilt es, die durchgängige Datennutzung mit Hilfe von intelligenten Messsystemen in die Verwendung einzubeziehen. Die graphischen Modellinformationen in Form von Messpunkten werden dabei zum Abstecken oder für Maßhaltigkeitskontrollen in der Ausbildungshalle verwendet.

Dieser Beitrag berichtet, ausgehend von den Anfangsüberlegungen, Zielsetzungen und Ergebnissen im Pilotprojekt *BAU'S MIT BIM*, über die Erfahrungen in der Transferphase und schließt mit den Zielsetzungen und Zwischenergebnissen aus dem ersten Drittel des Verbundvorhabens *B³AUS*.

2 Die Verbundpartner im Projekt BIM-basierte Bauausbildung (B³AUS) sind Bau Bildung Sachsen e. V. (Überbetriebliches Ausbildungszentrum Dresden), Bau Bildung Sachsen-Anhalt e. V. (Überbetriebliches Ausbildungszentrum Holleben), abc Bau der Bauwirtschaft Mecklenburg-Vorpommern GmbH (Ausbildungszentrum Bau Rostock), BFW der Bauindustrie Nordrhein-Westfalen gGmbH (Ausbildungszentrum Bau Hamm), BFW der Bauindustrie Berlin-Brandenburg e. V. (Überbetriebliches Ausbildungszentrum Brandenburg an der Havel) sowie Bildungsakademie der Bauwirtschaft Baden-Württemberg gGmbH (Bildungszentrum Bau Mannheim).

Ausgangslage und Problemstellung/Aufgabenstellung

Veränderungen der baufachlichen Berufsarbeit durch Informatisierung und Digitalisierung

Im Kontext der Informatisierung und Digitalisierung der Arbeit finden Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK-Technologien) im Zusammenhang mit der Baustelle – im Sinne einer instationären und unikalenen Arbeitsumgebung – vor allem Anwendung im Bereich der Vermessung sowie der Planung und Konstruktion, der Vorstrukturierung und Kontrolle betrieblicher Abläufe sowie als Kommunikationsinstrument ihre Anwendung (vgl. Kölzer & Ranke 2014, 38ff.).

Das Building Information Modeling ist vor diesem Hintergrund als eine besonders zukunftsweisende Technologie hervorzuheben. Im BIM-Modell werden alle baubezogenen Daten beginnend mit der Planung digital erfasst, miteinander vernetzt und der gesamten Bauausführung zu Grunde gelegt. Die Informationen können in der Folge zweckbezogen sowie differenziert verarbeitet und repräsentiert werden. So können beispielsweise nicht nur die Geometrie des Bauwerkes in einem 3D-Modell dargestellt, sondern zugleich für jedes Bauelement weitere spezifische Informationen, z. B. zum Material, zu Mengen, zur Schalldurchlässigkeit, zum Brandschutz oder zu den Kosten geliefert werden. Da alle am Bau beteiligten Unternehmen auf dasselbe Datenmodell zugreifen, ist sowohl der verlustfreie Datenaustausch als auch der direkte Zugang zu allen Änderungen sichergestellt.

Möglich wird dies durch die Kombination von Geometrie-, Topologie- und Semantikmodell. Mit dem BIM-Modell ist somit ein Instrumentarium gegeben, welches die Arbeit der Planer*innen, der Ingenieur*innen sowie der Bauausführenden einschließlich der Kommunikation zwischen diesen Beteiligten verbessert, wenngleich eine vollständige Durchdringung der Baupraxis in Deutschland noch aussteht.

Anwendung der BIM-Arbeitsmethode in KMU

2018 stellten Martin und Niethammer im Rahmen von *BAU'S MIT BIM* mit der „Analyse von Arbeitsprozessen und Bestimmung des Qualifizierungsbedarfs unter der Berücksichtigung der Digitalisierung in sächsischen Bauunternehmen“ wichtige Kernaussagen heraus. Drei Jahre später kann festgestellt werden, dass die Ergebnisse der Analyse im Wesentlichen nicht an Aussagekraft und Relevanz verloren haben, denn aktuellere Untersuchungen bekräftigen die Einschätzungen und Erwartungsbilder der Befragten aus dem Jahr 2017.

Danach kann die Kernaussage, dass „*BIM [...] in den befragten Bauunternehmen bisher eine kaum angewandte Arbeitsmethode [sei, sondern] eher ein Begriff, der zwar bekannt ist, aber unterschiedlich verstanden wird*“ (Martin & Niethammer 2018, 23), in ihrem ersten Teil bekräftigt werden. Das Verständnis vom Begriff der Arbeitsmethode hat im Zuge der fortschreitenden Standardisierung und Normierungsarbeit aber an Mehrdeutigkeit verloren. Dennoch lässt sich für die ausführenden Bauunternehmen festhalten, dass es aktuell noch keine verbindliche für alle Bauunternehmen nutzbare Standardvorgehensweise zur gewinnbringenden Anwendung von BIM gibt.

Dass „*Unternehmen, die sich mit BIM befassen, [...] meist ≥ 250 Mitarbeiter [haben]*“ (ebd., 28) ist eine Aussage, deren implizierter Schwellenwert seit 2017 geschrumpft ist. Begründet in der Vielzahl

an Initiativen und Beratungsangebote für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) in Bauindustrie und Baugewerbe.

Die Aussage, dass „in mittleren und kleinen Baufirmen [...] eine weniger starke Digitalisierung erkennbar [sei] als in großen Unternehmen“ (ebd.), lässt sich mit den Erhebungen von Helmus und Meins-Becker (2018, 29) sowie Apt (2019, 41) konkretisieren. Die Verwendung von digitalen und mobilen Endgeräten zur Aufmaß-Erstellung, Stundenerfassung, Dokumentation, Mängelmanagement und Abnahme bei KMU hat zugenommen. Darauf bezugnehmend können zwei Kernaussagen zusammengefasst und aktualisiert werden, wonach die Mehrwerte einer digital gestützten Wertschöpfungskette bei der Erbringung von Bauleistungen in Arbeits- und Hilfsmitteln zur Kommunikation und Dokumentation sowie im Einsatz von Vermessungstechnologien gesehen werden (vgl. Martin & Niethammer 2018, 26f.).

Unveränderte Gültigkeit hat die Aussage, dass „in einer zukünftigen Anwendung als Arbeitsmethode [...] BIM die Facharbeiterebene [...] nicht durchdringt, jedoch werden sich einzelne Aspekte der Arbeit verändern“ (ebd., 31). Beispielsweise werden für einen transparenten und kollaborativen Bauprozess erhöhte Kommunikationsleistungen benötigt. „Das Bild des Facharbeiters mit dem Tablet in den Händen scheint [weiterhin] unrealistisch.“ (ebd., 28) Jedoch werden Assistenzsysteme auf dem Smartphone der Facharbeiter*innen die notwendigen Kommunikations- und Dokumentationsaktivitäten begleiten und unterstützen.

Ebenfalls unverändert bleibt die Aussage, dass „mit hoher Wahrscheinlichkeit [...] die Arbeitsmethode BIM den Aufgabenbereich des mittleren Baustellenmanagements erweitern [wird]“ (ebd., 31). Bis zur Etablierung einheitlicher Prozessstandards bei der Anwendung der Arbeitsmethode wird vom mittleren Baustellenmanagement ein hohes Maß an Flexibilität und Problemlösefähigkeit benötigt, um das gegenwärtige Fehlen von Best-Practice-Erfahrungen zu kompensieren bzw. ihre Schaffung zu ermöglichen (vgl. Syben 2018, 29f.).

Für weite Bereiche im Bundesgebiet hat die Aussage, dass „der bislang unzureichende Netzausbau [...] ein Problem für die Erschließung des Mehrwertes der Digitalisierung [darstellt]“ (Martin & Niethammer 2018, 22), weiter Gültigkeit. Erschwerend zeigen praxisnahe Forschungsvorhaben, dass die technologischen Lösungen zur Anwendung auf der Baustelle teilweise enorme infrastrukturelle Anforderungen stellen. In zwei Anwendungsfällen des Forschungsvorhabens DigitalTwin zur Qualitätssicherung einer baustellennahen Fertigung am Beispiel des Schweißens sowie des Monitorings von Montageprozessen mittels Echtzeit-Soll-Ist-Vergleich wurde festgestellt, dass ein praxistauglicher Einsatz den Funkstandard 5G sowie Cloud-Computing zur Verarbeitung benötigt (vgl. se commerce GmbH o. J.).

Qualifizierungsbedarfe der Bauausführenden

In ihrer Analyse von Arbeitsprozessen zeigen Martin und Niethammer (2018) einschlägige Qualifizierungsbedarfe von Facharbeiter*innen und mittlerem Baustellenmanagement auf, aus denen sich entsprechende Handlungsbedarfe für alle beruflichen Lernorte ableiten lassen. Diese können je nach Ausbildungs- und Kompetenzniveau wie folgt zusammengefasst werden:

Erforderliche Basis-Kompetenzen für digital unterstützte Arbeitsprozesse im Bausektor

Facharbeiter*innen:

- › Umgang mit Smartphones (digitale Zeiterfassung)
- › Verwendung digitaler Messtechnik (Messdaten erheben, Daten übertragen)
- › Verstehendes Lesen dreidimensionaler digitaler Pläne

Polier*innen sowie Bauleiter*innen (zusätzlich):

- › Umgang mit Tablets (Führen von Stundenzetteln oder Bautagebüchern)
- › Handhabung von BIM-Viewern (Navigieren in Plänen, herausfiltern von Informationen)
- › Kommunikation via E-Mail (mit Mitarbeiter*innen, mit Nachunternehmer*innen)
- › Erstellen digitaler Fotodokumentationen (Anfertigen und Verschlagwortung von Bildern)

Daraus abgeleitete Qualifizierungsbedarfe der Lehrenden in der beruflichen Bildung

Fachlehrkräfte an berufsbildenden Schulen:

- › analog zu den Qualifizierungsbedarfen der Facharbeiter*innen
- › sicherer Umgang mit digitalen Medien
- › Erstellen digitaler Medien
- › Handhabung von Endgeräten wie Tablets und interaktiven Monitoren

Ausbildende an überbetrieblichen Ausbildungszentren:

- › analog zu den Qualifizierungsbedarfen der Polier*innen und Bauleiter*innen
- › insbesondere vertiefte Kenntnisse zur Arbeit mit dreidimensionalen Gebäudemodellen
- › sicherer Umgang mit digitalen Medien
- › Erstellen digitaler Medien
- › Handhabung von Endgeräten wie Tablets und interaktiven Monitoren
- › Erstellen digitaler Fotodokumentationen (Anfertigen und Verschlagwortung von Bildern)

Endgeräte als Lern- und Arbeitsmittel begreifen

Keine andere Entwicklung (de-)formiert und forciert unseren Alltag so wie die Digitalisierung. Mit dem Smartphone auf dem Weg zur Arbeit, dem Computer am Arbeitsplatz und dem Tablet auf der Couch. Mit dem Internet verbundene Endgeräte sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken – genauso wenig wie die auf diesen Geräten ausgeführten Programmanwendungen, welche bei der Arbeit und Freizeit unsere Problemlösung oder Zerstreuung mitgestalten. In allem wird deutlich: Digitale Endgeräte sind Werkzeuge bzw. Werkzeugkästen, welche wir nach unseren Bedürfnissen und Anforderungen ergänzen und damit entweder zum Arbeitsgerät oder Unterhaltungsgerät werden lassen.

In der beruflichen Erstausbildung der Bauberufe ist es in Anbetracht der Entwicklungen in der fachlichen Berufsarbeit umso wichtiger, die angehenden Facharbeiter*innen bei ihrem Verständnis von digitalen Endgeräten abzuholen. Bei den Auszubildenden sind, ausgehend vom Verständnis des Unterhaltungsgerätes, das Bewusstsein und die Befähigung zu entwickeln, diese Endgeräte auch als Arbeitsmittel zu begreifen und einzusetzen. Zwei Instrumentarien der BIM-Arbeitsmethode, das Bauwerksinformationsmodell und der BIM-Viewer, bilden hierfür die Einstiegspunkte.

Anschaulichkeit und Repräsentation von Arbeitswirklichkeit, Produkten und Konstruktionen

Mit der zielführenden Nutzung von digitalen Endgeräten, wie Touchmonitor und Tablet, kann mit dem Einsatz neuer Medien (z. B. Bauwerksmodelle) und branchentypischer Programmanwendungen (z. B. BIM-Viewer) ein wesentliches Problem berufsbezogener Bildungsgestaltung angegangen werden. Denn die Darstellung und Simulation von Arbeitsaufgaben und -situationen in der Baubranche ist aufwändig. Es handelt sich um spezifische, meist komplexe, gewerkeübergreifende Situationen, deren Charakteristik durch das gesamte Baufeld bestimmt wird. Solche Situationen werden in der Realität durch die Fachkräfte ganzheitlich – meist visuell – wahrgenommen und durch die schnelle Erfassung von bedeutsamen und nicht bedeutsamen Merkmalen auch vereinfacht. Eine Darstellung derartiger Situationen durch Ausbildungspersonal mittels Bildern und Texten führt zu stark veränderten externen Repräsentationen, in denen Auszubildende oder auch Fachkräfte ihre Arbeitswirklichkeit nicht oder nur schwer wiedererkennen (vgl. Schulz von Thun 1981, 44–45). Bei der Vorstellung einer Baustellensituation verlangt die Entwicklung einer internen Repräsentation bzw. eines mentalen Modells durch die Auszubildenden jedoch zusätzliche kognitive Verarbeitungs- und Verstehensprozesse.

Demnach sind realitätsnahe Repräsentationsformen nötig, die an den Gewohnheiten der Fachkräfte anknüpfen und den Zugang zur simulierten Arbeitswelt und letztendlich die Auseinandersetzung mit den Arbeitsaufgaben und -situationen unterstützen. Diese Steigerung des Technologieeinsatzes setzt neue, positive Impulse bei der Wahrnehmung der Bauberufe. Gegenwärtig stehen Bauhandwerk und -industrie unter den Bedingungen von Demografie, Fachkräftemangel und Auftragslage mit anderen Branchen im starken Wettbewerb um Fachkräfte. Untersuchungen zur Qualität der Arbeit, Beschäftigung und Beschäftigungsfähigkeit zeigen, dass wichtige Gestaltungsoptionen zur Aufwertung von Bauberufen und zur technologie- und innovationsbezogenen Imageverbesserung in der zunehmenden Nutzung von digitalen (Assistenz-)Technologien liegen (vgl. Apt 2019, 59f.).

Vom Gebäudemodell zum Fachmodell

Die an einem 3D-Gebäudemodell hinterlegten Zusatzinformationen sind so detailliert und differenziert, dass neben dem realitätsgetreuen Volumenmodell auch Mengen, Ausstattung, Materialien, Hersteller und Personaleinsatz auswertbar sind und über die Verknüpfung mit dem Faktor Zeit eine Bauablaufplanung anhand des Zusammenhangs zwischen Arbeitsschritten und deren Dauer modellbasiert abgebildet werden kann. Diese Bauwerksinformationsmodelle werden als 4D-Modell bezeichnet. Im Verlauf der Projektarbeit und speziell bei der Modellierung von Bauwerksinformationsmodellen zum Einsatz in der überbetrieblichen Ausbildung wurde deutlich, dass mehrere Annahmen ihrer Zeit voraus waren. Beispielsweise werden *4D-Modelle* zwar entwickelt und eingesetzt, sie sind aber als Insellösungen zu verstehen. Denn bei ihrer Entwicklung und Anwendung werden

beispielsweise nur bestimmte Autoren- sowie Schnittstellensoftware zur Informationsanreicherung, deren natives Dateiformat und eine kompatible Auswertungssoftware verwendet. Im Vorfeld des Bauprozesses hat in der Regel eine Verständigung über die zu verwendende Autoren- sowie Auswertungssoftware zwischen Bauherrschaft, Planung und Ausführung stattgefunden. Dieses Vorgehen liegt an der eingeschränkten Verwend- und Verfügbarkeit offener Datei-Formate, wie beispielsweise Industrie Foundation Classes (IFC). Dieser Standard ist entlang seines Standardisierungsprozesses nur für den Hoch- und Ausbau nutzbar, denn die Standardisierung für IFC Road im Tiefbau dauert bisweilen noch an. Im Ergebnis für die überbetriebliche Bauausbildung führt dies zu Fachmodellen, welche vor allem auf grafischen Informationen basieren und deren nichtgrafische Informationen reduziert werden, um für die Verwendung als erkenntnisunterstützendes Mittel besser einsetzbar zu sein.

Der Modellierungs- bzw. Modellentwicklungsansatz, wonach die Fachmodelle uneingeschränkt auf bestehenden Arbeitsaufgaben basieren und somit nur das reine handwerkliche Bauprodukt einer Arbeitsaufgabe repräsentieren, hat sich in der Nachnutzung und Transferphase als weniger nachhaltig herausgestellt. Gleichzeitig war die Eingliederung der Bauprodukte in die Gebäudemodelle Dritter, das heißt die Dekonstruktion der Gebäudemodelle und Rekonstruktion dieser mit eingepassten Fachmodellen, kompromissbehaftet. Die eingepassten Fachmodelle wirken im Detail aufgesetzt und bilden mit dem Gebäudemodell keine Einheit. Zusätzlich sind die Gebäudemodelle sowie das Geländemodell nicht frei von Fehlern und Ungenauigkeiten. Diese Umstände führen bei den Zielgruppen der Auszubildenden und Auszubildenden zu Herausforderungen bei der Nutzung der Modellsiedlung. So muss die konstruktive Einordnung der zu thematisierenden Bauteile mit der Inszenierung der Arbeitssituation durch die Ausbilder*innen zunächst aufgelöst und für die Umsetzung in der Ausbildungshalle auf einen geeigneten Maßstab gebracht werden. Dabei steigt der Aufwand mit der Zahl der vorhandenen Fachmodelle in einem Gebäudemodell bzw. mit der Anzahl der Gebäudemodelle im Gesamtmodell, da zum Herausstellen die benötigten Modelle von den nicht benötigten Modellen separiert werden müssen. Diese Separierung geschieht durch Filterung im Auswertungs- und Betrachtungstool und muss für jedes Fachmodell individuell vorgenommen werden.

Bedeutung von BIM-Viewer-Anwendungen

Bisher wurde auf Basis der ganzheitlichen BIM-Arbeitsmethode ein digitales Gebäudemodell als universelle Repräsentationsform entwickelt und eingeführt. Die Einführung und Erprobung erfolgte in den drei zweijährigen Bauhauptberufen Hochbaufacharbeiter*in Schwerpunkt Maurerarbeiten, Tiefbaufacharbeiter*in Schwerpunkt Straßenbauarbeiten und Ausbaufacharbeiter*in Schwerpunkt Zimmererarbeiten.

Im Gebäudemodell sind Baugruppen und Bauteile strukturiert hinterlegt. Mit diesem können berufliche Lern- und Arbeitsaufgaben, die der Gestaltung des konkreten Ausbildungsprozesses in der überbetrieblichen Ausbildung zugrunde gelegt sind, modellbasiert inszeniert werden. Für die Betrachtung und Auswertung des Gebäudemodells wurde nach einem Auswahlprozess mit dem BIM-Viewer Trimble Connect eine branchentypische und plattformübergreifende Anwendung gefunden und eingesetzt, welche die zur Inszenierung und Aufgabenbearbeitung benötigten

Funktionen beinhaltet. Erst dieses zentrale Element ermöglicht die Nutzung der Gebäudemodelle aus der Modellsiedlung. Über den BIM-Viewer wird es möglich, die Fachmodelle zu betrachten und ihre Eigenschaften auszuwerten. Zusätzlich können die Fachmodelle innerhalb der BIM-Viewer-Anwendung mit weiteren Medien (Aufgabenstellungen, Arbeitsblätter, Ausführungshinweise usw.) zu modellbasierten Arbeitsaufgaben verknüpft werden.

Ziele und Erwartungen im Vorhaben *B³AUS*

Auch wenn der Großteil der Tätigkeiten der Baufacharbeiter*innen stets haptischer Natur sein werden, so wird nicht nur eine Wissensgrundlage für den Aufstieg in höhere Positionen, z. B. zum* zur Vorarbeiter*in oder Meister*in, geschaffen, sondern auch die Basis, BIM als neue Arbeitsmethode in die Masse der Bauunternehmen zu tragen. Mit Blick auf die vorhandenen Erkenntnisse und Erfahrungen lauten die Anforderungen an das Verbundprojekt *B³AUS*:

1. Die Modellentwicklung ist umfassender zu planen.
 - › Ausbilder*innen stellen Nutzungsanforderungen auf Grundlage der Einsatzziele des Bauwerksmodells auf und
 - › formulieren daraus Modelleigenschaften, welche die Modellierer*innen bei der Erstellung berücksichtigen.
2. Komplexe, hochdetaillierte Fachmodelle bzw. Fachmodellgruppen sollen modelliert werden.
 - › Sie sind besser geeignet als Modellansammlungen, denn wenig detaillierte Fachmodelle bieten zu wenig Substanz, um die Möglichkeiten der dreidimensionalen Darstellung auszunutzen und
 - › Fachmodelle als Teil des digitalen Abbildes eines Gebäudes, Bauwerks oder einer Infrastruktureinrichtung müssen einen nachvollziehbaren bautechnischen Zusammenhang zu angrenzenden Modellelementen oder Bauteilen aufzeigen.
3. Auswertbare, nichtgrafische Informationen als Teil der Modelleigenschaften sollen einen klaren Bezug zu Arbeitssituationen oder Arbeitsaufgaben haben.

Deren Bearbeitung wird von den sechs Verbundpartnern arbeitsteilig umgesetzt, dabei sind jedem Partner bestimmte Berufe zugeordnet (Abbildung 1).

BAU Bildung Sachsen e. V. ÜAZ Dresden	BAU Bildung Sachsen-Anhalt e. V. ÜAZ Holleben	abc Bau M-V GmbH	Berufsförderungs- werk der Bauindustrie NRW gGmbH ABZ Hamm	Berufsförderungs- werk der Bau- industrie Berlin- Brandenburg e.V. ÜAZ Brandenburg	Bildungsakademie der Bauwirtschaft Baden-Württem- berg gGmbH BZ Bau Mannheim
Erstellung von modellbasierten Arbeitsaufgaben für alle 19 Bauhauptberufe					
Qualifizierung des Ausbildungspersonals: Bauhandwerksinformationsmodelle beschreiben und nutzen, baustellenrelevante BIM-basierte Arbeitsmittel einsetzen, handlungsorientierte BIM-basierte Arbeitsaufgaben entwickeln und erproben					
Zimmerer*in Estrichleger*in Rohleitungs- bauer*in Ausbau-Fach- arbeiter*in	Stuckateur*in Wärme-, Kälte- und Schallschutz- isolierer*in Gleisbauer*in	Fliesen-, Platten- und Mosaikleger*in Trockenbau- monteur*in Tiefbau- facharbeiter*in	Bauwerks- mechaniker*in Feuerungs- und Schorn- steinbauer*in Kanalbauer*in	Straßen- bauer*in Brunnen- bauer*in Spezialtief- bauer*in	Mauer*in Beton- und Stahlbeton- bauer*in Hochbau- fachar- beiter*in

Abbildung 1: B³AUS Verbundpartner mit Zuständigkeitsverteilung (Quelle: eigene Darstellung)

Im Projektverlauf sollen alle Verbundpartner und ihre Fachauszubildenden darin eingewiesen werden, wie sie digitale Bauwerksmodelle als erkenntnisunterstützendes Mittel in der überbetrieblichen Bauausbildung zielführend einsetzen können. Aufbauend auf den Ergebnissen und Erkenntnissen des Projektes *BAU'S MIT BIM* legen die Fachauszubildenden gemeinsam fest, wie die Arbeitsmethode BIM in der überbetrieblichen Ausbildung niederschwellig implementiert werden kann. Sie formulieren Anforderungen und Umfang geeigneter Bauwerksinformationsmodelle für die Bereiche Hoch-, Tief- und Ausbau.

Die sechs Verbundpartner entwickeln problemorientierte Arbeitsaufgaben nach dem Prinzip der vollständigen Handlung für alle 19 Bauhauptberufe. An diesen soll das Sach- und Handlungswissen zum Einsatz von und zum Umgang mit baustellenrelevanten BIM-basierten Arbeitsmitteln lernhaltig vermittelt werden. Diese Arbeitsaufgaben sind mindestens modellbasiert, das heißt, sie sind über den BIM-Viewer mit einem Bauwerksinformationsmodell und allen für die Umsetzung des impliziten Planungs- und Herstellungsauftrages benötigten Informationen verknüpft. Zusätzlich thematisiert die Bearbeitung der Arbeitsaufgabe noch jeweils eins von drei weiteren Arbeitsmitteln:

- › Common Data Environment (CDE) als gemeinsam genutzte Datenumgebung zur Informationsablage, -bereitstellung und -gewinnung oder
- › Intelligente bauwerksmodellverknüpfte Messsysteme am Beispiel einer Robotik Totalstation für Abstecken, Aufmaß und Maßkontrollen (Soll-Ist-Vergleich) oder
- › Baufortschrittsdokumentation/-kommunikation am Beispiel eines webbasierten Bautagebuches bzw. Tätigkeitsnachweises.

Zielgruppe

Das Verbundprojekt *BIM-basierte Bauausbildung (B³AUS)* hat zwei Zielgruppen. Die Zielgruppe der Auszubildenden wurde im Vergleich zum Pilotprojekt *BAU'S MIT BIM* von den drei zweijährigen Ausbildungsberufen Tiefbaufacharbeiter*in Schwerpunkt Straßenbauarbeiten, Hochbaufacharbeiter*in Schwerpunkt Maurerarbeiten und Ausbaufacharbeiter*in Schwerpunkt Zimmererarbeiten auf die 19 Bauhauptberufe erweitert.

Für die Entwicklung der notwendigen Fachmodelle und dazugehörigen Arbeitsaufgaben wird qualifiziertes Ausbildungspersonal, die zweite Zielgruppe, benötigt. Diese erlangt ein grundlegendes Verständnis von Einsatzzwecken und Handhabung BIM-basierter Arbeits- und Lerngegenstände. Dabei werden die Ausbilder*innen in die Lage versetzt, den Zugang für die Auszubildenden zum jeweiligen Aneignungsgegenstand herzustellen und dessen Erschließung entlang der Lernhandlung zu begleiten. Dazu nutzt das Ausbildungspersonal ein geeignetes Lehr- und Lern-Konzept einschließlich danach entwickelter handlungsorientierter modellbasierter Lern-, Arbeits- und Gestaltungsaufgaben.

In der Projektlaufzeit wird zunächst das Ausbildungspersonal der Verbundpartner qualifiziert. Entlang dieses Qualifizierungsprozesses wird die im Vorlaufprojekt entwickelte Ausbilder*innen-Qualifizierung zum Einsatz von digitalen Bauwerksmodellen in der überbetrieblichen Ausbildung weiterentwickelt. Die Ausbilder*innen werden befähigt, die Anforderungen an digitale Bauwerksmodelle, welche am überbetrieblichen Lernort eingesetzt werden sollen, zu definieren und so zu beschreiben, dass die Modellierung durch Dienstleister*innen umgesetzt werden kann. Damit wird die Ausbilder*innen-Qualifizierung um einen weiteren Baustein ergänzt. Fortan soll daraus ein ganzheitliches Qualifizierungsangebot entstehen, dass sich an alle Ausbilder*innen in Bau-ÜBS im Bundesgebiet wendet.

Didaktisches und methodisches Konzept

Perspektive der Auszubildenden

Die Darbietung der an die Auszubildenden gestellten Arbeitsaufgabe erfolgt nicht mehr ausschließlich mündlich, schriftlich erzählend oder abstrakt als Handskizze in Papierform und damit losgelöst von einem bautechnischen Zusammenhang. Modellbasierte Arbeitsaufgaben haben einen konkreten Bauteil- und/oder Baugruppenbezug. Damit ist der Aneignungsgegenstand verortet und wird anschaulich, denn das Fachmodell liefert eine dreidimensionale Darstellung des jeweiligen Bauvorhabens inklusive Teildarstellungen eines Bauabschnittes oder einzelner Bauelemente. Dies ermöglicht eine direkte, situierte und leichter zugängliche Anknüpfung von konkret inszenierten Lern- und Arbeitsaufgaben, womit ein niedrigschwelliger Zugang zu einem zentralen Arbeitsmittel der zukunftsweisenden „ganzheitlichen Arbeitsmethode“ BIM (Opitz & Scherer 2014, 15) in der überbetrieblichen Ausbildung (ÜBA) entsteht. Über einen interaktiven Touchmonitor wird die Modellsiedlung dargestellt und die bauteilgebundenen Arbeitsaufgaben werden auf Tablets den Auszubildenden angezeigt. Für die Bearbeitung enthalten die übermittelten Arbeitsaufgaben Dokumente zur Auftragsanalyse und planvollen Vorbereitung sowie ggf. Zusatzinformationen.

Zu Beginn inszenieren die Ausbilder*innen in der BIM-Viewer-Anwendung die Lern- und Arbeitsaufgaben als Einstieg für die Auszubildenden anhand erstellter Ansichten (Abb. 2). Dabei heben sie die relevanten Bauteile/-elemente des Modells im Viewer hervor, erläutern den Kund*innenbeziehungsweise Arbeitsauftrag, verweisen auf etwaige Zusatzinformationen und stellen diese den Auszubildenden zur Aufgabenbearbeitung digital zur Verfügung. Die dem Arbeitsauftrag angehängten Dokumente werden von den Auszubildenden an ihren Tablets entlang der Auftragsanalyse und Planung bearbeitet (Abbildung 3)

Die weiterhin im Mittelpunkt stehende bauhandwerkliche Herstellung des Bauteils oder der Baugruppe erfolgt auf der Grundlage der bereitgestellten Daten und auf Grundlage der Werte und Beschreibungen, die über den BIM-Viewer beispielsweise durch Messen am virtuellen Modell verfügbar sind (Abbildung 4). Nach der Realisierung des Bauprodukts werden ein Soll-Ist-Vergleich mit dem Modell durchgeführt, Abweichungen zwischen Ausbilder*innen und Auszubildenden besprochen, dokumentiert sowie im Gesamtergebnis bewertet (Abbildung 5).

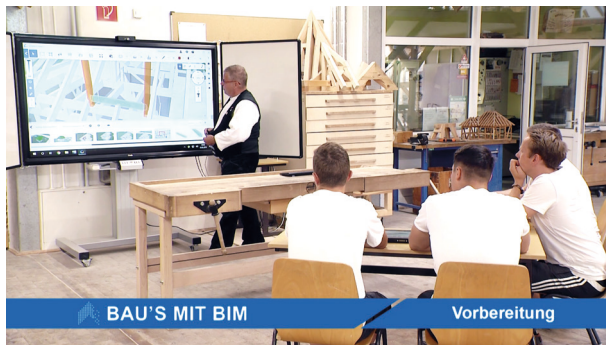


Abbildung 2: Inszenierung am Fachmodell mit Ansichten (Quelle: Bau Bildung Sachsen e. V.)



Abbildung 3: Bearbeiten von Dokumenten zur Auftragsanalyse und -planung (Quelle: Bau Bildung Sachsen e. V.)



BAU'S MIT BIM

Durchführung

Abbildung 4: Tablet gestützte bauhandwerkliche Realisierung (Quelle: Bau Bildung Sachsen e. V.)



BAU'S MIT BIM

Auswertung

Abbildung 5: Soll-Ist-Vergleich und Dokumentation der bauhandwerklichen Leistung (Quelle: Bau Bildung Sachsen e. V.)

Herausforderungen für Ausbilder*innen

Der Ersteinsatz der beschriebenen digitalen Medien in den etablierten Lehr- und Lernprozessen der ÜBA stellt für das pädagogische Personal nicht nur einen Wandel in der Lehr- und Lernkultur dar, sondern bricht mit ihrer gewohnten Arbeitswelt. Um mit bestehenden Aufgaben eine modellbasierte Inszenierung zu gestalten, ist ihre Überarbeitung notwendig, zunächst mit besonderem Blick auf den Einstieg. Das in der Aufgabe thematisierte Bauteil, beispielsweise eine Wand, muss im digitalen Bauwerksmodell herausgestellt (Abbildung 6) und so für die Lernenden zugänglich gemacht werden. Informationen, die vorher lehrgangsbegleitend oder klassisch im Frontalunterricht an die Auszubildenden gegeben wurden, erfordern in der modellbasierten Arbeitsweise eine vorangestellte Organisation in der BIM-Viewer-Umgebung und Verknüpfung mit dem Modell.

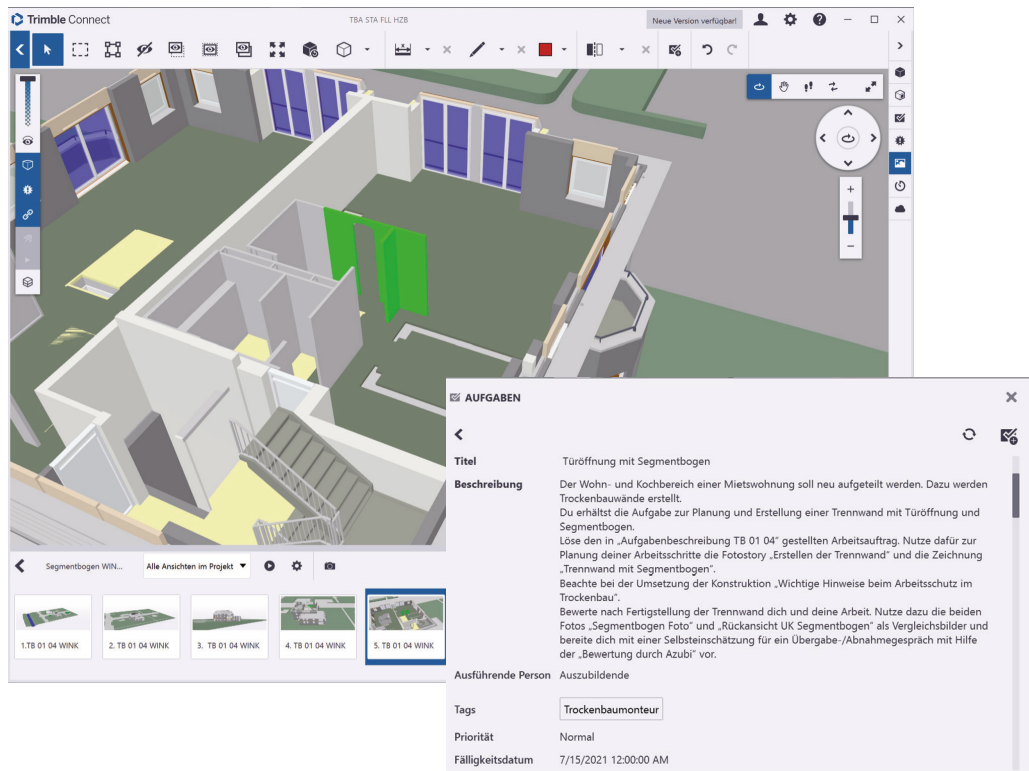


Abbildung 6: Bauteilverknüpfte modellbasierte Arbeitsaufgabe im Trockenbau (Quelle: Screenshot aus Trimble Connect)

Nur über dessen Anschaulichkeit lassen sich das baufachliche Sachwissen mit dem bauhandwerklichen Wissen für die Auszubildenden in Zusammenhang bringen. Die Erreichung dieses Zieles erfordert vom Ausbildungspersonal den zielführenden Einsatz von digitalen Hilfsmitteln und entsprechend sicheren Umgang damit.

Realisierung

Bestehende Hemmnisse

In den Analyseergebnissen (Martin & Niethammer 2018, 29) zeigt sich, dass bei den befragten Ausbildungsbetrieben wegen der guten Auftragslage nur wenige Bestrebungen unternommen werden, sich im Unternehmen mit Digitalisierung im Allgemeinen und der BIM-Arbeitsmethode im Speziellen zu befassen. Dass die Nutzung digitaler Technologien bzw. die Anwendung von Medienkompetenz in den aktuellen Prüfungsaufgaben keine Rolle spielen, ist ebenfalls ein Hemmnis. Das Ausbildungspersonal sieht sich dem Dilemma ausgesetzt, dass auf der einen Seite die Ausbildungszeit für die Thematisierung und den Einsatz von digitalen Technologien im Arbeitsweltkontext gefördert und gefordert wird, andererseits auf Prüfungen vorzubereiten ist, welche diesen Aspekt der Arbeitswelt gegenwärtig nicht widerspiegeln.

Lernortkooperationen

Die Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen den Lernorten Berufsschule, Betrieb und überbetriebliches Ausbildungszentrum in der Berufsausbildung der Bauwirtschaft durch eine technische und operative Schnittstelle wird angestrebt. Der Einsatz des BIM-Viewers kann durch die Möglichkeit der orts- und zeitunabhängigen Betrachtung und Auswertung der Fachmodelle ein erster Schritt sein zu einem Instrumentarium, dass auf Grundlage einer inhaltlichen Koordinierung an den Fachmodellen die geforderte Kooperation (vgl. Rahmenlehrpläne für die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft 1999, 2f.) ermöglichen kann. Allerdings existiert ein Zielgruppenproblem, wie bei einer Präsentation und Anwendung vor Vertreter*innen der sächsischen Fachbereichslehrenden für Bautechnik an berufsbildenden Schulen deutlich wurde. Eine Berufsschulklasse ist in ihrer Zusammensetzung oft sehr heterogen. Auszubildende kommen z. B. aus Betrieben, die entweder der Bauindustrie und damit einer Industrie- und Handelskammer (IHK) oder dem Bauhandwerk und damit einer Handwerkskammer (HWK) zugehörig sind. Diese bilden noch häufig in unterschiedlichen ÜBS aus. Damit hat die Zuordnung häufig einen direkten Einfluss auf den besuchten überbetrieblichen Lernort. Gleichzeitig sind die im Klassenverbund vertretenen Bauberufe unterschiedlich. Die angestrebte Lernortkooperation durch Weiterlernen am Bauteilmodell in der Berufsschule funktioniert damit nur für den Teil der Berufsschulklasse, welcher in einer Bau-ÜBS Kontakt mit dem Bauteilmodell hatte. Der fehlende Zugang für alle anderen Lernenden im Klassenverbund muss von den Lehrenden aufgearbeitet und überwunden werden. Kann dieser Zugang für alle überbetrieblichen Lernorte als gegeben vorausgesetzt werden, erkennen die Fachbereichsvertreter*innen die Mehrwerte für Lernende, beginnend beim Wiedererkennungswert, über die Aufgabenvor- und -nachbereitung als Teil der Lernhandlung sowie die Möglichkeit, Theorie- und Praxiswissen durch modellbasierte Arbeitsaufgaben zu verknüpfen. Aus Sicht der Ausbildungsbetriebe ist eine Nutzung der Methode möglich. Allerdings nutzt der Großteil der Betriebe bislang kaum digitale Endgeräte auf der Baustelle oder ist derzeit nicht gewillt, diese den Auszubildenden zur Verfügung zu stellen. Dass sich dies ändern kann, zeigt das Beispiel der Bau-ÜBS in Rostrup. Hier wird von allen Auszubildenden gefordert, dass sie ein Tablet zur Ausbildung mitbringen (vgl. Bildungs- und Tagungszentren der Bauwirtschaft o. J.). Dieses kann auch in der Berufsschule und auf der Baustelle genutzt werden.

Technische Anforderungen für die Ausbildungsstätten

Für die Umsetzung in der Ausbildungshalle am Standort ist eine Grundausstattung an technischen Endgeräten sowie Programmanwendungen erforderlich, die mittels einer Netzwerkinfrastruktur eine Verbindung miteinander, mindestens jedoch den Zugang zum Internet benötigen. Hierzu zählen ein interaktiver Touchmonitor in der Ausbildungshalle oder im zugeordneten Schulungsraum und eine PC-Workstation für das Ausbildungspersonal sowie Tablet-PCs für die Auszubildenden. Des Weiteren empfiehlt sich der Betrieb eines WLAN-Accesspoints und eines Tablet-Ladewagens zur Aufbewahrung. Je nach Anzahl der eingesetzten Tablets ist auch eine Software zur Verwaltung der Endgeräte hilfreich, weil Updates oder auch die Installation von Softwareanwendungen zeitsparend auf einer Vielzahl von Geräten vorgenommen werden können.

Über den Touchmonitor werden die Fachmodelle dargestellt, welche auf der Workstation grafisch berechnet werden. Die Bereitstellung und der Abruf der Aufgabenstellung zur Bearbeitung erfolgen auf den Tablet-Endgeräten der Auszubildenden. Dort läuft ebenfalls die BIM-Viewer-Anwendung

und zeigt den gestellten Arbeitsauftrag bauteilgebunden und adressatenbezogen an. Die Ausbilder*innen erhalten so die Möglichkeit, Auszubildenden, die mehr Unterstützung in Form von Kontextinformationen benötigen, diese direkt auf ihre Tablets zu senden. Der Informationskanal wird umgekehrt von den Auszubildenden für die Dokumentation ihrer Arbeitsergebnisse und zur Ergebnissicherung genutzt: Die am Tablet produzierten Fotos vom Bauprodukt als Dokumentationsnachweis sowie bearbeitete Dokumente werden von den Auszubildenden durch Verlinkung am Bauteil verortet oder an den*die Ausbilder*in zurückgesendet.

Qualifizierungsangebot für das Ausbildungspersonal

Im Projektverlauf hat sich gezeigt, dass das Ausbildungspersonal so nah und konkret wie möglich an der zum Einsatz kommenden Hard- und Software sowie am geplanten didaktisch-methodischen Konzept geschult werden sollte. Das spricht die Auszubildenden mehr an als eine allgemein gehaltene Schulung zu digitalen Themen.

Anfänglich erfolgt die Qualifizierung des Ausbildungspersonals in einem betreuten Lern-Szenario als Präsenzveranstaltung. Sie besteht im Wesentlichen aus drei Teilen und beginnt mit einem kurzen Impulsvortrag zur BIM-Arbeitsmethode und den bereits etablierten und in Zukunft zu erwartenden Veränderungen für den Baustellenalltag. Der zweite Teil konzentriert sich auf die Vorstellung der notwendigen Hard- und Software, wobei die digitalen Endgeräte für Auszubildende und Auszubildende im Hinblick auf Eigenschaften, Inbetriebnahme, Pflege und technisches Betreuungskonzept ausführlich besprochen werden. Mit dem Ziel, dem Ausbildungspersonal von Beginn an Sicherheit zu vermitteln, werden Ansprechpersonen sowie Zuständigkeiten für die technischen Rahmenbedingungen festgelegt. An dritter Stelle werden die Modellsiedlung sowie die Viewer-Software vorgestellt. Ausgehend von einem anschaulichen Nutzungsszenario, das die Möglichkeiten von Modell, Viewer sowie Endgeräten für das Ausbildungspersonal aufzeigt, wird das betreute Lern-Szenario gestartet. Schrittweise werden so die notwendigen Funktionalitäten erschlossen. Das erworbene theoretische Wissen wird durch die Teilnehmenden in der Konzeption und Präsentation praktischer Anwendungsaufgaben individuell reflektiert, damit vertieft und verfügbar gemacht.

Für die Nachbereitung und Schließung punktueller Wissenslücken steht ein Leitfaden zur Verfügung. Er unterstützt auch die Selbstlernphasen, welche direkt in der Benutzungsumgebung des BIM-Viewers per BCF initialisiert und tutoriell betreut werden können. Dadurch sollen Hemmschwellen zum Einsatz multimedialer Lehrinhalte gesenkt und eine nachhaltige Auseinandersetzung mit den medialen Darstellungsoptionen der Modellsiedlung unter Zuhilfenahme des BIM-Viewers erreicht werden.

Im Rahmen der Anwendungsaufgaben lernt das Ausbildungspersonal die in der Schulung vermittelten mediendidaktischen Modelle und Technologien (BIM) in ihrer Ausbildungstätigkeit anzuwenden. Beispielsweise erproben sie den Einsatz der BIM-Anwendung zur Inszenierung einer handlungsorientierten problemhaltigen Arbeitsaufgabe, stellen diese ihren Kolleg*innen vor und reflektieren diese im Anschluss. Diese temporäre Qualifizierung unter idealen technischen Bedingungen erzeugt jedoch keine belastbaren Qualifizierungsergebnisse, wenn wenige Tage nach der Teilnahme ein Großteil des Wissens bereits wieder verloren geht. Deshalb sind anwendungsorientiertere Qualifizierungsgrundlagen mit Wiederholungssequenzen notwendig.

Weiterentwicklung des Qualifizierungskonzeptes

Durch die Schaffung einer standortvergleichbaren IT-Infrastruktur, welche das Mindestmaß der im Projekt beschriebenen Ausstattung widerspiegelt, kann eine fortlaufende Qualifizierung realisiert werden. Dazu wurde das Qualifizierungskonzept organisatorisch und inhaltlich wie folgt angepasst:

1. Die temporäre Qualifizierung wurde durch eine wöchentlich stattfindende Veranstaltung ersetzt.
2. Der BIM-Viewer-Leitfaden wurde um Praxisbeispiele erweitert.
3. Eine Musteraufgabe mit detailliertem Fachmodell wurde als Anschauungshilfe bereitgestellt.
4. Mit kleinen übersichtlichen Beispielen zur modellbasierten Inszenierung im BIM-Viewer wurde ein anwendungsorientierter Einstieg für alle Ausbilder*innen geschaffen.

So entstand die wöchentlich stattfindende, standortübergreifende digitale Stunde für die Auszubildenden der ÜBS des Bau Bildung Sachsen e. V. und des Bau Bildung Sachsen-Anhalt e. V. Hierzu verbindet sich der Dozent über eine Konferenzsoftware mit den Ausbilder*innen an den Standorten. Diese sitzen vor ihren Endgeräten und erhalten über eine Bildschirmübertragung beim ersten Termin eine kurze Präsentation zu einer konkreten Viewer-Funktionalität, eine Demonstration mit Schritt-für-Schritt-Anleitung sowie didaktische Hinweise für den methodischen Einsatz in der Werkhalle. Beim zweiten Termin werden die Anwendung der kennengelernten Funktionen geübt und Anwendungsprobleme besprochen. Somit wird ein Wechselspiel zwischen Demonstration und Übung erreicht, entlang dessen etappenweise neue Themen bzw. Viewer-Funktionalitäten behandelt werden. Unterlagen, Aufgaben und gekürzte Videoaufzeichnungen zu jeder digitalen Stunde werden den Ausbilder*innen über einen Austauschordner als Nachschlagewerk bereitgestellt.

Beschreibung von Bauwerksinformationsmodellen für die überbetriebliche Ausbildung

Digitale Bauwerksmodelle für den Einsatz in der überbetrieblichen Ausbildung benötigen eine ausreichende Detaillierung der 3D-Geometrie und der nicht-grafischen Informationen, um die Vermittlung der baufachlichen Inhalte und die bauhandwerkliche Umsetzung im Sinne einer Bauanleitung und damit die normgerechte Ausführung widerzuspiegeln. In der Praxis werden solche Bauwerksmodelle bei Anwendung der BIM-Arbeitsmethode nicht per se entwickelt und eingesetzt. Oftmals sind die durch die Auftraggeber*innen bzw. Nutzer*innen festgelegten Einsatzanforderungen entscheidend, welchen das Modell entlang des Bauprozesses genügen soll. Diese pragmatische Herangehensweise übertragen auf die Entwicklung eines Bauwerksmodells als Lehrmittel setzt eine strukturierte Auseinandersetzung der Lehrenden mit den Nutzungsmöglichkeiten eines Modells, gespiegelt an den zu vermittelnden Lerninhalten, voraus. Um möglichst nah an den zu vermittelnden fachlichen und handwerklichen Inhalten zu bleiben, werden die bestehenden analogen Arbeitsaufgaben dekonstruiert. Danach werden die einzelnen Vermittlungsschwerpunkte stückweise anhand der verfolgten Lernziele und der dafür verwendeten didaktischen und methodischen Mittel hinterfragt.

Ein Fachmodell in seiner Anwendung als Repräsentation des Bau-Soll bildet den erwarteten Endzustand einer Bauleistung ab. Der Einsatz solcher Fachmodelle erfolgt in der Unterweisung und Übung von Auftragsanalyse und -planung. Sie können auch lernhandlungsbegleitend eingesetzt werden, um die Teilergebnisse bei der Durchführung bzw. Herstellung im Soll-Ist-Vergleich zu kont-

rollieren (Abbildung 7). In jedem Fall setzen diese Fachmodelle einen hohen planerischen Aufwand bei ihrer Beschreibung voraus und sind entsprechend aufwendig zu modellieren.

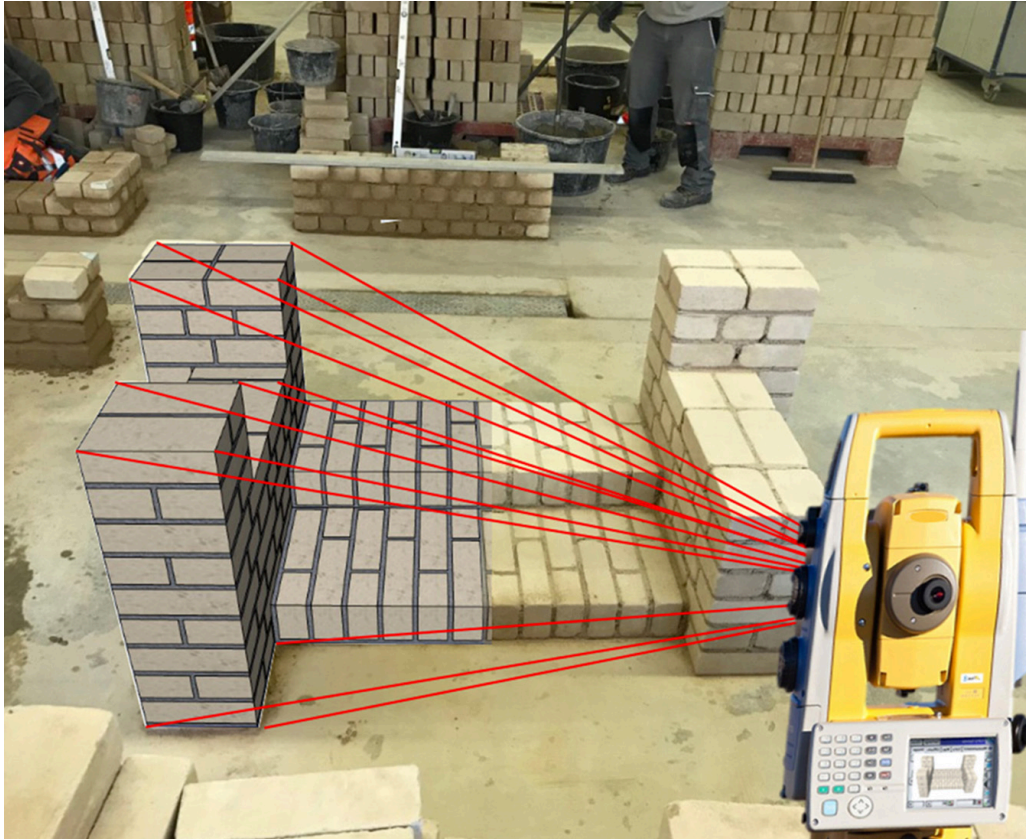


Abbildung 7: Soll-Ist-Vergleich zwischen digitalem Zwilling und realem Werkstück (Quelle: eigene Darstellung)

Zwischenergebnisse

Verteilt auf die 19 Bauhauptberufe werden ca. 75 Fachmodelle entwickelt. Ein Fachmodell ist ein dreidimensionales Abbild eines Werkstücks, das von einem Gewerk oder spezifischem Bauberuf hergestellt wird. Es liegt im IFC-Dateiformat vor und besitzt IFC-Eigenschaften, welche für die Realisierung berücksichtigt werden müssen. Die Umsetzung eines Fachmodells in ein reales Werkstück ist mit einer handlungsorientierten Lern-, Arbeits- und Gestaltungsaufgabe verknüpft, die mindestens ein weiteres baustellenrelevantes BIM-basiertes Arbeitsmittel thematisiert, um Zusammenhänge verständlich zu machen. Die bauhandwerkliche Realisierung eines einzelnen Fachmodells in der Werkhalle verlangt beispielsweise die Nutzung eines intelligenten, modellverknüpften Vermessungssystems. Am Vermessungssystem werden dafür die Modellinformationen der IFC-Datei weitergenutzt und im ersten Schritt zum Abstecken im Baufeld eingesetzt. Entlang

der Herstellung bzw. bei der Abnahme des Werkstücks erfolgt die Kontrollmessung im Vergleich, zwischen Modell-SOLL und Werkstück-IST.

Für die Planung der Herstellung eines anderen Fachmodells sind zusätzliche Herstellungsinformationen oder Produktdaten für die Materialplanung notwendig, die aus den nicht-grafischen Informationen und/oder als Zusatzinformationen als der gemeinsam genutzten Datenumgebung (CDE) gewonnen und verarbeitet werden müssen. Wurde ein Werkstück erfolgreich nach den Modellvorgaben realisiert, ist der Baufortschritt zu kommunizieren und für die Abnahme im Bautagebuch zu dokumentieren. Neben diesen gewerkespezifischen Fachmodellen werden Fachmodellgruppen entwickelt. Diese fassen ausgewählte Fachmodelle zusammen und sind somit gewerkeverbindend. Lern-, Arbeits- und Gestaltungsaufgaben verlangen die Berücksichtigung von Leistungen vorgelagerter und Ausgangsbedingungen nachgelagerter Gewerke. Hieran soll der kooperative Informationsaustausch unter Anwendung verschiedener baustellenrelevanter BIM-basierter Arbeitsmittel in einer Lernhandlung begreifbar gemacht werden. Es ist beabsichtigt, für vergleichbare Arbeitsaufgaben transferfähige Materialien zu entwickeln. Pro Beruf soll zusätzlich ein Kurzfilm zu einem Aufgabenbeispiel erstellt werden, welcher die Handhabung der Aufgabe in der Ausbildungspraxis verdeutlicht und nachvollziehbar macht.

Um die Projektergebnisse zu verbreiten, plant das Projektteam, sie auf Fachveranstaltungen darzustellen, in Fachzeitschriften sowie auf den Websites der Verbundpartner zu veröffentlichen. Für die Qualifizierung von Ausbilder*innen anderer Bau-ÜBS werden Workshop-Veranstaltungen durch die Verbundpartner entwickelt und durchgeführt.

Empfehlungen und Transfer

Es liegen detaillierte Beschreibungen von Ausstattungsgegenständen vor, die für die teilweise oder vollständige Nutzung der Projektergebnisse an anderen Bau-ÜBS als Mindest- bzw. Standardvoraussetzung erforderlich sind. Diese Beschreibungen werden interessierten ÜBS in Form von Leistungsverzeichnissen bereitgestellt und können in der Förderlinie ÜBS Digitalisierung weitergenutzt werden.

Das *Minimalsetup* umfasst:

1. berufsspezifische Fachmodelle bzw. berufsverbindende Fachmodellgruppen für den Einsatz in der überbetrieblichen Bauausbildung,
2. BIM-Viewer-Software zur gleichzeitigen Betrachtung mehrerer Fachmodelle im IFC-Dateiformat,
3. einen Desktop- oder Laptop-PC, der die Mindestanforderungen der BIM-Viewer-Software erfüllt sowie
4. ein Projektionsgerät zur Bildwiedergabe in Ausbildungshalle/Schulungsraum.

Das *Standardsetup* besteht aus:

1. berufsspezifischen Fachmodellen bzw. berufsverbindenden Fachmodellgruppen für den Einsatz in der überbetrieblichen Bauausbildung,

2. webbasierter BIM-Viewer-Umgebung mit Nutzerverwaltung und gemeinsamer Datenablage sowie Kommunikationsmöglichkeit über BIM Collaboration Format (BCF),
3. einem interaktivem 76 Zoll/4K Multi-Touchmonitor, verbunden mit einem
4. Desktop- oder Laptop-PC, der die Mindestanforderungen der BIM-Viewer-Umgebung erfüllt und Internetanschluss besitzt,
5. einer Robotik Totalstation mit Feld-Controller sowie Messhilfsmitteln (Festpunkte zur Autostationierung und Prismenstab für freies Abstecken um Feld),
6. einem webbasierten Bautagebuch mit Nutzungsverwaltung,
7. WLAN über Accesspoint in der Ausbildungshalle sowie
8. Tablets für die Auszubildenden, auf denen die BIM-Viewer-Umgebung ausgeführt sowie Office-Dokumente bearbeitet und über den Browser Eintragungen im Bautagebuch vorgenommen werden.

Die erprobten und optimierten Fachmodelle bzw. Modellgruppen sowie die damit verbundenen Arbeitsaufgaben werden voraussichtlich ab Mai 2023 über eine Downloadplattform bereitgestellt. Eine Filterfunktion soll das schnelle Auffinden der benötigten modellbasierten Lern-, Arbeits- und Gestaltungsaufgaben unterstützen.

Die Projektergebnisse sind für alle Bau-ÜBS im Bundesgebiet nutzbar, sofern entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden. Für die Schaffung dieser erforderlichen Rahmenbedingungen werden umfassende Hilfestellungen zur Verfügung gestellt.

Hinweise zur Auswahl eines BIM-Viewers

Ein unverzichtbares Werkzeug bei der Arbeit mit den Modellen ist ein BIM-Viewer, der für den Einsatz im Kontext der Ausbildung bestimmte Kriterien erfüllt. Generell lässt sich festhalten, dass ein hoher Funktionsumfang einhergeht mit einer Komplexität in der Benutzungsoberfläche, welche durch die Anwender*innen bewältigt werden muss – eine Erkenntnis, die auf alle weiteren baustellenrelevanten BIM-basierten Arbeitsmittel übertragen werden kann. Der BIM-Viewer ermöglicht den Projektbeteiligten die gemeinsame Betrachtung eines Gebäude- und/oder Fachmodells bspw. im IFC-Dateiformat. Dieses Betrachtungsprogramm verändert nicht das Modell, sondern dient lediglich der Auswertung. Der kleinste gemeinsame Nenner im Funktionsumfang unterschiedlicher Viewer ist die dreidimensionale Darstellung von IFC-Dateien sowie die Auswertung der darin hinterlegten Bauteil-Attribute. Im Viewer sind verschiedene Werkzeuge verfügbar, um das Modell aus unterschiedlichen Perspektiven zu betrachten, zu schneiden und Elemente transparent zu machen oder vollständig auszublenden sowie einfache Bemaßungen vorzunehmen. Über Objektlisten, welche alle im Modell dargestellten Bauteile enthalten, kann nach bestimmten Bauteilen (bspw. Fenstern) gefiltert werden.

Zusätzlich sind die meisten Viewer in ihrer kommerziellen Version in der Lage, für die tiefere Auswertung von koordinierten Fachmodellen eine Kollisionsprüfung durchzuführen. Für die Kommunikation der Ergebnisse dieser tieferen Auswertungen zwischen den Beteiligten wird im Viewer das BIM Collaboration Format (BCF) eingesetzt. Um die Kommunikation zwischen den verschiedenen Adressaten zu leiten, bieten web-/cloudbasierte BIM-Viewer im Hintergrund eine

Nutzungsverwaltung. Darüber werden die Rechte der Projektbeteiligten eingestellt, um den Zugang zu Informationen adressatengerecht zu regeln.

Für Auszubildende ergibt sich ein Mehrwert bei der Inszenierung einer handlungsorientierten Lernaufgabe durch die einfache Art, feste Ansichten aus dem Modell zu generieren, die die informationshaltigen Ebenen schnell zugänglich machen. Zusätzliche Ansichts-Veränderungen, wie Schnittebenen mit freigelegten innenliegenden Details des Modells sowie Markierungen oder Einfärbungen von Bauteilen (Markups) werden ebenfalls gesichert. Darüber hinaus können durch die Ersteller*innen Dateianhänge in Form von Text-, Tabellen- und Bilddokumenten sowie Filmen angefügt werden.

Um das Anlegen und gezielte Freigeben von Ansichten, BCF-Aufgaben (Kund*innenaufträge) und Dateianhängen adressatengerecht zu regeln, empfiehlt sich der Einsatz einer Nutzungsverwaltung. Dort können den Beteiligten Rollen (Administrator*in und Benutzer*in) Gruppen (Ausbildende und Auszubildende), entsprechende Rechte und BFC-Aufgaben zugeordnet werden.

Fazit und Ausblick

Die Auszubildenden von heute sind die Facharbeiter*innen von morgen. Einige von ihnen werden später Führungspositionen im mittleren Baustellenmanagement oder sogar leitende Positionen in Bauunternehmen übernehmen. Die Multiplikatorenwirkung in Bezug auf technische Innovationen und deren zielführende Anwendung beginnt bereits am Anfang dieser Karriere. Mit der niedrigschwelligen Einführung von Aspekten der BIM-Arbeitsmethode wird ein Beitrag geleistet, die Arbeitswelt der Zukunft durch zeitgemäße Lehr- und Lernprozesse in die Ausbildungshallen der Gegenwart zu holen und die angehenden Facharbeiter*innen zu befähigen, sich zu behaupten sowie ihre Arbeitswelt mitzugestalten.

Mit dem Projekt *B³AUS* werden handlungsorientierte Lern-, Arbeits- und Gestaltungsaufgaben entwickelt, die das in die überbetriebliche Bauausbildung integrieren. Das Projektteam leistet damit einen Beitrag, die überbetriebliche Bauausbildung im Bundesgebiet zukunftsfähig mitzugestalten. Das Einbeziehen aller 19 Bauhauptberufe bei der Aufgaben- und Fachmodellentwicklung und die Berücksichtigung gewerkeübergreifender Schnittstellen schafft die erforderliche Breite. Handreichungen und Veranstaltungen zur Unterstützung des Transfers der Projektergebnisse an andere Bau-ÜBS werden entwickelt und projektbegleitend durchgeführt. Interessierte Leser*innen sind eingeladen, mit konstruktivem Feedback die Projektergebnisse anwendungsfreundlich mitzugestalten und die Weiterentwicklung nachhaltig zu sichern.

Die Projekte BAU'S MIT BIM und B³AUS werden bzw. wurden gefördert im Sonderprogramm ÜBS-Digitalisierung aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Das Sonderprogramm wird durchgeführt vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB).

Literatur und Quellen

- Apt, Wenke; Peters, Robert; Glock, Gina; Goluchowicz, Kerstin; Krabel, Stefan; Strach, Heike; Priesack, Kai; Bovenschulte, Marc (2019): Branchenbericht: Baugewerbe. QuaTOQ – Qualität der Arbeit, Beschäftigung und Beschäftigungsfähigkeit im Wechselspiel von Technologie, Organisation und Qualifikation –Branchenbericht: Baugewerbe. (Forschungsbericht / Bundesministerium für Arbeit und Soziales, FB522/6). Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales; Institut für Innovation und Technik. Online: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-65444-7> (16.08.2021)
- BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.) (o. J.): Die überbetriebliche Ausbildung modernisieren — das Sonderprogramm zur Digitalisierung in überbetrieblichen Berufsbildungsstätten. Online: <https://www.bibb.de/de/36913.php> (19.08.2021)
- Bildungs- und Tagungszentren der Bauwirtschaft (o. J.): Digitale Lehr- und Lernhilfen für die Ausbildung. Online: <https://bau-abc-rostrup.de/digitale-lehr-und-lernhilfen-fuer-die-ausbildung/> (06.08.2021)
- se commerce GmbH (o. J.): DigitalTWIN. Use Cases & Demos. vernetzte Lösungen für Bauprojekte. Online: <https://d-twin.eu/forschungsprojekt> (16.08.2021)
- Helmus, Manfred; Meins-Becker, Anica; Kelm, Agnes; Klusmann, Brian; Pütz, Carla; Zibell, Michael (2018): Methodik und Instrumente zur Verbesserung der Arbeitsplanung in kleinen und mittleren Unternehmen der Bauwirtschaft unter Einsatz des Building Information Modeling. Bergische Universität Wuppertal. Fraunhofer IRB Verlag (Hrsg.). Stuttgart. Online: <https://www.irbnet.de/daten/rswb/18119009507.pdf> (16.08.2021)
- Kölzer, Thomas; Ranke, Hannes (2014): Informatisierung in der Baufacharbeit. In: BAG Report, Ausgabe 02/2014, 16. Jahrgang, 38–44. Online: https://bag-bau-holz-farbe.de/wp-content/uploads/2015/03/BAG-Report_2014_2-Druckfassung.pdf (16.08.2021)
- Kultusministerkonferenz (1999): Rahmenlehrpläne für die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft. Beschluss vom 5. Februar 1999. Online: <https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/Ausbaufacharbeiter.pdf> (06.08.2021)
- Martin, Stefan; Niethammer, Manuela (2018): Abschlussbericht Analyse von Arbeitsprozessen und Bestimmung des Qualifizierungsbedarfs unter der Berücksichtigung der Digitalisierung in sächsischen Bauunternehmen. Online: https://bau-bildung.de/bbdata/documents/projekte/national/bausmitbim/180223_BAUSmitBIM_Analyse..pdf (16.08.2021)
- Opitz, Frank; Scherer, Raimar (2014): Wie entsteht ein BIM Modell? In: Proceedings. Fachkonferenz Bauinformatik – Baupraxis, BIM für das Handwerk. Dresden

Schulz von Thun, Friedemann (1981): Miteinander Reden. 1: Störungen und Klärungen. Reinbek bei Hamburg

Syben, Gerhard (2018): Arbeit 4.0 in Bauunternehmen. Einstellungen technischer Fachkräfte in der Bauwirtschaft zu Industrie 4.0. Hans-Böckler-Stiftung (HBS). Online: https://www.baq-bremen.de/images/stories/pdf/BAQ_Einstellungen_der_Beschaeftigten_zu_BIM_2018.pdf (16.08.2021)

DATENTRANSFER MIT BAUMASCHINEN

Informations- und Bildungsangebote zu Telematik und Steuerung von Baumaschinen

Torsten Wachenbrunner, Wolfgang Ebert, Nora-Fabienne Freytag

Digitalisierung, Bauen 4.0, BIM, Smart Home, Internet der Dinge, Künstliche Intelligenz – fast täglich sind Personen im beruflichen sowie privaten Umfeld mit diesen Begriffen konfrontiert. Sie alle stehen für die *Digitale Revolution*, die seit Ende des 20. Jahrhunderts einen Wandel hin zu einer digitalisierten Welt in nahezu allen Lebensbereichen bewirkt. Davon bleibt auch die Bauwirtschaft nicht unberührt (vgl. PwC 2018). Insbesondere die technische Entwicklung der Baumaschinen zeigt das deutlich. Der vorliegende Beitrag liefert einen Überblick, welche Steuerungssysteme für die unterschiedlichen Baumaschinen verfügbar sind und wie sie funktionieren. Ein Schwerpunkt dabei liegt bei der Telematik. Das Kompetenzzentrum Baumaschinentechnik des Bildungswerks BAU Hessen-Thüringen e. V. in Walldorf (BiW BAU) entwickelt unter dem Titel *Datentransfer mit Baumaschinen* im Rahmen des durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Transferprojekts *DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten* (Krümmel & Mersch 2019)¹ Bildungslösungen für die Datenerfassung, die Datennutzung und den Datentransfer mit Baumaschinen.² In den Maschinen wird eine Vielzahl verschiedener Sensoren verbaut, die die unterschiedlichsten Messwerte liefern. Wie diese Daten in verschiedenen Bereichen genutzt werden können, war Gegenstand dieser Arbeit, da diese modernen Technologien den Unternehmen ermöglichen, attraktive Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten anzubieten. Auch die Ausbildung und die beruflichen Tätigkeiten wandeln sich im Zuge der Digitalisierung: Neben dem Umgang mit der Maschine, den Themen Umwelt-, Klima-, Gesundheits- und Arbeitsschutz werden auch Kompetenzen im Bereich Medien und IT immer wichtiger.

Schlüsselbegriffe

- › Maschinensteuerungen
- › Telematik
- › Datenfernübertragung
- › 2D/3D-Steuerung
- › Qualifizierung
- › Medienkompetenz

1 Hierzu auch <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/digibau/>

2 <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/datentransfer-mit-baumaschinen/>

Einleitung

Mit der Globalisierung und dem technischen Fortschritt steigen in der Bauwirtschaft die Anforderungen an die Qualität der Bauausführung, an die Kosten- und Termintreue sowie an die Qualifikation der Beschäftigten. Nahezu alle Unternehmen haben erheblich in moderne technische Geräte und leistungsfähige Maschinen investiert. Hightech hat daher einen festen Platz auf dem Bau. Dazu zählen GPS- und Laser-gesteuerte Baumaschinen, moderne digitale Fahrassistenzsysteme, aber auch digitale Kommunikation zwischen Menschen, Mensch-Maschine-Kommunikation und die Vernetzung der Maschinen. Auch Datenfernübertragungssysteme für Baumaschinen und Baugeräte sowie die Fernwartung sind Beispiele für die zunehmende Automatisierung und Digitalisierung auf den Baustellen. Mit Telematikkomponenten ausgestattete Baumaschinen spielen eine wichtige Rolle in den Prozessen des Building Information Modeling (BIM) (vgl. Kessler 2020). Beispiele hierfür sind die Positionsbestimmung über Satellitensysteme, die geografische und zeitliche Überwachung, der Abruf von technischen Parametern und Serviceinformationen, die Übertragung von Planungsdaten in den Baumaschinenrechner sowie die Simulation der Durchführbarkeit, Zusammenarbeit und Effektivität der Baumaschine auf der Baustelle. Im Gegensatz zur technischen Entwicklung führt die Qualifikation der Maschinenführer*innen eher ein Schattendasein. Damit die Maschinen aber effektiv eingesetzt werden, anspruchsvolle Tätigkeiten ausführen können und ihr Potenzial genutzt und wertgeschätzt wird, ist eine entsprechende Qualifizierung in der Erstausbildung und Weiterbildung unbedingt notwendig.

Ausgangslage und Aufgabenstellung

Baumaschinensteuerungen sind heute Stand der Technik und schon einige Jahre auf dem Markt. Trotzdem ist die Nutzung in den Baubetrieben noch recht unterschiedlich. Erste Assistenzsysteme kamen mit den 1990ern auf Gradern zum Einsatz, bald folgten Planiererraupen und Bagger. Beim Straßenfertiger liegen die Anfänge weiter zurück: Ende der 1960er bzw. 1970er kamen einfache Anzeigen der Werkzeughöhe (Bohle) zum Einsatz. Sie beruhten auf einer mechanischen oder Ultraschall-Abtastung einer Referenzhöhe. Später kamen Horizontallaser als Höhenreferenz und Laserempfänger in den Maschinen hinzu. Mit der Entwicklung digitaler Geländemodelle kam die nächste Ausbaustufe. Das Bau-Soll wurde im Bordcomputer hinterlegt und ermöglichte so die Automatisierung des Arbeitswerkzeuges. 3D-Systeme mit Positionierung per Totalstation oder per Satellit sind in vielen Baumaschinen zu finden. Bis heute erfolgt eine stetige Weiterentwicklung der Systeme. Neue Ansätze wie die Vernetzung der Maschinen untereinander oder autonom arbeitende Geräte befinden sich schon vereinzelt im Einsatz oder werden erprobt.

Die Sensoren, mit denen heutige Baumaschinen ausgestattet sind, sichern die Funktion der Maschine, ermöglichen die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben, verbessern den Komfort, haben Einfluss auf die Effizienz und vieles mehr. Alle diese Sensoren liefern also verschiedene Daten, die es auszuwerten und nutzbar zu machen gilt. Mithilfe der Telematik und der Datenfernübertragung kann dies auch außerhalb der Maschine geschehen. Unterschiedliche Nutzungsgruppen verwenden dabei unterschiedliche Daten zur Bewertung und Verifizierung von Arbeitsabläufen, zur Planung und zur Kontrolle (z. B. Termine, Qualität), aber auch zum Vergleich mit anderen Baustellen, für Wartung und Pflege und Weiteres.

Um diese vielseitigen Möglichkeiten auch nutzen zu können, müssen sie zuerst kennen gelernt und verstanden werden. Der nächste Schritt ist dann der richtige Umgang mit diesen Daten:

- › Welche Informationen werden wofür benötigt?
- › Wie kommt man an diese Daten heran?
- › Wie werden die Daten verarbeitet?

Das sind Fragen, die für die jeweiligen Nutzenden beantwortet werden müssen. Die Aufgabe bestand nun darin, aus dieser Vielfalt der technischen Möglichkeiten diejenigen zu extrahieren, die einerseits für die Aus- und Weiterbildung von Baugeräteführenden und Land- und Baumaschinenmechaniker*innen relevant und andererseits als Basisinformationen für KMU geeignet sind. Auch der Aspekt, bereits vorhandenes Wissen zu vertiefen oder zu festigen, sollte berücksichtigt werden. Geplant war die Umsetzung in Form von Lernbausteinen. Eine weitere Aufgabe war die Erweiterung der bestehenden E-Learning-Plattform „Baumaschinen“ um ein weiteres Modul zum Thema Telematik/Datentransfer.

Zusätzlich zu den technischen Entwicklungen und den gestiegenen Anforderungen stellt der demographische Wandel in Deutschland die Bauwirtschaft vor besondere Herausforderungen. Sie muss immer stärker mit anderen Wirtschaftsbereichen um den knapper werdenden Nachwuchs konkurrieren. Für die Unternehmen ist es daher von zentraler Bedeutung, als Arbeitgeber attraktiv zu bleiben. Nur so können ausreichend Fachkräfte gewonnen und dauerhaft gehalten werden. Aus- und Weiterbildung speziell zur zunehmenden Automatisierung und Digitalisierung auf den Baustellen gewinnt damit für die Bauwirtschaft immer mehr an Bedeutung. Die Lernbausteine sollen hier unterstützend wirken.

Ziele und Erwartungen

Das Bildungswerk BAU Hessen-Thüringen e. V. zeigt u. a. mit seinen Bildungsangeboten im Aus- und Fortbildungszentrum (AFZ) Walldorf, dass der Bau interessante Berufe, breitgefächerte Ausbildungen, verschiedene Einstiegsmöglichkeiten sowie vielfältige Fortbildungsmöglichkeiten und Karrierechancen bietet. Bauberufe wie Baugeräteführer*innen, Land- und Baumaschinenmechaniker*innen sowie Straßenwärter*innen haben für viele junge Menschen nichts an Attraktivität verloren. Bei vielen Bauberufen lohnt sich oft ein zweiter Blick, um deren Zukunftspotenzial in den Bereichen erneuerbare Energien, nachhaltiges und ökologisches Bauen, innovative Technik sowie Praxiseinsatz der Digitalisierung zu erkennen. Häufig verbergen sich hinter einem Bauberuf sehr viel mehr Tätigkeitsbereiche, als man spontan gedanklich damit verbindet. Die Themen Umwelt, Klimaschutz und Lärm werden neben dem kontinuierlich verbesserten Gesundheits- und Arbeitsschutz, der Individualisierung auf der einen und der Globalisierung auf der anderen Seite und dem Wunsch nach technischer Unterstützung und Verringerung körperlicher Belastung in der Arbeitswelt immer wichtiger.

Ziel war es demnach, adäquate und übertragbare Bildungslösungen für Aus- und Weiterbildung sowie auch Fachkräftegewinnung vorzubereiten und pilothaft zu erproben. In entsprechenden, digital unterstützten Lern- und Beratungsangeboten wird der aktuelle Stand der Digitaltechnik in den Baumaschinen und ihrem Einsatz aufbereitet und ihre Auswirkungen für den Bereich der Bauplanung und Bauausführung mithilfe praktischer Beispiele anschaulich dargestellt. Diese Angebote sollen dazu beitragen, die weitere Verbreitung und Nutzung von Maschinensteuerungs- und Telematiksystemen zu unterstützen und voranzutreiben. Sie sollen nicht nur die Aus- und Weiterbildung von Maschinenführenden unterstützen, sondern zudem als Entscheidungshilfe fungieren, ob und welche Systeme angeschafft und verwendet werden sollten, auch vor dem Hintergrund des nachhaltigen und effizienten Baumaschineneinsatzes. Mit der abwechslungsreicher und interessanter gestalteten Ausbildung wird auch für die Medienkompetenz der Lernenden ein positiver Effekt erwartet. Die Überwindung der Scheu vor der Digitalisierung bei Auszubildenden und Lehrkräften und die Steigerung der Akzeptanz digitaler Unterstützungssysteme in Lern- und Arbeitsprozessen sind weitere Erwartungen.

Zielgruppe

Die Zielgruppe der entstandenen Lernbausteine sind Baugeräteführer*innen, Land- und Baumaschinenmechatroniker*innen sowie Geschäftsleitungen von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU). Mit dem Angebot werden vor allem das Ausbildungspersonal, aber auch die Auszubildenden angesprochen, die in ihrer Ausbildung und später mit den Baumaschinen arbeiten.

*Baugeräteführer*innen* in der Erstausbildung erhalten in einem ersten Schritt einen Überblick über die verschiedenen Steuerungsarten. Im zweiten Schritt vertiefen sie die theoretischen Kenntnisse mit den angebotenen digitalen, multimedialen Lernmodulen. Mit Steuerungen ausgerüstete Baumaschinen bieten anschließend die Möglichkeit, die Theorie in der Praxis anzuwenden. Auch für den Betrieb der Maschinen relevante Telematikdaten lernen sie kennen und nutzen.

Für die *Land- und Baumaschinenmechatroniker*innen* sind die prinzipiellen Funktionen der Maschinensteuerungen ebenfalls bedeutsam. Der Fokus liegt aber eher auf den Daten, die ein Telematiksystem bereitstellt. Die Land- und Baumaschinenmechatroniker*innen lernen den Umgang mit den herstellereigenen Systemen und den für sie wichtigen Daten, die sie auszuwählen und auszuwerten haben.

Kleine und mittelständige Unternehmen nutzen automatische Maschinensteuerungen und Telematiksysteme aus verschiedenen Gründen bisher relativ wenig. Durch die Darstellungen und Beratungen aus dem Projekt erhalten Geschäftsführende einen Überblick, was es gibt, wie es funktioniert, welche Informationen zur Verfügung stehen und welche Schlüsse daraus gezogen werden können. Insbesondere in den Telematikdaten steckt ein großes Potenzial zur Steigerung der Effektivität, zur Verbesserung der Qualität, zur Optimierung von Abläufen u. v. m. Aber auch Bauleitende, Polier*innen, Planende und nicht zuletzt technisch interessierte Personen können einen Nutzen aus den angebotenen Informationen ziehen.

Didaktisches und methodisches Konzept

Die Auszubildenden kommen in ihren Betrieben in unterschiedlichem Umfang mit digitalisierten Baumaschinen in Berührung. Im besten Fall haben sie die Möglichkeit, mit solchen Maschinen zu arbeiten und dabei den Umgang mit Steuerungen und Telematikfunktionen zu erlernen. Im schlechtesten Fall gibt es gar keine modern ausgestattete Maschine im Betrieb oder die Bedienung bleibt erfahrenen Kolleg*innen vorbehalten. Um allen Auszubildenden zumindest grundlegende Kompetenzentwicklung zu ermöglichen, liegt deshalb im AFZ Walldorf der Schwerpunkt auf der praktischen Ausbildung an verschiedenen Baumaschinen. Je nach Berufsbild geht es im Wesentlichen um die Nutzung (Baugeräteführung) oder die Wartung und Instandhaltung (Land- und Baumaschinenmechanik).

Bislang waren verschiedene frontal vorgestellte Präsentationen im Kurs „Automatische Maschinensteuerung“ die zentralen medialen Elemente. Ergänzend konnte eine Lernplattform – allerdings nur am PC und mit LAN-Anbindung – genutzt werden. Für die Telematik gab es bisher keine Ausbildungsunterlagen. Mithilfe der neu entwickelten digitalen Lernbausteine sollten das Lernumfeld erweitert und Inhalte situationsbezogen an der Maschine zu Verfügung gestellt werden. Die Bereitstellung von Informationen zu Aufbau, Funktion und den Möglichkeiten der Datenanalyse von Telematiksystemen für Geschäftsführende von KMU und anderen Baubeteiligten war ein weiterer Beweggrund. Aufgewertet wird dieses Angebot durch das Vorhandensein entsprechender Maschinen und der damit bestehenden Möglichkeit, sich auch praktisch der Thematik zu nähern. Die theoretischen Grundlagen der Hydraulik werden im Wesentlichen in der Berufsschule vermittelt. Oft liegt ein größerer Zeitraum zwischen Schule und praktischer Ausbildung im AFZ. Hier kommen neue Lernbausteine zum Einsatz, da die Hydraulik als Schnittstelle zwischen den Daten und der Arbeitseinrichtung fungiert. Zum einen dienen sie der Wiederholung und Auffrischung des Berufsschulwissens, zum anderen bilden sie die Verbindung zu den praktischen Versuchen an den Übungsständen in den Ausbildungshallen. Die Messwerte bzw. Beobachtungen an einer realen Anlage können mit der Theorie abgeglichen werden.

Die digitalen Lernbausteine liefern entsprechend die theoretischen Hintergründe für Telematiksysteme und automatische Maschinensteuerungen. Die Auszubildenden können sich damit individuell oder im Team zunächst selbstständig die Grundlagen erarbeiten, sodass der*die Ausbilder*in vor der praktischen Arbeit mit den Maschinen und Geräten nur noch eine kurze Einführung voranstellen muss, beispielsweise zu Aspekten der Arbeitssicherheit und den jeweils konkreten Bedienelementen. Ist der*die Auszubildende dann an bzw. auf der Maschine, kommen vorbereitete Lern- und Arbeitsaufgaben zum Einsatz, anhand derer verschiedene Handlungsabläufe erlernt und trainiert werden können, wie das folgende Beispiel verdeutlicht.

Durch die Vielzahl der Sensoren in einem Telematiksystem wird eine große Datenmenge erzeugt, die in den meisten Fällen für die Nutzenden nur in Teilen relevant ist. Da jeder Hersteller ein eigenes Telematiksystem hat, lautet eine zentrale Arbeitsaufgabe, sich zunächst am mobilen Computer mit dem entsprechenden Telematiksystem vertraut zu machen. Daraus ergibt sich folgender Ablauf:

1. Start des Telematikprogramms im Browser
2. Anmelden nach Vorgabe des Herstellers
3. Kennenlernen der Menüstruktur, Menüführung, Bildschirmaufteilung usw.
4. Auffinden und auswählen von benötigten Daten zu bestimmten Maschinen
5. Generieren von Übersichten, Berichten, Auswertungen
6. Abmelden

Ist der Umgang mit dem jeweiligen System dann bekannt, folgen weitere Aufgaben mit konkreten Daten und den dazugehörigen Auswertungen. Die Theoriebausteine stehen im Anschluss natürlich auch an der entsprechenden Maschine zur Verfügung.

Realisierung

Um moderne Bildungslösungen für die Datenerfassung, die Datennutzung und den Datentransfer mit Baumaschinen zu entwickeln und in die Aus- und Weiterbildung zu integrieren, sind Hardware und Software zu betrachten. Unter Hardware ist hier neben den IT-Komponenten auch eine ganze Palette an vorhandenen Demonstratoren (Maschinen, Kleinmechanismen, Anbaugeräte) zu verstehen. Die Software beinhaltet die spezifischen Anwendungsprogramme der jeweiligen Hersteller und die neu entwickelten Lernbausteine.

Die Hardware

Zu Beginn erfolgte eine Analyse und Darstellung der Telematikfunktionen der vorhandenen Demonstratoren (Abbildungen 1 und 2). Diese dienen dazu, dass Auszubildende die Arbeitsschritte erklären und Simulationen vorführen können. Dadurch können auch abstrakte Prozesse sichtbar gemacht und entsprechend dargestellt werden.



Abbildung 1: Demonstrator „Dumper“ zur Fehlersuche/-analyse (Quelle: eigene Darstellung)

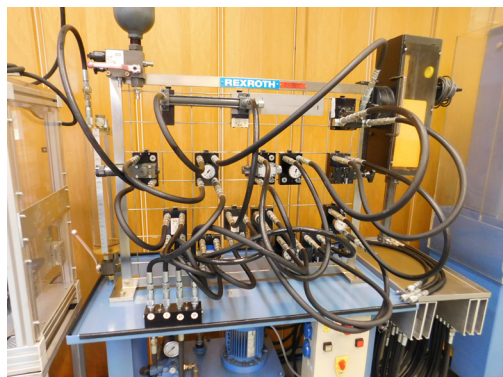


Abbildung 2: Demonstrator „Hydraulikstand“ zum Kennenlernen von Bauteilen durch praktische Versuche (Quelle: eigene Darstellung)

Der Maschinenpark, bestehend u. a. aus Hydraulikbagger, Grader und Raupen, wurde hinsichtlich der Eignung für die Digitalisierung und Automatisierung geprüft. Insbesondere mögliche Erweiterungen bzw. Anpassungen durch neu zu beschaffende digitale Komponenten, Sensoren und Anbauteile wurden erwogen. Zahlreiche Kontakte, Beratungen und Vorort-Einsätze mit Vertreter*innen verschiedener Firmen³ unterstützten bei der Analyse und Anpassung des Maschinenparks sowie der Laser- und GPS-Technik an modernste Technik. Eine Marktrecherche zeigte, dass die genannten Firmen in der Automatisierung und Digitalisierung auf dem Weltmarkt führend vertreten sind, wodurch ein hoher Grad an Fach- und Branchenkenntnis in der Beratung hinsichtlich des Bedarfs und der Aktualität gewährleistet werden konnte.

Daraufhin wurden zahlreiche Baumaschinen mit neuesten digitalen Komponenten und Displays sowie mit Anbauteilen verschiedener Hersteller für die Ausbildung versehen⁴. Im Zuge der Aufrüstung wurde auch das Trainingsgelände erweitert, beispielsweise wurde witterungsbeständiges Schüttgut auf die Übungsfläche aufgebracht für eine optimale Nutzung des Trainingsgeländes bei allen äußeren Bedingungen. Ferner wurde die Mobilfunk- bzw. WLAN-Anbindung der Maschinen erforderlich. Erhebliche Anstrengungen und Bauleistungen wurden unternommen, um die Infrastruktur (schnelles Internet, flächendeckendes WLAN bzw. Mobilfunk, Satelliten-Signale) auch im Außenbereich zur Verfügung zu stellen.

Im nächsten Schritt wurde die Telematikfunktion der Baumaschinen eingerichtet, sowie der Inhalt der daraus hervorgehenden Daten aufgearbeitet, um sie in die Lehrgänge zu integrieren. Durch die Bearbeitung des Themas „BIM und Baumaschinen“ und die Auswertung eigener Erfahrungen mit der Datenübernahme und -nutzung bei der automatischen Maschinensteuerung im Grader- und Raupeneinsatz wurden notwendige Inhalte für einzelnen Nutzungsgruppen definiert. Bestehende Lern- und Qualifizierungsangebote wurden überarbeitet und weiterentwickelt. Durch die Anschaffung von Simulatoren und mithilfe der Daten aus der Telematik bzw. dem Datentransfer der Baumaschinen kann nun die Bedeutung der Baumaschine im BIM-Prozess dargestellt werden.

An den neuen Maschinen sowie den Anbauteilen und neuen Komponenten erfolgte im Anschluss an die Aufrüstung eine Ersteinweisung der Auszubildenden durch die jeweiligen Firmen. Es folgten dann Schulungen und praktische Trainingseinheiten für das gesamte Ausbildungspersonal. Durch den Einsatz unterschiedlicher Systeme verschiedener Hersteller bestand weiter Schulungs- und Trainingsbedarf im praktischen Einsatz der Baumaschinen, der in Workshops, Praxisdemonstrationen mit KMU-Vertreter*innen und Schulungen mit Auszubildenden zum Thema *Automatische Maschinensteuerung* mündete. Nach der GPS-Einmessung des Baggerparks wurden Aufgabenstellungen zu den digitalisierungsbezogenen Themen entwickelt.

3 u. a. Leica, Topcon, MTS, Moba, Völkel, HKS, Liebherr, Komatsu und Zeppelin

4 Dazu zählen u. a. die Topcon-Maschinensteuerung am Grader, die MOBA-Baggersteuerung am Liebherr A914, Leica-Komponenten an Grader und Raupe und eine Komplettausstattung für den automatisierten Tiefbau mit Anbaugeräten der Firma MTS am Hydraulikbagger und weiteren Hydraulikbauteilen der Firma Bosch-Rexroth, ein ROVER-Stab für modernste GPS-Vermessung und weitere Systeme wie LiDAT (Firma Liebherr), Komtrax (Firma Komatsu), Wolfflink (Wolff-Kran) sowie der ServiceLink von Ammann.

Die Software

Der Aufbau der Software erfolgte in drei Schritten: Die Einstiegsphase gestaltete sich mit Präsentationen und der Bereitstellung von Informationen, anschließend wurde der Themenblock zur Analyse und Auswertung von Daten erstellt und zum Abschluss stand die praktische Anwendung im Fokus. Im ersten Schritt wurden Informationen zur Datenerfassung, zur Datennutzung sowie zum Datentransfer der Baumaschinen zusammengestellt. Die folgenden Inhalte sind in dieser Einstiegsphase relevant:

- › Überblick über den Bereich der Telematik
- › Nutzung der Daten durch Personen, die die Baumaschinen betätigen, aber auch durch Firmen, Servicebetriebe, Auftraggebende sowie im Daten-Pool für digitale Gebäudemodelle (BIM-Pool)⁵
- › Bedeutung von Daten, u. a. Effizienz der jeweiligen Maschine, Maschinenmanagement, Betriebsergebnis und Live-Ortung
- › Übersicht über herstellereigenspezifische und herstellerunabhängige Anwendungen und Systeme, die in den Maschinen verbaut sind
- › Übersicht über baustellen- und maschinenübergreifende Systeme, wie z. B. Videoübertragungen und Drohnennutzung, Zeiterfassungssysteme, Industrial Internet of Things (IIoT, Internet der Dinge), Tracking und Tracing (TAT)
- › Informationen über den Datenschutz, Arbeitnehmerüberwachung, Nutzungsverwaltung
- › Informationen zum Bedienkomfort der Anwendungen auf verschiedenen Endgeräten

Im zweiten Schritt analysierten die Auszubildenden die vorhandenen Daten und entwickelten die entsprechenden Arbeitsaufgaben und theoretischen Inhalte der Lernbausteine. Schwerpunkte waren dabei die Positionsbestimmung, das Lesen und Verstehen von Koordinaten und Karten/Plänen, die Erfassung und Deutung von Statusmeldungen der Baumaschinen, die Erfassung von Start- und Stoppzeiten sowie Leerlauf-, Arbeits- und Fahrzeiten und anschließende Analyse und Vergleich der Daten sowie die Analyse und der Vergleich von Betriebszuständen und Verbräuchen.

Im dritten und letzten Schritt erfolgt die praktische Anwendung durch Übungen mit und an den jeweiligen Baumaschinen. Dabei werden die verschiedenen Datenerfassungssysteme jeweils im konkreten Lehrgang an den Maschinen – darunter Minibagger, Hydraulikbagger und Kran – in die Ausbildung integriert. Mithilfe des neuen Displays und der Touchbedienung in der Maschine bzw. mithilfe der Nutzung von Computer, Tablet oder Smartphone außerhalb der Maschine werden konkrete Daten durch die Auszubildenden abgelesen, analysiert und ausgewertet. Das Ausbildungspersonal nimmt eine unterstützende Funktion ein.

Die Lernbausteine wurden mit der Autor*innensoftware *Articulate – Rise 360* erstellt. Damit wird eine hohe Modularität erreicht, die es ermöglicht, einen Baustein als Ganzes in vorgegebener Abfolge zu absolvieren oder einzelne Unterpunkte gezielt in Bezug auf eine praktische Arbeitsauf-

.....

⁵ Ein Daten-Pool ist der gesamte Bestand an erhobenen Daten, die für eine bestimmte Auswertung bzw. andere Arbeiten benötigt werden. Es ist daher wichtig, dass die Daten daher auf dem neuesten Stand sind (Förderverein für Jugend und Sozialarbeit e. V. o. J.). Der BIM-Pool enthält alle relevanten Bauwerksdaten, z. B. Maße, Materialien, Zeichnungen, virtuelle Modelle, usw.

gabe zu bearbeiten. Rise bietet unterschiedliche Elemente zur Gestaltung eines Lernbausteins. Beispielhaft seien dabei verschiedene Textformate sowie Aufzählungen, Bilder mit und ohne Text oder als Galerie, sowie Videos, Audios, Links und interaktive Elemente genannt. In einer Vorschau kann getestet werden, wie die erstellten Inhalte auf unterschiedlichen Endgeräten (PC, Tablet, Smartphone) dargestellt werden.

Ergebnisse und Produkte

Ein Ergebnis der bisherigen Arbeit mit Telematikdaten und digitalen Assistenzsystemen ist die Erkenntnis, dass vorerst eine umfassende Befähigung und Festigung der Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Bedienung einer konventionellen Baumaschine ohne Assistenzsysteme unerlässlich ist. Der Erwerb dieser Fähigkeiten wird durch den Einsatz von Simulatoren unterstützt. Erst, wenn die Maschine ausreichend und sicher bedient werden kann, helfen die digitalen Assistenzsysteme, die Effektivität der modernen Baumaschine auszuschöpfen, die Produktivität zu erhöhen und verwendbare digitale Daten zu generieren und auszuwerten. Dies erfordert ein hohes Maß an Sorgfalt.

Lernbaustein Telematik/Datentransfer mit Baumaschinen

Der Lernbaustein *Telematik/Datentransfer mit Baumaschinen* gibt einen Überblick, wozu Maschinendaten genutzt werden können. Der praktische Umgang mit einem Telematiksystem wird beispielhaft am System LiDAT der Fa. Liebherr anhand von Arbeitsaufgaben trainiert. Im Lernbaustein erfährt der*die Nutzende zunächst, was sich hinter dem Begriff der Telematik verbirgt, welche Daten erfasst werden und welche Systeme im Ausbildungszentrum Walldorf verfügbar sind. Ein Beispiel aus der Logistikbranche ergänzt und veranschaulicht die Ausführungen. Die große Anzahl der verfügbaren Daten und deren möglichen Auswertungen führt dazu, dass die Telematik in vielen Branchen (z. B. Logistik, Agrartechnik, Rohstoffgewinnung) für unterschiedliche Nutzende relevant ist. Aus dieser Vielfalt wurden elf Beispiele mit Bezug zum Bauen bzw. zu Baumaschinen für den Lernbaustein ausgewählt:

1. Einlesen und Übernahme von Daten in das BIM-Datenmodell

Hier wird geklärt, was BIM ist und wie damit notwendige Daten gewonnen werden können. Das im BIM-Prozess entstandene, digitale Geländemodell wird auf die Baumaschine übertragen und dient dort als Basis für die Maschinensteuerung. Damit wird zentimetergenaues Arbeiten – ohne Nacharbeiten – möglich. In der Gegenrichtung fließen Maschinendaten zurück in das Modell und können für Auswertungen genutzt werden.

2. Erfassen des Echtzeit-Baustellenfortschritts für exakte Auftragskostenrechnung

Informationen über die Maschinennutzung und Auslastungsgrad, Start- und Stoppzeiten sowie Leerlauf-, Arbeits- und Fahrzeiten pro Tag, Kraftstoffverbräuche, Materialtonnagen und -volumina sowie weitere Leistungsdaten ermöglichen den tagesaktuellen Soll-Ist-Abgleich des Baufortschritts und die exakte Abrechnung erbrachter Bauleistungen.

3. M2M (Maschine-to-Maschine)

Bei dieser Anwendung tauschen Maschinen ohne Mitwirkung eines Menschen Informationen untereinander aus. Beispielsweise bekommt der Fertiger vom LKW die Art des Mischgutes, die Temperatur, die Ankunftszeit usw. mitgeteilt, sodass entsprechende Einstellungen vorgenommen werden können. Auch kann z. B. ein Bagger oder ein Radlader Ladevolumen, Tonnage und Zykluszeit an den Dumper weitergeben.

4. Einfache und präventive Wartung/Schadensprävention

Die Anzeige von Füllständen, Temperaturen, Verschleißwerten usw. ermöglicht Rückschlüsse auf den Maschinenzustand und hilft bei der Wartungsplanung (Abbildung 3). Die Fehlerhistorie und aktuelle Fehlermeldungen helfen bei der Vorbereitung und Durchführung von Service- bzw. Reparaturarbeiten. Die individuell einrichtbare Erinnerungsfunktion für anstehende Wartungen kann dabei helfen, Maschinenausfälle zu vermeiden.

Anstehende Wartungen (UTC)										Bildungswerk Bau Hessen- Thüringen e.V.
Maschine	Typ	Serien-Nummer	Wartung	Ursprung	Wartungsstil		Wartungs-Termin	Verbleibende Zählerdifferenz	Service-Partner	
L506 Compact:63619	L506 Compact	63619	Maschinenwartung erste 500 Betriebsstunden		Zähler		01.03.2022 11:57:46	500 h	Nagel Baumaschinen Erfurt GmbH, Nagel Gruppe	
L506 Compact:63619	L506 Compact	63619	Maschinenwartung 1000 Betriebsstunden		Zähler		14.08.2022 11:57:46	1000 h	Nagel Baumaschinen Erfurt GmbH, Nagel Gruppe	
L506 Compact:63619	L506 Compact	63619	Maschinenwartung 500 Betriebsstunden wiederholt		Zähler		28.01.2023 11:57:46	1500 h	Nagel Baumaschinen Erfurt GmbH, Nagel Gruppe	
L506 Compact:63619	L506 Compact	63619	Maschinenwartung 2000 Betriebsstunden		Zähler		14.07.2023 11:57:46	2000 h	Nagel Baumaschinen Erfurt GmbH, Nagel Gruppe	

Abbildung 3: Wartungsplan Bagger (Quelle: eigene Darstellung aus dem System LiDAT, Fa. Liebherr)

5. Analyse der Maschinennutzung

Die verfügbaren Daten geben Auskunft über Standzeiten, Leerlaufzeiten, Betriebsstunden, Zeiten unter Teil- und Volllast usw. (Abbildung 4). Damit sind Effektivitätsberechnungen möglich.

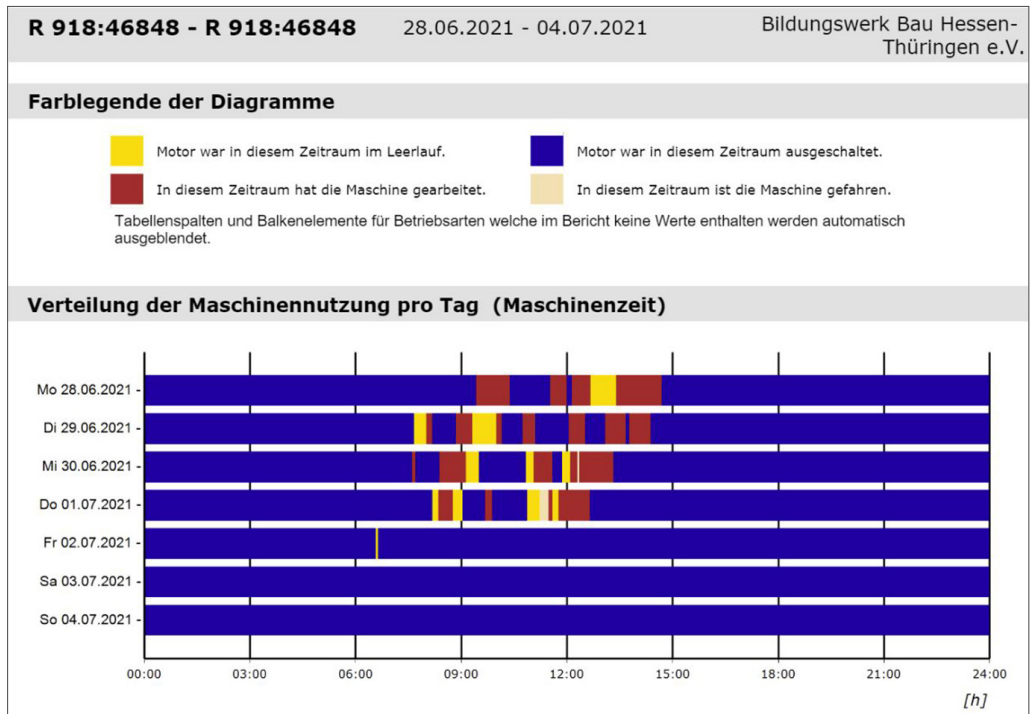


Abbildung 4: Maschinennutzung Tagesdaten Bagger R 918 (Quelle: eigene Darstellung)

6. Vergleich mit früheren Baustellen

Waren die eingesetzten Maschinen bezüglich ihrer Leistungsparameter optimal oder vielleicht zu groß oder zu klein ausgewählt? Die Beantwortung dieser Frage hilft bei der Einsatzplanung für eine neue Baustelle.

7. Erkennen von Rüstzuständen und Einsparpotenzialen

Anhand der verfügbaren Daten kann ermittelt werden, welche Arbeitsausrüstung (z. B. Universalöffel, Grabenöffel, Greifer, Rüttelplatte) oder welche Zusatzausrüstung (z. B. Schnellwechsler, Tiltrotator) sich momentan an der Baumaschine befindet. Ein Abgleich mit der zu erfüllenden Aufgabe zeigt mögliche Einsparpotenziale.

8. Überwachung, Motormanagement, Treibstoffverbrauch

Informationen über die „Motorgesundheit“, aber auch über das Fahrverhalten des*der Bedienden lassen sich aus diesen Daten gewinnen (siehe Info-Kasten mit Beispiel Arbeitsaufgabe „Kraftstoffverbrauch“).

Beispiel Arbeitsaufgabe „Kraftstoffverbrauch“

Aufgabenstellung

Überprüfen Sie mithilfe der im Telematiksystem gespeicherten Daten den Kraftstoffverbrauch des Baggers R 918. Was schlussfolgern Sie aus den Daten?

Ablauf

1. Start der Anwendung LiDAT im Browser
2. Anmeldung
3. Auswahl Bericht „Kraftstoffverbrauch“
4. Prüfen der Maschine; bei Bedarf gewünschte Maschine auswählen
5. Eingabe des zu prüfenden Zeitraumes
6. Report anzeigen
7. Werte aus den Anzeigen analysieren
8. Tabelle mit Tagesdaten auswerten
9. Schlussfolgerungen (Gespräch in der Gruppe/mit dem*der Ausbilder*in?)
 - a. keine größeren Abweichungen im gesamten Zeitraum → Maschine i. O.
 - b. einzelne erhöhte Werte → Abgleich mit Fehlermeldungen/ausgeführte Tätigkeiten
 - c. stetig steigender Verbrauch → prüfen Verschleiß/Defekt/Fehlermeldungen
10. Programm beenden/Abmeldung

9. Live-Ortung, Diebstahlschutz, Flottenmanagement

Die Positionsermittlung via GNSS (Globales Navigationssatellitensystem) erlaubt jederzeit einen visuellen Überblick über alle Maschinen (Abbildung 5), u. a. Identifikation, räumliche Überwachung durch abgrenzbares Gebiet, zeitliche Überwachung, effiziente Planung von Service, Einsatz und Betankung, Festlegung der erlaubten Arbeitszeiten pro Maschine bzw. pro Baustelle sowie sofortige Benachrichtigung bei Benutzung außerhalb der Regelarbeitszeit bzw. Benachrichtigung bei Grenzverletzungen.

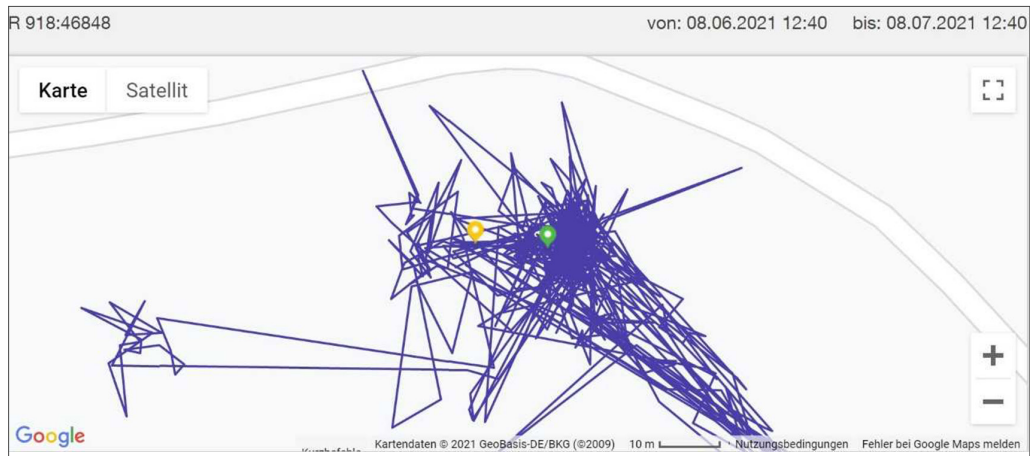


Abbildung 5: Aufzeichnung der Fahrbewegungen des Bagger R 918 im Geo-Track (Quelle: eigene Darstellung)

10. Nutzung im Web mit PC, Tablet oder Smartphone

Durch die zentrale Speicherung aller Daten haben die Nutzenden die Möglichkeit, jederzeit und ortsunabhängig Daten einzusehen, zu bearbeiten oder neue Daten zu erfassen. Dies ist mit den verschiedensten Endgeräten möglich.

11. Arbeitsschutz mittels Sensoren und Kameras

Die Sicht auf das Arbeitsumfeld einer Baumaschine ist meist sehr eingeschränkt. Um die Arbeitssicherheit zu erhöhen und Gefährdungen zu vermeiden, werden Sensoren und/oder Kamerasysteme eingesetzt. Welche Möglichkeiten es gibt und wie sie funktionieren wird in diesem Punkt thematisiert.

Lernbaustein Maschinensteuerungen

Der Lernbaustein *Maschinensteuerungen* gibt einen Überblick über die verschiedenen Steuerungsarten von Baumaschinen. Nach der Klärung des Begriffs Maschinensteuerung folgt die Zuordnung der Steuerungsarten zu den Maschinenkategorien. Anschließend werden die Funktion und die Anwendung von Ultraschall, Laser, Totalstation und GNSS dargestellt. Dieser Baustein ist im engen Zusammenhang mit Telematik und Datentransfer zu sehen, da mittels der Datenübertragung das digitale Geländemodell als Basis der Steuerung zur Maschine gelangt.

Die Hydraulik ist die Schnittstelle zwischen den Komponenten der Telematik/Maschinensteuerung und der Arbeitseinrichtung (Löffel, Schild, Schar, Schaufel) der Maschine. Exemplarisch wurden fünf Lernbausteine zur Hydraulik erstellt. Die Bausteine können als Grundkurs mit definierter Reihenfolge aber auch als abgeschlossene Einzeleinheit absolviert werden. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Inhalte, die verwendeten Medien und Demonstratoren sowie die jeweilige Zielgruppe.

Tabelle 1: Planungsübersicht Lernbaustein Maschinensteuerungen

	Satz des Pascal	Hydraulischer Grundkreislauf	Kraft und Druckübersetzung	Druckbegrenzungsventil	Hydraulikpumpen
Inhalt	Wer war Pascal? Grundgleichung der Hydraulik Anwendung	Komponenten des Grundkreislaufs	Gesetze zur Kraftübersetzung Gesetze zur Druckübersetzung	Arten Aufbau Funktion und Einsatz	Aufgabe Arten Funktion
Digitale Medien/ Aufgabenformate	Video Test	Simulation Zuordnungsaufgaben interaktiver Schaltplan	Simulation Berechnungsaufgaben	Simulation Audiodateien Zuordnungsaufgaben	Test
Demonstratoren	Übungswand Druckgefäß	Minibagger	Übungswand	Minibagger Dumper Ventile	Schnittmodelle
Zielgruppe	BGF, LBM* technisch Interessierte	BGF, LBM technisch Interessierte	BGF, LBM technisch Interessierte	BGF, LBM technisch Interessierte	BGF, LBM technisch Interessierte

* Baugeräteleiter*innen, Land- und Baumaschinenmechaniker*innen

Neben der Entwicklung der Lernbausteine wurden verschiedene Module der bestehenden Lernplattform für Baumaschinen überarbeitet und aktualisiert sowie weiterentwickelt. Die Akzeptanz und Wirksamkeit einzelner Module spiegelt sich in ihrer jeweiligen Verwertbarkeit für die Zielgruppen wider. Die Praxislehrgänge werden dadurch nicht ersetzt, aber durch Vor- und Nachbereitung wirksam unterstützt.

Werden die Module ergänzend zum durchgeführten Präsenzlehrgang freigeschaltet, so werden sie nur mäßig genutzt, lediglich bei konkreten Arbeitsaufgaben oder Rechercheübungen wird die Lernplattform stärker frequentiert. Auffällig ist die häufigere Nutzung der Plattform durch Auszubildende mit geringen Deutschkenntnissen. Aufgrund der vielen Bilder, Videos und Animationen eignet sich die Plattform für sie offenbar besonders gut zur Wiederholung und Vertiefung des Lernstoffs. Steht ein Abschlusstest oder eine Prüfung bevor, ist die Plattform inklusive des integrierten Kenntnistrainers das meist genutzte Hilfsmittel zur Vorbereitung. Die Orts- und Zeitunabhängigkeit des Online-Lernens ist für die Weiterbildung in der KMU ein wichtiges Kriterium. Die Teilnehmenden können sich, anders als im engen Zeitplan des Praxislehrgangs, insgesamt ca. 40 Stunden Unterrichtsmaterial bzw. Modulinhalt im eigenen Tempo und dem eigenen Zeitplan ortsunabhängig erarbeiten, dabei beliebig oft wiederholen und die prüfungsrelevanten Fragen trainieren.

Da die Nutzung der Lernmodule hauptsächlich durch die hausinternen Auszubildenden angeregt wird, sind sie auch an der permanenten Aktualisierung und Anpassung der Lerninhalte interessiert und leisten den erforderlichen Aufwand zur Pflege und Erweiterung. Eine lizenzpflichtige Nutzung durch Weiterbildungsteilnehmende, andere KMU oder Bildungsstätten sowie Dozent*innen ist auf Anfrage gegen eine geringe Gebühr möglich, die den Aufwand für Servernutzung, Softwareaktualisierung, Verwaltung sowie Online-Betreuung decken kann.

Erprobung und Transfer

Die Erprobung der Lernbausteine erfolgte zunächst durch die Auszubildenden. Im Vorfeld absolvierten diese einen Workshop zur Medienqualifizierung, welcher sie in die Lage versetzte, ihre Änderungen, Ergänzungen usw. selbst in die Lernbausteine einzuarbeiten.

Die Erprobung mit Auszubildenden fand anschließend in den jeweiligen Kursen statt. Hier zeigte sich, dass die Mediennutzungskompetenz sehr unterschiedlich ausgeprägt und die Verwendung von Tablet/Smartphone für Lernaufgaben für viele ungewohnt ist. Dementsprechend ist eine Einweisung in die Verwendung von Tablets notwendig. Einzelne Auszubildende äußerten konkrete Wünsche, welches Material digital zur Verfügung gestellt werden sollte, setzten das Tablet aber auch für eigene Aufzeichnungen ein.

Die Entwicklungen wurden bei verschiedenen Gelegenheiten präsentiert und stießen auf großes Interesse:

Auf der Bautech-Messe in Berlin konnten Besucher*innen die Maschinenbedienung an einem Kran- bzw. Gradersimulator ausprobieren. Mit Unterstützung der Firmen Leica Geosystem und MTS wurde für rund 30 Vertreter*innen verschiedener regionaler und überregionaler Unternehmen ein Workshop mit Praxisdemonstrationen zum Thema *Maschinensteuerungssysteme an Bagger, Raupe und Grader* durchgeführt. Die Teilnehmenden informierten sich über die vorgestellten automatischen Maschinensteuerungssysteme verschiedener Hersteller und konnten sich an Grader, Raupe und Hydraulikbaggern sowie digitalen Vermessungsgeräten von der Leistungsfähigkeiten dieser modernen Technik im Praxistest überzeugen. So wird nicht nur ein Bildungsauftrag erfüllt, sondern auch der Technologietransfer unterstützt.

Fazit und Ausblick

Um die neue Technologie Telematik in die Ausbildung zu integrieren, ist ein erheblicher Aufwand an Recherche, Kategorisierung und Auswahl nötig. Aus der großen Menge verfügbarer Daten sind die jeweils berufsbezogenen tätigkeitsrelevanten zu ermitteln und auszuwerten. Damit das erarbeitete Wissen aktuell bleibt, ist eine kontinuierliche Marktbeobachtung notwendig. Daraus sind neue Bildungsinhalte abzuleiten, die erarbeiteten Lernbausteine zu erweitern sowie weitere digitale und physische Materialien für die Aus- und Weiterbildung zu entwickeln.

Hinzu kommt ein hoher Investitionsbedarf in Maschinen und Ausrüstungen für die praktische Unterweisung. Insbesondere bei der Anschaffung von Mobilgeräten (vor allem Tablets) ist auf die Eignung der Geräte für moderne Technologien (z. B. AR-Anwendungen) zu achten. Auch Infrastrukturen wie eine schnelle Netzanbindung oder flächendeckender WLAN-Zugang sind essenziell und mit Kosten verbunden. Die jährlich anfallenden Gebühren für die Telematikplattformen der einzelnen Hersteller sind ebenfalls zu berücksichtigen. Hier werden für Bildungszwecke kostengünstige Lösungen benötigt.

Die erstellten Lernbausteine bereichern die praktische Ausbildung im Ausbildungszentrum. Darüber hinaus stehen sie allen Ausbildungszentren und Berufsschulen zur Verfügung. Sind keine Maschinen mit Live-Daten vorhanden, können die Lernbausteine mit gespeicherten Werten, von einem Unternehmen bereitgestellten Daten oder rein fiktiven Zahlen genutzt werden. Die Lernbausteine werden Interessierten über eine Cloud-Lösung, das *Schaufenster Baumaschinen* und die Webseite des Kompetenznetzwerkes Bau und Energie e. V. zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die beschriebenen Technologien vor Ort kennenzulernen und auszuprobieren.

Literatur und Quellen

Förderverein für Jugend und Sozialarbeit e. V. (o. J.): Datenpool.

Online: <https://www.wirtschaftswerkstatt.de/Glossar/D/36/Datenpool> (08.09.2021)

Kessler, Frank (2020): Telematik-Systeme optimieren mangelnde Prozesse am Bau. In:

Wirtschaftsverlag Roland Riethmüller (Hrsg.): meistertipp.de. Online: <https://www.meistertipp.de/aktuelles/news/telematik-systeme-optimieren-mangelnde-prozesse-am-bau> (27.05.2021)

Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V. (Hrsg.) (o. J.): Projekt DigiBAU.

Online: <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/digibau/> (27.05.2021)

Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V. (Hrsg.) (o. J.): Datentransfer mit Baumaschinen.

Online: <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/datentransfer-mit-baumaschinen/> (27.05.2021)

Krümmel, Stefan; Mersch, Franz Ferdinand (2019): Vernetzung und Transfer für digitales bauberufliches Lernen und Arbeiten (DigiBAU). In: Mahrin, Bernd; Meyser, Johannes (Hrsg.): Berufsbildung am Bau digital. Hintergründe – Praxisbeispiele – Transfer. Universitätsverlag der Technischen Universität Berlin, 240–251. Online: <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-8577> (27.05.2021)

PwC – PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (Hrsg.) (2018): Baubranche aktuell. Wachstum 2020 – Digitalisierung und BIM. München

DIGITALE ASSISTENZSYSTEME FÜR DIE KOMPETENZORIENTIERTE AUSBILDUNG AN KONVENTIONELLEN DREH- UND FRÄSMASCHINEN

Ein innovativer Ansatz der Gemeinschafts-Lehrwerkstatt Arnsberg GmbH

Marvin Land, Karsten Hömann, Thomas Schröder

Digitale Assistenzsysteme (DAS) unterstützen die Kompetenzentwicklung von Auszubildenden in der überbetrieblichen Ausbildung. Anhand des Projekts *Einsatz von virtuellen Systemen zur begleitenden Unterstützung von Auszubildenden der Metall- und Elektroindustrie* (EvAMEI) der Gemeinschafts-Lehrwerkstatt Arnsberg GmbH (GLW) wird gezeigt, wie eine digitale Form der Lern- und Arbeitsprozessbegleitung in Vernetzung mit konventionellen Dreh- und Fräsmaschinen realisiert werden kann. Die Entwicklung des Assistenzsystems wurde unterstützt durch das Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung in Lemgo (IOSB-INA) und den UNESCO Lehrstuhl für berufliche Bildung, Kompetenzentwicklung und Zukunft der Arbeit der Technischen Universität Dortmund. Übergeordnetes Ziel ist der Erwerb beruflicher Handlungskompetenz im Rahmen einer arbeitsprozessorientierten Lernkonzeption, die am Modell der vollständigen Handlung orientiert ist. Die Lern- und Arbeitsaufgaben (LAA) des Assistenzsystems können durch die Ausbilder*innen angepasst und ergänzt werden. Über eine Stärkung der Kompetenzorientierung und Entlastung des Ausbildungspersonals leisten die Systeme einen entscheidenden Beitrag zur Bewältigung aktueller Herausforderungen in der überbetrieblichen Berufsausbildung.

Schlüsselbegriffe

- › Digitale Assistenzsysteme
- › Neue Medien
- › Überbetriebliche Ausbildung
- › Berufsbildungsstätten
- › Kompetenzorientierung
- › Arbeitsprozessorientierung
- › Lern- und Arbeitsaufgaben

Aktuelle Herausforderungen in der gewerblich-technischen Berufsausbildung

Hauptberufliche Ausbilder*innen in überbetrieblichen Berufsbildungsstätten (ÜBS) sehen sich heute vor einem Dilemma. Auf der einen Seite steht eine zunehmende Heterogenität der Auszubildenden, die meist als Grund für Defizite wahrgenommen wird (vgl. Hellpoldt 2016, 22). Beklagt werden eine geringe Motivation und Leistungsbereitschaft sowie Lücken in der Allgemeinbildung (vgl. Bahl & Blötz 2012, 35 ff.). Die Ursache dafür kann in verschiedenen Entwicklungen gesehen werden: eine alternde Gesellschaft, ein Akademisierungstrend und die anhaltend gute Konjunkturlage im produzierenden Gewerbe. In vielen Regionen führte das zu einem massiven Fachkräftemangel und Industrieunternehmen sahen sich gezwungen, nicht nur auf dem Arbeitsmarkt, sondern auch auf dem Ausbildungsmarkt neue Bewerber*innengruppen zu akquirieren. Flucht und Migration sowie der gesellschaftliche Trend zur Individualisierung sorgen für weitere Heterogenisierung in der Auszubildendenschaft. Auf der anderen Seite steigen die Anforderungen an die zukünftigen Facharbeiter*innen und damit an die heutigen Berufsausbildungen. Vor dem Hintergrund der Digitalisierung und Vernetzung in der Industrieproduktion gilt das in den industriellen Metallberufen noch verstärkt (vgl. Gebhardt et al. 2015, 49). Obgleich bisher nur wenige empirische Befunde zur Veränderung der Facharbeit in der sogenannten *Industrie 4.0* vorliegen, so zeichnet sich doch die Tendenz ab, dass insbesondere die subjektiven, persönlichkeitsgebundenen Fähigkeiten und Potenziale der Facharbeiter*innen in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen (Promotorengruppe 2012). Denn durch die fortschreitende Automatisierung und Substituierung von vorwiegend regelhaften Routinetätigkeiten werden Fachkräften nun prinzipiell mehr Tätigkeiten zugewiesen, die ein hohes Maß an Flexibilität, Urteilsvermögen, Interaktions- und Kommunikationsfähigkeit, Erfahrung, Kreativität, Entscheidungs- und Problemlösefähigkeit sowie Intuition verlangen (Hirsch-Kreinsen & Ittermann 2019, 163). Auch die sich verändernden Formen der Unternehmens- und Arbeitsorganisationen spielen hier eine wichtige Rolle; Stichworte wären flache Hierarchien, Dezentralisierung, Flexibilisierung, Entgrenzung oder Schwarm-Organisationen (vgl. Hirsch-Kreinsen 2014, 23 ff.). Insgesamt führen die Veränderungen auf Seiten der Lernvoraussetzungen bei den Jugendlichen und die wachsenden Qualifikationsanforderungen der Unternehmen zu einer steigenden Arbeitsbelastung und einem erhöhten Anpassungsdruck auf Seiten der Ausbilder*innen.

Neue Chancen für überbetriebliche Berufsbildungsstätten durch digitale Assistenzsysteme

In Anbetracht der gerade skizzierten gegenläufigen Entwicklungen bei den Voraussetzungen der Auszubildenden einerseits und den betrieblichen Erwartungen an die zu entwickelnden Kompetenzen andererseits ist es notwendig, die Ausbilder*innen in ihrer täglichen Bildungsarbeit effektiv zu unterstützen, damit die Qualität und Attraktivität der überbetrieblichen Aus- und Weiterbildungsangebote weiterhin gesichert oder – besser noch – gesteigert werden kann. Eine personelle Aufstockung ist für die ÜBS in den meisten Fällen nicht finanzierbar. Sie ist jedoch auch nicht allein entscheidend, da die qualitativen Herausforderungen kaum quantitativ zu beantworten

sein dürften. Es geht vielmehr um eine Neugewichtung der Handlungsfelder und Tätigkeiten des vorhandenen Bildungspersonals. Das ist heute zunehmend in den berufspädagogischen denn in den fachlichen Aspekten gefordert. Für die situative Vermittlung von fachlichen Inputs stehen heute – im deutlichen Gegensatz zu früheren Zeiten – neue Medien und Systeme zur Verfügung. Digitale Assistenzsysteme (DAS) etwa helfen den Auszubildenden, ihre Lern- und Arbeitsprozesse selbstständig zu planen, durchzuführen, auszuwerten, zu reflektieren und zu vertiefen und damit ihren Lernprozess selbstständig zu gestalten (vgl. Angenendt et al. 2015, 133). Durch die Automatisierung sich wiederholender und zugleich stark regelhafter Routinetätigkeiten können Ausbilder*innen in den fachpraktischen Unterweisungen entlastet werden. Es geht dabei keineswegs um eine zweckrationale Substituierung des Ausbildungspersonals aus rein betriebswirtschaftlichen Interessen, sondern vielmehr darum, zeitliche Ressourcen zu schaffen, die zur Erweiterung berufspädagogischer Handlungsfelder benötigt werden. Dazu gehören die (Neu-)Gestaltung realer und virtueller Lernumgebungen und Lernarrangements, das Gestalten, Initiieren und Auswerten neuer Lern- und Arbeitsaufgaben (LAA), das Begleiten der Auszubildenden in herausfordernden Lernhandlungen, das gemeinsame Auswerten von Handlungsprodukten und Arbeitsprozessen, das Führen von Reflexionsgesprächen und das Bewerten von Kompetenzentwicklungen anhand individueller und differenzierter Kriterien (vgl. Dietrich 2017, 325). Wenn es gelingt, die DAS unter systematischer Einbeziehung der Ausbilder*innen und der Auszubildenden zu entwickeln und reflexiv zu erproben, bestehen gute Chancen sowohl für eine Qualitätsverbesserung als auch für eine klare Aufwertung der Arbeit und Qualifikation des hauptberuflichen Berufsbildungspersonals.

Das KOMZET-Projekt „EvAMEI“ der GLW Arnsberg GmbH

Die Gemeinschafts-Lehrwerkstatt Arnsberg GmbH (GLW) hat die Bedeutung und die Chancen von DAS für ihre alltägliche Bildungsarbeit erkannt und ein Konzept für den Einsatz in den Lehrgängen zum konventionellen Drehen und Fräsen erarbeitet. Das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) fördert die Entwicklung, Einführung und Erprobung im Rahmen des Förderprogramms „für die Förderung überbetrieblicher Berufsbildungsstätten (ÜBS) und ihrer Weiterentwicklung zu Kompetenzzentren“ (kurz: KOMZET-Förderung), das aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und unter Beteiligung der Länder (u. a. Mittel des Europäischen Sozialfonds) finanziert wird. Die KOMZET-Förderung dient neben der Modernisierung der Ausstattungen insbesondere der Entwicklung und Einführung moderner berufspädagogischer Ausbildungskonzepte in den ÜBS (BMBF/BMWi 2015, 1). Die GLW hat sich zum Ziel gesetzt, damit in ihrer Region, dem Kammerbezirk Arnsberg, den Kompetenzschwerpunkt „Mensch-Maschine-Interaktion“ zu entwickeln und zu vertreten. Neben der GLW Arnsberg gehören zwei wichtige Partner zum Projekt: das Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung, Institutsteil für industrielle Automation in Lemgo (Fraunhofer IOSB-INA) und der UNESCO-Lehrstuhl für Berufsbildung, Kompetenzentwicklung und Zukunft der Arbeit der Technischen Universität Dortmund. Das IOSB-INA ist in erster Linie mit den technisch-funktionalen Entwicklungen des DAS beauftragt: Systemarchitektur, Softwareentwicklung, Hardwarekonfiguration. Die TU Dortmund übernimmt die wissenschaftliche Begleitung des Projekts aus berufspädagogischer Perspektive und unterstützt dabei die Entwicklung moderner LAA-Systeme für das arbeitsprozessorientierte Lernen, die die

Potenziale der digitalen Integration weitestgehend ausschöpfen. Beide Projektpartner unterstützen zudem die Weiterbildung des Ausbildungspersonals.

Erwartungen, Zielsetzungen und Zielgruppen

Das Leitziel des KOMZET-Projekts EvAMEI ist es, die GLW Arnsberg zu einem Kompetenzzentrum für den Einsatz von DAS auf Grundlage einer kompetenzorientierten Berufspädagogik weiterzuentwickeln. Damit verbunden ist die Erwartung, sowohl die Qualität und Attraktivität als auch die Effizienz und Transparenz der Ausbildungsprozesse und -ergebnisse zu steigern. Aus diesen Erwartungen wurden folgende Projektziele abgeleitet:

- › Entwicklung, Erprobung und Einführung eines digitalen LAA-Systems für das arbeitsprozessorientierte Lernen in den beiden Ausbildungsmodulen des konventionellen Drehens und FräSENS
- › Hard- und Software-Konfiguration, Installation und Erprobung eines vernetzten DAS
- › Weiterbildung der Ausbilder*innen
- › Iterative Evaluation der Entwicklungsprozesse und Optimierung der Systeme

Die Projektentwicklung richtet sich in erster Linie an überbetriebliche Berufsbildungsstätten. Aber auch außerbetriebliche Berufsbildungswerke sowie innerbetriebliche Ausbildungszentren sollen angesprochen werden. Auszubildende und Ausbilder*innen sollen von den medientechnischen Innovationen gleichermaßen profitieren. So werden die Auszubildenden in allen Phasen der vollständigen Lern- und Arbeitshandlungen durch die digitale Bereitstellung von Strukturierungshilfen und Inhalten unterstützt, die Ausbilder*innen zugleich von diesen Hilfestellungen entlastet. Die Kommunikation wird damit effizienter, da das DAS dabei hilft, Probleme zu konkretisieren und die Möglichkeit bietet, auf automatisch generierte Prozessprotokolle zurückzugreifen. Zudem bietet das DAS zahlreiche Unterstützungsmöglichkeiten für die Weiterentwicklung, Organisation und Vernetzung der Lehrgänge mit internen und externen Partnern. Ausbilder*innen werden mit anwendungsfreundlichen Softwaretools in die Lage versetzt, eigenständig neue LAA zu entwickeln und die dazugehörigen Medien einzubinden, anzupassen oder zu erweitern. Dazu werden einheitliche Strukturvorlagen bereitgestellt und wiederverwendet. Auf diese Weise können kleine Bibliotheken verschiedener Lehr-/Lernarrangements entstehen, die erprobt, bewertet, ausgetauscht und flexibel einsetzbar sind. Das DAS kann somit auch im Rahmen eines betrieblichen Wissensmanagementsystems genutzt werden. Hauptprofiteure sollten in allen Fällen die Auszubildenden sein, deshalb werden im Projekt EvAMEI alle didaktischen, methodischen, medialen und organisatorischen Aspekte, soweit es die jeweiligen Rahmenbedingungen zulassen, aus der Perspektive der Lernenden heraus entwickelt.

Digitale Unterstützung an konventionellen Werkzeugmaschinen

In der gewerblich-technischen Ausbildung bietet sich die Anwendung von DAS in besonderer Weise für maschinelle Bearbeitungsverfahren an, da die benötigten Daten entweder direkt übertragen

oder mit relativ geringem Aufwand sensorisch gewonnen werden können. Die Entwicklung, Einführung und Erprobung werden an konventionellen (manuell gesteuerten) Werkzeugmaschinen vorgenommen. Vor dem Hintergrund der CNC-Technik mag diese Wahl zunächst verwundern, wenn man bedenkt, dass CNC-gesteuerte Maschinen während der Bearbeitung ohnehin digitale Daten erzeugen, welche für ein DAS aufgegriffen werden könnten. Doch heute verfügen selbst konventionellen Werkzeugmaschinen oftmals über entsprechende Datenschnittstellen. Sofern diese nicht vorhanden sind, lassen sich durch die Integration einer entsprechenden Sensorik die benötigten Prozessdaten gewinnen. Der weit wichtigere Grund für die Wahl der manuell zu bedienenden Maschinen ist jedoch, dass ihr Anwendungsbereich in den ÜBS um ein Vielfaches breiter ist. So ist das konventionelle Drehen und Fräsen nach DIN 8589 integraler Bestandteil zahlreicher Berufsbilder im Berufsfeld Metall- und Maschinenbau. Allein in den fünf industriellen Metallberufen (Anlagenmechaniker*in, Industriemechaniker*in, Konstruktionsmechaniker*in, Werkzeugmechaniker*in und Zerspanungsmechaniker*in), in denen das Drehen und Fräsen „gemeinsame Kernqualifikationen“ darstellt (BMWi 2018, 989), werden jährlich deutschlandweit etwa 25.000 neue Ausbildungsverträge abgeschlossen (vgl. BIBB 2020). Damit ergibt sich eine besondere Relevanz und ein enormes Transferpotenzial für die Entwicklung entsprechender DAS. Aber die überbetrieblichen Lehrgänge zur konventionellen Dreh- und Fräsbearbeitung stellen nicht nur aus diesem Grund einen vielversprechenden Ausgangspunkt für die Entwicklung, Einführung und Erprobung der DAS dar.

Ein weiterer Grund für die Wahl konventioneller Werkzeugmaschinen sind in den Charakteristika der entsprechenden Arbeitsprozesse zu sehen. Die Maschinen stellen prinzipiell Arbeitsorte dar, an denen Facharbeiter*innen für relativ große Zeitintervalle gebunden sind, da die dort durchgeführten Arbeitsprozesse tendenziell von erhöhter Komplexität und oft auch von größerem Aufwand und Umfang sind. Obgleich die Qualität der Handlungsprodukte im Rahmen der technischen Kommunikation in der Regel streng determiniert ist (z. B. durch Toleranzangaben in der Zeichnung), verlangen die Fertigungsverfahren den Arbeitskräften eine Vielzahl von fachlichen Entscheidungen ab, die auch unter rein sachlicher Perspektive nicht immer so alternativlos sind wie oft angenommen wird (z. B. bei der Festlegung der Reihenfolge der Arbeitsschritte, bei der Werkzeugwahl oder beim Einstellen der Prozessparameter). Zwischen zwei oder mehreren konkurrierenden Optionen wird dann häufig allein aufgrund des Erfahrungswissens und teils unbewusst entschieden. Aus diesem Grund bieten konventionelle Werkzeugmaschinen eine geeignete Grundlage für das arbeitsintegrierte Lernen, da hier der Arbeitsort eine hohe Intensität potenzieller Lerngelegenheiten aufweist und damit zugleich zum Lernort wird. Prinzipiell eignen sich stationäre DAS sowohl für das arbeitsprozessintegrierte Lernen im Betrieb als auch für das arbeitsprozessorientierte Lernen in den ÜBS.

Didaktisch-methodisches Konzept

Im Zuge der Entwicklung und Einführung des DAS wird zugleich ein didaktisch-methodischer Paradigmenwechsel von den ehemals instruktionistischen und sequenziellen Unterweisungen traditioneller Lehrwerkstätten hin zu zeitgemäßen handlungs- und kompetenzorientierten Lernansätzen angestrebt. Die Einübung fachpraktischer Fertigkeiten soll um die Facetten und Dimensionen des berufspädagogischen Kompetenzbegriffes erweitert werden (vgl. BMBF 2020, KMK 2018). Das

meint, dass die beruflichen Handlungskompetenzen nach dem handlungsorientierten Ansatz der arbeitsorientierten LAA (vgl. Howe 2001, 126 ff.) entwickelt werden. Dabei werden berufstypische Arbeitsaufgaben anhand arbeitsgegenstandsbezogener Kriterien der Kompetenzförderlichkeit (vgl. Franke 1999) ausgewählt, also unter Kriterien der Ganzheitlichkeit, Komplexität, Problemhaltigkeit und Polytelie. Die didaktisch-methodische Umsetzung ist an den in der gewerblich-technischen Berufsausbildung verwendeten arbeitsprozessorientierten didaktischen Ansätzen (vgl. Becker 2013, 7 ff.) orientiert. In Abbildung 1 ist das näher erläutert. Als strukturbildendes Element dient, in Anlehnung an die handlungsorientierte Lernkonzeption nach Jank & Mayer (2014, 314 ff.), das Modell der vollständigen Handlung.

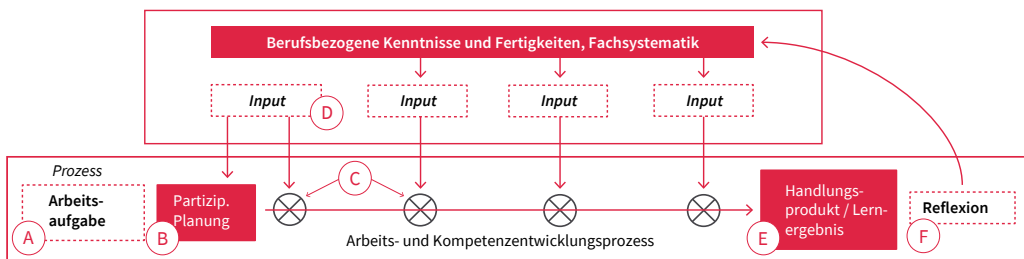


Abbildung 1: Didaktische Konzeption und Struktur des arbeitsbezogenen Kompetenzerwerbs (Quelle: Schröder 2019, 88)

Bei der Beschreibung der Aufgabe (A) kann es sich beispielsweise um einen fiktiven betrieblichen Auftrag handeln, z. B. um die Fertigung einer benötigten Antriebswelle als Ersatzteil für die Reparatur einer Produktionsmaschine im Betrieb als Handlungsprodukt (E). Ziel ist es, eine aktive Planung (B) zu initiieren, welche eine möglichst selbstständige Bearbeitung der Aufgabe (A) und Auswertung des Handlungsprodukts (E) ermöglicht. Die im Prozessverlauf wiederholt auftretenden und für die Auszubildenden unvorhersehbaren Teilprobleme (C) stehen in direkter Beziehung zu den Kompetenzzielen der LAA. Die Auszubildenden übernehmen die Initiative, wenn sie die zur Zielerreichung benötigten und bereitgestellten Inputs (D) in Form von medial aufbereiteten Informationen oder physischen Werkzeugen, Hilfsmitteln und Materialien einsetzen. Besondere Bedeutung hat die Rückbindung der im Prozess getroffenen Entscheidungen und gewonnenen Erfahrungen an die entsprechenden Zielaspekte und Inhalte der LAA im Rahmen einer Reflexion (F). Diese kann vom DAS informationstechnisch mit den im Prozess protokollierten Daten unterstützt und medial z. B. in Form von Reflexionsleitfäden mit gezielten Fragen vorbereitet werden. Auf dieser Grundlage können die Ausbilder*innen gemeinsam mit den Auszubildenden im persönlichen Reflexionsgespräch implizites Handlungswissen bewusstmachen, Fortschritte in der Kompetenzentwicklung fixieren und Anschlussvereinbarungen für weitere Ausbildungsschritte treffen.

Lernprozessbegleitung und Coaching für die Ausbilder*innen

Die ausbildungspraktische Realisierung des didaktisch-methodischen Konzepts stellt einen Paradigmenwechsel des Lehrens und Lernens dar. Auszubildende wie Ausbilder*innen nehmen eine

neue Rolle ein. Steuerungsanteile verlagern sich tendenziell von Ausbilder*innen auf die Auszubildenden. Lern- und Arbeitsprozesse werden offener und komplexer – ein vermeintlicher „Gleichlauf“ aller Auszubildenden wird zugunsten einer individuellen Kompetenzentwicklung aufgegeben. Daraus ergeben sich jedoch neue Anforderungen. Erfahrungsgemäß fällt es Ausbildenden schwer, ihre Auszubildenden „allein laufen zu lassen“, insbesondere wenn diese Gefahr laufen, einen fachlichen Fehler zu machen. Solange hierbei jedoch keine Gefährdungen entstehen oder Sachschäden drohen, müssen Fehler nicht unbedingt vermieden werden. Vielmehr können geschehene Fehler eine wertvolle Lerngelegenheit darstellen, wenn diese gemeinsam ausgewertet und reflektiert werden. Die Vermittlung von Inhalten und Kenntnissen hingegen, sowie die kognitive Unterstützung bei der Entwicklung von Fähigkeiten und Fertigkeiten wird nun zunehmend von den digitalen Tools übernommen. Für Ausbilder*innen geht es dann zukünftig darum, eine stärker begleitende und beratende Rolle einzunehmen (vgl. Rohs & Käßplinger 2004) und die Prozesse an der Maschine zugleich auf digitalem Wege zu verfolgen. Außerdem bekommt die gemeinsame Einführung am Anfang und die individuelle Reflexion am Ende einer jeden LAA einen neuen Stellenwert. Digitale Technologien fungieren dabei immer sowohl als Lern- wie auch als Arbeitsinstrumente (vgl. Euler & Wilbers 2020, 428).

Eine auf diese Veränderungen bezogene Weiterbildung der überbetrieblichen Ausbilder*innen basiert auf dem Konzept des Lernens im Prozess der Arbeit bzw. dem arbeitsintegrierten (work-integrated) und arbeitsgebundenen (work-connected) Lernen (Dehnbostel 2007). Das konstituierende Element der Weiterbildungs-konzeption ist die reale Arbeit der Ausbilder*innen, welche im Rahmen der Arbeits- und Lernaufgaben (Schröder 2009), der Lernprozessbegleitung und in Reflexionsgesprächen als Grundlage für eine erfahrungsbasierte Kompetenzentwicklung dient. Demnach lässt sich der Kompetenzentwicklungsprozess der Ausbilder*innen im Rahmen des arbeitsintegrierten Lernens ebenso anhand der Abbildung 1 darstellen, wie das arbeitsorientierte Lernen der Auszubildenden. Der Unterschied besteht u. a. darin, dass das Lernen hier nicht in einem simulierten Arbeitsauftrag stattfindet, sondern innerhalb der realen betrieblichen Arbeit (A). Hierzu kann im Vorfeld zwischen Coaches und Ausbilder*innen das Erproben neuer Ausbildungspraktiken auf Grundlage der Arbeitsprozessorientierung verabredet werden. Im anschließenden Verlauf des Arbeits- und Lernprozesses kommt es zwangsläufig zu neuen Herausforderungen und ungewohnten Situationen (C), welche die eigentlichen Lerngelegenheiten eröffnen und entsprechende neue Inputs (D) zur Bewältigung bedürfen. Welche Hilfestellungen und Ressourcen im Einzelnen zur weiteren Entwicklung benötigt werden, kann im abschließenden individuellen Reflexionsgespräch gemeinsam mit dem Coach festgestellt werden. Im Projekt EvAMEI werden die Inputs (D) im Rahmen von quartalsmäßigen Workshops aus dem laufenden Ausbildungsbetrieb ausgelagert. Zudem verteilen sich auf die Projektlaufzeit nach Bedarf ca. zehn individuelle Reflexionsgespräche mit den Coaches, zusätzlich zu den vorausgegangenen Hospitationen. Damit kann auf der Basis von individuellem Qualifizierungsbedarf und unter Berücksichtigung betrieblicher Rahmenbedingungen eine Kompetenzsteigerung mit Fokus auf die neuen Ausbildungskonzepte mit den DAS sichergestellt werden.

Gestaltungsorientierte Begleitforschung

Obgleich das Projekt EvAMEI im Rahmen der KOMZET-Förderung in erster Linie der Praxisentwicklung dienen soll, leistet eine wissenschaftliche Begleitung, die dem Ansatz der Handlungsforschung folgt, doch in zweierlei Hinsicht einen entscheidenden Beitrag zum Projekterfolg. Zum einen können durch eine gestaltungsorientierte Begleitforschung die Entwicklungen vor Ort praxisbezogen unterstützt und im Hinblick auf Maßgaben des aktuellen berufspädagogischen Erkenntnisstands gefördert werden. Zum anderen können die aus der praktischen Einführung und Erprobung gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse an den wissenschaftlichen Diskurs rückgebunden werden, was nicht zuletzt für die Transferfähigkeit erfolgreicher Projektentwicklungen von großer Bedeutung ist.

Für eine praxisnahe und anschlussfähige wissenschaftliche Unterstützung der Praxisentwicklung sind Kommunikation, passgenaue Intervention, Transparenz und Relevanz (vgl. Cronbach 1981; Cronbach 1982 nach Stockmann 2004, 20) ebenso entscheidende Gelingensbedingungen wie Nachvollziehbarkeit, Übertragbarkeit, Nachhaltigkeit und Zielgruppenorientierung (vgl. Schemme 2007, 41). Das übergeordnete Ziel der Begleitforschung ist eine nachhaltige Verankerung der Innovationen in der alltäglichen Ausbildungspraxis und eine damit einhergehende Erweiterung der Handlungsfähigkeit der Ausbilder*innen. Die Forscher*innen der TU Dortmund und die Ausbilder*innen der GLW Arnsberg arbeiten daher vor Ort bei der Projektentwicklungen eng und auf Augenhöhe zusammen. Die Zusammenarbeit folgt dem partizipativ-dialogischen Ansatz, der von wiederkehrenden und aufeinander bezugnehmenden Feedbackschleifen gekennzeichnet ist – in Anlehnung an die reflexiv-responsive Evaluation (vgl. Beywl 2006; Lamprecht 2011). Da die konzeptionell-entwickelnden und wissenschaftlich-forschenden Aktivitäten in enger Abhängigkeit zueinanderstehen, muss die erforderliche wissenschaftliche Distanz durch eine klare Rollen- und Aufgabenverteilung zwischen den Wissenschaftler*innen erreicht werden (Molzberger & Schröder 2008, 88). Die beratenden und evaluierenden Rollen und Funktionen sind daher personell getrennt.

Das Konzept, die Entwicklungsziele und Fragestellungen sowie die Methoden lassen sich in ein feldspezifisches Entwicklungs- und Forschungsdesign einordnen (vgl. Abbildung 2). Dabei können die Entwicklungsfelder in zwei Bereiche unterteilt werden. In dem der *Ausbilder*innen* liegen jene, die die Weiterbildung (Personalentwicklung) betreffen. Dazu gehören

- › die Erhebung des Qualifikations- und Unterstützungsbedarfs auf Seiten der Ausbilder*innen,
- › die Durchführung bedarfsgerechter Inputs und Workshops und
- › die Lernprozessbegleitung und Coaching der Ausbilder*innen inkl. Hospitationen und Reflexionsgespräche.

Im Bereich der *Auszubildenden* liegen jene Entwicklungsfelder, die die didaktische, methodische und organisatorische Konzeptionierung der Lehrgänge betreffen (Lehrgangs- und Organisationsentwicklung). Dazu gehören

- › die Analyse berufstypischer Arbeitsprozesse im Kontext des konventionellen Drehens,
- › die Beschreibung der beruflichen Handlungsfelder und Handlungskompetenzen,

- › die Operationalisierung und Differenzierung der einzelnen Lern- und Arbeitsprozesse,
- › die Festlegung der Ausbildungsmethoden und
- › die Auswahl und Gestaltung der digitalen Medienbausteine und deren Hyperstruktur.

Das Lernen mit digitalen Medien hat ebenso wie alle Veränderungen der Ausbildungspraxis im Allgemeinen einen Einfluss auf die Organisationsentwicklung; sie ist daher miteinzubeziehen (Dehnbostel 2007). Das didaktische Konzept bildet die Basis der berufspädagogischen Beratung und wissenschaftlichen Begleitung und liegt daher in gewissem Sinne quer zu allen Entwicklungsfeldern.

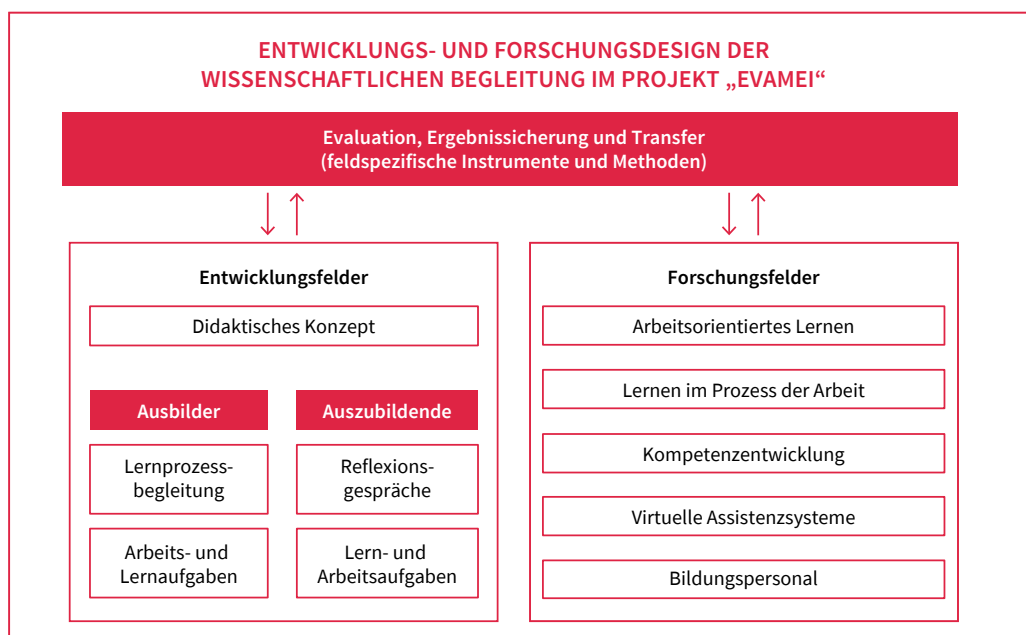


Abbildung 2: Entwicklungs- und Forschungsfelder im Projekt EvAMEI (Quelle: Land, Schröder & Mahrin 2021)

Über die handlungsorientierte Evaluation stehen die Entwicklungsfelder mit den Forschungsfeldern in wechselseitiger Beziehung. Das Projekt gewinnt hieraus seine grundlegenden theoretischen und empirischen Relevanzen und Bezüge. Die jeweilige Rückbindung von Theorie an Empirie (und umgekehrt) ist maßgeblich für die Qualität des Projekts sowie daraus entstehende Möglichkeiten des Innovationstransfers. Projekterfahrungen und Ergebnisse müssen nach dem Muster der Wechselbeziehung an den wissenschaftlichen Diskurs rückgebunden werden. Die einzelnen Felder der Forschungsaktivitäten finden sich ebenfalls in Abbildung 2. Je nach Projektgegenstand, Projektzielen, Fragestellungen und situativen Bedingungen können unterschiedliche Erhebungsmethoden eingesetzt werden: teilnehmende Beobachtungen, halbstandardisierte Fragebögen, leitfadengestützte Interviews, Expertengespräche, Dokumentenanalysen, u. a. Dabei werden die Auswertungen der Erhebungen in regelmäßigen Steuergruppensitzungen an die Akteure rückgemeldet. Auf dieser Grundlage können gemeinsam weiterführende Maßnahmen entwickelt werden.

Durchführung, vorläufige Ergebnisse und bisherige Erfahrungen

Die Entwicklung des DAS stellte hohe Ansprüche an die Kommunikation zwischen den drei unterschiedlichen Disziplinen: Informationstechnik, Berufspädagogik und Maschinenbau- bzw. Fertigungstechnik. Eine besondere Herausforderung war etwa der Austausch zu Anforderungen und Möglichkeiten einer zu entwickelnden Software, die Auszubildende in ihrem Lern- und Arbeitsprozess unterstützt und zugleich die potenzielle Gefahr des Instruktionismus überwindet. Im Gestaltungsrahmen der Mensch-Maschine-Interaktion erfordert die systematische Übertragung von Steuerungsanteilen im Lern- und Arbeitsprozess in die Verantwortung der Auszubildenden einen hohen Grad an Information, Kommunikation, und Steuerbarkeit des DAS. Dabei war auch die potenzielle Gefahr in Rechnung zu stellen, das technisch Mögliche dem didaktisch Sinnvollen vorzuziehen. Schließlich wurde ein offenes und gleichzeitig anwendungsfreundliches Softwaretool entwickelt, mit dem sich digitale und anpassungsfähige LAA-Systeme frei gestalten lassen. Damit können den Auszubildenden prinzipiell alle Entscheidungen und Beurteilungen abverlangt werden, die auch in der Berufspraxis relevant sind, z. B. die sachgerechte Wahl des Schneidwerkzeugs, die Bestimmung der Schnittdaten oder die Qualitätskontrolle.

Die Ausbilder*innen gestalten, organisieren, überwachen, bewerten und pflegen die digitalen LAA-Systeme mittels einer eigenen Benutzungsoberfläche. Um eine individuelle und flexible Erstellung und Anpassung der digitalen Inhalte im System durch die Ausbilder*innen selbst zu ermöglichen, musste ein anwendungsfreundliches Verfahren gefunden werden, mit dem auch Nicht-Informatiker*innen die DAS „programmieren“ können. Hierzu wurde vom IOSB-INA ein modulares Softwaretool, der sogenannte *Node-Editor* entwickelt. Damit können neue LAA auf anschauliche Weise mittels Drag and Drop zusammengesetzt werden. Der*die Nutzende wählt aus vorprogrammierten Funktionsbausteinen, den Nodes (engl. Knoten) passgenaue aus und füllt diese zunächst mit digitalen Inhalten und Bausteinen wie Lernvideos, Informationstexten, Eingabe- oder Auswahlfeldern. Anschließend werden diese durch „Verknoten“ miteinander in Beziehung gesetzt und die jeweiligen Freigabebedingungen definiert. Auf diese Weise entsteht Schritt für Schritt ein medialer Programmablauf, der die Auszubildenden durch ihren Lern- und Arbeitsprozess an den Maschinen begleitet. Sie erhalten über die neuen Medien ihre Arbeitsaufträge, können sich damit über die Sachverhalte informieren, ihre Bearbeitung mit Strukturvorlagen planen und diese mithilfe automatisierter Rückmeldungen bearbeiten und auswerten. Der eigentliche Lern- und Arbeitsprozess erfolgt über ein weiteres Softwaretool, den *Player*, welcher die Benutzungsoberfläche für die Auszubildenden darstellt.

Um ein vernetztes Lernen zu ermöglichen, werden die Prozessdaten der Werkzeugmaschinen über Datenschnittstellen – oder bei älteren Maschinen ohne Datenschnittstelle alternativ über nachzurüstende Sensoren – mit dem DAS ausgetauscht. Dies erlaubt unter anderem eine Protokollierung der von den Auszubildenden vorgenommenen Maschineneinstellungen als Grundlage für abschließende Reflexionsgespräche. In einer internen Datenbank sind die Sollwerte für alle definierten Betriebszustände der Maschine hinterlegt, wodurch das DAS in der Lage ist, die Eingaben und die Maschinenführung auf ihre Sachgerechtigkeit abzugleichen und dies unter Berücksichtigung didaktischer Entscheidungen rückzumelden. Damit können die Auswahlentscheidungen und Berechnungen der Auszubildenden sowohl mit Echtzeitdaten als auch mit theoretischen Sollwerten (z. B. aus

den Lehr- und Tabellenbüchern) und den im Vorfeld vorgegebenen Grenz- und Erfahrungswerten der Ausbilder*innen abgeglichen werden. Den Auszubildenden kann dann an bestimmten Stellen des Arbeitsprozesses ihre jeweilige Verfahrensweise nachvollziehend verdeutlicht werden.

Es hat sich in vielen Situationen gezeigt, dass didaktisch-methodische Entwicklungen und organisatorische Veränderungen in den Lehrgängen mehr oder minder im direkten Verhältnis mit der gesamten Organisationsentwicklung des Unternehmens stehen. Beispielsweise gelangen Diskussionen um neue Ausbildungsmethoden oder Vorschläge zu möglichen Arbeitsteilungen für Gruppenarbeiten schnell an die organisationalen Grenzen der Lehrgänge. Das erfordert Anpassungen in vor- oder nachgelagerten Lehrgängen, die die Planung und Koordinierung der Ausbildungsleitungen betreffen. Nicht zuletzt deshalb ist eine transparente Kommunikation zwischen den Projektakteuren sowie die Akzeptanz des Projektes im gesamten Unternehmen wichtig. Weiterhin gehört zu den spezifischen Rahmenbedingungen in der GLW – ebenso wie in einigen anderen, vornehmlich industrieorientierten ÜBS – ein modular strukturiertes Lehrgangsangebot. Dies soll es den verhältnismäßig großen Partnerunternehmen ermöglichen, Kurse unabhängig voneinander und nach individuellem Bedarf für ihre Auszubildenden in Anspruch zu nehmen. Nachteilig für die Handlungsorientierung ist hierbei, dass komplexe und nach Möglichkeit ganzheitliche LAA prinzipiell quer zu den unterschiedlichen Fachgebieten liegen. Für eine arbeitsprozessorientierte Ausbildung waren die organisatorischen Grenzen der entsprechenden Lehrgänge teilweise aufzulösen, ohne sie im Lehrgangsangebot gegenüber den Partnerunternehmen voneinander abhängig zu machen. Eine mögliche Lösung lag darin, für die ca. 100 Stunden dauernden Dreh- und Fräskurse jeweils ein eigenes LAA-System zu entwickeln, welche jedoch in ein gemeinsames Handlungsprodukt einmünden. Hierzu wurde ein Parallelschraubstock für die Werkbank mit ca. 60 mm Spannweite konstruiert (Abbildung 3). Dieser kann auch von Auszubildenden, die nicht beide Kurse besuchen, komplettiert werden. Dazu können sie doppelt gefertigte Bauteile kursübergreifend austauschen, wobei der Großteil der Auszubildenden in der GLW ohnehin beide Kurse besucht.

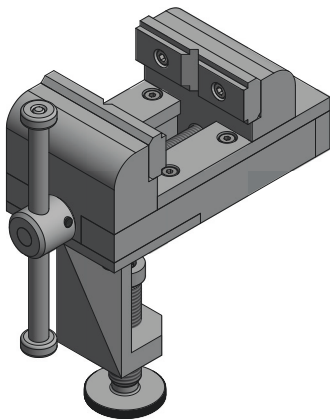


Abbildung 3: Parallelschraubstock als gemeinsames Handlungsprodukt digitaler Lern- und Arbeitsaufgabensysteme zum Drehen und Fräsen (Quelle: GLW Arnsberg GmbH)

Während der Fräslehrgang durch die Fertigung der Frästeile des Schraubstocks zeitlich und didaktisch ausgeschöpft sein sollte, sind für den Drehlehrgang drei weitere LAA-Systeme vorgesehen. Als Handlungsprodukte wurden hierzu folgende Baugruppen entworfen: ein Handentgrater mit innenliegender Aufbewahrung für Ersatzklingen, eine umlaufende Zentrierspitze mit Morsekegel für Reitstöcke und ein Handhammer mit individuellem Griffstück und auswechselbaren Schlagstücken aus verschiedenen Werkstoffen. Alle LAA-Systeme und deren Handlungsprodukte können von den Ausbilder*innen durch die freie Editierbarkeit des DAS in Zukunft weiterentwickelt, angepasst oder ausgetauscht werden.

Zur Systematisierung der einzelnen LAA wurden die durchzuführenden Arbeitsprozesse analysiert. Grundlage für die didaktischen Entscheidungen hinsichtlich der zu erreichenden fachlichen Kompetenzziele, der anzunehmenden Lernvoraussetzungen und der zu gewährenden Vereinfachungen waren eingehende Sachanalysen. Diese erfolgten in Form von Mindmaps und nahmen die für die Arbeitsprozesse jeweils relevanten Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse in den Blick. Die überfachlichen Kompetenzziele wurden von den Ausbilder*innen unter Berücksichtigung der Ergebnisse einer eigens durchgeführten Befragung ihrer Partnerunternehmen festgelegt. Daraus ging hervor, dass den Befragten vor allem die Förderung derjenigen Teilkompetenzen wichtig ist, welche die Selbstständigkeit der Auszubildenden betreffen. Die einzelnen fachlichen und überfachlichen Kompetenzziele eines jeden LAA-Systems wurden in jeweils einem Kompetenzraster definiert und unter Festlegung anschlussfähiger Ausbildungsmethoden und Sozialformen operationalisiert. Als inhaltliche Grundlage für das DAS werden derzeit die Phasenpläne zur Beschreibung der vollständigen Lern- und Arbeitshandlung einer jeden LAA erarbeitet und die dazu benötigten digitalen Lernmaterialien bereitgestellt.

Die Gestaltung digitaler LAA-Systeme zur Abdeckung eines bestehenden Dreh- oder Fräskurses ist vom Arbeitsaufwand her nicht zu unterschätzen. Insbesondere wenn noch keine handlungs- und arbeitsprozessorientierten Lehr-Lernarrangements im Betrieb etabliert oder zumindest erprobt sind und es sich daher um eine Umstellung von einer sequenziellen auf eine arbeitsprozessorientierte Ausbildung handeln muss. Einen solchen Paradigmenwechsel aufzuschieben ist jedoch in Anbetracht aktueller berufspädagogischer Maßgaben, gesellschaftlicher Herausforderungen und beruflich-betrieblicher Anforderungen keine Option. Die didaktisch-methodische Neugestaltung der Lehrgänge im Zuge der Entwicklung des DAS hat sich als eine gute Gelegenheit erwiesen, die im eigenen Betrieb etablierte, tradierte Ausbildungspraxis zu überdenken und zu innovieren. Die Anschlussfähigkeit des DAS konnte nur durch eine partizipative Entwicklung sichergestellt werden. Die Bedarfe und Voraussetzungen der Auszubildenden und der Ausbilder*innen wurden aktiv in die Gestaltungs- und Entscheidungsprozesse eingebunden und ins Zentrum der Entwicklungen gestellt. Zur Beteiligung der Ausbilder*innen an den Projektarbeiten war es allerdings zunächst nötig, Wege zu finden, die projektbezogenen Tätigkeiten effektiv in ihren betrieblichen Arbeitsalltag zu integrieren.

Fazit und Ausblick

Zum Zeitpunkt des Verfassens dieses Beitrags steht die Projektentwicklung kurz vor der Zusammenführung des inhaltlich-methodischen mit dem technisch-funktionalen Teil. Beide, sowie deren Evaluation, wurden hier konzeptionell beschrieben. Die praktische Erprobung und Implementierung des Gesamtsystems finden ab dem zweiten Halbjahr 2021 statt. Im Folgenden sind die Ergebnisse und Erfahrungen aus der bisherigen Projektentwicklung zusammengefasst.

- › Die Entwicklung eines DAS für die überbetriebliche Ausbildung erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen IT-Experten*innen, Berufsbildungsforscher*innen und Ausbilder*innen und stellt hohe Ansprüche an die Kommunikation, welche die Grenzen der eigenen Disziplin überschreitet.
- › Das DAS ist hinsichtlich Konstruktion und Konzeption darauf ausgelegt,
 - › komplexe, ganzheitliche und problemhaltige LAA frei erstellen zu können,
 - › Arbeitsaufträge und Situationsbeschreibungen bereitzustellen,
 - › Prozessdaten in Echtzeit zu erfassen,
 - › auf Datenbanken zurückzugreifen, Werte abzugleichen und bei Bedarf zu beurteilen,
 - › bestimmbare Freigabebedingungen zu prüfen und bei Bedarf in die Maschinensteuerung einzugreifen,
 - › fachliche Inputs sowie Strukturierungs- und Planungshilfen bereitzustellen,
 - › Entscheidungen herauszufordern und kriteriengeleitet zu unterstützen und
 - › den Verlauf der Bearbeitung zu protokollieren und auf Reflexionsgespräche vorzubereiten.
- › Die arbeitsintegrierte Weiterbildung der Ausbilder*innen fördert die Einführung der DAS in die Lehrgänge und trägt zur Erweiterung berufspädagogischer Handlungsfelder bei.
- › Die aktive Einbindung der Ausbilder*innen hat zu einer großen Akzeptanz und Identifikation mit den Innovationen geführt und wird sich nachhaltig auf die Qualität und den Transfer der Innovationen auswirken.
- › Für die Beteiligung an den Projektarbeiten müssen die Ausbilder*innen von betrieblichen Aufgaben anteilig freigestellt und wenn nötig im Lehrgangsbetrieb vertreten werden. Die KOMZET-Förderung sieht hierfür einen Personalkostenzuschuss vor.
- › Im Anwendungsbereich der konventionellen Dreh- und Fräsverfahren liegt ein enorm breites Transferpotenzial.

Aus der Möglichkeit der internen und externen Vernetzung des DAS ergeben sich für die Zukunft große und vielfältige Entwicklungspotenziale. Intern wird hierbei an die Einführung eines betrieblichen Wissensmanagementsystems gedacht, das den internen Transfer von Innovationen auf weitere Lehrgänge und Abteilungen unterstützen soll. Dazu können neue Lehr-/Lernarrangements, Materialien und die damit verbundenen Erfahrungen ausgetauscht, reflektiert und bewertet werden. Die externe Vernetzung, z. B. mit Partnerunternehmen und den Berufskollegs, bietet neue

Perspektiven für die Lernortkooperation. Hierbei könnte die GLW in ihrem Kammerbezirk eine Plattformfunktion einnehmen, wenn es gelingt, den Datenaustausch über das DAS zu kanalisieren. Daraus ergeben sich vielfältige Möglichkeiten für die sachlich zeitliche Ablauforganisation der gesamten Ausbildung über die verschiedenen Lernorte hinweg. Durch einen entsprechenden Austausch, z. B. von Ablauf- und Einsatzplänen, Lernmaterialien und anderen Daten, ließe sich die Ausbildung lernortübergreifend reorganisieren und verzahnen. Der Aufbau und die Einbindung in ein Netzwerk mit weiteren ÜBS und Kompetenzzentren kann den Innovationstransfer zwischen diesen auf Bundesebene unterstützen. Hierbei könnte es um ganze digitale LAA-Systeme für verschiedene Ausbildungsbereiche mit den entsprechenden Softwarelösungen für das jeweilige Anwendungsgebiet gehen. Somit kann auch die Bildungsarbeit der zumeist nebenberuflichen Ausbilder*innen in den Partnerunternehmen sowie die der Lehrkräfte an den Berufsschulen vom DAS profitieren, sofern dieses genutzt wird, um Daten, Lernmaterialien und LAA auszutauschen und so die Ausbildung lernortübergreifend didaktisch-methodisch zu reorganisieren.

Literatur und Quellen

- Angenendt, Kristina; Bormann, Jeanny; Donkers, Tim; Goebel, Tabitha; Kizina, Anna; Kleemann, Timm; Michael, Lisa; Raja, Hifsa; Sachs, Franziska; Schneegass, Christina; Sinzig, Lisa-Maria; Steffen, Juliane; Manske, Sven; Hecking, Tobias; Hoppe, Ulrich (2015): ConceptCloud – Entwicklung einer Applikation zur Unterstützung von Reflexionsprozessen im Online-Lernportal Go-Lap. In: Rathmayer, Sabine; Pongratz, Hans (Hrsg.): Proceedings der Pre-Conference Workshops der 13. E-Learning Fachtagung Informatik. München: DeLFI
- Bahl, Anke; Blötz, Ulrich (2012): Die Situation des ausbildenden Personals in der betrieblichen Bildung (SIAP). Abschlussbericht. Unter Mitarbeit von Daniel Brandes, Bernd Lachmann, Christine Schwerin und Eva-Maria Witz. Herausgegeben vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB), Bonn
- Becker, Matthias (2013): Arbeitsprozessorientierte Didaktik. In: bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, Ausgabe 24, 1–22. Online: http://www.bwpat.de/ausgabe24/becker_bwpat24.pdf (01.03.2021)
- Beywl, W. (2006): Evaluationsmodelle und qualitative Methoden. In: Flick, U. (Hrsg.): Qualitative Evaluationsforschung. Konzepte, Methoden, Umsetzung. Reinbek, 92–117
- BIBB (2020): Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2020. Informationen und Analysen zur Entwicklung der beruflichen Bildung. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung. Online: https://www.bibb.de/dokumente/pdf/bibb_datenreport_2020.pdf (10.05.2020)
- BMBF (2020): Berufsbildungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. Mai 2020. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung. Online: https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Das_neue_Berufsbildungsgesetz_BBIG.pdf (10.05.2021)

- BMF/BMWi (2015): Bekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie zur Änderung der Gemeinsamen Richtlinien für die Förderung überbetrieblicher Berufsbildungsstätten (ÜBS) und ihrer Weiterentwicklung zu Kompetenzzentren. Online: [https://www.bibb.de/dokumente/pdf/a34_gemeinsame__richtlinien_fuer_die__foerderung_ueberbetrieblicher_berufsbildungsstaetten_und_ihrer_weiterentwicklung_zu_kompetenzzentren\(1\).pdf](https://www.bibb.de/dokumente/pdf/a34_gemeinsame__richtlinien_fuer_die__foerderung_ueberbetrieblicher_berufsbildungsstaetten_und_ihrer_weiterentwicklung_zu_kompetenzzentren(1).pdf) (10.05.2021)
- BMWi (2018): Verordnung über die Berufsausbildung in den industriellen Metallberufen vom 28. Juni 2018. Bonn: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Online: https://www.bibb.de/dienst/berufesuche/de/index_berufesuche.php/regulation/neufassung_metallberufe_2018.pdf (10.05.2021)
- Cronbach, Lee Joseph (1981): Toward reform of program evaluation. [aims, methods, and institutional arrangements]. [3rd print.]. San Francisco, Washington: Jossey-Bass (The Jossey-Bass series in higher education)
- Cronbach, Lee Joseph (1982): Designing evaluations of educational and social programs. 2. print. Ann Arbor, Mich, San Francisco, Calif: UMI; Jossey-Bass (The Jossey-Bass social and behavioral science series)
- Dehnbostel, Peter (2007): Lernen im Prozess der Arbeit. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann (Studienreihe Bildungs- und Wissenschaftsmanagement, 7)
- Diettrich, Andreas (2017): Berufsbildungspersonal 2025 – Forschungs- und Entwicklungsperspektiven. In: French, Martin; Diettrich, Andreas (Hrsg.): Berufsbildungspersonal in Bildungsdienstleistungen und Betrieben. Qualifizierungskonzepte und Professionalisierungsstrategien. Lehrstuhl für Wirtschafts- und Gründungspädagogik. Universität Rostock
- Euler, Dieter; Wilbers, Karl (2020): Berufsbildung in digitalen Lernumgebungen. In Arnold, Rolf; Lipsmeier, Antonius; Rohs, Matthias (Hrsg.): Handbuch Berufsbildung, Springer Verlag, Wiesbaden
- Franke, Guido (1999): Erfahrung und Kompetenzentwicklung. In: Dehnbostel, Peter; Markert, Werner; Novak, Hermann (Hrsg.): Workshop Erfahrungslernen in der Beruflichen Bildung – Beiträge zu einem Kontroversen Konzept. Hochschultage Berufliche Bildung. 1. Aufl. Neusäß: Koeser. 54–70
- Gebhardt, Jonas; Grimm, Axel; Neugebauer, Laura Maria (2015): Entwicklungen 4.0 – Ausblicke auf zukünftige Anforderungen an und Auswirkungen auf Arbeit und Ausbildung. In: Journal of Technical Education (JOTED) 3 (2), 45–61. Online: <http://www.journal-of-technical-education.de> (01.03.2021)
- Grebe, Claudia (2012): Identifikation in digitalen Lernspielen: Der Einfluss der Identifikation mit Spielercharakteren auf das Lernen und die Motivation. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Philosophie. Erfurt: Erziehungswissenschaftliche Fakultät der Universität Erfurt

- Hellpoldt, Tanja (2016): Ausbilderqualifizierung vor dem Hintergrund steigender Heterogenität der Auszubildenden. Deutschland im Vergleich mit ausgesuchten Ländern. In: Frommberger, Ditmar (Hrsg.): Magdeburger Schriften zur Berufs- und Wirtschaftspädagogik (2), 1–114. Online: https://www.bwp.ovgu.de/bwp_media/Neu_Magdeburger+Schriften/Jahrgang+2016/Heft+2+_+2016-p-476.pdf (01.03.2021)
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2014): Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“. In: WSI 67 (6), 421–429. DOI: 10.5771/0342-300X-2014-6-421 (18.05.2021)
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Ittermann, Peter (2019): Drei Thesen zu Arbeit und Qualifikation in Industrie 4.0. In: Spöttl, Georg; Windelband, Lars (Hrsg.): Industrie 4.0. Risiken und Chancen für die Berufsbildung, 2. überarbeitete Auflage. Bd. 52 der Hauptreihe Berufsbildung, Arbeit und Innovation. Bielefeld: wbv
- Howe, Falk (2001): Gestaltungsorientierte Lern- und Arbeitsaufgaben. In: Ebeling, Uwe; Gronwald, Detlef; Stuber, Franz (Hrsg.): Lern- und Arbeitsaufgaben als didaktisch-methodisches Konzept. Arbeitsbezogene Lernprozesse in der gewerblich-technischen Ausbildung. Bielefeld: Bertelsmann (Berufsbildung, Arbeit und Innovation, Bd. 7), 126–146
- Jank, Werner; Meyer, Hilbert (2014): Didaktische Modelle. 11. Auflage. Berlin: Cornelsen
- KMK (2018): Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. Berlin: Sekretariat der Kultusministerkonferenz. Online: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2011/2011_09_23-GEP-Handreichung.pdf (10.05.2021)
- Lamprecht, Juliane (2012): Rekonstruktiv-responsive Evaluation in der Praxis. Neue Perspektiven dokumentarischer Evaluationsforschung. Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2010, u. d. T.: Lamprecht, Juliane: Evaluation und Imagination – eine praxeologische Studie zu den Bewertungslogiken pädagogischer Akteure im Übergang vom Elementar- in den Primarbereich. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. Online verfügbar unter <http://gbv.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=884587> (11.05.2021)
- Land, Marvin; Mahrin, Bernd; Schröder, Thomas (2021): Neue Perspektiven für überbetriebliche Berufsbildungsstätten durch virtuelle Assistenzsysteme. In: Dehnbostel, Peter; Richter, Götz; Schröder, Thomas; Tisch, Anita (Hrsg.): Lernen in der digitalen Transformation der Arbeit. Stuttgart: Schäfer-Poeschl
- Molzberger, Gabriele; Schröder, Thomas (2008): Forschungsansatz und Evaluationsinstrumente in ITAQU. In: Molzberger, Gabriele; Schröder, Thomas; Dehnbostel, Peter; Harder, Dierk (Hrsg.): Weiterbildung in den betrieblichen Arbeitsprozess integrieren. Erfahrungen und Erkenntnisse in kleinen und mittelständischen Unternehmen. Münster/ New York/ München/ Berlin, 85–90

Promotorengruppe (2012): Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaftswissenschaft – Bericht: IM Fokus: Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 – Handlungsempfehlung zur Umsetzung. Berlin, März 2012

Rohs, Matthias; Käßlinger, Bernd (2004): Lernberatung – ein Omnibusbegriff auf Erfolgsweg.
In: Rohs, Matthias; Käßlinger, Bernd (Hrsg.): Lernberatung in der beruflich-betrieblichen Weiterbildung. Konzepte und Praxisbeispiele für die Umsetzung. Münster u. a.: Waxmann, 13–28

Schemme, D. (2007): Wirkungen und Effekte der Modellprojekte und -programme. In: Schemme, Dorothea; Weber, Susanne Maria: Leitende Fragestellungen im Projekt „Reflexive Meta-Evaluation“. Unveröff. Projektdokument, 35–43

Schröder, Thomas (2009): Arbeits- und Lernaufgaben für die Weiterbildung. Eine Lernform für das Lernen im Prozess der Arbeit. 1. Aufl. Bielefeld: Bertelsmann (Berufsbildung, Arbeit und Innovation: [...], Dissertationen, Habilitationen, Bd. 15). Online: <http://gbv.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=1331007> (18.05.2021)

Schröder, Thomas (2019): A regional approach for the development of TVET systems in the light of the 4th industrial revolution: the regional association of vocational and technical education in Asia, *International Journal of Training Research*, 17:sup1, 83–95, DOI: 10.1080/14480220.2019.1629728 (18.05.2021)

Stockmann, Reinhard (2004): Evaluation in Deutschland. In: Stockmann, Reinhard (Hrsg.): Evaluationsforschung. Grundlagen und ausgewählte Forschungsfelder. 2. Aufl. Opladen, 13–43

SOCIAL VIRTUAL LEARNING IN SCHULE UND BETRIEB

Thomas Hagenhofer, Rolf Wyss

Dieser Beitrag behandelt den praktischen Einsatz von AR-/VR-Lerntechnologie in der beruflichen Ausbildung. Grundlage bilden dabei die Lernanwendung und das Autor*innenwerkzeug, die in den Projekten Social Augmented Learning (SAL), Social Virtual Learning (SVL) und Social Virtual Learning 2020 (SVL2020) von 2013 bis 2019 entstanden sind und noch immer weiterentwickelt werden.¹

SVL wird seit drei Jahren am Gewerblichen Berufs- und Weiterbildungszentrum St. Gallen/Schweiz in der Ausbildung im Bereich Druck und Medien eingesetzt. Immersion hoch zwei (Immersion²) nennt sich das aktuelle Projekt. Dargestellt werden die Potenziale und Erfahrungen, aber auch die Hürden bei der praktischen Umsetzung der neuen Lernform.

Schlüsselbegriffe

- › Augmented Reality (AR)
- › Virtual Reality (VR)
- › Immersion
- › Stationenlernen
- › Berufsschule
- › Betriebliche Ausbildung

Einleitung

Virtual Reality (VR) hat 2018 den Gartner Hype Cycle² verlassen, Augmented Reality (AR) ein Jahr später – mehrere Jahre früher als prognostiziert (vgl. Honsel 2006). Schneller als erwartet konnte die von der Spieleindustrie vorangetriebene Technologie in die Bildungslandschaft integriert werden. Aber noch sind immersive Medien bei weitem kein Standard in der Berufsbildung.

1 Siehe <https://www.social-augmented-learning.de/projektinformationen/>

2 Gartners Hype Cycle ist eine grafische Darstellung eines Phasenverlaufs, der bei neuen Technologien oder Innovationen auftritt. Daran lassen sich die Technologie-Reife und das Potenzial ablesen. Die fünf Phasen des Hype-Zyklus sind Technologieauslöser, Höhepunkt der Erwartungen, Tiefpunkt der Ernüchterung, Anstieg der Aufklärung und Produktivitätsplateau (vgl. Blosch/Fenn 2018).

Mit diesem Beitrag wollen wir Hürden und Chancen dieser neuen Lernform anhand des Beispiels Social Virtual Learning (SVL) beleuchten. SVL wurde in einer Folge von Forschungsprojekten von 2013 bis 2019 entwickelt. In einer virtuellen Umgebung können Lernende Arbeitsprozesse unmittelbar und interaktiv an einer virtuellen Druckmaschine erleben. Durch den hohen Immersionsgrad, der es erlaubt, authentische Erfahrungen am virtuellen Lerngegenstand zu sammeln, wird nicht zuletzt die Freude am Entdecken komplexer Maschinen gesteigert. Social Virtual Learning soll so dazu beitragen, praxis- und arbeitsplatznahe Lernerfahrungen in der beruflichen Aus- und Weiterbildung zu ermöglichen, unabhängig davon, welche Maschinen am Lernort verfügbar sind. Hier steht vor allem das handlungsorientierte Lernen im Mittelpunkt. Entsprechend konzipierte Übungen unterstützen die Ausprägung von Handlungskompetenzen und prozeduralem Wissen.

In den Projekten entstand ein flexibel einsetzbares Autor*innenwerkzeug für das Lehren und Lernen mit AR und VR, das vom Projektpartner Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung in Rostock als Produkt Machine@Hand weiterentwickelt wird (vgl. Aehnelt o. J.). Als Anwendungspartner setzt das Gewerbliche Berufs- und Weiterbildungszentrum St. Gallen/Schweiz das Konzept kreativ um.

Ausgangslage und Problemstellung

Noch vor wenigen Jahrzehnten waren die Bauteile und Prozesse in einer Druckmaschine gut sichtbar, da fast alle Teile offen zugänglich waren. Während des Drucks konnte so gut beobachtet werden, wie die einzelnen Bauteile zum Bedrucken des Papiers beitragen.

Dies hat sich grundlegend geändert: Bei einer modernen Bogenoffset-Druckmaschine schirmt eine Verkleidung – auch aus Sicherheitsgründen – die vielen verschiedenen Elemente nach außen ab. Die 30 Meter lange Druckmaschine wird zur Black Box. Gleichzeitig gibt es aufgrund optimierter Abläufe immer weniger Standzeiten, die Maschinen sind rund um die Uhr im Einsatz. Somit entfallen Gelegenheiten, den Auszubildenden bestimmte Prozesse direkt an der Maschine zu zeigen.

Darüber hinaus steigen auch in der beruflichen Weiterbildung die Bedarfe an schnellen und ortsunabhängig einsetzbaren Lösungen. Selbst für Maschinen und Anlagen, die noch lange nicht in die Serienproduktion gegangen sind, müssen bereits Qualifizierungsangebote erstellt werden.

Ziele und Erwartungen

Augmented und Virtual Reality ermöglichen den Einblick in solche geschlossenen oder noch nicht verfügbaren Systeme. Bisher verborgene Prozesse werden sichtbar und sind dadurch leichter zu durchschauen, was sie nachvollziehbar macht. Das Tempo der Prozessabläufe und die Perspektive können von den Lernenden beim Erkunden der Modelle ständig gewechselt werden. 3D-Modelle ermöglichen neue Perspektiven, die in der Realität nicht einzunehmen sind.

Am Beispiel von SVL bedeutet das, dass eine reale Maschine mittels AR um zusätzliche Inhalte erweitert wird oder Auszubildende mittels VR selbstgesteuert virtuelle Maschinen auseinanderbauen, sich interaktiv und unmittelbar mit dem Lerngegenstand auseinandersetzen und zusätzlich Fachinhalte über diverse Schnittstellen abrufen. Mithilfe von Animationen können interne Prozesse visualisiert und verdeutlicht werden. Zudem können zeitgleich und ortsunabhängig mehrere Auszubildende den virtuellen Raum betreten, kommunizieren und Aufgaben kooperativ lösen. Diese Aspekte tragen dazu bei, dem Technologieeinsatz entgegenstehende Hemmungen abzubauen und Hindernisse zu kompensieren.

Zielgruppe

Die Inhalte in den Projekten wurden speziell für die Auszubildenden in der Druckindustrie entwickelt. Sie umfassen einen bedeutenden Teil des Ausbildungsrahmenplans des Berufsbilds Medientechnolog*in Druck. Die Lernmodule wurden in zahlreichen Erprobungen an verschiedenen Schulen und in Ausbildungsbetrieben getestet. Mittlerweile nutzt ca. ein Drittel aller deutschen Berufsschulen, die in diesem Bereich ausbilden, die neue Lernform.

Das SVL-Tool für Autor*innen richtet sich auch an Nicht-Entwickler*innen und ermöglicht ihnen, ohne Programmierkenntnisse Inhalte für beliebige gewerblich-technische Berufe und Tätigkeiten zu erstellen. Voraussetzung hierfür ist die Verfügbarkeit von funktionalen 3D-Modellen.

Didaktisches und methodisches Konzept

Im Projekt Social Augmented Learning (SAL) wurde ein umfassendes didaktisches Konzept erarbeitet, in dem das Prinzip wie folgt kurz zusammengefasst ist: „Das besondere Potenzial dieser neuen Lernform ergibt sich aus der didaktisch zu begründenden Kombination von mobilem Lernen mit Tablets, dem Lernen in der Gruppe und der Nutzung augmentierter Inhalte. Zentrales Element ist ein verfügbares oder zu erstellendes 3D-Modell, mit dem sich die Lerninhalte veranschaulichen lassen und das an der Maschine Zusammenhänge und Abläufe sichtbar macht.“ (Fehling, Goertz & Hagenhofer 2015, 34)

In Abbildung 1 werden die verschiedenen Theorien und Methoden dargestellt, die in das didaktische Konzept eingeflossen sind. Mit diesem Ansatz wird nicht einfach ein Inhalt aus einem Fachbuch mobil nutzbar – vielmehr wird das Schulbuch lebendig, wird zum Lernbegleiter an der Maschine/Anlage. Ein besonderer Vorteil der Nutzung von Tablets zum Lernen in der technisch-gewerblichen Ausbildung liegt in der Vertrautheit der Zielgruppe mit mobilen Endgeräten. Einweisungszeiten für die Nutzung von Lernmodulen an Tablets können dadurch auf ein Minimum beschränkt werden.

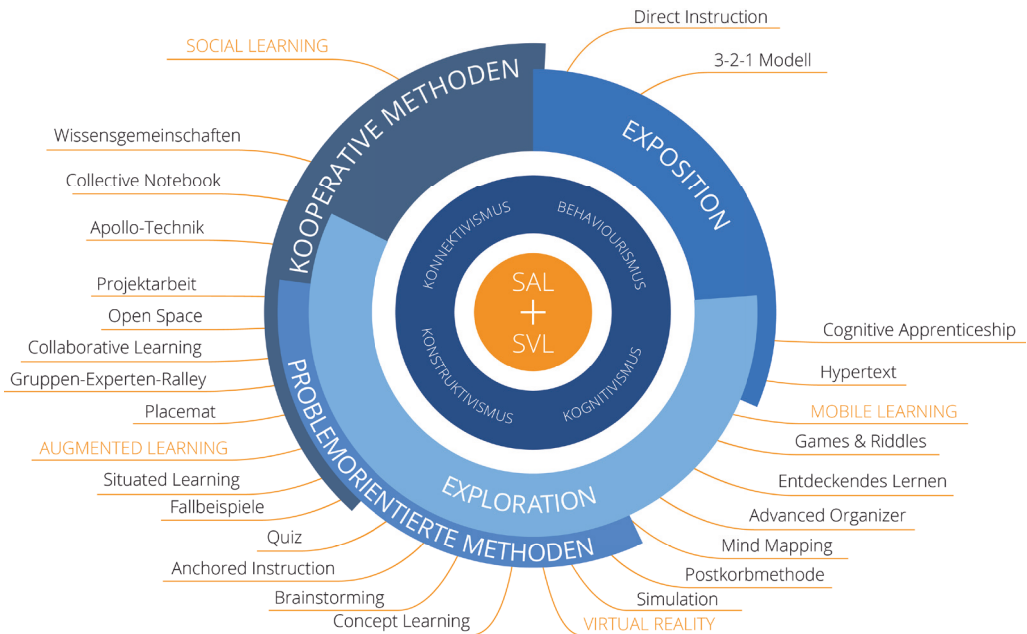


Abbildung 1: SAL: Didaktisches Modell (Quelle: Fehling/ Goertz/ Hagenhofer 2015)

In der Regel bewegen sich die Lernenden mindestens genauso sicher in dieser Welt wie Lehrende, die sich oft erst in Ruhe mit der Technik vertraut machen müssen. Ebenso wichtig wie die Affinität zur eingesetzten Technik sind die neuen Kommunikationsimpulse in den Selbstlernphasen. Durch das Lernen an Tablets in Kleingruppen findet in den Selbstlernphasen nahezu automatisch ein Austausch unter den Lernenden statt. Dies sollte durch eine entsprechende Gestaltung der Lernumgebung, z. B. durch Bereitstellung eines Tisches in der Nähe der Maschine/Anlage, unterstützt werden.

Das Autorensystem zur Entwicklung von Lernmodulen nahm eine zentrale Rolle in der didaktischen Konzeption des Projektes ein. Im Kontext der Digitalen Transformation können monolithische Prozesse zur Inhaltserstellung oft träge und starr wirken. Lehrende haben häufig schon heute den Anspruch, die von ihnen verwendeten Lehr- und Lernmaterialien zu verändern, anzupassen und weiterzuentwickeln und somit individuell ihren Unterricht zu gestalten. Manche gehen darüber hinaus und erwarten ein Werkzeug, das es ihnen ermöglicht, eigene, völlig neue Inhalte zu generieren. Den wenigsten Lehrenden (Ausbildende, Berufsschullehrkräfte) ist damit gedient, Ausbildungswissen mit vorgefertigten Lehrinhalten zu vermitteln. Zu verschieden sind die Anforderungen und Gegebenheiten in den Ausbildungsbetrieben. Daher sollen Lehrende SVL-Inhalte selbst erstellen und bestehende Module bearbeiten können.

Der SAL-Ansatz birgt natürlich auch Fallstricke, die bei der Projektumsetzung zu beachten sind. Besonders wichtig ist dabei, den Einsatz dieser Lernform auch didaktisch zu begründen. Es geht nicht darum, AR-Technik um jeden Preis einzusetzen und bewährte Instrumente, z. B. im Bereich von Web Based Trainings, zwanghaft um eine neue Komponente anzureichern. SAL sollte insbe-

sondere dann eingesetzt werden, wenn man mit vorhandenen Lernanwendungen und herkömmlichen Lernszenarien auf Hindernisse stößt. Dies ist in der Regel dann der Fall, wenn die abstrakte Darstellung eines Prozesses oder eines Bauteils von den Lernenden nur schwer mit der beruflichen Praxis in Verbindung gebracht werden kann (vgl. ebd., 13). Hier kann SAL helfen, die Mechanismen und Wirkungszusammenhänge direkt an der Maschine/Anlage sichtbar zu machen. In gewisser Weise wird damit das bekannte Konzept der „gläsernen Maschine“ um zusätzliche didaktische Möglichkeiten wie Reduktion, Kommentierung und Anreicherung durch Zusatzinfos erweitert. Es stellt ein Bindeglied zwischen einer Simulation und der Maschine dar. Die Maschine bleibt in ihrer konkreten Gestalt präsent und wird situativ um zusätzliche Informationsbausteine und Datenelemente ergänzt.

Die größte technische Hürde beim Erstellen von SAL-Inhalten bleibt die Verfügbarkeit von im Mobile Device-Bereich einsetzbaren 3D-Modellen. Daten aus der Maschinen- und Anlagenentwicklung lassen sich aufgrund ihres Detailgrades und der damit verbundenen großen Datenmengen nur mit großem Aufwand für die Nutzung an Tablets aufbereiten. Dennoch ist zu erwarten, dass es mit Blick auf den zunehmenden Einsatz von 3D-Darstellungen und -Anwendungen (3D-Druck etc.) in der nahen Zukunft zunehmend einfacher werden wird, an einsetzbare Modelle zu gelangen. Engagierte Content-Autor*innen bieten entsprechende neue Dienstleistungen an oder spezifische Aufbereitungen der virtuellen Modelle begleiten die Maschinenentwicklung.

Realisierung

SVL wird seit drei Jahren am Gewerblichen Berufs- und Weiterbildungszentrum St. Gallen/Schweiz in der Ausbildung im Bereich Druck und Medien eingesetzt. In der Grundversion sind vier Lernmodule ausgearbeitet. Die Fachinhalte sind auf den Offsetdruck fokussiert. Mittlerweile wurde eine Modul-Ausdehnung auf weitere Druckverfahren (Flexodruck), die Druckweiterverarbeitung (Planschneider) den Maschinenbau (Kompressor und 3D-Printer) implementiert. Die in St. Gallen eingesetzten Module beziehen sich auf eine Adaption der Grundmodule von SVL2020.

Die neuesten entstandenen Module sind bilingual angelegt. Für Medientechnolog*innen, die bereits mit den Grundlagen der Druckmaschinentechnik vertraut sind, wurden die Module ins Englische übersetzt und angepasst, damit die relevanten Fachbezeichnungen auf Englisch geübt werden können. An der Schule in St. Gallen wird das als CLiL bezeichnet, die Abkürzung für Content and language integrated learning. Bei CLiL geht es nicht um das grammatikalisch richtige Erlernen der Sprache, sondern um die inhaltlich richtige Anwendung von Begriffen.

Das aktuelle Projekt nennt sich Immersion hoch zwei (Immersion²). Der Begriff Immersion deutet hier einerseits auf den integrativen Fremdspracherwerb im Berufskundeunterricht hin. Dazu kommt die VR-Immersion, das intensive Eintauchen in künstlich erzeugte Wirklichkeiten (vgl. Bockholt 2017). Wichtig ist die gute Vorbereitung der Lernsequenzen. Da im Klassenverband nicht auf VR-Headsets für alle Lernenden zurückgegriffen werden kann, musste sequenziert werden. Die Unterrichtseinheiten sind in Phasen eingeteilt. Erste Erfahrungen werden am PC gemacht, dort

stehen die geführten Module zur Verfügung. Das sind animierte interaktive CAD-ähnliche 3D-Computergrafiken des Druckmaschineninnenlebens, die im 360°-Radius mit Maus-Steuerung erforscht werden können (Abbildung 2).

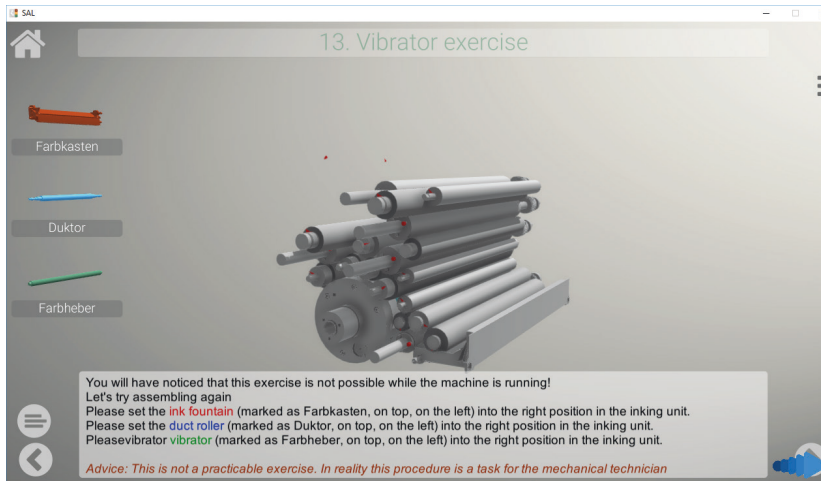


Abbildung 2: Modulbearbeitung mit der SVL-App am PC oder am Tablet mit animierten und interaktiven 3D-Computergrafiken (Quelle: eigene Darstellung)

Anschließend – oder zum Teil auch gleichzeitig – probieren Lernende die Augmented-Reality-Anwendung über Tablets oder über das Handy aus. Dabei werden an den Seitenwänden einer „realen“ oder als Plakat vorhandenen Druckmaschine sogenannte Marker angebracht, die dann von den Tablets oder vom Handy erfasst werden können. In dieser erweiterten Lernwelt können Auszubildende die Bauelemente der Druckmaschine interaktiv erkunden, ohne in laufende Produktionsprozesse eingreifen zu müssen. Das ist gewissermaßen ein Röntgenblick in das durch Seitenwände abgedeckte Innenleben einer Maschine (Abbildung 3).



Abbildung 3 a, b: Lernende mit Tablets und Android-Smartphones testen den „Röntgenblick“ mittels Augmented Reality an der realen Druckmaschine (Quelle: eigene Fotos)

Das zentrale Element bei der erweiterten Wahrnehmung ist ein VR-Headset, das heißt, die*der Lernende trägt eine VR-Brille und steuert ihre*seine Handbewegungen mit zwei Controllern. Die

Bewegungen der Lernenden werden von zwei Basisstationen erfasst und an den Computer geleitet. So wird eine realitätsnahe Nachbildung ansonsten nicht einsehbarer Prozesse durch die Visualisierung in einer immersiven virtuellen Lernumgebung ermöglicht. Damit steht ein lernortunabhängiges Werkzeug mit hohem Immersionspotenzial zur Verfügung. Eigentlich bewegt sich der*die Lernende in einem virtuellen Drucksaal und kann das bereitgestellte gesamte Druckwerk einer Offsetmaschine auseinandernehmen und zusammenbauen sowie Bewegungsvorgänge von allen Seiten ansehen. Alle einzelnen Elemente sind beschriftet und teilweise mit Zusatzinformationen verlinkt.

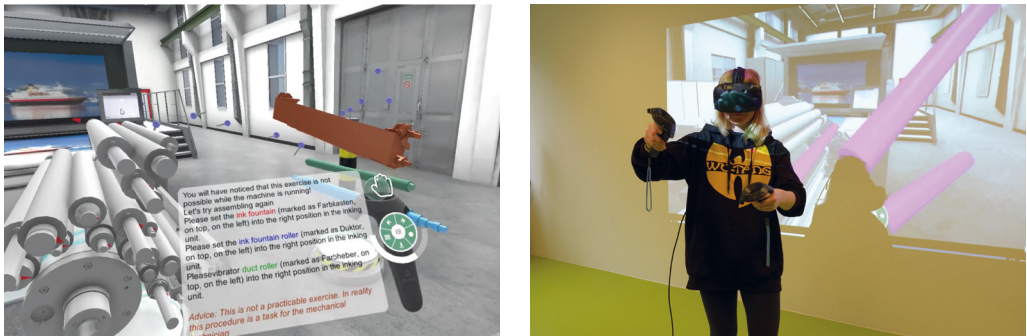


Abbildung 4 a, b: Eintauchen in die virtuelle Welt des Drucksaales via VR-Headset (Quelle: eigene Darstellungen)

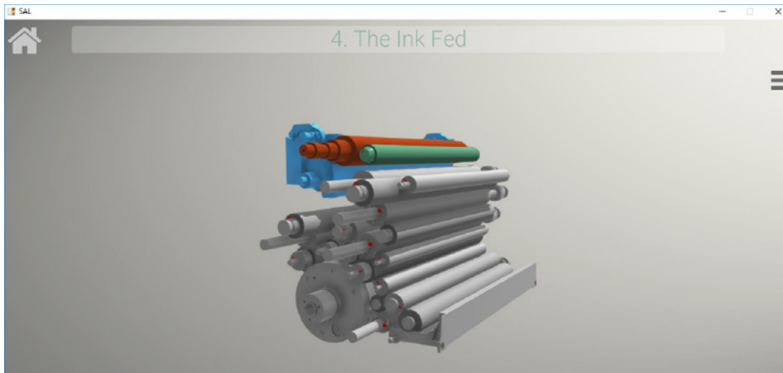
Als letzte und zugleich krönende Phase werden die Auszubildenden in Zweier-Gruppen in die virtuelle Welt via VR-Headset geschickt (Abbildung 4). Dabei wechseln sie sich mit dem Ausführen der Aufgaben und dem Protokollieren ab. Hier ist die Veränderung deutlich zu sehen, denn es ist nicht die Lehrperson, die Anweisungen gibt, sondern die Inhalte der Lernmodule führen die Lernenden. Diese Art verbessert das Lernen, das Tempo kann selbst angepasst werden, es wird viel Eigenverantwortung vorausgesetzt und die Lehrperson ist Coach und nicht Vortragende*r.

Durch die Einteilung der Lernenden in Gruppen, welche am PC, am Tablet und zur Krönung in der virtuellen Realität arbeiten, werden soziale Lernaktivitäten gefördert. Es wird kollaborativ gearbeitet, indem die Lernenden zum einen mit der Technologie lernen, zum anderen den Lernprozess auch dokumentieren/protokollieren. Damit wird erreicht, dass technologiebasiertes Lernen um soziale Aspekte erweitert wird.

Der Unterricht stützt sich nicht allein auf AR und VR. Es ist die Mischung der unterschiedlichen Lehr- und Lernformen, die überzeugt. So wird der Einsatz von AR/VR im Unterricht als eigentliches Highlight oder in einer gewissen Form als Belohnung von den Lernenden akzeptiert.

Neben dem Einsatz im Bereich Druckmaschinentechnik kommt die Applikation im Fach Informatik zum Zuge. Dabei kann beim Thema Tracking, also Steuerung, perfekt die ganze Entwicklungsgeschichte der Interaktions-Schnittstellen aufgezeigt und erlebt werden: von CLI (command line interface) zu GUI (graphical user interface) zu natural (wischen) zu spatial (räumlich) und schlussendlich zu Körper-/Hand-/Finger-Steuerung.

Die erste enthusiastische Erwartung, dass mit VR die Lehrperson ersetzt werden und dass ein Großteil des Unterrichts durch die Lernenden selbstgesteuert erfolgen könnte, erwies sich als Fehleinschätzung. Die Lehrperson fungiert als wichtiger Vermittler des fachgerechten Vorgehens bei der Arbeit. Auch der Umgang mit der Technologie verlangt Unterstützung und Anleitung zumindest in der Einführungsphase.



Please answer the following questions!

The part of the Unit, who is coloured in **BLUE** is called _____

The part of the Unit, who is coloured in **RED** is called _____

The part of the Unit, who is coloured in **GREEN** is called _____

Abbildung 5: Begleitende gedruckte Unterrichtsmaterialien unterstützen den Lernprozess (Quelle: eigene Darstellung)

Entgegen der ersten Einschätzungen wurde nicht auf Anweisungen und Aufträgen in Analog-Form (auf Papier) verzichtet. Das hatte zwei Gründe: erstens haben die Lernenden etwas, das sie mitnehmen und archivieren können und zweitens dienen die Papiausdrucke auch als Grundlage der Protokollierung.

Eine weitere Einschränkung ergab sich, weil sich die Vorstellung, dass Lernende eigene Module erstellen können, als falsch erwies. Der Aufwand und die Koordination der Zugriffsrechte lassen das nicht zu. Die Betreuung der Anwendung durch die Lehrperson verlangt in der Anfangsphase viel Engagement bezüglich des Sicherstellens der Lauffähigkeit und dann bei der Einarbeitung in die Content-Erstellung.

Ergebnisse und Produkte

Die Innovation beim Einsatz der SVL2020-App besteht für die Schule/Zielgruppe aus zahlreichen neuen Lernformen. Social Virtual Learning verbindet als neue Lernform die Konzepte des Social Learning, Mobile Learning und Augmented Learning. Wie schon in der Projektbeschreibung vermerkt

findet Lernen sowohl selbstgesteuert und individuell als auch eingebettet im sozialen Kontext der Lernenden und in Lerngruppen statt.

Der Einsatz von Augmented Reality und Virtual Reality wird zuerst einmal als fortschrittlich und innovativ wahrgenommen. Das bringt in dem Sinne viel, dass der Beruf und natürlich der Berufskundeunterricht von den Lernenden als zeitgemäß und ansprechend empfunden wird.

Aus Lehrenden- oder Bildungsinstitutionssicht sind viele Aspekte im Hinblick auf Schule 4.0 (vgl. KMK 2017) vertreten. SVL2020 ermöglicht die schnelle Entwicklung von eigenen Modulen. Diese Möglichkeit der Inhaltserstellung ist ein Kernpunkt der Anwendung. Die Content-Strategie von SVL2020 setzt auf Facilitators (Inhaltsermöglichung) und steht damit im Gegensatz zu vielen kommerziell verwerteten AR-/VR-Anwendungen, die auf Monoliths (Insellösungen) aufgebaut sind. Zur Content-Strategie gehören Bestrebungen zur Standardisierung, zum Einsatz von Autor*innenwerkzeugen, zur Systemneutralität und zu verschiedenen Vertriebskanälen. Der mögliche selbstgesteuerte Wechsel in andere Sprachen hat enorme Vorteile. Ein Modul wurde auf Französisch und Italienisch vorbereitet, deshalb auch die Entwicklung zu einem lernortübergreifenden Projekt, in dem die überbetrieblichen Kurse für Medientechnolog*innen die Module an anderen Ausbildungsstätten übernehmen werden.

Für SVL2020 wird eine App benötigt, die auf PCs und Android-Tablets oder Handy geladen wird. Für den VR-Einsatz derselben App ist ein Virtual-Reality-System bestehend aus VR-Brille, Basisstationen, Controllern und einem leistungsstarken Gaming-Computer mit Grafikkarte der neuesten Generation notwendig. Bei der Hardware hat sich St. Gallen für mobile Virtual-Reality-Stationen in Form von angeschlossenen Gaming-Laptops entschlossen, somit ist die Anwendung fachbereichs-, projekt- und abteilungsübergreifend nutzbar.

Zum Thema Motivation und immersives Lernen: Die Lernenden zeigen eine hohe Motivation in der Arbeit mit Virtual-Reality-Technologie (Abbildung 6). Insbesondere bringt der neue Lernkanal eine bestimmte Intensität und Tiefe in die Erarbeitung der Inhalte. Mit dem immersiven Lernen tauchen die Lernenden ein in eine neue Arbeits- und Lernwelt. Die Integration einer Fremdsprache in den Lernprozess wird von den Lernenden als authentisch wahrgenommen und erlaubt das Fördern weiterer relevanter Kompetenzen wie beispielsweise Sprachverständnis.



Abbildung 6 a, b: Lernende der Schule für Gestaltung St. Gallen testen die Möglichkeiten von SVL2020 aus (Quelle: eigene Fotos)

Bisher konnten insgesamt rund 120 Lernende oder Studierende die Anwendung mit den mittlerweile auf sieben Offsetmaschinen-Module (vier Basis- und drei fremdsprachlich angepasste Module), dem Planschneider-Modul, dem Flexo-Modul, einer 3D-Drucker- und einer Kompressor-Übung ausprobieren.

Den Hauptanteil der Probanden stellten die Medientechnolog*innen und die zweijährige „Grundbildung mit Attest“ (Printmedienpraktiker in der Schweiz). Bei dieser Gruppe dauerte eine Modul-Einheit grundsätzlich einen Projekthalbtag, das heißt im Schnitt fünf Lektionen. Insgesamt kann mit SVL2020 im Bereich Maschinenkunde etwa 15% der zur Verfügung stehenden Lektionen abgedeckt werden. Verwandte Berufe wie Polygraf*in, Grafiker*in, Interactive Media Designer und Fotoberufe der Schweiz können in VR die drucktechnischen Grundlagen in Aktion sehen (berufsgruppenübergreifend). Sie nahmen mit ihren berufsspezifischen Projekten teil, wobei jedem Beruf etwa ein Grundlagen-Projekthalbtag zur Verfügung stand. Hierbei dienten die erfahrenen Medientechnologie-Lernenden als Wissensvermittelnde (Peer-Group-Training).

Interactive Media Designer und andere IT-lastige Berufe in der Schweiz wie Informatiker*in und Automatisierer*in interessieren sich für den Aufbau der Applikation, hier kann berufsgruppenübergreifend auf die Entwicklung der VR-Anwendungen eingegangen werden. Zwei projektübergreifende Anwendungen in St. Gallen betreffen die Zusammenarbeit mit schulortübergreifender Anwendung (die überbetrieblichen Kurse für Medientechnolog*innen). Die Einschätzung des Lernnutzens erweist sich als schwierig und kann momentan nur empirisch durch Beobachtung, Befragung und Gruppendiskussion erhoben werden. Vergleichstests fallen jedoch positiv zugunsten des AR- und VR-Einsatzes aus.

Einsatz in Ausbildungsunternehmen

Der Einsatz von SAL/SVL in Ausbildungsunternehmen gestaltet sich aus verschiedenen Gründen schwieriger als in den Berufsschulen. Zum einen gibt es in der Branche nur wenige Großunternehmen mit einer höheren Zahl an Auszubildenden, die eine entsprechende Investition in die Hardware rechtfertigen würde. Zum anderen haben Druckunternehmen noch größere Probleme als Schulen, um die benötigten 3D-Modelle zu akquirieren. In der Berufsschule sind üblicherweise andere Berufe aus dem Bereich Mediengestaltung Digital und Print oder IT-Berufen vertreten, die in dieser Sache unterstützen können.

Dennoch haben bereits elf Ausbildungsunternehmen, darunter große wie Heidelberger Druckmaschinen, Flyeralarm oder Springer die Anwendung angeschafft. In den Betrieben erfolgt der Einsatz vor allem in zwei Szenarien: Einmal als Ad-hoc-Lehrmedium, um während der Ausbildung Unklarheiten oder Wissenslücken zu schließen und zweitens als ubiquitär verfügbares Medium, welches die Auszubildenden zum Selbstlernen nutzen können.

Für ihre Zukunftswerkstatt entwickelte die Ausbildungsabteilung der Heidelberger Druckmaschinen AG in Wiesloch ein Lernmodul für die Montage eines 3D-Druckers (Abbildung 7). In einem Joint

Venture mit der Firma Apium wurden industrielle 3D-Drucker von Auszubildenden kundenfertig produziert. Das Lernmodul dient zur Einarbeitung insbesondere der neuen Auszubildenden in das Thema. Darüber hinaus wurden auch die SVL-Lernmodule zum Bogenoffset-Druck in die Ausbildung des Unternehmens integriert.

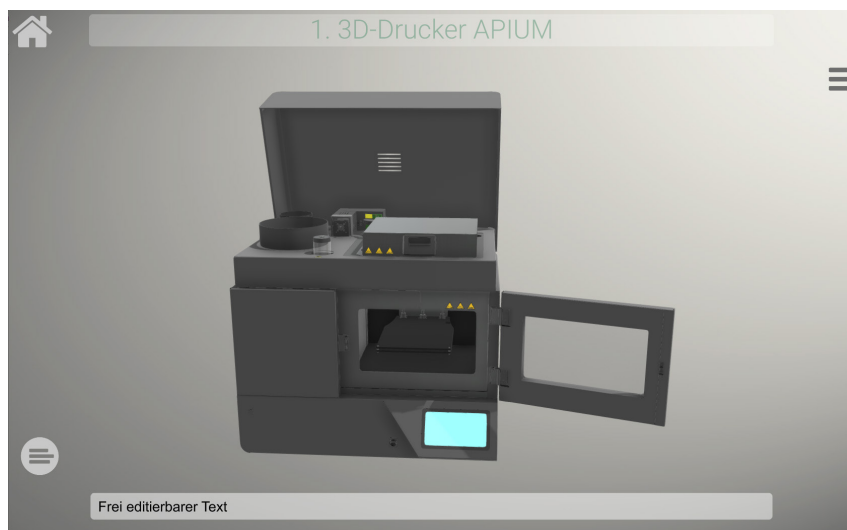


Abbildung 7: Aufbereitetes 3D-Modell Apium P220 in der SVL-App (Quelle: eigene Darstellung)

Ein weiteres Feld des Einsatzes von SVL ist die Rekrutierung neuer Auszubildenden für die betreffenden Unternehmen. Die Druckindustrie und die gesamte technisch-gewerbliche Ausbildung klagen seit Jahren über mangelnden Nachwuchs bzw. zu wenig geeignete Bewerber*innen. Dies hat auch etwas mit dem Image mancher Industriebranchen zu tun. Daher unterstützt VR ideal die Initiativen von Ausbildungsunternehmen zur Nachwuchs-Rekrutierung auf Jobmessen oder in Schulkooperationen. Durch die Immersion können sich Jugendliche ein Bild über das Arbeitsumfeld verschaffen und erhalten gleichzeitig einen inhaltlichen Einblick in die Arbeitsgegenstände und Maschinen.

Um diesen Effekt weiter zu verstärken, wurde im Projekt SVL 2020 ein 360-Grad-Video erstellt. Darin erklären drei Azubis der Heidelberger Druckmaschinen AG ihren Beruf. Sie bieten einen kleinen Einblick in ihre Tätigkeit an den Druckmaschinen.³

³ <https://www.social-augmented-learning.de/medientechnologie-in-druck-ein-berufsbild-im-rundum-blick/>

Erprobung, Empfehlungen und Transfer

Bezogen auf diverse Facetten des Lehr- und Lernkonzeptes Social Virtual Learning, aber auch der Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten lassen sich folgende Erfahrungen zusammenfassen:

Bedeutung 3D-Daten

Die Intensität des Lernerlebnisses und der Zugang zu tieferem Verständnis für Maschinenprozesse ist eng mit der Qualität und Authentizität eingesetzter 3D-Modelle verbunden, auf die deshalb bei der Umsetzung objektorientierter AR-/VR-Projekte viel Wert gelegt werden sollte. Dieser Aspekt wird in der Zukunft gerade vor dem Hintergrund der wachsenden Leistungsfähigkeit von VR-Endgeräten (z. B. hinsichtlich des grafischen Auflösungsvermögens) an Bedeutung gewinnen. Ein Zugang zu originalen Entwicklungsdaten der Maschinen- oder Anlagenhersteller ist daher ein wichtiger Qualitätsfaktor des Workflows von CAD-Daten zu AR- und VR-fähigen 3D-Daten. Folgende Probleme treten hierbei besonders häufig auf: Zum einen unterliegen CAD-Daten sehr oft der Geheimhaltung, zum anderen sind sie oftmals so komplex (sowohl auf Ebene der inhaltlichen als auch der daten-technischen Struktur), dass es eines großen Aufwands bedarf, diese manuell aufzubereiten.

Aktive Beteiligung der Zielgruppen

Bildungsprojekte müssen sich an den Erfordernissen der Zielgruppe und an ihren Ideen und Erwartungen ausrichten. Im Projekt wurden gute Erfahrungen mit einer offenen, transparenten und multidirektionalen Kommunikation mit den beteiligten Stakeholdern gemacht. In den praktischen Nutzungsstudien wurde beispielsweise den Auszubildenden und Lehrenden deutlich vermittelt, dass sie ein wichtiger Teil dieses Projektes und der weiteren Entwicklungen – und letztlich auch des Projekterfolgs – sind. Sie konnten durch ihr Feedback unmittelbar Einfluss nehmen auf die Ausgestaltung des zukünftigen Lernens. Diese Ansprache führte zu sehr lebendigen Diskussionen und sehr umfangreichen und qualifizierten Feedbacks der Teilnehmenden.

Die Sicht von Bildungsverantwortlichen wurde durch die zahlreichen Transferveranstaltungen in die Projektentwicklung integriert. So konnten wichtige Impulse aus diesen Events wie Fragestellungen nach Distribution und Lizenzierung der Lernanwendung aufgegriffen und in Lösungen umgesetzt werden. Diese Diskussionen führten zur Zielsetzung, ein Konsortium für diejenigen zu bilden, die sich aktiv mit Augmented und Virtual Reality im Bildungseinsatz beschäftigen.

Qualifizierung der Lehrenden

Durch das Zusammenspiel multipler technisch-didaktischer Ansätze im Social Virtual Learning entsteht eine hybride, multimediale Lernwelt, die reale Lernorte gleichermaßen mit synchronen und asynchronen Kommunikationsmethoden sowie mit Methoden der Augmented Reality und der Einbindung virtueller Umgebungen verbindet. Lehrende in der beruflichen Bildung sollten daher den Einsatz digitaler Technologien, von Computern über mobile Endgeräte bis zu Datenbrillen, fördern, selbst einfordern, Mehrwerte aufzeigen und so als Multiplikatoren wirksam werden. Lehrende und Auszubildende profitieren zudem von einem Austausch über effektive und sinnvolle didaktische Einsatzszenarien. Tablets oder Smartphones im Unterricht können mit den geeigneten Lernwerkzeugen nicht nur den Unterricht lebendiger und anschaulicher machen, sondern können

zum Ausgangspunkt neuer didaktischer Ansätze werden, die sowohl den fachlichen als auch kommunikativen Kompetenzerwerb von Auszubildenden unterstützen und so eine neue Qualität der Ausbildung ermöglichen. Das Lernen mit Augmented und Virtual Reality schafft zudem eine neue Grundlage für die Zusammenarbeit von Betrieb und Berufsschule. Durch den Zugriff auf Lerninhalte unabhängig vom eingesetzten Medium (3D-Visualisierung, AR, VR), vom tatsächlichen realen Lernort und zeitlich ungebunden kann die inhaltliche Abstimmung intensiviert und die Arbeitsteilung zwischen Lernorten verbessert werden. Der Unterricht mit diesen Medien muss allerdings verbunden werden mit adäquaten didaktischen Ansätzen, um Technologiepotenziale auch ausschöpfen zu können. Es bedarf der nachhaltigen Qualifizierung der Lehrenden, beginnend bei der Integration in ihre Ausbildung.

Unterrichtskonzepte

Bei den praktischen Nutzungsstudien in Ausbildungsbetrieben und Berufsschulen während der Projektlaufzeit hat sich gezeigt, dass Social Virtual Learning in ganz unterschiedlichen didaktischen Einsatzszenarien verwendet werden kann. Diese können von Selbstlerneinheiten, über geführten Unterricht bis zur Gruppenarbeit oder Flipped Classroom Konzepten reichen. Aus Sicht der Projektbeteiligten ist eine der wesentlichen Stärken, dass Lernende oft nicht nur besser motiviert und aktiviert werden können als mit herkömmlichen Unterrichtsmethoden, sondern durch den Zugewinn an Selbstbestimmung und Selbstverwirklichung auch autonomer in der Gestaltung ihrer eigenen Lernaktivitäten werden.

Formate

Virtuelles Lernen muss man ausprobieren, um die Potenziale zu erkennen. Ein reiner Vortrag ohne Erprobungsmöglichkeit für die Interessierten ist wenig aussagekräftig. Schließlich geht es um Phänomene wie Immersion. Deshalb sind Formate wie Anwendungsworkshops oder Erprobungen mit Lehrenden und Auszubildenden geeignete Mittel, um Bedarfe zu identifizieren, Mehrwerte aufzuzeigen und dadurch Akzeptanz zu fördern. Dabei sollte darauf geachtet werden, auch die eigentlichen Entscheidenden wie Geschäfts- oder Schulleitungen einzubinden.

Nachhaltige Verwertungsstrategien

Projekte, in denen neuartige Lernmedien erstellt und evaluiert werden, stehen vor der Herausforderung eines fortwährenden Wandels von Inhalten und Technik. Vor diesem Hintergrund sollte schon bei der Anlage von Projekten die Frage gestellt werden, wie zukünftig die Aktualisierung oder Anpassung der erstellten Inhalte gewährleistet werden kann und wie andere Bereiche und Branchen von diesen Entwicklungen profitieren können. Dies kann durch verschiedene Maßnahmen erreicht werden:

Freie Autor*innenwerkzeuge, Content-Management und -Distribution

Die Entwicklung und Nutzung von Autor*innenwerkzeugen im Bildungskontext bieten zahlreiche Vorteile. Im Gegensatz zur Entwicklung monolithischer Lerninhalte, die Gefahr laufen, mit Ende der Förderphase eines Projektes langsam aber sicher zu veralten, bieten Tools für Autor*innen den eigentlichen Stakeholdern einer neuen Lehr- und Lernform und den Lehrenden und Lernenden die Möglichkeit, selbstbestimmt an Inhalten zu arbeiten. Sie erleichtern sowohl die Pflege und

Aktualisierung, aber auch die Anpassung und Individualisierung bereits erstellter Lerninhalte sowie darüber hinaus Möglichkeiten zum Design eigener, neuer Inhalte. Außerdem wird durch ein möglichst offenes und modulares Softwarekonzept der Transfer in andere Anwendungsgebiete erleichtert (oder gar erst ermöglicht). Bei der Entwicklung des Social Virtual Learning wurden diese Entwicklungen zudem immer unter der Prämisse einer didaktischen Einbettung und direkter Einbeziehung der praktischen Anwender durchgeführt.

Beratung und Unterstützung für alle Akteure

Augmented und Virtual Reality können heute zwar vergleichsweise leicht eingesetzt werden, gerade im High End Bereich ist die Einstiegshürde (sowohl auf Ebene der Investitionskosten aber auch der didaktisch-pädagogischen Integration) dennoch hoch. Der technische Unterstützungsbedarf ist aber gut zu bewerkstelligen, da sich mittlerweile erste Standards etablieren und kommerziell verfügbare Komponenten (Tablets, Gaming-PCs, VR-Brillen) genutzt werden können.

Weit schwieriger ist die oben angerissene Integration in bestehende Unterrichtskonzepte. Dies hängt zum einen mit der Fülle an Möglichkeiten zusammen, die es gibt, um AR und VR im Unterricht zu integrieren. So müssen didaktische Leitfäden ein Stück weit exemplarisch bleiben oder sie arbeiten mit Best-Practice-Beispielen. Zum anderen sind Lehrmethoden stark individuell ausgeprägt. Nicht jede Methode passt zu jeder Zielgruppe oder kann von jedem* jeder Ausbilder*in umgesetzt werden. Daher ist hier wenig zu standardisieren, jeder Einzelfall muss separat betrachtet werden. Sinnvoll sind in jedem Fall gemeinsame Workshops mit der jeweiligen Zielgruppe zu didaktischen Fragen und die Ermunterung zum mutigen Ausprobieren. Allen Teilnehmenden ist klar, dass AR und VR neue Themen und Technologien im Unterricht sind, mit denen man erst Erfahrungen sammeln muss. Aus Sicht unserer Projekte entscheidet die didaktische Qualität des Unterrichts darüber, ob die Potenziale der neuen Lernform vollständig eingebracht werden können.

Ein dritter Servicebereich liegt in der sich oft schwierig gestaltenden Beschaffung von funktionalen 3D-Modellen. Hier liegt ein weiterer entscheidender Flaschenhals für die weitere Verbreitung der neuen Lernformen.

Communities und Wissensnetzwerke

In zahlreichen Bildungsprojekten, wie z. B. der Mediencommunity, hat sich die Nutzung von Open-Source-Software bewährt. Allein die Möglichkeit, an der Weiterentwicklung der Software in einer Community teilzunehmen, eigene Beiträge leisten zu können und Vorteile daraus zu ziehen, ist gerade im Bildungsumfeld sehr bedeutend. Allerdings sollte allen Beteiligten bewusst sein, dass freie Software nicht zwangsläufig auch kostenlos ist: Gerade die Pflege, Aktualisierung und Anpassung solcher Angebote stellen wichtige Kostenfaktoren dar, die beachtet werden müssen.

Entscheidend für die Akzeptanz von digitalen Lernmedien in der beruflichen Bildung ist die Verbindung von hoher inhaltlicher Qualität, ausgereiften didaktischen Ansätzen und qualitativ hochwertiger medialer Umsetzung. Hierzu benötigen die Akteure nachhaltige Unterstützung durch flexibel einsetzbare Hilfsmittel zur Inhaltserstellung und nachhaltige Unterstützung in den Bereichen Technik, Didaktik und 3D-Modell-Akquise.

Fazit und Ausblick

Mit Social Virtual Learning hat sich gezeigt, dass sich das Konzept einer gläsernen Maschine, die durch Augmented und Virtual Reality zugänglich gemacht wird, in arbeitsplatznahe Lehr- und Lernszenarien übertragen lässt. Durch das Zusammenspiel multipler medialer Lernformen in einem um AR und VR angereicherten Methoden-Mix entsteht eine hybride Lernwelt, die die Wissensvermittlung und den Kompetenzerwerb fördert sowie Mehrwerte für Lehrende und Lernende generieren kann. Bei der praktischen Umsetzung dieser Ansätze kommt es aber neben der bildungspolitischen und technischen Infrastruktur an den Lernorten ganz entscheidend auf die Kompetenzen und Kapazitäten der Lehrenden an, diese digitalen Technologien auch effizient im Unterricht einzusetzen. Zwar hat gerade auf der Ebene der technischen Hardware ein Sprung zu erschwinglichen, aber auch leistungsfähigen Geräten (seien es mobile Endgeräte oder kommerziell verfügbare VR-Brillen) stattgefunden. Die in den Projekten gesammelten Erfahrungen aus zahlreichen praktischen Nutzungsstudien deuten aber darauf hin, dass es nicht ausreicht, diese Technik lediglich in die Klassenräume bzw. die Ausbildungsbetriebe zu bringen. Didaktisch aufbereitete Lerninhalte, unter methodisch-technischen Gesichtspunkten gestaltete Lernumgebungen und funktionierende, praktikable Anwendungskonzepte sind wesentlich relevantere Erfolgsfaktoren einer Integration digitaler Technologien in den berufsbildenden Alltag. Um vor dem Hintergrund einer solchen Implementationsstrategie eine der größten Hürden – die der arbeits- und kostenintensiven Inhaltserstellung – anzugehen, wurden in den Projekten intuitiv zugängliche Autor*innenwerkzeuge entwickelt und iterativ optimiert. Diese Werkzeuge ermöglichen die Erstellung von AR/VR-Lerninhalten, erleichtern den Zugang zur Bearbeitung von 3D-Daten und bieten somit Fachexperten, Lehrenden und Content-Autor*innen die Möglichkeit, Unterricht und Unterrichtsmaterialien für Augmented und Virtual Reality schnell und einfach umzusetzen.

Literatur und Quellen

Aehnelt, Mario (o. J.): MACHINE@HAND. Projektflyer. Online: https://www.igd.fraunhofer.de/sites/default/files/media/veranstaltungen/2018/2018-04-06_flyer_vat_machinehand_web.pdf (10.03.2021)

Blosch, Marcus; Fenn, Jackie (2018): Understanding Gartner's Hype Cycles. In: Gartner Research vom 20.08.2018. Online: <https://www.gartner.com/en/documents/3887767/understanding-gartner-s-hype-cycles> (10.03.2021)

Bockholt, Nikolai (2017): VR, AR, MR und was ist eigentlich Immersion? Online: <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/de-de/zukunft-des-marketings/management-und-unternehmenskultur/vielfalt-und-inklusion/vr-ar-mr-und-was-ist-eigentlich-immersion/> (7.04.2021)

Fehling, Dominic (2020): Social Virtual Learning 2020. Projektinformation. Online: <https://www.social-augmented-learning.de/projektinformationen/> (19.04.2021)

Fehling, Dominic; Goertz, Lutz; Hagenhofer, Thomas (2015): Didaktisches Konzept des Projektes Social Augmented Learning. Online: https://www.social-augmented-learning.de/wp-content/uploads/2015/04/SAL_Didaktisches_Konzept_20150409.pdf (09.03.2021)

Hagenhofer, Thomas (2020): Medientechnologie/-in Druck – Ein Berufsbild im Rundum-Blick. Online: <https://www.social-augmented-learning.de/medientechnologie-in-druck-ein-berufsbild-im-rundum-blick/> (19.04.2021)

Honsel, Gregor (2006): Aufmerksamkeits-Kurven – Die Hype-Zyklen neuer Technologien. In: Spiegel Netzwelt vom 21.10.2006. Online: <https://www.spiegel.de/netzwelt/tech/aufmerksamkeits-kurven-die-hype-zyklen-neuer-technologien-a-443717.html> (09.03.2021)

KMK – Kultusministerkonferenz (2017): Berufliche Schulen 4.0 – Weiterentwicklung von Innovationskraft und Integrationsleistung der beruflichen Schulen in Deutschland in der kommenden Dekade. Online: https://www.kmk.org/fileadmin/user_upload/Erklaerung_Berufliche_Schulen_4.0_-_Endfassung.pdf (10.03.2021)

ZFA – Zentral-Fachausschuss Berufsbildung Druck und Medien (Hrsg.): Homepage des Wissensnetzwerks des ZFA. Online: <https://mediencommunity.de/> (22.04.2021)

LERNEN UND KOMPETENT AGIEREN IN DER METALLINDUSTRIE

Chancen und Herausforderungen für den Einsatz von Augmented Reality in Lern- und Arbeitsprozessen

Mareike Menzel, Sven Schulte, Kim Wepner

Aktuelle technologische Entwicklungen bringen die Berufspädagogik zu der Frage, inwieweit digitale Medien als lernunterstützendes Element, besonders in konkreten Arbeitsprozessen, genutzt werden kann. Der vorliegende Beitrag beschreibt, wie im Vorhaben *LAARA (Lernen, Informieren und kompetent Agieren mit Augmented Reality im Arbeitsprozess)* eine Augmented-Reality-Anwendung als Lernmedium für einen Rüstprozess in der Metallindustrie erprobt wird. Für die Forschungs- und Entwicklungsarbeit werden dabei unterschiedliche Personenmerkmale (Voraussetzungen und Bedarfe) sowie technologische Gestaltungselemente (Layout, Handhabung, Darstellungsformen) untersucht. Es werden ein mobiler Prototyp (ein „Demonstrator“) und die AR-Anwendung erstellt und nach einer Pilotphase mit unterschiedlichen Zielgruppen und Lernorten in der Praxis evaluiert. Die Ergebnisse des Vorhabens werden einerseits didaktische Hinweise für die Einbindung von AR ergeben (wenn auch in einem spezifischen Setting), aber auch auf Transfermöglichkeiten für vergleichbare Arbeitsprozesse und Einsatzmöglichkeiten von Augmented Reality (AR) in der Metallindustrie und in anderen gewerblich-technischen Bereichen zielen.

Schlüsselbegriffe

- › Lernen in der Metallindustrie
- › Lernen im Arbeitsprozess
- › Augmented Reality
- › Digitale Medien
- › Rüstprozess einer Biegemaschine

Einleitung

Die digitalen Technologien bringen einen stetigen Wandel der Arbeitswelt mit sich (vgl. Euler & Seerving 2019), einerseits hinsichtlich der Arbeitsprozesse und andererseits in Bezug auf die Kompetenzanforderungen an die Fachkräfte (vgl. Schröder 2008; Dehnbostel 2019). Es ergeben sich neue, digital gestützte Möglichkeiten für den (notwendigen) Prozess des lebenslangen Lernens und damit für die Qualifizierungs- und Weiterbildungsformen sowie den Erwerb beruflicher Kompetenzen.

Beispiele für neue Kompetenzanforderungen sind die Medienkompetenz, ein neues Verständnis für Prozesse und systemische Strukturen durch neue Arbeitsorganisationen oder auch neue Formen von Flexibilität am Arbeitsplatz (vgl. Herrmann & Kress 2019, 47f.).

Aufgrund der rasanten technologischen Entwicklungen wird aktuell von einer fortschreitenden Digitalisierung der Arbeitswelt, ja sogar von einer *digitalen Transformation* gesprochen (vgl. Rat für kulturelle Bildung 2019). Es wird davon ausgegangen, dass Augmented Reality – als semi-virtueller Raum des Lernens und Agierens – unter den neuen, digital gestützten Lernformen in den kommenden Jahren fester Bestandteil der beruflichen Bildung und damit für Lehrende, Auszubildende sowie Fachkräfte werden wird (vgl. Thomas et al. 2018, 2f). Durch Augmented Reality (erweiterte Realität) können Lernszenarien in neuer Form gestaltet und umgesetzt sowie das Lernen und Agieren in Arbeitsprozessen gefördert werden.

Die konkreten Potenziale der Augmented Reality werden z. B. in der Unterstützung des Lerntransfers auf unterschiedliche Kontexte im Arbeitsprozess gesehen, wie in der anschaulichen Darstellung von Lerninhalten und in der Einblendung von kontextsensitiven Lernhilfen direkt während der Lernhandlung (vgl. Zender et al. 2018, 3ff.). Da AR als Anwendung in der beruflichen Bildung noch eine vergleichsweise neue Technologie ist, bedarf es weiterer Forschung, um ihre zusätzlichen Potentiale vollständig zu erfassen und zu bewerten. Welche Chancen und Herausforderungen das Lernen mit Augmented Reality mit sich bringt, wird in dem Verbundprojekt „Lernen, Informieren und kompetent Agieren mit Augmented Reality im Arbeitsprozess“ (LAARA)¹ untersucht.

Ausgangslage und Problemstellung von LAARA

Augmented Reality (AR) als semi-virtueller (s-v) Raum ist gekennzeichnet durch die Kombination realer Arbeitsplätze mit einer Technik, die eine computergestützte Wahrnehmung bzw. Darstellung des Arbeitsprozesses ermöglicht. In diesen Räumen können in realen Arbeitsprozessen mittels sogenannter *digital devices* zahlreiche Daten (CAD, Sensordaten etc.) bereitgestellt werden, was neue Perspektiven für das informelle Lernen im Arbeitsprozess eröffnet. Diese Arbeitsprozesse sind jedoch überwiegend noch Forschungsgegenstand und nicht als Standard in der Industrie etabliert. Es besteht weiteres Erkenntnisinteresse darüber, wie AR in der beruflichen Bildung konkret und nachhaltig umgesetzt werden kann bzw. wie mit Hilfe der Augmented Reality-Technologie zielführend und an individuellen Anforderungen orientiert gelernt wird.

Dieser Problemaufriss stellt den Ausgangspunkt für das Forschungsvorhaben LAARA dar. Hierbei handelt es sich um ein Verbundprojekt zwischen der Technischen Universität Dortmund (Professur für internationale Bildungskooperation, Berufs- und Betriebspädagogik) und der Universität Siegen (Lehrstuhl für Umformtechnik sowie Lehrstuhl für Didaktik der Technik an Berufskollegs). Gemäß der skizzierten Ausgangssituation hat das Vorhaben den Auftrag, sogenannte Gestaltungskriterien

1 Das Projekt läuft vom 01.10.2020 bis zum 30.09.2023 und wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

zu eruieren, die Einfluss nehmen auf das Lernen, Informieren und Agieren (besonders mit Blick auf eine Kompetenzentwicklung im Arbeitsprozess) durch die Einbindung bzw. Nutzung eines semi-virtuellen Raumes. Der Forschungsfokus liegt zwar auf humanen, sozial- und lernpsychologischen Aspekten, aber es werden auch technische und organisatorische Eigenschaften mit einbezogen, da diese maßgeblich den Aufbau und Ablauf eines Arbeitsprozesses mitgestalten respektive beeinflussen. Folgende Forschungsfragen stehen im Mittelpunkt der Untersuchungen:

- › Welche Eigenschaften (Dispositionen/Einstellungen) sind förderlich oder hemmend für das Agieren, Informieren und Lernen in semi-virtuellen Arbeitsräumen?
- › Wie beeinflussen die Eigenschaften (Dispositionen/Einstellungen) das Nutzungsverhalten der Fachkräfte hinsichtlich der angebotenen digitalen Unterstützungs- und Lernangebote?
- › Welche Gestaltungskriterien sind bei einem lern- und arbeitsförderlichen semi-virtuellen Lernraum im Arbeitsprozess zu berücksichtigen?
- › Welche Eigenschaften von Applikationen (Software) und digital devices (Hardware) sind für einen effektiven Einsatz förderlich?
- › Wie müssen die Mensch-Maschine-Schnittstellen gestaltet sein, damit die Applikationen und digital devices von den Fachkräften akzeptiert werden?

Lernen, Informieren, und kompetent Agieren mit der AR-Technologie im Arbeitsprozess sind die drei inhaltlichen und (lern)methodischen Schwerpunkte im Projekt LAARA. Auch wenn sie sich im Forschungsaufbau- und verlauf überschneiden, ist diese Differenzierung forschungsmethodisch bewusst vorgenommen, da jeder Handlungsbereich einen unterschiedlichen Fokus aufweist und damit unterschiedliche Anforderungen an den Versuchsaufbau stellt, um die (Forschungs-) Fragen zu beantworten, was und wie gelernt wird und wie Kompetenzentwicklung mit Hilfe dieses digitalen Mediums gelingt.

Das *Informieren* ist die Grundlage für zielgerichtetes Lernen bzw. kompetentes, aufgabenbezogenes Agieren. Es reicht von der Beschaffung kleinerer Informationen für die Erfüllung einer speziellen Aufgabe respektive eines einzelnen Arbeitsschrittes (z. B. „In welche Richtung muss die Schraube gedreht werden?“ oder „Welche Parameter sind für das vorliegende Material mit welchen Werten einzustellen?“ etc.) bis hin zur Beschaffung von Hintergrundinformationen, um den Prozess nicht nur ausführen zu können, sondern ihn auch zu verstehen („Warum wird hier ein bestimmtes Drehmoment gebraucht?“ oder „Wie werden verschiedene Eingaben berechnet, die für die Einstellung der Maschine relevant sind?“ etc.). Informieren findet in allen Anwendungs- und Erprobungsphasen in unterschiedlichem Ausmaß statt. Welche Informationen in welchem Umfang notwendig sind, wird innerhalb der Versuchsdurchläufe erforscht und evaluiert.

Beim *Lernen* stehen weniger die ökonomisch-betrieblichen Ziele, sondern die individuelle Entwicklung im Vordergrund. Die Nutzung von AR innerhalb der Arbeitsprozesse erfolgt in einem didaktisch-methodisch gestalteten Lehr-Lernkontext. Ziel ist es, für den Bereich Lernen einen Aneignungs- und Verstehensprozess in Gang zu setzen, um für Arbeitsprozesse in der Metallindustrie (hier am Beispiel des Rüstprozesses einer Biegemaschine) über Routinehandlungen hinaus ein Lernen mit dem Ziel einer Kompetenzentwicklung zu unterstützen.

Im Bereich des *kompetenten Agierens* hat das Projekt zum Ziel, die genannten Arbeitsprozesse auch ungelernten Fachkräften zu vermitteln sowie Fachkräften eine Unterstützung in ihrem Arbeitsprozess zu geben. Bei diesen Arbeitsprozessen handelt es sich zunächst um Arbeitsroutinen, welche durch den Einsatz von AR darin unterstützt werden, möglichst effizient und effektiv die Arbeitsanforderungen auch ohne weitere direkte Hilfe von (erfahrenen) Kolleg*innen ausführen zu können. Das kompetente Agieren setzt zum Ziel, auf Basis von bereitgestellten Informationen und initiierten Lernprozessen zu erreichen, dass auch Rüstprozesse für komplexere Biegeprozesse selbstständig und mit hoher fachlicher Kompetenz durchgeführt werden. Hierfür werden sowohl auf der technischen Seite und auf Seite der Anwender*innen zentrale Parameter dazu ermittelt, wie die AR-Technologie als Unterstützungsmedium für das Ziel des kompetenten Agierens durch Fachkräfte auf unterschiedlichen Kompetenzniveau genutzt wird.

Zielgruppen für die Erprobung und Umsetzung

Im Fokus des Projekts stehen die folgenden Ziel- und Anwender*innengruppen, an welche sich das Projekt richtet:

- › Angehende Fachkräfte der Metallindustrie (Auszubildende)
- › Fachkräfte der Metallindustrie
- › Lehrkräfte für das technische Berufskolleg

Die Gruppen der Anwender*innen finden sich in den Gruppen der Proband*innen wieder, jedoch mit leichten Differenzen. Bei den Proband*innen wird neben den Fachkräften der Fokus auf die Studierenden und Auszubildenden gelegt, denn aufgrund der großen Bandbreite der technischen Einsatzbereiche in der Metallindustrie sind unterschiedliche Kompetenzniveaus und Kontexte der Aus- und Weiterbildung sowie des Studiums in den Blick zu nehmen.

Tabelle 1: Gruppen von Anwender*innen und Proband*innen des Projekts LAARA

Anwender*innen	Proband*innen
› Angehende Fachkräfte der Metallindustrie (Auszubildende) › Fachkräfte der Metallindustrie › Lehrkräfte für das technische Berufskolleg	› Auszubildende (Metalltechnik/-industrie) › Studierende Maschinenbau › Studierende im Lehramt für Berufskolleg › Fachkräfte der Metallindustrie

In der Erhebung werden die folgenden unterschiedlichen Gruppen von Proband*innen (nach Ausbildungsberufen und Studiengängen ausdifferenziert) adressiert, welche als Versuchsteilnehmende zur Verfügung stehen:

Auszubildende (Metalltechnik/-industrie)

Bei den Auszubildenden sind insbesondere die Berufe als Werkstoffprüfer*innen, Technische Produktdesigner*innen, Industriemechaniker*innen und Fachkräfte für Metalltechnik im Vordergrund. Lernfelder zur Umformtechnik, zur Montage von Maschinenteilen oder auch die Systemprogrammierung und -steuerung sind Einsatzfelder für Rüstprozesse und Biegeversuche, wie sie bei LAARA als Forschungsgegenstand vorliegen. Bei der Auswahl der Auszubildenden werden die beiden beteiligten Universitäten sowie die Partner (Betriebe und Bildungsträger) aus dem bestehenden Netzwerk herangezogen.

Studierende Maschinenbau

Studierende im Maschinenbau, v. a. mit den Schwerpunkten Maschinenbau, Maschinenbautechnik sowie auch im Wirtschaftsingenieurwesen, sind als Anwender*innen vorgesehen. Konkret sind Module zur Trenntechnik und Umformtechnik, Werkstofftechnik, Fahrzeugbau und Praktika in Laboren Veranstaltungen, die relevant sind für die Erprobung der AR-Anwendung. Auch hier werden die Zielgruppen aus den beiden Universitäten für die Erprobung und Evaluation beteiligt.

Studierende im Lehramt für Berufskolleg

Studierende des Berufskollegs (Fachrichtung Metalltechnik) finden für die genannten Ausbildungsberufe der vorherigen Zielgruppe ein Anwendungsfeld.

Fachkräfte der Metallindustrie

Aus den Auszubildenden und den Studierenden im Maschinenbau rekrutieren sich naturgemäß die Personen, die als Fachkräfte in den genannten Berufsfeldern tätig sind. Die genannten Anwendungspartner der beiden Universitäten (u. a. Betriebe der Metallindustrie, überbetriebliche Ausbildungsstätten, Werkstätten der Universitäten Siegen und Dortmund) haben im Rahmen des Projektes ihre Bereitschaft erklärt, Auszubildende und Fachkräfte für den Praxistransfer der AR-Anwendung zur Verfügung zu stellen und damit die Tauglichkeit des erstellten Prototyps für die betriebliche Praxis zu evaluieren.

Die Aufteilung in die Zielgruppen ist aus forschungsmethodischer Perspektive und mit Blick auf die Anwendung aus zwei Gründen vorgesehen: auf der einen Seite geht es um die Entwicklung und Erprobung eines Prototyps („Demonstrators“) in einer geschützten Lernumgebung in einer Universitäts-Werkstatt der Uni Siegen, der für den mobilen Einsatz an Berufsschulen, überbetrieblichen Berufsbildungszentren und in Betrieben verwendet werden kann. Bei der Erprobung stehen zunächst die Studierenden und Auszubildenden der Projektpartner im Fokus, um einen Versuchsdurchlauf vor dem Transfer in die Praxis für die Zielgruppen in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung vorzunehmen. Die Unterscheidung in verschiedene Proband*innengruppen ermöglicht es außerdem, Anforderungen und Kompetenzstufen auf mehreren Niveauebenen abzubilden und im Lernprozess zu adressieren. Die Proband*innengruppen – Auszubildende, Studierende und Fachkräfte – mit

ihren jeweils unterschiedlichen bildungsbiografischen Voraussetzungen/Merkmalen werden in den Arbeitsprozessen mit einfachen bis schwierigen Anwendungssituationen konfrontiert, sodass Kompetenzanforderungen vom Anfänger*innen- bis hin zum Expert*innen-Level unterscheidbar sind. Auch wenn in erster Linie der Arbeitsprozess und nicht die Anwendungsperson das Level der Kompetenzanforderung bestimmt, so erleichtert es die organisatorische Unterscheidung in die genannten Proband*innengruppen, die Komplexität der Arbeitsprozesse zielgerichtet auf dem jeweils angemessenen Anforderungsniveau zu gestalten.

Neben der Aufteilung in die Zielgruppen sind auch unterschiedliche Phasen in der Umsetzung des Projektes mit den Proband*innen geplant (Abbildung 1): Während in der Laborstudie die entwickelte AR-Anwendung mit Studierenden und Auszubildenden innerhalb der Verbundpartner erprobt wird, weiten die beiden Feldstudien I und II die Anwendung sukzessive auf die betriebliche Praxis sowie auf berufsbildende Schulen und überbetriebliche Ausbildungszentren aus. Die finale Phase fasst die Ergebnisse zusammen und interpretiert diese, v. a. mit Blick auf nachhaltige Einsatz- und Transfermöglichkeiten.

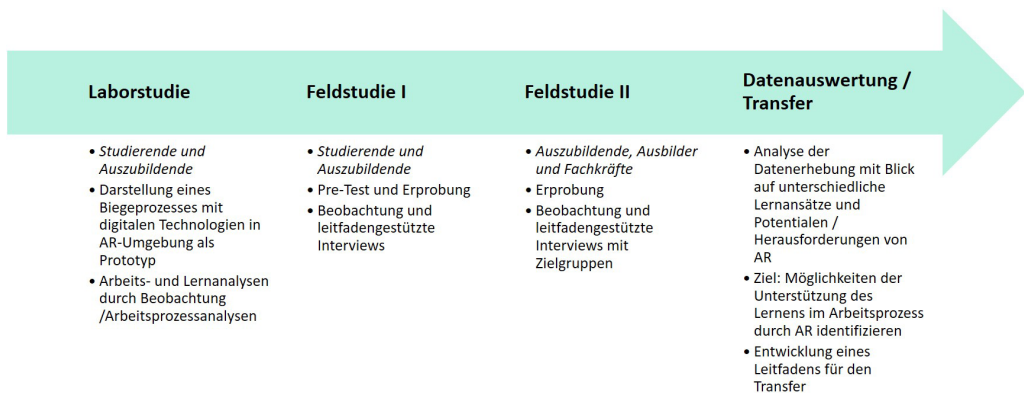


Abb. 1: Phasen und Adressierung von Zielgruppen im Projektverlauf (Quelle: eigene Darstellung)

Lerntheoretischer Hintergrund und methodisches Umsetzungskonzept

Um die Umsetzung der vorgenannten Ziele und die Untersuchung der Forschungsfragen vorzunehmen, ist zuerst darzulegen, auf welchen Theorien und Modellen der hier verwendete Begriff des Lernens basiert. Ebenso wird im nachfolgenden Absatz dargelegt, wie die Untersuchungen methodisch angelegt werden.

„Lernen im Arbeitsprozess“ als methodisch-didaktisches Prinzip

Die Verwendung der AR-Technologie im konkreten Arbeitsprozess basiert auf der Annahme, dass „Lernen in der Arbeit die älteste und am weitesten verbreitete Form beruflicher Qualifizierung“ ist (Dehnbostel 2007, 14). Dabei wird der Arbeitsprozess, der viele didaktische und methodische sowie lerntheoretische Anknüpfungspunkte bietet, als Lernprozess genutzt. Die Intention von LAARA ist die Eruierung und Untersuchung der in den Forschungsfragen aufgeworfenen Gestaltungskriterien für das mit AR unterstützte Lernen im Arbeitsprozess. Dabei gilt es, festzustellen, inwieweit AR als fester Bestandteil im Arbeitsprozess und in der Ausbildung anwendbar ist und Lernprozesse nachhaltig fördert. Mit anderen Worten: Es wird untersucht, inwieweit die bisherigen Erkenntnisse und Theorien im Bereich des beruflichen Lernens auf die Organisation und Rahmenbedingungen bezüglich semi-virtueller Arbeitsräume übertragbar sind und welche Konsequenzen sich für die didaktische und methodische Gestaltung sowie für die Unterstützung des Lernens ergeben.

Die lerntheoretische Grundlage bei LAARA bilden das Erfahrungslernen, das handlungsorientierte Lernen und der Ansatz des situierten Lernens, da diese Modelle und Theorien vor allem beim Lernen in der beruflichen Bildung und im Arbeitsprozess eingesetzt bzw. als Ausgangspunkt für didaktisch-methodische Überlegungen herangezogen werden (vgl. Dehnbostel 2011).

- › Die Theorie des *Erfahrungslernen* basiert auf der Annahme, dass aus Erfahrungen im Umgang mit (beruflichen) Situationen und Herausforderungen gelernt wird und sich zukünftige (Arbeits-) Handlungen an diesen Lernerfahrungen orientieren. „Erfahrungslernen als Fachterminus ist definitorisch als ein Lernen zu beschreiben, das über das Verstehen und das bewusste Reflektieren von Erfahrungen erfolgt. Die zugrundeliegenden Erfahrungen sind Ergebnis sinnlicher, emotionaler, sozialer und kognitiver Wahrnehmungen“ (Dehnbostel 2011, 15). Die Durchführung des Rüstprozesses einer Biegemaschine führt zu einem Zuwachs an Erfahrung und sammelt sich als Erfahrungswissen über die einzelnen Arbeitsschritte sowie über Erfolgsfaktoren, aber auch über gemachte Fehler.
- › Der Lernprozess beim *handlungsorientierten Lernen* besteht darin, dass die Lernenden erst durch das Durchführen der vollständigen Handlung die Aufgabe erlernen, d. h. berufliche Handlungskompetenz erwerben. Bei der vollständigen Handlung geht es methodisch-didaktisch darum, eine möglichst berufstypische Situation abzubilden, theoretisch zu hinterfragen und zu reflektieren (vgl. Riedl & Schelten 2011, 193). Der Prozess der vollständigen Handlung verläuft in drei Handlungsphasen, die wiederum einen Handlungs-Kreislauf darstellen. In der ersten Phase wird die Handlung durch Wahrnehmung und Denken im Vorfeld der Handlung geplant, und zwar hinsichtlich des Ziels und der Schritte, dieses Ziel zu erreichen. In der zweiten Phase wird die Handlung konkret durchgeführt; dies setzt voraus, dass vorab eventuelle Handlungsalternativen abgewogen werden und eine Entscheidung für eine angemessene Handlung getroffen wird. In der dritten Phase wird das Handlungsergebnis kontrolliert und reflektiert: Hier findet eine Wahrnehmungs-Rückkopplung statt, die zu neuen Erkenntnissen führen kann, auf deren Basis der nächste Arbeitsprozess geplant wird. Die Reflexion der Lernerfahrungen kann den Horizont für künftige Planungsprozess erweitern und optimieren (vgl. Riedl & Schelten 2011, 193).

- › Das *situierete Lernen* (Lave 1991) bezieht sich auf die soziale Interaktion und das fachliche Handeln in einer *Community of Practice*, einer Gruppe von arbeitstätigen Menschen. Hier können Novizen von erfahrenen Fachkräften lernen bis sie selbst zum* zur Expert*in auf einem bestimmten Fachgebiet werden. Demnach ist das *situierete Lernen* „eine Form der Enkulturation, des Hineinwachsens in die Lern- und Arbeitskultur“ und deren „spezifischen Handlungszielen, Kompetenzen, Binnenstrukturen und Regeln“ (Dehnbostel 2011, 11), und es findet gemeinsam in einem sozialen Raum statt. Dabei sind vier Komponenten für den Prozess wichtig:
 - › Der Sinn und die Bedeutung des Lernens: Neues Wissen muss mit bereits gemachten Erfahrungen verbunden werden, um die Authentizität beim Lernen zu schaffen.
 - › Die Praxisgebundenheit des Lernens: Dies beschreibt, dass vorrangig durch praktische Erfahrungen gelernt wird.
 - › Die Identitätsbildung: Sie bezieht sich auf Herausbildung einer beruflichen Persönlichkeit durch die Internalisierung von Regeln einer beruflichen Gemeinschaft. Die Person bildet in ihrer Entwicklung zum Experten durch einen Sozialisationsprozess eine Identität als Mitglied in der *Community of Practice*.
 - › Die *Community of Practice*: Den Rahmen für das Lernen bildet die Gruppe als soziale Gemeinschaft (vgl. Dehnbostel 2011, 11). Diese Art des Lernens eignet sich insofern für die Arbeit, da in einer Gruppe durch die Interaktion v. a. der Austausch von Wissen und Erfahrungen in einem informellen Lernprozess ermöglicht wird und auch soziale Kompetenzen als Teil der Persönlichkeitsbildung (siehe vorherigen Punkt) geprägt werden, z. B. durch die gemeinsame Bewältigung eines Arbeitsauftrags (vgl. Dehnbostel 2011, 12).

Methodisches Konzept für die Umsetzung

Für die Umsetzung ist es wichtig, noch einmal die grundlegende Zielsetzung für LAARA in den Blick zu nehmen: „*Ziel des Forschungsprojektes ist es, zentrale Parameter (und ihre Gestaltungsspielräume) zu identifizieren, die einen Einfluss auf das Lernen, Informieren und Agieren am Arbeitsplatz im Kontext eines semi-virtuellen Raums haben.*“ Diesem Ziel entsprechend gibt es drei Einflussbereiche, die das Lernen, Informieren und Agieren bestimmen: der Mensch (mit seinen Eigenschaften etc.), die Technik in Bezug auf die Hardware und letztendlich die Beschaffenheit der Software/Anwendung.

Durch eine Ausdifferenzierung der Zielgruppen werden die Forschungsschwerpunkte Lernen, Informieren und Kompetent Agieren auf die jeweiligen Proband*innen- bzw. Anwender*innengruppen bezogen und damit gezielt untersucht. Das Forschungsfeld *Informieren* bezieht sich zunächst auf die Frage, wie die digitale Technik und Software optimal gestaltet werden können, um im Arbeitsprozess (auch für ungelernte Fachkräfte) effektiv und effizient handeln zu können, ohne dabei in größerem Umfang auf Unterstützung durch Kolleg*innen angewiesen zu sein. Auch das Forschungsfeld *Lernen* bezieht sich auf die Frage der optimalen Gestaltung von Technik und Software, betont dabei jedoch den Lernprozess des Individuums und geht damit über das rein motorisch-manuelle Aneignen von routinierten Tätigkeiten hinaus. Im Bereich Lernen spielt neben der Technikgestaltung das didaktische Setting eine zentrale Rolle – das Lernen führt im Erfolgsfall zu dem Ziel des *kompetenten Agierens*, also das erfolgreiche und selbst geplante Bewältigen eines auch komplexeren und nicht zuvor eingeübten Rüstprozesses an der Biegemaschine.

Auf der technischen Seite steht zunächst die Entwicklung eines Demonstrators im Vordergrund. Dadurch ist es möglich, einen Rüstprozess an der Biegemaschine zu simulieren. Er hat etwa die Größe einer Getränkekiste und beinhaltet alle Komponenten eines Rüstprozesses. Seine Größe ermöglicht es dem Projektteam, eine transportable Versuchsanordnung flexibel an den unterschiedlichen Stand- und Lernorten der Anwender*innen zu nutzen. Darüber hinaus wird durch das Projekt erprobt, inwieweit sich dieser Demonstrator auch für Lernprozesse im Rahmen der Lehramtsausbildung für Lehrende am technischen Berufskolleg eignet.

Erhebungsmethoden und -instrumente

Um die Forschungsfragen zu beantworten, werden die folgenden Erhebungsmethoden und -instrumente entwickelt und eingesetzt:

- › *Arbeitsprozessanalysen*: Zu Beginn der empirischen Erhebungen werden durch das Projektteam Arbeitsprozessanalysen durchgeführt. Dabei handelt es sich um einen berufswissenschaftlichen Forschungsansatz mit dem Ziel, die charakteristischen Arbeitssituationen und -prozesse einer beruflichen Tätigkeit einschließlich der dazugehörigen Methoden und Werkzeuge zu identifizieren und in einem zweiten Schritt zu untersuchen, welchen Stellenwert diese Aufgaben, Methoden und Werkzeuge für die Kompetenzentwicklung einer Fachkraft haben (vgl. Becker & Spöttl 2008, 27). Die Ergebnisse dieser Analysen stellen den inhaltlich-fachlichen Bezug zur Facharbeit her (vgl. ebd.) und bilden den Ausgangspunkt für die Gestaltung der Versuchsabläufe.
- › *Fragebogenerhebung*: Mit einem Grundfragebogen werden verschiedene Grunddaten (Erfahrung mit unterschiedlichen Medien, Position und Beruf, Erfahrung mit Rüstprozessen etc.) der Proband*innen abgefragt. Diese Grunddaten erfassen damit auf individueller Ebene Merkmale, die auf ihren Einfluss hinsichtlich der Lernerfahrungen ausgewertet werden, um Aussagen über den Einfluss von Erfahrungswissen und vorhandener (Medien-)Kompetenzen auf den Umgang mit bzw. Einsatz von Augmented Reality zu ermöglichen.
- › *Lernstilttest*: Vor den Versuchsdurchläufen wird mit den Proband*innen zusätzlich ein kurzer Test (der sogenannte Kolb-Test) durchgeführt, um Aussagen zum jeweiligen Lernstil der Proband*innen treffen zu können. Ergänzend zu den individuellen Merkmalen wird auch hier eine Verbindung zu weiteren Untersuchungsmerkmalen untersucht und ausgewertet, um Gelingensbedingungen des Lernens noch differenzierter in den Blick zu nehmen. Genauer gesagt wird der Frage nachgegangen, für welche Lernstile das Lernen mit AR erfolgreich und für welche weniger erfolgreich ist oder sein kann.
- › *Leitfadeninterviews*: Mithilfe von Leitfadeninterviews werden die (Lern-)Erfahrungen im Versuchsablauf entlang der Forschungsfragen ermittelt. Dies ermöglicht eine vertiefte Analyse der individuellen Voraussetzungen und der erlebten Chancen und Herausforderungen sowie der Rückmeldungen zur Qualität der digitalen Unterstützung und Benutzerfreundlichkeit der verwendeten Medien.

Die Ergebnisse der Erhebungen werden einerseits genutzt, um die Entwicklung der Versuchsabläufe und der AR-Anwendung nach einer Erprobung in der Laborphase zu überarbeiten und gleichzeitig in der nachfolgenden Phase der Feldstudien die Praxistauglichkeit und die Transferfähigkeit der Anwendungen zu analysieren.

Versuchsablauf

Um den Einfluss der AR-Technologie gezielt zu evaluieren, wird neben der HoloLens im Versuchsablauf zusätzlich ein Tablet als digitales Medium angeboten. Dazu werden die Darstellungen für die AR-Brille und das Tablet jeweils einmal mit und ohne Computer Aided Design (CAD) herangezogen (Tabelle 2). Darüber hinaus stehen den Proband*innen als weitere Auswahl entweder eine symbolische Darstellung oder eine Darstellung/Hilfe in Form kurzer Videos zur Verfügung. Damit gibt es drei Unterscheidungsmerkmale, die in den Abläufen in den Blick genommen werden: das Medium (AR-Brille oder Tablet), CAD (mit/ohne CAD) und die Darstellung (Symbole als Hinweis oder Kurzvideos). Gemäß der Kombinationsmöglichkeiten werden die Gruppen der Proband*innen unterschieden (Gruppe A1, A2, ... D2), um damit entsprechende Effekte durch Gruppenvergleiche zu analysieren.

Tabelle 2: Mögliche Kombinationen der Endgeräte in den Testgruppen

Medium	Darstellung	
	Symbol	Video
Tablet ohne CAD (A)	A1	A2
Tablet mit CAD (B)	B1	B2
AR-Brille ohne CAD (C)	C1	C2
AR-Brille mit CAD (D)	D1	D2

Der Montageteil des vorliegenden Rüstprozesses im Rahmen von LAARA besteht in der Regel aus 17 Arbeitsschritten. Die Gruppen werden nach den drei genannten Merkmalen unterschieden, sodass eine vergleichende Untersuchung des Lernfortschritts differenziert nach zusätzlichem Gebrauch des jeweiligen Mediums möglich ist. Nach der Montage der einzelnen Bauteile (u. a. Spannbacke und Gleitschiene, Abbildung 2) folgt im Rüstprozess das Einstellen der Maschine, um die erfordernten Parameter des Biegeprozesses zu programmieren. Die Einstellungen können aufgrund der Komplexität (in Abhängigkeit von Material, Produkt etc.) in ihrem Umfang nicht vollkommen in den Versuchsverläufen des Projektes abgebildet werden. Daher werden den Proband*innen drei unterschiedliche Grundeinstellungen der Maschinen zur Verfügung stehen, die im Arbeitsprozess zu berücksichtigen sind.

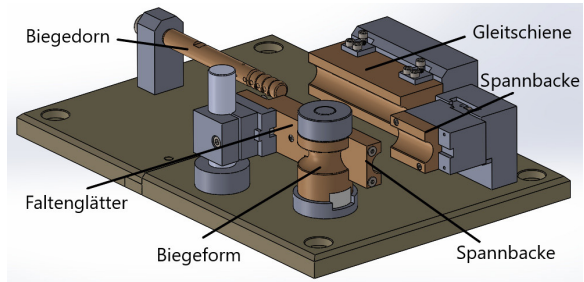
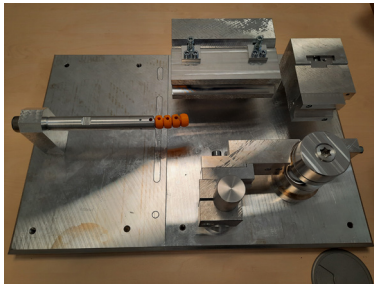


Abbildung 2: Demonstrator für das Rüsten einer Biegemaschine (Quelle: eigene Abbildung)

Durch ein von der Universität Siegen entwickeltes Tool können bei der Durchführung dieser Einstellungen Lernprozesse durch Reflexionsfragen gefördert werden. Für den Versuchsaufbau werden in einem Durchlauf maximal zwei Merkmale verändert, um bei den Proband*innen im nachfolgenden Interview eine klare Zuordnung eines Merkmals zu dem Arbeitsprozess zu erfragen und eine Interpretation der Wirkung des Merkmals (und damit eine Reflexion über den Lernzuwachs) möglichst eindeutig zu erfassen.

Ausblick und Transfermöglichkeiten

Durch die unterschiedlichen Versuchsabläufe sowie die Beantwortung der Forschungsfragen können zum Ende des Vorhabens empirisch gestützt Aussagen dazu getroffen werden, inwieweit die AR-Anwendung als lernförderliches System im Arbeitsprozess aus Sicht der Fachkräfte und in Bezug auf unterschiedliche individuelle Voraussetzungen und Lernanforderungen genutzt werden kann. Auf Basis dieser Ergebnisse werden folgende wissenschaftliche und praxisbezogene Produkte und Transfermöglichkeiten erwartet:

- › Anwendung für die berufliche Praxis der Aus- und Weiterbildung: Der Demonstrator sowie die AR-Anwendung sind als mobile Lösung sehr einfach für die verschiedenen Anwendungspartner, Zielgruppen und Lernorte zu nutzen. Damit entstehen konkrete Produkte, die aufgrund der unterschiedlichen Forschungs- und Entwicklungsphasen zum Ende des Vorhabens Marktreife erreichen und damit auch vielfältig anwendbar sind für unterschiedliche Lehr-Lernanforderungen.
- › Leitfaden für die Gestaltung von Lernen im Prozess der Arbeit mit AR: Die Ergebnisse des Vorhabens, die sich auf individuelle Merkmale, auf didaktische Gestaltungsmöglichkeiten und auf technische Elemente des Einsatzes von AR beziehen, werden in einem Leitfaden zusammengefasst. Dieser beschreibt gelungene Lernsituationen/-szenarien auf Basis der Versuchsdurchläufe und der Anwendung der Feldphase. Das Feedback von Auszubildenden und Lehrkräften wird hier ebenso eingearbeitet wie die Evaluation des Ansatzes durch die Teilnehmenden.
- › Transfer der wissenschaftlichen Ergebnisse: Im Rahmen von einschlägigen Tagungsbeiträgen und Publikationen werden die aufgegriffenen Forschungsdesiderate (Einfluss biographischer

Merkmale wie Lernverhalten, Medienaffinität, Kompetenzniveau; Gestaltungsoptionen für die Hard- und Software; didaktische und methodische Möglichkeiten der Verknüpfung von AR mit dem konkreten Arbeitsprozess des Rüstens einer Biegemaschine zur Unterstützung des Lernens im Arbeitsprozess) präsentiert und veröffentlicht.

Insgesamt bietet das Thema *Augmented Reality in der Metallindustrie* mit Bezug zu einem spezifischen Arbeitsprozess die Möglichkeit, eine innovative Idee für die Lernorte in der Aus- und Weiterbildung der Metallindustrie prototypisch zu evaluieren und Handreichungen zur Unterstützung des Lernens im Arbeitsprozess mit AR zur Verfügung zu stellen. Im Sinne des Transfers ist geplant, das Konzept auch für verwandte Berufsgruppen und andere Arbeitsprozesse in der Metallindustrie auszuarbeiten. Die Ergebnisse dieses Entwicklungs- und Anwendungsprojekts sind eine hilfreiche Basis für die Ausweitung der Erkenntnisse auf andere Anwendungsbereiche. Weitere interessante Anschlussmöglichkeiten für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sind z. B. Schulungen zur Medienkompetenz für Lehrkräfte und berufliches Bildungspersonal oder die Analyse der Auswirkungen innovativer, digitaler Technologien auf die Attraktivität dualer Ausbildungen. Auch die Eruiierung betrieblicher Rahmenbedingungen für eine entsprechende Investition sind in Forschungsprojekten mit berufspädagogischer Perspektive zu berücksichtigen. Im Mittelpunkt bleibt aber die Ausgangsfrage, auf die in Zukunft Antworten gefunden werden sollen: Unter welchen Bedingungen sind diese digitalen Technologien in der Lage, Lernen im Arbeitsprozess nachhaltig und kompetenzförderlich zu unterstützen und welcher (didaktisch-methodischer) Voraussetzungen bedarf es dafür?

Literatur und Quellen

Becker, Matthias; Spöttl, Georg (2008): Berufswissenschaftliche Forschung – Ein Arbeitsbuch für Studium und Praxis. Reihe Berufliche Bildung in Forschung, Schule und Arbeitswelt. Bd. 2. Frankfurt am Main

Dehnbostel, Peter (2007): Lernen im Prozess der Arbeit. Studienreihe Bildungs- und Wissenschaftsmanagement. Bd. 7. Münster

Dehnbostel, Peter (2011): Betriebliche Bildung als Referenz der Arbeitslehre. In: bwp@ Spezial 5 – Hochschultage Berufliche Bildung 2011, Fachtagung 02, hrsg. v. Friese, Marianne; Benner, Ilka, 1–17. Online: http://www.bwpat.de/ht2011/ft02/dehnbostel_ft02-ht2011.pdf (09.05.2021)

Dehnbostel, Peter (2019): Einheitliches betriebliches Bildungspersonal in der digitalisierten Arbeitswelt. In: Denk-doch-Mal.de.: Prüfungen und betriebliches Aus- und Weiterbildungspersonal. Online: <http://denk-doch-mal.de/wp/peter-dehnbostel-einheitliches-betriebliches-bildungspersonal-in-der-digitalisierten-arbeitswelt/?format=pdf> (10.05.2021)

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

Hermann, Ralf; Kress, Hannelore (2019): Gestaltungsfelder beruflicher Bildung im digitalen Wandel. In: Berufsbildung International (Vol. Digitalisierung). DLR Projektträger

Lave, Jean; Wenger, Étienne (1991): Situated Learning – Legitimate Peripheral Participation. Cambridge: Cambridge University Press

Riedl, Alfred; Schelten, Andreas (2011): Grundbegriffe der Pädagogik und Didaktik beruflicher Bildung. Stuttgart: Franz Steiner Verlag

Rat für kulturelle Bildung (2019): Alles immer smarter. Kulturelle Bildung, Digitalisierung, Schule. Rat für kulturelle Bildung e. V. 2019

Schröder, Thomas (2008): Arbeits- und Lernaufgaben für die Weiterbildung. Eine Lernform für das Lernen im Prozess der Arbeit. Bielefeld

Thomas, Oliver; Niegemann, Helmut; Metzger, Dirk (2018): Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung. Virtual und Augmented Reality für Industrie 4.0. Springer Verlag

Zender, Raphael; Weise, Matthias; von der Heyde, Markus; Söbke, Heinrich (2018): Lehren und Lernen mit VR und AR – Was wir erwartet? Was funktioniert? In: Daniel Schiffner (Hrsg.): Proceedings of DeLFI Workshops 2018. Frankfurt

GEWERKE- UND STANDORTÜBERGREIFENDES LERNEN MIT PROJECTLABS UND VIRTUELLER REALITÄT

Fortschrittliche Unterweisungssituationen im Ausbauhandwerk

Harald Strating, Axel Lange

Das im Sonderprogramm ÜBS-Digitalisierung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Verbundprojekt *Fortschrittliche Unterweisungssituationen im Ausbauhandwerk (FortUnA)* beinhaltet die Entwicklung von gewerkeübergreifenden Ausbildungsangeboten unter Nutzung innovativer didaktischer Ansätze und digitaler Medien. Auszubildende verschiedener Bau-berufe an den Standorten der Verbundpartner stimmen einen kompletten Dachgeschossbau unter Nutzung von Virtual Reality (VR) ab und begleiten diesen durch praktische Arbeitsausführungen in ProjectLabs und bestehenden Werkstätten.

In den ProjectLabs stehen den Auszubildenden berufstypische digitale Werkzeuge zur Verfügung, die sie zur Lösung komplexer Lern- und Arbeitsaufgaben nutzen können – auch nach eigenen Ideen. Die mit diesen digitalen Werkzeugen erfassten Daten und Informationen dienen als Grundlage für weitere Prozessschritte. Ein besonderer Fokus liegt auf Schnittstellenproblemen, die zwischen den Auszubildenden verschiedener Gewerke diskutiert werden sollen, um daraus möglicherweise resultierende Bauausführungsfehler zu minimieren. Dank virtueller Baubesprechung in einer VR-Umgebung wird die Kommunikation zwischen den Gewerken gefördert und der Austausch ermöglicht.

Schlüsselbegriffe

- › Virtual Reality (VR)
- › Augmented Reality (AR)
- › Schnittstellen im Baugewerbe
- › Überbetriebliche Ausbildung
- › ProjectLab
- › Digitalisierung
- › Aufmaß

Einleitung

Mit dem Sonderprogramm zur Förderung von Digitalisierung in überbetrieblichen Berufsbildungsstätten und Kompetenzzentren verfolgt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gemeinsam mit dem Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) das Ziel, überbetriebliche Bildungsstätten bei der Entwicklung von Ausbildungsangeboten mit digitalen Technologien und modernen Lernszenarien zu unterstützen.

In dem geförderten Verbundprojekt *Fortschrittliche Unterweisungssituationen im Ausbauhandwerk (FortUnA)* sollen Auszubildende aus zehn Haupt- und Nebengewerken der Baubranche im Rahmen eines virtuellen Gebäudes Sanierungs-, Um- und Ausbauarbeiten planen, deren Durchführung vorbereiten und sich dabei mit allen beteiligten Gewerken abstimmen. Förderbeginn des Projektes war der 01.05.2021; das Projekt läuft bis zum 30.06.2023.

Mit dem Bundesbildungszentrum des Zimmerer- und Ausbaugewerbes gGmbH (Bubiza) aus Kassel, dem Berufsförderungswerk der Südbadischen Bauwirtschaft GmbH aus Bühl sowie dem Berufsbildungs- und TechnologieZentrum der Handwerkskammer Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim arbeiten in diesem Verbundvorhaben drei anerkannte Kompetenzzentren ausgewählter Baugewerke zusammen. Alle Verbundpartner können auf eine jahrelange vertrauensvolle und erfolgreiche Zusammenarbeit zurückblicken, z. B. in den Projekten *MeLinda*¹ und *DigiBAU*². Die wissenschaftliche Begleitung des Projektes übernimmt das Labor Didaktik der Technik der Hochschule Osnabrück.

Durch den Einsatz vielfältiger digitaler Werkzeuge und Hilfsmittel erfahren die Tätigkeiten in der Baubranche bereits seit Jahren wesentliche Änderungen. Davon betroffen sind primär die Organisation der betrieblichen Abläufe, die technische Planung und die Kommunikation mit allen am Bau Beteiligten. Digitale Planung, digitale Dokumentation und Nutzung von digitalen Messgeräten schaffen große Datenmengen, deren Nutzung auch für die ausführenden Handwerksbetriebe immer größere Bedeutung erlangt. Entsprechend wird es auch für Facharbeiter*innen immer wichtiger, sich in den digitalen Prozessen zurechtzufinden und die sich ständig weiterentwickelnden Möglichkeiten nutzbar zu machen. Gleichzeitig erfordern die Arbeiten im Baugewerbe aus Gründen der Effizienz und der Nachhaltigkeit eine intensive Kooperation und Kommunikation zwischen den beteiligten Gewerken.

Für die Ausbildung in den Baugewerken impliziert dies, die Kommunikation innerhalb und über die Gewerke hinweg zu fördern und dazu die Digitalisierung und deren Errungenschaften zu nutzen. Mit dem Projekt *FortUnA* sollen Ausbildungskonzepte entwickelt und erprobt werden, in denen

-
- 1 Das Projekt *Medienunterstütztes Lernen und Innovation in der handwerklichen Arbeit (MeLinda)* wurde im Rahmen des Programms „Digitale Medien in der beruflichen Bildung (DIMEBB)“ gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds. Siehe auch <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/melinda/> (16.09.2021)
 - 2 Das Projekt *Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten (DigiBAU)* wird im Rahmen des Programms Förderung von „Transfernetzwerken Digitales Lernen in der Beruflichen Bildung“ (DigiNet) gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds. Siehe auch <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/digibau/> (16.09.2021)

innovative didaktische Potenziale kreativer *MakerSpaces* mit der Nutzung von *Virtual Reality* in einem ganzheitlichen Ansatz kombiniert werden.

Ausgangslage und Problemstellung/Aufgabenstellung

Berufliche Arbeitsprozesse im Bau- und Ausbaugewerbe sind geprägt von der arbeitsteiligen Zusammenarbeit verschiedener Gewerke (vgl. Mersch & Rullán Lemke 2016). Prototypisch kann das Erstellen von Gebäuden in handwerklicher Arbeit auf der Baustelle betrachtet werden. In der bisherigen Praxis, insbesondere im Massivbau, werden viele Dinge individuell vor Ort angepasst, da die vorgegebene Planung nicht in der Detailtiefe vorhanden ist, in der sie notwendig wäre. Der jahrelang (mit mehr oder weniger Erfolg) verfolgte Ansatz, anhand der vorgefundenen Bedingungen auf der Baustelle auf die Planungen der anderen Gewerke zu schließen, stößt jedoch an Grenzen. Durch neue Materialien, neue Bauweisen und innovative Ideen gibt es multiple Veränderungen, die Rückwirkungen auf das gesamte Gebäude haben. Es wird daher immer bedeutsamer, die Schnittstellen zwischen den Gewerken zu beachten und abzustimmen.

Im Projekt *BauNachhaltig*³ wurden bis 2013 Lehrgangs-Module zusammengestellt, mit denen gewerkeübergreifend in Gruppen zu einzelnen Schnittstellen am Bau gearbeitet werden konnte (Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg 2013). Die Erfahrung mit solchen Arbeitsgruppen zeigt, „dass die in der Gruppe vorhandene Erfahrung und die Bereitschaft, verschiedene Sichtweisen unterschiedlicher Gewerke einzubinden, zu neuen Lösungen führt. Das wiederum stärkt die Kompetenz der einzelnen Gewerke“ (Lange 2013). Dabei geht es nicht nur um Effektivität, sondern auch um Nachhaltigkeit. Moderne Gebäude sind komplexe Systeme, bei denen eine Vielzahl von Komponenten aufeinander abgestimmt sein müssen. „Durch zunehmend komplexere Gebäude wird die ganzheitliche Denkweise in der Planung und Ausführung eines Gebäudes immer wichtiger“ (Balow 2013).

Parallel zu diesen Entwicklungen sind aktuell auch in den Bauberufen die Auswirkungen zunehmender Digitalisierung erkennbar. Beinahe alle Tätigkeiten erfahren durch digitale Technologien, Werkzeuge und Hilfsmittel wesentliche Veränderungen. Anwendungskompetenzen zur Nutzung von digitaler Mess- und Prüftechnik müssen bei den Auszubildenden gefördert werden. Gleichzeitig eröffnen gerade die mit diesen Werkzeugen bereitgestellten digitalen Daten weitreichende Veränderungen der Arbeitsprozesse, maßgeblich in den Bereichen Organisation betrieblicher Abläufe, technische Planung und gewerkeübergreifende Kommunikation mit allen am Bau Beteiligten. Durch die beständige Verbesserung der Verfügbarkeit entsprechender innovativer Technologien und eine Verbreitung digitaler Planung und Dokumentation insbesondere durch Building Informa-

3 Das Projekt Netzwerk KOMZET Bau und Energie – Zukunftssicherung durch Nachhaltigkeit in der beruflichen Bildung (*BauNachhaltig*) wurde im Förderschwerpunkt „Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung in der zweiten Hälfte der UN-Dekade Bildung für nachhaltige Entwicklung 2005 – 2014“ durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Das Förderprogramm wurde durchgeführt vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB). Siehe hierzu auch <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/projekt-baunachhaltigkeit/> (16.09.2021)

tion Modeling (BIM)⁴ sind hier auch und besonders für Handwerksbetriebe starke Entwicklungen der Kooperationsbeziehungen zu erwarten (vgl. z. B. Rothenbusch & Kauffeld 2020).

Die Digitalisierung vollzieht sich in allen Aspekten der beruflichen Arbeitsprozesse. Neben der Anwendung und Verarbeitung neuer digitaler Technologien und damit ggf. einhergehender neuer Geschäftsmodelle und Services sind dies in allen Gewerken die zunehmende Nutzung digitaler Unterstützungssysteme im Arbeitsprozess beispielsweise durch AR und VR, die Digitalisierung in der Abwicklung von Geschäftsprozessen und der Einsatz digitaler Tools zur Kooperation, Kommunikation und Dokumentation auch zwischen den Gewerken (BIM, digitale Bauakte, digitales Baustellenmanagement) (Strating 2021).

Ziele und Zielgruppen

Für die Entwicklung der Facharbeit bedeutet die aktuelle Ausgangslage essenziell veränderte und gestiegene Kompetenzanforderungen aufgrund der besonderen Komplexität der Systeme, der Kooperation mit anderen Gewerken und der Digitalisierung in den Arbeitsprozessen. Diese Anforderungen gilt es aufzugreifen und in die berufliche Bildung zu integrieren. Das Projekt verfolgt die Fragestellung, mit welchen technischen und didaktischen Ansätzen und Instrumenten diese Kompetenzen in der beruflichen Bildung und speziell der ÜBA gefördert werden können.

Als didaktische Ansätze werden mit der Errichtung von ProjectLabs offene, an MakerSpaces orientierte Lernortkonzepte genutzt, die in der überbetrieblichen Berufsausbildung (ÜBA) eher untypisch sind. Ferner sollen die Möglichkeiten von Virtual Reality zur Gestaltung von Lernprozessen der beruflichen Bildung und im Hinblick auf ihre Anwendung für eine ortsunabhängige, gewerkeübergreifende Kooperation untersucht werden.

Auszubildende sollen im Rahmen des Projektes die Möglichkeit bekommen, mit Hilfe innovativer digitaler Technik in experimenteller Weise an einem musterhaften Bauprojekt über Gewerkegrenzen hinweg Schnittstellen zu erfassen und gemeinsam Lösungen zu erarbeiten.

Mit den ProjectLabs werden Räume geschaffen, in denen Auszubildende aus unterschiedlichen Gewerken gemeinsam Lösungen zu Schnittstellenproblemen entwickeln. Die zugrundeliegende Idee, ein virtuelles Gebäude zu nutzen, kommt dem organisatorischen Ablauf in den einzelnen überbetrieblichen Bildungsstätten entgegen. Die Auszubildenden müssen nicht an einem Ort in einem Raum zusammenkommen, sondern können in denselben Szenarien über große Distanzen miteinander arbeiten und sich austauschen, zum Beispiel der*die SHK-Anlagenmechaniker*in in Osnabrück mit dem*der Zimmer*in in Kassel und dem*der Wärme-, Kälte-, Schallschutzisolierer*in in Bühl.

Mit dem virtuellen Raum, in dem die Zusammenarbeit stattfindet, haben die Auszubildenden ein Arbeitsumfeld zur Verfügung, in dem die Digitalisierung schon sehr weit fortgeschritten ist. Der

4 Vgl. hierzu die Beiträge von Böttcher & Wieczorek sowie von Ganz in diesem Band.

Umgang mit digitalen Werkzeugen und Hilfsmitteln wird dadurch schon im Stadium der Ausbildung geübt. Die im virtuellen Raum gesammelten Kenntnisse müssen in die Realität der Werkstatt übertragen werden.

Übergreifende Zielsetzung des Projektes ist die beispielhafte Entwicklung und Gestaltung von zukunftsfähigen Kreativumgebungen zur Gestaltung von Ausbildungssituationen unter Verwendung innovativer digitaler Medien, welche in angemessener Weise die erweiterten erforderlichen beruflichen Handlungskompetenzen fördern können. Den Auszubildenden wird ein breites Erfahrungsspektrum geboten, bei dem sie didaktische Lösungen erproben und evaluieren können. Das virtuelle Auftragsmodell bietet gleichzeitig Umsetzungshilfen sowie Handreichungen für die Übertragung auf andere Lernorte und Berufe.

Die primäre Zielgruppe sind Auszubildende verschiedener Gewerke in Bau- und Ausbauberufen. In verschiedenen definierten Ausbaustufen bzw. Szenarien sind von den Auszubildenden der verschiedenen Gewerke jeweils spezifische Tätigkeiten gefordert. Die Aufgabenstellungen werden in gemeinsamen Meetings im virtuellen Gebäude besprochen und verteilt. Da die von den Verbundpartnern vertretenen Gewerke tatsächlich zugegen sind und sich im virtuellen Raum aktiv einbringen können, ist ein gegenseitiges Verständnis für die jeweilige Problemstellung und Arbeitsweise praxisnah möglich.

Neben den Auszubildenden bietet das Modell auch einen Nutzen für alle Ausbilder*innen, die gleichzeitig von der Entwicklung der eigenen Medienkompetenz sowie der Erfahrungen und Handlungshilfen für den Einsatz innovativer didaktischer Ansätze profitieren.

Dritter mittelbarer bzw. direkter Nutzer dürften die Betriebe sein, denn die eingesetzten innovativen digitalen Technologien werden zunehmend in den Unternehmen erfolgreich angewendet. Auch die Durchführung von virtuellen Baubesprechungen als Ergänzung zum BIM ist längst eine realistische Zukunftsoption.

Didaktisches und methodisches Konzept

Mit dem Ausgangspunkt der konkreten Aufgabenstellungen im Projekt – der Ausbau eines Dachgeschosses – ist eine typische berufliche Handlungssituation gewählt, in der die Zusammenarbeit verschiedener Gewerke gefordert ist. Das didaktische Konzept zielt auf eine ganzheitliche Förderung beruflicher Handlungskompetenzen und nutzt dazu reale und virtuelle Lernorte, mit denen die berufliche Arbeitswirklichkeit simuliert wird.

Für die Bearbeitung der Aufgaben wird ein realer Projektraum eingerichtet, der als Gruppenraum für die Projektdurchführung genutzt werden kann. Dieser Raum wird ausgestattet und gestaltet als Lernort nach dem Konzept eines ProjectLabs. Die Einrichtung von ProjectLabs greift die Idee der Maker-Bewegung auf, in denen Kreativzonen zur kollaborativen Projektarbeit im Sinne einer Ermöglichungsdidaktik für das selbstorganisierte Arbeiten und Lernen geschaffen werden

(Mahrin, Luga 2021). Im digitalen ProjectLab werden den Nutzer*innen sowohl innovative digitale Werkzeuge – darunter auch digitale Planungswerkzeuge – bereitgestellt, als auch eine Ausstattung zur Anwendung und Entwicklung digitaler Medien. Die Auszubildenden können im Sinne des Maker-Ansatzes eigene kleine Medienbausteine selbst erstellen, die zur Kooperation und Überwindung der Schnittstellenprobleme mit anderen Gewerken hilfreich sind. Das können Darstellungen von gewerkespezifischen Detaillösungen sein oder Dokumentationen ausgeführter Arbeiten, die ihrerseits später weiterverwendet werden können, beispielsweise zur Prüfungsvorbereitung. Digitale Werkzeuge und weitere zeitgemäße innovative Ausbildungsmittel, wie AR-/VR-Anwendungen oder Tablet-PCs werden in die Lernszenarien integriert und den Auszubildenden bereitgestellt. In der standortübergreifenden Kooperation wird der Lern- und Arbeitsraum durch Überführung der 3D-Daten in virtuelle Realitäten zum virtuellen ProjectLab.

Dieser Projektraum bietet einen Rahmen, in dem innovative digitale Technik im praktischen Einsatz kennengelernt und eingesetzt werden kann. Digitale Mess- und Aufmaßtechnik (Temperatur- und Feuchtemessung, Distanzmessung, Photogrammetrie, 3D-Gebäude-/Raumscanner, Drohnen) stehen zur Verfügung und können zur Lösung der Aufgaben genutzt werden. Wird in der ÜBA heute bereits im jeweiligen Handwerk übliche digitale Technik eingesetzt, so bietet der Projektraum die Möglichkeit, auch zukünftige Entwicklungen ins Auge zu fassen und insbesondere die Digitalisierung als Basis für die gewerkeübergreifende Kommunikation zu erfahren. Ein Beispiel: Die Erfassung von Räumen mitsamt der Ausstattung durch 3D-Gebäudes Scanner – heute vorwiegend von spezialisierten Vermessungsbüros durchgeführt – wird bei anhaltendem digitalen Entwicklungstrend künftig das Aufmaß für die Abrechnung automatisieren. Können sich die Auszubildenden aller Gewerke bereits jetzt mit dieser Technik beschäftigen, ist eine wichtige Voraussetzung für die Innovation in den Handwerksbetrieben gegeben. Dabei sollen auch die für die künftigen Fachkräfte relevanten Elemente der Methode des Building Information Modeling (BIM) mit einbezogen werden.

Im Projektraum besteht die Möglichkeit, die Baustelle in der virtuellen Realität zu begehen. Aus didaktischer Perspektive können damit vielfältige Potenziale gelingenden Lernens ausgeschöpft werden (Hellriegel & Cubela 2018). Zum einen sollen die Auszubildenden einen realen Raum mit Lasertechnik vermessen, so dass aus den Daten ein virtueller Raum berechnet und dargestellt werden kann; zum anderen existiert bereits ein virtuelles Gebäude aus dem abgeschlossenen Projekt Das virtuelle Digitalgebäude (David)⁵. Um die in dieses Bauvorhaben integrierten Arbeitsaufgaben zu lösen, kann die Baustelle in verschiedenen Stadien virtuell frequentiert und betrachtet werden.

5 Das Projekt *Das virtuelle Digitalgebäude (David)* wurde im Rahmen des Programms „Digitale Medien in der beruflichen Bildung (DIMEBB)“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds gefördert. Siehe hierzu auch <https://www.bubiza.de/kompetenzzentrum/david.html> (16.09.2021)



Abbildung 1: Außenansicht des virtuellen Gebäudes (Quelle: Appenrodt, Bubiza)

Die VR-Technik gewährt ein freies Bewegen im Raum und somit ein detailliertes Erkunden der Räumlichkeit. Mit Hilfe von Avataren wird eine Begegnung von mehreren Gewerkevertreter*innen im virtuellen Raum ermöglicht. So lassen sich bauliche Details gemeinsam betrachten und erörtern. Eine Ausstattung mit Kamera, Mikro und Großmonitor erlaubt verschiedene Arten der zeitgleichen Kooperation in unterschiedlichen Gruppengrößen an unterschiedlichen Standorten. Dabei werden gemeinsam technische Lösungen erarbeitet oder ausgewählt, Abstimmungen über Art und Ablauf der einzelnen Arbeitsschritte getroffen und Informationen über spezielle Anforderungen technischer Systeme und deren Einsatz zusammengetragen.

Das Anwendungsfeld der Interaktion von realen und digitalen Informationen ist dynamisch und wird entsprechend konsequent weiterentwickelt. Dies hat den Effekt, dass sich ständig neue Anwendungsmöglichkeiten ergeben, wodurch die Grenzen der Kreativität in diesen Bereichen fortlaufend erweitert werden. ProjectLabs und VR-Umgebungen als Lernorte sowie didaktische Ausbildungskonzepte werden entsprechend offen gestaltet, um diese Veränderungen und Entwicklungen aufnehmen zu können. Ideen können von Auszubildenden selbst jederzeit eingebracht werden.

Realisierung

Als Bindeglied der verschiedenen Gewerke und virtuelle Baustelle dient das vorhandene dreidimensionale Modell eines Wohngebäudes. Das Gebäude stellt haustechnische und bautechnische Sachverhalte auf einfache Art und Weise dar. Zu den technischen Hintergründen kann mithilfe eines verlinkten Wikis recherchiert werden. Sinn und Zweck dieses Kompendiums ist die Darstellung der

Schnittstellen zwischen den Gewerken. Im Gebäude und dem dazugehörigen Wiki hinterlegt sind die Informationen zum Holzbau, zum Massivbau und zur Versorgungstechnik von der Sanitärtechnik bis zur Elektro-Installation (vgl. Mahrin, Schopbach 2021). So finden sich beispielsweise zum Einbau einer Steckdose in einer Holzbauwand Detailinformationen über den Aufbau der Wand, die Anordnung der Ständer und über die Lage der einzelnen Ebenen, verwendete Materialien usw. abrufbereit. Das Gebäude lädt ein zum spielerischen Erkunden, die hinterlegten Pläne in zweidimensionaler Ansicht ergänzen das Material und trainieren das Lesen von zweidimensionalen Plänen.

Das Projekt *FortUnA* geht darüber hinaus weitere Schritte: Hier dient das Gebäude als virtueller Raum, in dem sich verschiedene Arbeitsgruppen aus unterschiedlichen Gewerken abstimmen können, um einen Umbau durchzuführen. Bei dem zugrundeliegenden Wohnhaus handelt es sich um zweigeschossige Gebäude in Holzrahmenbauweise mit Teilunterkellerung, bei dem das Dachgeschoss bereits vor längerer Zeit nachträglich gedämmt und teilweise für einen weiteren Innenausbau vorbereitet wurde. Nun soll das Dachgeschoss zu einer großzügig gestalteten Wohnung für ein bis zwei Personen ausgebaut werden.

Der Prozess des Umbaus wird in sieben Lernszenarien unterteilt (Tabelle 1), beginnend mit der Erkundung des Dachbodens und der Feststellung verschiedener Bauschäden bis hin zur Inbetriebnahme der Anlage und zur Übergabe an den Kunden. Der gesamte Verlauf aller Bauarbeiten muss von den Auszubildenden Schritt für Schritt geplant werden.

Tabelle 1: Lernszenarien / Ausbaustufen

Lernszenarien / Ausbaustufen
1. Bauzustandserfassung
2. Dach und Gauben
3. Wände und Installationen
4. Badausbau
5. Boden, Türen, Fenster, Installation Haustechnik
6. Einbau einer Zisterne als Niedertemperaturspeicher
7. Systeme Einmessen/Einstellen, Inbetriebnahme, Abnahme

Beispielhafte Beschreibung Lernszenario 1

Lernszenario 1 beginnt mit der Bauzustandserfassung des Dachgeschosses (Abbildung 2) im Rahmen einer gemeinsamen virtuellen Baubesprechung. Schwerpunkte sind die Registrierung des Istzustandes, das Erkennen und Messen baulicher Schäden (Feuchtigkeitsschäden, defekte Balken, Undichtigkeiten usw.) und die Dokumentation zur Nutzung in einer digitalen Bauakte. Die Auszu-

bildenden setzen dazu im virtuellen Raum virtuelle digitale Messgeräte ein, die in den ProjectLabs auch als reale Werkzeuge vorhanden sind.



Abbildung 2: 3D-Modell des Dachgeschosses im Ausgangszustand (Quelle: Appenrodt, Bubiza)

Das Aufmaß von Bauwerken stellt einen integralen Bestandteil der Planung und Dokumentation von Ausbauvorhaben dar. Es verfolgt das Ziel, den dreidimensionalen, geometrischen Zustand der Bauwerke zu erfassen und mündet in (heute zumeist) digitalen Zeichnungen, Plänen und Modellen. Somit dokumentiert es den Ist-Zustand von Bauwerken für die Planung und Bauausführung im Bestand, aber auch für die Betriebsphase (Blankenbach 2017). In den Szenarien werden verschiedene Verfahren zur geometrischen Datenermittlung eingesetzt (Elektronisches Handaufmaß, Tachymetrie, Photogrammetrie, Laserscanning). Daneben kommen Messverfahren zur Temperaturbestimmung, Feuchtigkeitsbestimmung und Luftdichtigkeit des Bauwerks zum Einsatz.

Aus der durchgeführten Baubesprechung ergeben sich jeweils gewerkespezifische Aufgaben, die von den Auszubildenden außerhalb des VR-Raums in ihren ProjectLabs bearbeitet werden. Hierzu zählen z. B. Bewertungen von Bauschäden, Maßnahmenableitungen sowie Zeichnungen, Arbeits- und Zeitpläne für die Umsetzung der nächsten Ausbaustufe. In den weiteren Lernszenarien werden dann die jeweils anstehenden Arbeitsschritte und mögliche Schnittstellen besprochen sowie Zeitfenster für die Arbeitsausführungen abgestimmt.

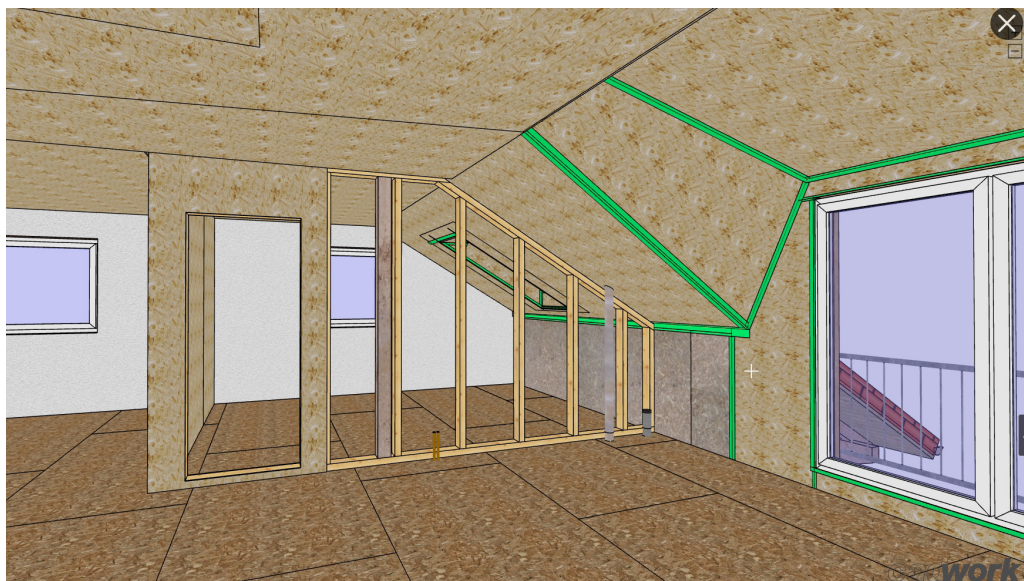


Abbildung 3: Ausbauzustand nach Gauben-Einbau (Quelle: Appenrodt, Bubiza)

Die VR-Lern- und Arbeitsumgebungen dienen einerseits der Darstellung des Gebäudezustands in den verschiedenen Szenarien, andererseits als ein Videokonferenztool zur Durchführung von gewerkeübergreifenden Baubesprechungen, bei denen sich die Beteiligten an unterschiedlichen Orten befinden. Neben der Kollaboration im virtuellen Raum ist auch die Beobachtung und im Sinne von Remote-Assistance aktive Mitwirkung weiterer Personen angedacht bzw. realisierbar, die sich in den ProjectLabs, aber außerhalb des virtuellen Raums befinden.

Durch die gemeinsamen Baubesprechungen werden die Auszubildenden neben den Erfahrungen von Um- und Ausbaumaßnahmen im eigenen Gewerk Einblicke in die Arbeits- und Vorgehensweisen der anderen beteiligten Gewerke erhalten, um so besonders bei kritischen Schnittstellen die Bedarfe der Anderen in der eigenen Planung angemessen berücksichtigen zu können.

Ergebnisse und Produkte

Konkrete Ergebnisse des Projektes sind ausgearbeitete Lehrgangskonzepte, die zukunftsweisende Technologien in die überbetriebliche Ausbildung integrieren. Die Lehrgänge sind erprobt, evaluiert und einheitlich dokumentiert, so dass sie an interessierte Bildungseinrichtungen weitergegeben werden können.

Auf attraktive Weise, z. B. durch eine Timeline mit Videos aus der Projektarbeit mit Azubis, durch 2D-/3D-Screencasts aus der virtuellen Anwendung, durch Podcasts mit Interviews, ggf. durch Webinar-Aufzeichnungen u. ä. werden der Projektfortschritt, Erkenntnisse und Produkte derart online präsentiert, dass interessierte Dritte das neue Konzept einfach übernehmen bzw. leicht adaptieren

können. Hierzu werden digitale, multimediale Werkzeuge wie Checklisten, Step-by-Step-Anleitungen, Formulare und Vorlagen auf der Plattform bereitgestellt.

Ein umfangreiches Kompendium mit Nutzungsanleitung für das System, didaktischen und methodischen Empfehlungen, Beispielaufgaben usw. wird digital und in gedruckter Form verfügbar sein und eine transferunterstützende Beschreibung der ProjectLabs (Konzept, Realisierung, Erfahrungen) mit Fokus auf Didaktik/Methodik und Lehrgangsorganisation enthalten. Die Verbreitung und Implementierung der Projektergebnisse und -produkte in der ÜBA und eine damit verbundene Standardisierung der grundsätzlichen Herangehensweise ist im Projekt bereits durch die enge Zusammenarbeit mit den Fachverbänden angelegt, wodurch Impulse für die Neuordnung der Bauberufe zu erwarten sind. Für Themenbereiche, die nicht verpflichtend in die ÜBA aufgenommen werden können, werden Vorschläge für Wahlveranstaltungen bzw. Zusatzqualifikationen erarbeitet.

Angestrebt wird die dauerhafte, kooperative Nutzung der entstehenden webbasierten Anwendungen in den beteiligten Bildungsstätten und der Transfer zu anderen Anwender*innen, z. B. den Partnern des Kompetenznetzwerks Bau und Energie e. V. und anderen ÜBS, Berufsschulen und Betrieben.

Eine Gelingensbedingung für die Umsetzung des Projektes und die nachhaltige Nutzung des ProjectLabs und der Lernszenarien ist die Medienqualifikation der Auszubildenden und des Ausbildungspersonals. Bei den Auszubildenden geht es primär darum, die individuelle Medienkompetenz aufzubauen und nachhaltig zu stärken. Sie müssen in dem Zusammenhang Kompetenzen im Bereich der Mediengestaltung, -kritik, -nutzung und -kunde entwickeln (vgl. Krämer et al. 2017, 56–60). Die Medienqualifizierung soll als fester Bestandteil in die Kurse der ÜBA integriert werden. Bei den Ausbilder*innen sind zwei wichtige Aspekte zu berücksichtigen: Zum einen muss das Ausbildungspersonal dafür qualifiziert werden, digitale Medien, Werkzeuge und innovative Ausbildungsmittel in vorhandene Lernumgebungen zu integrieren; zum anderen müssen Ausbilder*innen Methoden erlernen, wie sie zielgerichtet digitale Instrumente in Lernszenarien integrieren und Lernprozesse verbessern können. Im Rahmen des Projekts *FortUnA* soll das Ausbildungspersonal für die Integration digitaler Medien im Rahmen von Train-the-Trainer-Seminaren qualifiziert werden. Für die Seminardurchführung werden die ProjectLabs genutzt.

Das Verbundprojekt wird nach außen hin kollektiv auftreten mit gemeinsamen Online-Aktivitäten, Veröffentlichungen und Veranstaltungen. Zum Ende des Projekts wird eine Transferveranstaltung mit Präsentation der Projektergebnisse durchgeführt.

Erprobung, Empfehlungen und Transfer

Die entwickelten gewerkeübergreifenden Lernszenarien werden im Regelbetrieb der Bildungszentren in den ProjectLabs und in der VR-Umgebung pilothaft erprobt. Die gewerkespezifischen Aufgabenstellungen werden durch jeden Verbundpartner am eigenen Standort erprobt. Innerhalb einer Korrekturschleife sind anschließend potenzielle Schwachstellen innerhalb der digitalisierten

Kurse abzustellen oder notwendige individuelle Anpassungen an den Lehrgangskonzepten und/oder Produkten vorzunehmen. Alle Erprobungen werden evaluiert und in Empfehlungen zur Optimierung der überbetrieblichen Ausbildung übersetzt.

Im Anschluss erfolgen die Verstetigung und der Transfer der entwickelten Konzepte und Produkte in die reguläre überbetriebliche Ausbildung. So sollen in den beteiligten Bildungszentren Strukturen aufgebaut und etabliert werden, mit denen langfristig und nachhaltig die Durchführung der digitalisierten ÜBA-Lehrgänge gesichert werden kann. Ebenso werden andere interessierte Bildungszentren auf die im Projekt entwickelten Konzepte und entwickelten Produkte zugreifen können. Bei den Transferaktivitäten soll eng mit den Bundesverbänden kooperiert werden.

Ein Fazit lässt sich in dieser frühen Projektphase noch nicht ziehen. Die bisherigen Anforderungsanalysen zeigen aber, dass die einzusetzenden digitalen Technologien und Werkzeuge in Handwerksbetrieben eine zunehmende Bedeutung erfahren. Die Herausforderungen und Chancen der Nutzung von Virtual Reality in Bildungsprozessen werden aktuell in unterschiedlichen Projekten untersucht. Ebenso entstehen vielerorts MakerSpaces und vergleichbare Lernortarrangements, mit denen selbstgesteuertes und kreatives Lernen und Arbeiten ermöglicht und unterstützt werden soll. Diese Potenziale in einem ganzheitlichen Konzept für die berufliche Bildung und insbesondere die überbetriebliche Ausbildung im Sinne einer umfassenden Förderung beruflicher Handlungskompetenzen zu erschließen, ist die zentrale Zielsetzung im Projekt FortUnA.

Literatur und Quellen

- Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg GmbH (Hrsg.) (2013): BauNachhaltig. Lösungen für neue Herausforderungen – Nachhaltige Lehrgangsangebote für die Bauwirtschaft. Online: https://www.komzet-netzwerk-bau.de/wp-content/uploads/2016/10/BauNachhaltig_Brosch%C3%BCre.pdf (16.09.2021)
- Balow, Jörg (2013): Was tun mit komplexen Gebäuden? In: tab Das Fachmedium der TGA-Branche, Jahrgang 43, Heft 5. Online: https://www.tab.de/artikel/tab_Was_tun_mit_komplexen_Gebaeuden__1717085.html (23.06.2021)
- Blankenbach, Jörg (2017). Bauaufnahme, Gebäudeerfassung und BIM. In: Schwarz, Willfried (Hrsg.): Ingenieurgeodäsie. 1. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Spektrum. 23–53
- Hellriegel, Jan; Čubela, Dino (2018): Das Potenzial von Virtual Reality für den schulischen Unterricht – Eine konstruktivistische Sicht. In: MedienPädagogik, (2020) 12, 58–80
- Krämer, Heike; Jordanski, Gabriele; Goertz, Lutz (2017): Medien anwenden und produzieren – Entwicklung von Medienkompetenz in der Berufsausbildung. In: BIBB (Hrsg.): Wissenschaftliches Diskussionspapier, Heft 181. Bonn. Online: <https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/show/8275> (16.09.2021)

Lange, Axel (2013): Lehrgangs-Module „Gewerke-Schnittstellen“ – Nachhaltiges Bauen am Beispiel Passivhaus. In: bwp@ Spezial 6 – Hochschultage Berufliche Bildung 2013, Fachtagung 03, hrsg. v. Meyser, Johannes; Kuhlmeier, Werner; Baabe-Meijer, Sabine, 1–6. Online: http://www.bwpat.de/ht2013/ft03/lange_ft03-ht2013.pdf (16.09.2021)

Mahrin, Bernd; Luga, Jürgen (2022): MakerSpaces – Kreativzonen für co-kreatives, berufliches Lernen und Arbeiten. In: Mersch, Franz Ferdinand; Pahl, Jörg-Peter (Hrsg.): Handbuch Gebäude Berufsbildender Schulen – Gestaltung schulischer Lern- und Arbeitsumgebungen im Kontext von Berufsbildung und Architektur. Bielefeld, 844–862

Mahrin, Bernd; Schopbach, Holger (Hrsg.) (2021): Das virtuelle Digitalgebäude. Kompendium für Lernende und Lehrende, 2. Aufl., Universitätsverlag der TU Berlin. Online: <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-6321.2> (29.10.2021)

Mersch, Franz-Ferdinand; Rullán Lemke, Christina (2016): Kooperation der Baugewerke: nur eine Frage der Kommunikation? In: Mahrin, Bernd (Hrsg.): Wertschätzung – Kommunikation – Kooperation: Perspektiven von Professionalität in Lehrkräftebildung, Berufsbildung und Erwerbsarbeit; Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Johannes Meyser. Berlin: Universitätsverlag der TU Berlin, 140–153. Online: <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-5668> (16.09.2021)

Rothenbusch, Sandra; Kauffeld, Simone (2020): Veränderungspotenziale durch die Digitalisierung der gewerübergreifenden Kooperation von kleinen und mittleren Unternehmen im Baugewerbe in Richtung Building Information Modeling (BIM) – Eine Fallanalyse. Gr Interakt Org 51(2020), 299–317. Online: <https://doi.org/10.1007/s11612-020-00526-w> (16.09.2021)

Strating, Harald (2021): Entwicklungstrends im Handwerk Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik. In: lernen&lehren 36(2021)1, 4–12

INTERAKTIVE LERNMEDIEN ZUR UNTERSTÜTZUNG DER PRAKTISCHEN AUSBILDUNG

Matthias Kaiser, Uwe Dziumbla

Die Digitalisierung erfasst immer mehr und immer stärker die Arbeitswelt. Durch sie werden sich ganze Berufsbilder komplett verändern, neue Berufe werden entstehen und der eine oder andere wird sicherlich seine Daseinsberechtigung verlieren. Auch in der Bauwirtschaft finden diese Veränderungen statt. Wenngleich etwas langsamer als in der stationären Industrie und nicht sofort alle Tätigkeitsbereiche betreffend.

Im Kompetenzzentrum für Nachhaltiges Bauen Cottbus ist die Weiterentwicklung bereits vorhandener und eingesetzter digitaler Medien, z. B. PowerPoint-Präsentationen und Lehrvideos zu interaktiven digitalen Lehrmedien. Exemplarisch erfolgt die Umsetzung am Beispiel von Inhalten des im Projekt *BauNachhaltig*¹ entwickelten Moduls Innenwanddämmung. Die bereits vorhandenen Medien werden durch neue interaktive Inhalte ergänzt. Als Ergebnis des Teilprojektes entstanden vier digitale Lernbausteine zur Verwendung im Modul *Innendämmung*. Die Selbstlernbausteine sind in erster Linie für die Teilnehmenden des Kurses *Innendämmung* gedacht. Gute Erfahrungen bestehen bereits mit der Verwendung einzelner Lernbausteine in der Ausbildung von Polier*innen und Meister*innen. Ein Einsatz im Rahmen des Unterrichts an berufsbildenden Schulen ist ebenfalls denkbar. Gerade die Erfahrungen der Auszubildenden und Lehrkräfte im Distanzlernen und Wechselunterricht (2020/2021 coronabedingt) zeigen, dass interaktive Selbstlernmodule eine gute Ergänzung bei der Wissensvermittlung sind.

Schlüsselbegriffe

- › Interaktive Lernmedien
- › Fort- und Weiterbildung
- › Innenwanddämmung
- › Selbstlernbausteine
- › Digitalisierung
- › Innendämmung

1 Das Modellversuchs-Projekt BauNachhaltig wurde von 2010 bis 2013 gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Förderschwerpunkt „Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE) in der zweiten Hälfte der UN-Dekade Bildung für nachhaltige Entwicklung 2005–2014“. Das Förderprogramm wurde durchgeführt vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB). Weitere Informationen unter <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/projekt-baunachhaltigkeit/> (30.08.2021)

Selbst entwickelte Medienbausteine als Ergänzung für die praktische Unterweisung

Während in der Bauplanung, in der Administration und im kaufmännischen Bereich die Arbeit mit digitalen Systemen und Techniken seit langem Standard ist, gestaltet sich der Übergang in das digitale Zeitalter in der Ausführung der Bauarbeiten auf den Baustellen etwas schwieriger. Zurzeit gibt auf den Baustellen drei Schwerpunktbereiche:

1. Der Einsatz digitaler Mess- und Steuerungssysteme z. B. für Baumaschinen sowie für Einmess- und Aufmaßarbeiten auf der Baustelle.
2. Die digital unterstützte Kommunikation und das digitale Berichtswesen wie die Nutzung digitaler Bautagebücher und Planungstools.
3. Die Bereitstellung aller benötigten Unterlagen auf der Baustelle in digitaler Form, bis hin zur Nutzung von BIM in unterschiedlichen Dimensionen.

Einhergehend mit der zunehmenden Digitalisierung der Baustellen, muss auch die berufliche Bildung an die sich daraus ergebenden Erfordernisse angepasst werden. Dazu zählt nicht nur das Erlernen des Umganges mit den digitalen Anwendungen und Systemen, sondern auch die Bereitstellung digital aufbereiteter Lern- und Ausbildungsinhalte in Form entsprechender Ausbildungsbausteine.

Dabei steht in der beruflichen Bildung nach wie vor die praktische handwerkliche Tätigkeit im Fokus. Die digitalen Lernbausteine sollen dazu genutzt werden, diese praktischen Kurse und die dazugehörigen Unterweisungen entsprechend zu unterstützen.

Das Lernmodul *Innendämmung* besteht aus sechs Lernbausteinen. Diese Bausteine enthalten nicht nur die praktischen handwerklichen Umsetzungen einer Innendämmung, sondern auch einen großen Teil der zu vermittelnden fachtheoretischen Inhalte. Diese sind zum Verständnis der Zusammenhänge erforderlich, warum eine exakte praktische Ausführung der Leistungen erfolgen muss, um die Schadensfreiheit der unterschiedlichen Innendämmsysteme zur gewährleisten.

Diese Inhalte wurden in ausführlichen PowerPoint-Präsentationen für die Durchführung von Präsenzkursen ausgearbeitet. Aufgrund der Komplexität der Kursinhalte entstand der Wunsch, diese durch Selbstlernsequenzen für die Teilnehmenden aufzufrischen bzw. zu vertiefen. Die Selbstlernsequenzen sollten als kleine, flexible Bausteine erstellt werden, um das unterschiedliche Eingangsniveau der Teilnehmenden in den Kursen anzugleichen. Sie können auch in anderen Bereichen für die Zielgruppe der Auszubildenden in den Bauberufen eingesetzt werden. Um eine Nutzung für alle Teilnehmenden zu ermöglichen, müssen sie plattformübergreifend, unabhängig von der Art des Endgerätes und des Betriebssystems, erreichbar sein. Weitere Schwerpunkte waren dabei die Verwendung von Animationen, Zeichnungen, gut lesbaren Schriften und Videosequenzen.

Ideen für die Gestaltung der Medienbausteine

Die einzelnen Lernsequenzen sind unterschiedlichen Eingangsniveaus angepasst, sodass die Nutzenden selbst entscheiden können mit welchem Grundniveau sie beginnen. Bei der Umsetzung der Bausteine wurde der Wunsch berücksichtigt, diese zur Wiederholung und Vertiefung der Inhalte aus den Präsenzkursen nutzen zu können. Didaktisch wird der Ansatz der Überführung der bisher eher statischen digitalen Medien (PowerPoint und Videos) in interaktive Medien verfolgt. Hierbei sollen die Lernenden mit den Medien aktiv arbeiten und interagieren. Sie sollen spielerisch fachliche Aufgabenstellungen lösen und erhalten unmittelbar ein Feedback über die Korrektheit ihrer Antworten und Lösungen. Diese Auswertung erfolgt nach jeder interaktiven Lern- und Testsequenz, wodurch die fachtheoretischen Inhalte sowie auch die praktischen Handlungsabläufe von den Teilnehmenden besser verstanden werden können. Unterstützt werden sie dabei mit entsprechenden Anmerkungen und Hilfestellungen zu den Lösungswegen, wodurch die Anwendungen und auch die Ergebnisse schrittweise erklärt werden. Die Art und Weise der Interaktion wird an die jeweilige Zielgruppe angepasst. Dazu wird in Gesprächen mit den kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), aus denen die Teilnehmenden kommen, der derzeitige Stand des Einsatzes digitaler Medien in der Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter*innen ermittelt und es werden die Vorstellungen der Unternehmen zum Einsatz der neuen interaktiven Lernmedien erfasst. Aufbauend auf den Ergebnissen der Gespräche werden inhaltliche Schwerpunkte für die Weiterentwicklung der Medien gesetzt.

Die Lernbausteine werden so hergestellt bzw. aufbereitet, dass diese in verschiedenen Bereichen der Aus-, Fort- und Weiterbildung sowie zur Information genutzt werden können. Voraussetzung hierfür ist lediglich eine einfache Internetverbindung und ein beliebiges Endgerät (Smartphone, Tablet, Notebook, PC), welches den Zugang zu den Lernbausteinen ermöglicht. Die Dateigrößen wurden für das schnelle Herunterladen optimiert.

Einsatzmöglichkeiten der Lernbausteine

Die sechs Lernmodule bestehen jeweils aus einzelnen und für sich allein nutzbaren Lernsequenzen, die zusammen eine logische und in sich abgeschlossene Lernsequenz bilden.

Die entwickelten Lernmodule eignen sich für unterschiedliche Zielgruppen. Dazu gehören primär Auszubildende, aber auch Teilnehmende von Lehrgängen und Kursen der Fort- und Weiterbildung können die Lerneinheiten zur Unterstützung und Wiederholung bereits erlernten Wissens verwenden. Eine weitere Zielgruppe bilden die dualen Studierenden in den ausbildungsintegrierten Studiengängen, und allgemein Interessierte erfahren durch die Bausteine Zusammenhänge und Details im Bereich der Wärmedämmung und Sanierung. Es zeigte sich, dass in der Ausbildung zum* zur Polier*in oder Meister*in auch nur einige Module zur Auffrischung von Wissen verwendet werden können und einzelne Module auch als reine Selbstlerneinheiten fungieren können. Angestrebt wurde dabei, dass die Lernmodule nicht starr in sich abgeschlossen als eine Einheit fungieren, sondern flexibel in verschiedenen Stufen des Lernprozesses anwendbar sind. Nach Bedarf und Notwendigkeit können sie an jeweils neue Bedingungen, wie z. B. veränderte Ausbildungs- oder

Rahmenlehrplaninhalte angepasst werden. Die permanente Verfügbarkeit der Lernbausteine ermöglicht dabei die dauerhafte Integration in den Berufsbildungsalltag.

Eine weitere Einsatzmöglichkeit bietet die Berufsorientierung. Erhalten Interessierte bereits hier durch spielerischen Umgang mit Inhalten Einblicke in das nachhaltige und energieeffiziente Bauen, werden sie für die entsprechende Ausbildung motiviert – eine Notwendigkeit beim heutigen Fachkräftemangel, dem alle bauberuflichen Ausbildungen gegenüberstehen. Motivieren können die interaktiven Lernbausteine allerdings auch bereits erfahrene Fachkräfte, die durch das Angebot hinsichtlich innovativer Bautechnologie zum selbstgesteuerten Weiterlernen aufgefordert werden können.

Die Gestaltung von Lernbausteinen für die alltägliche Praxis

In einem ersten Schritt wurden die vorhandenen Materialien des Kurses *Innendämmung* gesichtet und die Rohdaten wie Ursprungsgrafiken, Originalfotos u. ä. zusammengetragen. Die einzelnen Bausteine des Kurses wurden auf ihre inhaltliche Eignung zur Nutzung in den interaktiven digitalen Medien geprüft und bei Bedarf überarbeitet (Abbildung 1).

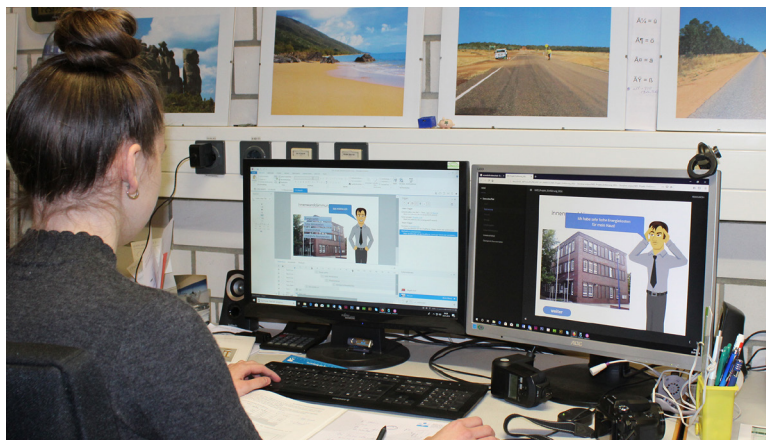
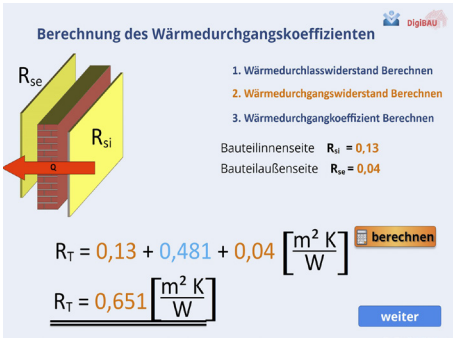
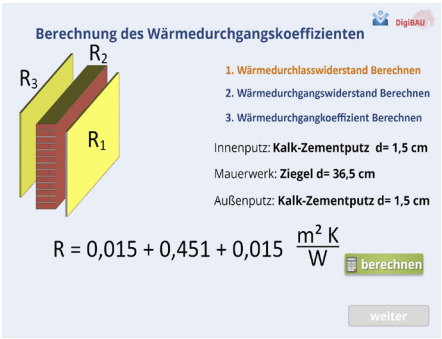


Abbildung 1: Einbeziehung von Lehrgangsteilnehmenden in die Entwicklung von Lerneinheiten (Quelle: KOMZET Cottbus)

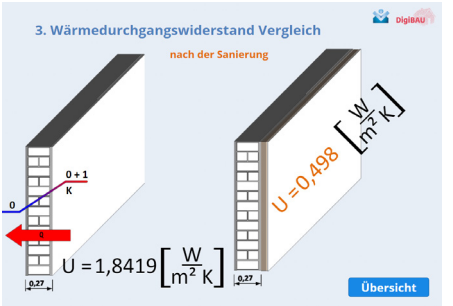
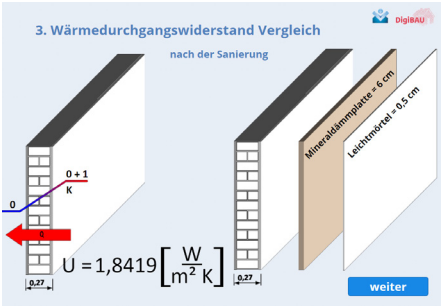
Parallel dazu fanden die Schulungen zum Einsatz der Autor*innensoftware Articulate in mehreren online Kursen statt. Zur Einarbeitung in die Software und zum Kennenlernen ihrer Einsatzmöglichkeiten wurden auch kleine, spielerische Lernsequenzen erstellt. Diese Sequenzen standen allerdings noch nicht im Zusammenhang mit den zu erstellenden interaktiven Medien zur Innendämmung. Diese ersten Ergebnisse wurden sowohl mit dem Ausbildungspersonal als auch mit Auszubildenden im Kompetenzzentrum für Nachhaltiges Bauen in Cottbus (Komzet Cottbus)² getestet. Der Schwerpunkt hierbei lag vorrangig im Test der Bedienbarkeit der Lernsequenzen auf

2 <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/steckbriefe-der-partner/kompetenzzentrum-fuer-nachhaltiges-bauen/>

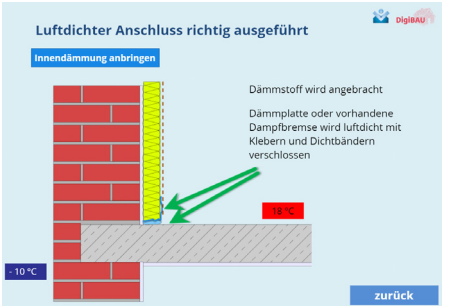
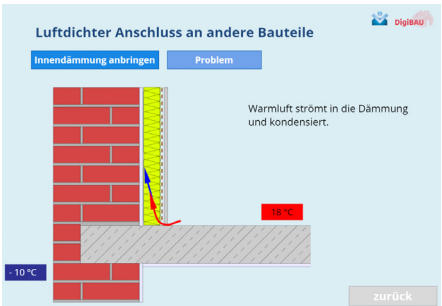
unterschiedlichen Endgeräten. Dazu zählten unterschiedliche Schriftarten und Schriftgrößen sowie die geeigneten Größen von Grafiken und Animationen für die Darstellung auf den zu verwendenden Endgeräten. Nachdem die entsprechenden Festlegungen getroffen worden waren, wurden Lernanwendungen mit verschiedenen Schwerpunkten konzipiert und erstellt, beispielsweise zur Erläuterung häufig vorkommender Berechnungen (Abbildung 2 a, b), zum rechnerischen Vergleich von Sanierungsalternativen (Abbildung 3 a, b) oder zur bildlichen Darstellung fachgerechter Arbeitsausführung (Abbildung 4 a, b).



Abbildungen 2 a, b: Geführte Berechnung – Schritt für Schritt und gut nachvollziehbar (Quelle: KOMZET Cottbus)



Abbildungen 3 a, b: Berechnung des Wärmedurchgangswiderstands bei einer fachgerechten Sanierung (Quelle: KOMZET Cottbus)



Abbildungen 4 a, b: Gegenüberstellung fehlerhafter Sanierung und fachgerechter Ausführung in einer Animation (Quelle: KOMZET Cottbus)

Bei den Berechnungs-Anwendungen können die Lernenden zwischen drei Nutzungs-Varianten entscheiden:

- › Theoretische Grundlagen
 - › Begriffe, Formeln und Zusammenhänge werden nacheinander erklärt.
- › Beispiel-Berechnung
 - › Die Berechnung wird Schritt für Schritt anhand von vorgegebenen Werten erklärt und durchgeführt.
 - › Es wird nachvollziehbar dargestellt, wann welche Werte berechnet bzw. verwendet werden.
- › Übung/Test-Berechnung
 - › An einer Kalksandsteinwand mit Außen- und Innenputz kann der U-Wert selbst berechnet werden.

Die Ergebnisse werden mit der richtigen Lösung verglichen und es erfolgt eine entsprechende Rückmeldung.

Die Bausteine *U-Wert Berechnung* und *Dämmstoffe* sind in ihrer Anwendbarkeit so offen gestaltet, dass sie unterstützend in jeder Lernsituation eingesetzt werden können, die das Thema Wärmedämmung von Gebäuden zum Inhalt hat. Der Baustein *U-Wert Berechnung* wurde zudem an die Verwendung in Lernsituationen zum Thema Außenwanddämmungen mit Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) angepasst. Weitere Lernbausteine sind die *Detailausbildung bei Innendämmsystemen* und *Systemauswahl Innendämmung*.

Nach der Fertigstellung wurden die Lernbausteine mit Auszubildenden in den unterschiedlichen Bauberufen sowie duale Studierende erprobt. Zusätzlich wurden die Lernsequenzen gemeinsam mit Lehrgangsteilnehmern in der Fort- und Weiterbildung getestet. Nach den Ergebnissen und Hinweisen bei der Auswertung der verwendeten Lernsequenzen waren kurzfristige Anpassungen und Korrekturen realisierbar. Es gab auch teilweise Wünsche und kreative Vorschläge der Teilnehmenden, die in den einzelnen Lernsequenzen umgesetzt werden konnten.

Neben den hauptsächlich auf Inhalts- und Berechnungs-Darstellung und -Erklärung ausgerichteten Anwendungen sind auch solche entstanden, die eher auf spielerischen Zugang setzen, wie Quiz und Spiele zur Übung und Kontrolle von Grundlagenwissen (Abbildungen 5 und 6 a, b).



Abbildung 5: Interaktive Übungssequenz: Dämmstoffmemory (Quelle: KOMZET Cottbus)

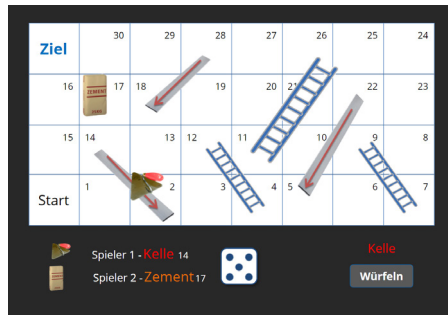


Abbildung 6: Interaktives Würfelspiel (Quelle: KOMZET Cottbus)

Um die leichte Erreichbarkeit und einfache Nutzung zu gewährleisten, wurden die einzelnen Lernsequenzen auf dem bereits vorhandenen, zentralen Server abgelegt. Anschließend wurden QR-Codes zum mühelosen Erreichen der digitalen Lernbausteine generiert, wodurch das Versenden oder Abschreiben langer Web-Links entfiel.

Erfahrungen

Es stellte sich unter anderem heraus, dass die anfänglich sehr aufwändig entwickelten ersten Lernsequenzen mit Erklärungstexten, Animationen und Grafiken sehr gut und übersichtlich am PC mit einem Standard-Bildschirm verwendet werden können. Allerdings zeigte sich, dass es auf einem Tablet mit nur 10 Zoll oder einer geringeren Bildschirmdiagonale weitaus problematischer wurde, die zahlreichen Informationen zu überblicken. Bei der Nutzung mit dem Smartphone sind die Übersichtlichkeit und die Lesbarkeit der Inhalte noch stärker eingeschränkt. Aus dieser Erfahrung heraus wurden die Darstellungen für die Nutzung mit Tablets und Smartphones angepasst.

Bei der Erstellung der Drehbücher für die einzelnen Lernbausteine wurden viele sehr gute Ideen und Anregungen von den Mitarbeiter*innen des Ausbildungszentrums in Cottbus eingebracht. Diese dann methodisch und didaktisch mit der Autor*innensoftware umzusetzen, war mitunter eine große Herausforderung, weil Struktur und Funktionen der Software nicht immer den Anforderungen entsprechen und/oder der Umgang damit ein hohes Maß an Übung und Erfahrung erfordert.

Zunächst aber galt es, unter der Vielzahl verfügbarer Autor*innensoftware die am besten geeignete auszuwählen. Die Entscheidung fiel im Rahmen des Projekts DigiBAU auf das sehr umfangreiche Tools Articulate, welches auch in anderen Teilprojekten zum Einsatz kommt. Onlineseminare sowie die Nutzung der Hilfe-Seiten und Entwicklungsforen ermöglichten ein tieferes Eindringen in die Möglichkeiten und in die umfangreichen Funktionen, wodurch sich auch zielgerichtet Probleme recht kurzfristig lösen ließen. Der Versuch, die Ausbilder*innen in die technische Bearbeitung der Lernsequenzen einzubeziehen, brachte nur kurzzeitige Erfolge, da es für sie zeitlich nicht möglich war, sich mit dieser umfangreichen Software im notwendigen Maße auseinanderzusetzen. Für eine

erfolgreiche Umsetzung werden sowohl Spezialkenntnisse als auch eine Personalstelle benötigt, damit sich ein Medien-Autor dezidiert mit der Software beschäftigen kann. Bewährt hat sich von der Zusammenstellung der Drehbücher über die Umsetzung der Inhalte in digitale Lerneinheiten bis zur Erprobung der Medien allerdings die enge Zusammenarbeit mit den Auszubildenden und Fachkräften, da nur so die fachlich-korrekten Aufbereitung der Inhalte und die didaktisch-korrekte Vermittlung sicherzustellen ist. Nach Fertigstellung einer jeden Lernsequenz findet eine erste Erprobung mit Teilnehmer*innen statt, deren Ergebnisse bisweilen zur Modifikation des Lernbausteins führen.

Fazit und Ausblick

Die interaktiven Lernmedien konnten innerhalb der Laufzeit erfolgreich erstellt, erprobt und angepasst werden. Hilfreich waren das laufende Sammeln von Erfahrungen bei der Erstellung der Medien und die Rückmeldungen der Teilnehmenden bei den verschiedenen Erprobungsläufen. Auch über das Projekt hinaus werden gesammelte Ideen und Erkenntnisse für weitere Entwicklungen genutzt. Die grundlegende Erfahrung ist das Einplanen einer langen Einarbeitungszeit einschließlich der langwierigen Entscheidung der geeigneten Software zur Erstellung interaktiver Lernmedien.

Die Zusammenarbeit mit den Projektpartnern aus dem Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V. (2021, siehe hierzu auch den Beitrag von Holle in diesem Band) im Verbundprojekt DigiBAU war bei der Entwicklung der Lernmodule gewinnbringend. So wurde beispielsweise Bildmaterial aus der vom Handwerkskammer Bildungszentrum Münster erstellten, rechtssicheren Medienpool Bau (siehe hierzu den Beitrag von Diekmann und Grochtmann in diesem Band) verwendet. Die Lernanwendungen wurden von Projektpartner*innen getestet, deren Ideen und konkreten Hinweise zur Verbesserung sehr hilfreich waren zur Qualitätssicherung der Module. Ein Teil der Ergebnisse kann bereits auf der Webseite des Berufsförderungswerk der Bauindustrie Berlin-Brandenburg e. V. (o. J.) sowie im virtuellen Schaufenster des Projekts DigiBAU (Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg GmbH, o. J.) unter „Best Practice“ abgerufen und verwendet werden.

Quellen

Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg GmbH (Hrsg.) (o. J.): Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten – Best Practice. Online: <https://www.digibau.eu/best-practice/> (07.09.2021)

Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V. (2021): Die Partner: Kompetenzzentrum für Nachhaltiges Bauen. Online: <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/steckbriefe-der-partner/kompetenzzentrum-fuer-nachhaltiges-bauen/> (16.08.2021)

Berufsförderungswerk der Bauindustrie Berlin-Brandenburg e. V. (o. J.): Homepage. Online: www.bfw-bb.de (16.08.2021)

DIGITALE GAMEBOOKS ZUR STRUKTURIERUNG HANDLUNGSORIENTierter LERNAUFGABEN

Susanne Korth, Askim Bozkurt, Ulrich Goos, Christina Lange, Svenja Noichl, Volker Rexing

Das Thema *Inklusion* als politische und gesamtgesellschaftliche Forderung auch in der beruflichen Bildung hat bisher in den überbetrieblichen Berufsbildungsstätten der Bauwirtschaft wenig Aufmerksamkeit erfahren. Die digitale Lernapplikation *MeinBerufBau* wurde daher mit dem Fokus entwickelt, insbesondere lernbehinderte Auszubildende in einer regulären dualen Ausbildung an diesem Lernort entsprechend ihrem Lernfortschritt individuell-adaptiv zu unterstützen. (Medien-) Didaktisch wird dies u. a. durch die Nutzung *Digitaler Gamebooks* umgesetzt. Unterstützungsangebote sind in der Lernapplikation bereits integriert und können zusätzlich vom Ausbildungspersonal über einen Gamebook-Editor entsprechend den spezifischen Bedürfnissen entwickelt werden. Dieser ermöglicht die Abbildung komplexer handlungsorientierter Lernsituationen und eine individuelle Unterstützung der Auszubildenden mit und ohne Lernbehinderung (vgl. zur Begriffsdefinition Lernbehinderung Kanter 1974; Eser 2005; Feuser & Kutscher 2013) beim gemeinsamen Lernen.

Schlüsselbegriffe

- › Überbetriebliche Ausbildung
- › Inklusion/gemeinsames Lernen
- › Lernbehinderung
- › Digitale Lernapplikation zur Lernunterstützung
- › Digitale Gamebooks
- › Handlungsorientierung
- › Autor*innentool

Einleitung

Das Recht von behinderten Menschen, einen anerkannten Ausbildungsberuf gemeinsam mit Nicht-Behinderten zu erlernen, ist eine sozialpolitische Errungenschaft. Sie greift die national und international geführten Diskussionen um eine Forderung nach inklusiver Bildung in den 1990er Jahren auf (vgl. UNESCO 1994) und spiegelt sich hier in der Einführung des Begriffs *inclusive education* wider. Eine öffentlich breite Thematisierung erfährt die inklusive Bildung durch das Übereinkommen der Vereinten Nationen über die Rechte von Menschen mit Behinderung (vgl. UN-BRK 2008; Hinz 2013). Eine intensive Diskussion ist daher keineswegs neu, sie bleibt

bisher jedoch weitestgehend auf den allgemeinbildenden Schulbereich begrenzt. So erfährt die inklusive Bildung im berufsbildenden Bereich immer noch relativ wenig Aufmerksamkeit (vgl. Lange 2017, 43 oder Euler 2016, 27), obwohl das Berufsbildungsgesetz aus dem Jahr 2003 (§ 64 BBiG) bereits fordert, dass behinderte Menschen in anerkannten Ausbildungsberufen ausgebildet werden sollen. Dies gilt dementsprechend auch für den Bereich des Dualen Systems in Berufen der Bauwirtschaft. So ist das Thema *Inklusion* beispielsweise in den Überbetrieblichen Berufsbildungsstätten (ÜBS), die als dritter Lernort neben den Ausbildungsbetrieben und den Berufsschulen wesentlich für den erfolgreichen Abschluss einer Berufsausbildung sind, kaum angekommen (vgl. z. B. Köhlmann-Eckel 2015). Dabei ist auch an diesem Lernort die Gestaltung barrierefreier Lern- und Bildungsprozesse vonnöten, sodass behinderte Auszubildende Unterstützung beim Erlernen erhalten und langfristig eine berufliche Tätigkeit ausüben können.

Ausgangslage und Problemstellung/Aufgabenstellung

Alle Schulabgänger*innen in Deutschland haben grundsätzlich die Möglichkeit, eine Ausbildung im Dualen System der beruflichen Bildung aufzunehmen (vgl. Arnold & Münch 2000). Dabei können lernbehinderte bzw. stark lernbeeinträchtigte Auszubildende in der Bauwirtschaft je nach Ausgangslage in speziell für diese Zielgruppe konzipierte Ausbildungsprogramme wie beispielsweise eine Fachpraktiker*innenausbildung nach § 66 BBiG/§ 42r HwO eintreten, aber auch eine reguläre Ausbildung in einem anerkannten Beruf im Dualen System absolvieren (vgl. BIBB 2020a, 257–359).

Es ist demnach davon auszugehen, dass auch lernbehinderte respektive stark lernbeeinträchtigte Schüler*innen nach dem Besuch einer allgemeinbildenden Schule oder Förderschule in eine Ausbildung in der Bauwirtschaft einmünden. Genau quantifizieren lässt sich diese Gruppe jedoch nicht, weil das Merkmal Behinderung in diesem Bereich nicht statistisch erfasst wird (vgl. BIBB 2012, 40, 137 und BIBB 2020b, 55). Allerdings sind z. B. im Jahr 2020 nahezu die Hälfte aller Schulabgänger*innen ohne (Haupt-)Schulabschluss aus Förderschulen gekommen (vgl. Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2020, 145).

Erwähnenswert für die Gestaltung von Bildungsprozessen in der beruflichen Ausbildung ist im Übrigen, dass mit dem Verlassen der allgemeinbildenden Schule und dem Eintritt in eine reguläre Berufsausbildung ein zuvor diagnostizierter Förderbedarf im Bereich Lernen formal nicht mehr existiert (vgl. z. B. Euler 2016, 34). An die zuvor individuell auf die jeweiligen Bedürfnisse der/des Lernbehinderten abgestimmten Förderkonzepte kann nicht angeknüpft werden. Hinzu kommt, dass Auszubildende ihre vorhandene Lernbehinderung bzw. starke Lernbeeinträchtigung möglicherweise aufgrund von Stigmatisierungserfahrungen dem Ausbildungspersonal verschweigen (vgl. z. B. Metzler et al. 2017, 22).

Dabei stellen ebendiese Auszubildenden für die Bauwirtschaft eine durchaus interessante Zielgruppe als zukünftige qualifizierte Mitarbeiter*innen dar. Aufgrund des demografischen Wandels ist ein stetig wachsender Bedarf an Fachkräften respektive Fachkräftemangel im Besonderen für das Handwerk und die Bauindustrie zu verzeichnen (vgl. DIHK 2020; Petsch et al. 2014). Neben

den bereits vorhandenen Ausbildungsangeboten wie beispielsweise die ausbildungsbegleitenden Hilfen (abH) der Bundesagentur für Arbeit könnten weitere Unterstützungsangebote auch Lernende mit eklatanten Leseschwächen, Rechenstörungen und weiteren unter Lernbehinderungen zusammengefassten Lernstörungen eine erfolgreiche Ausbildung in der Baubranche ermöglichen. Die Baubranche wiederum könnte dadurch für lernbehinderte und stark lernbeeinträchtigte Menschen attraktiver werden, zumal in etlichen Ausbildungen in der Bauindustrie der Arbeitsschwerpunkt trotz voranschreitender Digitalisierung auf handwerklichen Tätigkeiten liegt, was gerade für Menschen mit einer besonderen praktischen Begabung Chancen bietet.

Daher bedarf es neuartiger Lehr- und Lernkonzepte, von denen nicht nur der Unterricht in der Berufsschule profitiert, sondern die gerade auch im Hinblick auf inklusive Bildungsprozesse in den Überbetrieblichen Berufsbildungsstätten ein Zugewinn bedeuten. Insbesondere sprachliche und mathematische Fähigkeiten sind in einer beruflichen Ausbildung in der Bauwirtschaft stark gefordert (vgl. z. B. Norwig et al. 2010). Dabei ist hier von einer deutlichen Heterogenität gerade auch bzgl. der kognitiven Fähigkeiten auszugehen (vgl. z. B. Keimes & Rexing 2016). Das Ausbildungspersonal sieht sich mit einem Konglomerat von Lernbeeinträchtigungen konfrontiert, das von kurzfristigen Lernschwierigkeiten bis hin zu gravierenden, überdauernden Beeinträchtigungen der kognitiven Leistungsfähigkeit reicht. Die individuellen Beeinträchtigungen bilden spezifische Problemlagen, die besondere Unterstützungsangebote erfordern (vgl. KMK 2011). An dieser Stelle knüpft das BMBF-Verbundprojekt *Digitale Medien als Werkzeuge inklusiven Lernens in Überbetrieblichen Berufsbildungsstätten der Bauindustrie (MeinBerufBau)* an. Aktive Projektpartner sind hier das Berufsförderungswerk der Bauindustrie NRW, vertreten durch das Ausbildungszentrum der Bauindustrie Kerpen (ABZ Kerpen), und die RWTH Aachen, vertreten durch das Lehr- und Forschungsgebiet Fachdidaktik Bautechnik sowie das Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 9: Learning Technologies.

Ziele und Erwartungen

Im Fokus des Projekts MeinBerufBau steht im Handlungsfeld „Gemeinsame Lernkonzepte für Menschen mit und ohne Behinderung“ der Bekanntmachung „Inklusion durch digitale Medien in der beruflichen Bildung“ (vgl. BMBF 2017) die Entwicklung digitaler Lernsettings, die neuartige Formen für ein gemeinsames Lernen von Auszubildenden mit und ohne Lernbehinderung bereitstellen. Die Lehr- und Lernprozesse werden derart gestaltet, dass Auszubildende möglichst barrierefrei eine berufliche Tätigkeit erlernen können. Hierzu stehen den Lernenden verschiedene Unterstützungsangebote zur Verfügung. Das Ausbildungspersonal wird zudem in der Entwicklung von digital gestützten inklusiven Lehr-/Lernprozessen unterstützt, weil davon auszugehen ist, dass ein Großteil des Ausbildungspersonals nicht über tiefergehende Programmierkenntnisse verfügt und im Hinblick auf inklusive Bildungsprozesse didaktisch-methodisch nicht ausreichend geschult ist.

Das Projekt ist im ersten Ausbildungsjahr der Berufe in der Bauwirtschaft verortet. Nach dem Konzept einer Stufenausbildung vereint die berufsfeldbreite Grundbildung 16 verschiedene Berufe im Berufsfeld der Bauwirtschaft (vgl. BMWT 1999). Die entsprechende Ausbildungsordnung (ebd.) stellt damit auch die inhaltliche Referenz für das Projekt dar.

Aus dem übergeordneten Projektziel, der Förderung von Inklusion in der Bauwirtschaft, wurden drei sich aufeinander beziehende Teilziele abgeleitet:

- › Das erste Teilziel bildet im Wesentlichen die erste Projektphase ab, in der gezielt kognitive Lernbarrieren bei der Bewältigung von berufsfachlichen Aufgaben identifiziert wurden. Diese konnten aus den erhobenen Daten im Rahmen der Anforderungsanalyse (von ausbildungsrelevanten Fachinhalten und Rahmenbedingungen an einer ÜBS) und den Auswertungen der Lernpotenzialanalyse innerhalb der Pilotierungszielgruppe der Auszubildenden abgeleitet werden. Die Lernbarrieren bzw. Entwicklungsaufgaben stellten den Ausgangspunkt für das zweite Teilziel dar.
- › Entsprechend den identifizierten Lernbarrieren wurden inklusionsorientierte digitale Lernsettings entwickelt. Dabei wurde auf praxiserprobte Materialien und Konzepte zurückgegriffen, die bedarfsorientiert – mit Blick auf die realen Lernbehinderungen bzw. konkret ermittelten Lernschwierigkeiten/-hemmnisse – adaptiert bzw. weiterentwickelt wurden. Gebündelt wurden die Settings in einer Lernapplikation, welche Hilfestellungen zu diversen Fachinhalten des Baubereichs bereithält und insbesondere den lernbeeinträchtigten Auszubildenden zu einem möglichst barrierefreien Lernen verhelfen soll. Dabei erfolgt der Zugriff auf die Lernapplikation über mobile Endgeräte. Die Auszubildenden gestalten ihre eigene persönliche Lernumgebung (Personal Learning Environment; kurz PLE). Zudem passt sich diese mithilfe von Nutzungsdaten individuell entsprechend den Lernerfolgen an.
- › Als drittes Teilziel erfolgte die Pilotierung im ersten Ausbildungsjahr der berufsfeldbreiten Grundbildung in der ÜBS des beteiligten Projektpartners ABZ Kerpen. Hierbei wurden mehrere Erprobungs- und Optimierungsschleifen durchgeführt und aus verschiedenen Blickwinkeln zugunsten qualitativ hochwertiger Lernprozesse evaluiert.

Die entwickelte Lernapplikation wird nach der Erprobungsphase zunächst am ABZ Kerpen als konstitutives Element der Ausbildung in das erste Ausbildungsjahr der Stufenausbildung implementiert. Geplant ist darüber hinaus die Verbreitung und Distribution der Projektergebnisse an ca. 330 Mitgliedsunternehmen der Bauindustrie NRW.

Zielgruppe

Die Adressaten im Projekt MeinBerufBau sind insbesondere *lernbehinderte Auszubildende* in der beruflichen Grundbildung, die eine Ausbildung in der Bauwirtschaft absolvieren (möchten). Im Sinne eines weiten Inklusionsverständnisses werden jedoch auch weitere vulnerable Gruppen wie beispielsweise Auszubildende mit Lernschwierigkeiten oder Lernstörungen angesprochen. Die Lernapplikation ermöglicht ein zugleich gemeinsames und individuelles Lernen aller Auszubildenden mit und ohne Lernbeeinträchtigung(en).

Aus dem Blickwinkel der Gestaltung von Lehr-/Lernprozessen kann die Lernapplikation für alle *Ausbilder*innen* in der Bauwirtschaft ein unterstützendes Lehrmittel sein. Vor allem profitieren

hier Ausbilder*innen in den ÜBS, die inklusiv lehren (müssen), jedoch über keine bis wenig Kompetenzen in der Realisierung von inklusiven Lehr-/Lernprozessen verfügen. Darüber hinaus profitieren insbesondere auch Ausbilder*innen ohne tiefergehende Programmierkenntnisse von den Möglichkeiten, welche die Lernapplikation bietet. Ebenso hilfreich dürften die Ergebnisse für *weiteres betriebliches Personal* in der Bauwirtschaft sein, die mit der Ausbildung betraut sind. Die Lernapplikation ist nach Projektende auf die individuellen Bedürfnisse der jeweiligen Unternehmen und deren Auszubildende zu adaptieren.

Darüber hinaus dürften aus fachdidaktischer Sicht insbesondere die identifizierten Lernbarrieren und die daraus abgeleiteten didaktischen Hilfsangebote in der digitalen Lernapplikation für die Fachcommunity einen Gewinn darstellen, vor allem auch für die (Weiter-)Entwicklung einer inklusiven (Fach-)Didaktik. Aus informationstechnischer Perspektive könnten die Erkenntnisse bezogen auf die Erstellung von Gamebooks in einem graphbasierten Editor ohne notwendige Programmierkenntnisse seitens der Ersteller*innen sowie die Umsetzung der inklusiven Hilfsangebote wertvoll sein.

Didaktisches und methodisches Konzept

Nahezu unerforscht ist die Idee, digitale Lernsettings bzw. digitale Lernapplikationen zu nutzen, um gemeinsames Lernen von lernbehinderten und nicht lernbehinderten Auszubildende in einem Ausbildungsberuf der Bauwirtschaft zu fördern bzw. überhaupt zu ermöglichen. Bisher unbeantwortet bleibt dabei die Frage, ob hier digitale Medien oder Tools nachhaltig lernförderlich sind und wie diese methodisch-didaktisch dann gestaltet sein sollten. Die Lernapplikation *MeinBerufBau* nähert sich diesen Fragen. Dabei entstanden didaktisch-methodische und technische Konzeptionen, die das in der beruflichen Ausbildung geforderte Prinzip der Handlungsorientierung (vgl. Meyser & Uhe 2006; 2012) mit dem Prinzip Digitaler Gamebooks (vgl. Möslin-Tröppner & Bernhard 2018) in einer Lernapplikation verbinden.

Beide Prinzipien intendieren, dass die Nutzer*innen eine Handlung selbstständig durchlaufen und dabei immer neue Handlungsentscheidungen treffen und bewerten. Es können beispielsweise Fehlentscheidungen getroffen werden und Lernpfade einzelner Nutzer*innen stark voneinander abweichen. Die individuellen Entscheidungen führen ggf. letztlich sogar zu unterschiedlichen Handlungsergebnissen.

Als Gamebooks werden Bücher bezeichnet, deren Seiten nicht in einer fixen Reihenfolge (von der ersten bis zur letzten Seite) gelesen werden. Diese Bücher sind gekennzeichnet durch diverse Abschnitte, an deren Ende die Leser*innen jeweils Entscheidungen treffen müssen, die je nach Entscheidung wiederum zu einem neuen Abschnitt führen, der gelesen werden kann. Entsprechend der Entscheidung können unterschiedliche Geschichten gelesen werden. Gamebooks werden u. a. auch im Bildungsbereich eingesetzt. Erste Ansätze, die das Gamebook-Prinzip nutzen, werden auf das *Programmed Instruction* von B. F. Skinner zurückgeführt (vgl. Möslin-Tröppner & Bernhard 2018, 6). Digitale Gamebooks sind grundsätzlich mit klassischen Gamebooks vergleichbar. Durch

die Nutzung digitaler Technologien bieten sich hier jedoch zusätzliche Möglichkeiten (vgl. Möslin-Tröppner & Bernhard 2018).

Die Einführung digitaler Gamebooks in Kombination mit handlungsorientiertem Lernen erscheint nach bisherigen Projektergebnissen in MeinBerufBau für digital unterstütztes Lernen durchaus potenzialreich. Über die Verbindung beider Ansätze kann auf die individuellen Bedürfnisse von lernbeeinträchtigten Lernenden bzw. heterogener Lerngruppen reagiert werden, ohne den Lernfluss von nicht lernbeeinträchtigten Auszubildenden zu blockieren oder eine äußere Differenzierung im Lehrgang vornehmen zu müssen. Die Vorteile digitaler Medien werden dazu genutzt, die fachlichen Lerninhalte inklusiv und barrierefrei darzustellen. Zur Erstellung von digitalen Gamebooks existieren bereits Open-Source-Lösungen (Twine, Squiffy), die jedoch den Anforderungen eines Autor*innentools in der MeinBerufBau-Lernapp nicht genügen. Daher wurde im Projekt ein neues Tool für Autor*innen entwickelt, welches dem Ausbildungspersonal ermöglicht, ohne Programmierkenntnisse eigene Gamebooks zu erstellen bzw. barrierefreie Lehr-/Lernprozesse zu gestalten.

Die Lernapp bietet große Freiheitsgrade (Variabilität) in der Gestaltung individueller Lernprozesse. Im Tool können die Autor*innen mithilfe von *Templates* (Vorlagen) situative Lernaufgaben im Sinne einer vollständigen Handlung oder einer Teilphase daraus als Gamebook entwickeln. Auch solitäre Dokumente (z. B. Bauzeichnung, Fotos) können in die App integriert werden. Der Rahmen der Lernapp wird nicht durch die Lernapp selbst, sondern durch die Autor*innen und Nutzer*innen festgelegt. Nach unseren bisherigen Projekterfahrungen fördert diese Flexibilität und Adaptionfähigkeit im Übrigen auch die Akzeptanz digitaler Medien seitens der Nutzungsgruppen.

Die App unterstützt in der konkreten Umsetzung der Binnendifferenzierung sowohl eine thematische, mediale, methodische als auch intentionale Differenzierung (vgl. zur Unterteilung der Inneren Differenzierung Riedl 2008). So können in einem Gamebook bei der Auswahl von Lerninhalten unterschiedliche Schwierigkeitsgrade definiert werden. Diese beziehen beispielsweise die individuellen Interessen oder das Lerntempo der Lernenden mit ein und passen sich immer wieder neu dem momentanen Lernerfolg an. Die Einbindung unterschiedlicher Medien wie Text, Abbildungen, Animationen, Videos und/oder Audio ermöglicht Lernenden einen Zugriff auf die Lerninhalte über verschiedene Kanäle.

Die Struktur der Lernapp ist derart gestaltet, dass das Ausbildungspersonal Lerninhalte entsprechend den in den Ausbildungsrahmenplänen für die Berufsausbildung zum*r Hochbaufacharbeiter*in, Tiefbaufacharbeiter*in und Ausbaufacharbeiter*in gelisteten Fertigkeiten und Kenntnisse in die App einpflegen kann (vgl. BMWT 1999).

Realisierung

Forschungs- und Entwicklungsdesign

Der Design-Based Research-Ansatz (DBR) leitet den Forschungs- und Entwicklungsprozess im Projekt MeinBerufBau. Das Ziel ist hierbei die Entwicklung innovativer Lösungen für Bildungsprobleme in der Praxis verknüpft mit der Generierung von wissenschaftlichen Erkenntnissen (vgl. Euler 2014). Leitend ist die Fragestellung, wie das erstrebenswerte Bildungsziel (Inklusion) in die Ausbildungsrealität insbesondere am Lernort ÜBS durch schrittweise zu erarbeitende innovative digitale Lernsettings unterstützt werden kann. Die einzelnen erforderlichen Arbeitsschritte im Projekt zur Erreichung der Zielstellung lehnen sich dabei eng an das Prozessmodell nach Euler an (Abbildung 1).



Abbildung 1: Prozessmodell im DBR. (Quelle: nach Euler 2014, 20)

Projektphasen

Die wesentlichen operationalisierten Prozessschritte des DBR-Ansatzes im Projekt lassen sich in fünf übergreifende Projektphasen gliedern:

Kern der *Projektphase 1* war eine umfängliche Bestandsaufnahme und Anforderungsanalyse mit dem Ziel, die Rahmenbedingungen in der ÜBS zu konkretisieren, um diese gezielt bei der Entwicklung der Lernapplikation aufzugreifen. Dabei war die Identifikation von kognitiven Lernbarrieren von wesentlicher Bedeutung für die barrierefreie Gestaltung und insbesondere die Entwicklung der Hilfetools und weiterer unterstützender Maßnahmen in der Lernapplikation. Referenzpunkte waren hier die Verordnung über die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft sowie Lehr- und Lernmaterialien, die seitens des ABZ Kerpen in der beruflichen Grundbildung eingesetzt werden. Zur Bestimmung subjektiver berufsfachlicher Lernbarrieren respektive Lernbeeinträchtigungen wurden verschiedene Instrumente und methodische Zugänge gewählt. Wesentlich war im Hinblick auf dieses Erkenntnisinteresse jedoch vor allem der Zugang über die Methode des Lauten Denkens (vgl. z. B. Knoblich & Öllinger 2006). Durch weitere forschungsmethodische Zugänge im Sinne einer Methoden-Triangulation konnten die Adressaten und deren (Lern-)Voraussetzungen auf individuelle Lernbeeinträchtigungen gerichtet differenziert beschrieben werden. Alle von den Probanden

zu lösenden Aufgabenstellungen waren berufsfachbezogen und orientierten sich primär an den Ausbildungsrahmenplänen für die jeweiligen Berufsausbildungen im Hoch-, Tief- und Ausbau.

Auf technischer Seite lag die Konzentration in der ersten Projektphase auf der Festlegung einer geeigneten Basis für die digitale Lernapplikation gemäß Guidelines und Richtlinien zur Entwicklung barrierefreier Anwendungen. Hierzu wurden die BITV 2.0 (vgl. BMJV 2019), WCAG 2.0 (vgl. Caldwell et al. 2008) und WCAG 2.1 (vgl. W3C 2018) sowie Aspekte des Universal Design (vgl. FTB 2014) und Do's and Dont's des Britischen Governments (vgl. Sellick 2017) betrachtet und elementorientiert aufbereitet (vgl. Noichl et al. 2019). Darauf aufbauend erfolgte die prototypische Implementation der Lernanwendung mit aktuellen Cross-Platform-Frameworks. Parallel dazu wurden die technischen Voraussetzungen bei den Auszubildenden evaluiert, sodass ein auf die reale technische Ausstattung der Auszubildenden angepasstes Entwicklungssetting als Basis für die folgende Phase bereitstand.

Die *Projektphasen 2–4* umfassten im Wesentlichen die iterativen kollaborativen Entwicklungsschleifen im Sinne des DBR-Ansatzes zur Erstellung der Lernapplikation und der Pilotierungsphasen inkl. der Begleitforschung vom Prototypen 1.0 bis hin zu einem veröffentlichungsreifen Produkt. Dabei wurde die Software permanent überarbeitet und modifiziert in Form adaptiver Zyklen und im regelmäßigen Austausch zwischen allen Projektpartnern im Entwicklungsprozess. Hierbei lag der Fokus auf der technischen, didaktischen sowie lernpraktischen Software-Qualitätssicherung. Die Lernapplikation wurde kontinuierlich technisch und didaktisch-methodisch prozessbegleitend evaluiert und ausgehend von den identifizierten Lernbarrieren und den Zwischenergebnissen der jeweiligen Evaluationsphasen optimiert sowie erweitert.

Die Evaluationszyklen bezogen sich schwerpunktmäßig auf Themen der technischen Funktionalität und Stabilität der entwickelten Features, der Sicherung der Usability (Nutzbarkeit des Systems) durch die Auszubildenden und der didaktisch-methodischen Umsetzung der sprachlichen sowie mathematischen Unterstützungsangebote entsprechend den identifizierten Lernbarrieren. Nach der Evaluationsphase zum ersten Prototypen der Lernapplikation waren umfassende Änderungen am internen Aufbau der Anwendung sowie der Struktur der Datenbank notwendig, um auch handlungsorientierte Aufgabenstellungen in Form von digitalen Gamebooks abzubilden.

Im Sinne des DBR-Ansatzes und damit der engen Kooperation von Wissenschaft und Praxis in den verschiedenen Phasen des Forschungsprozesses (vgl. Euler 2014) wurden in den Evaluationszyklen verschiedene Evaluationsperspektiven berücksichtigt. Auszubildende, Ausbilder, betriebliches Ausbildungspersonal sowie ein Projektbeirat wurden in die Testungen und Evaluationen der verschiedenen Versionen der Lernapplikation eingebunden.

Mehrere Workshops sensibilisierten und qualifizierten Auszubildende am ABZ Kerpen, betriebliches Ausbildungspersonal sowie schulisches Lehrpersonal für den technischen und didaktisch-methodischen Einsatz der Lernapplikation und gaben Impulse zum Transfer der Projektergebnisse und zu Lernortkooperationen. Zwischenergebnisse wurden an ca. 330 Mitgliedsunternehmen der Bauindustrie NRW kommuniziert.

Ergebnisse und Produkte

Für die ÜBS liegt mit Projektabschluss eine einsatzfähige Lernapplikation vor, die durch Fachpersonal inhaltlich angepasst und weiterentwickelt sowie in inklusiven Lernsettings eingesetzt werden kann. Im Autor*innentool können mithilfe der Templates beispielsweise Medieninhalte in Form von Texten, Bildern, Videos oder Audiodateien eingebunden und Texte sowohl in deutscher Standardsprache als auch in Leichter Sprache bereitgestellt werden (Abbildung 2). Es stehen sieben unterschiedliche Templates zur Verfügung (Entscheidungen, Multiple Choice, Ausklappbare Texte, Lückentext, Drag-and-Drop, Formeln und Inhaltsseite).

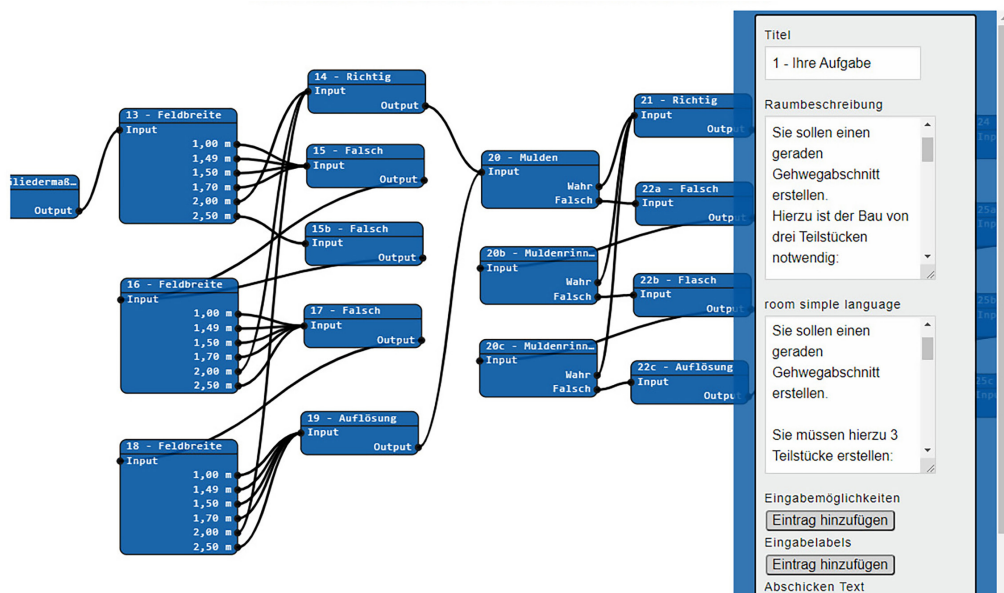


Abbildung 2: Ausschnitt eines Gamebooks im Autor*innentool. (Quelle: eigene Darstellung)

Erste Best Practice-Beispiele aus dem Bereich Straßenbau wurden in Form von zwei *Gamebooks* gestaltet. Neue Gamebooks können für folgende Baubereiche über das Autor*innentool erstellt und der vorgegeben App-Struktur zugeordnet werden:

1. Schwerpunkt Hochbau: Mauerwerksbau; Beton- und Stahlbetonbau; weitere Hochbaubereiche
2. Schwerpunkt Ausbau: Fliesen-, Platten-, Mosaikbau; Stuckateurarbeiten; Zimmerarbeiten; weitere Ausbaubereiche
3. Schwerpunkt Tiefbau: Straßenbau; Kanalbau; Rohrleitungsbau; weitere Tiefbaubereiche

Die Gamebooks können vier Hierarchiestufen zugeordnet werden. Die Stufen entsprechen beispielsweise Niveaustufen oder ggf. auch Ausbildungsjahrgängen. Die bereits entwickelten Gamebooks für den Straßenbau sind der Stufe 1 zugeordnet. In der App wurden zahlreiche Unterstützungen für Auszubildende integriert. Hierzu zählen die Einstellung der Schriftgröße, der Hintergrundfarbe, der Sprache, des Sprechtempos sowie die Möglichkeit, sich alle Texte in der App

vorlesen zu lassen. Die User*innen können zudem beispielsweise Glossareinträge, einen Taschenrechner oder Einheitenrechner aufrufen. Des Weiteren sind z. B. in den Gamebooks Planungshilfen in Form von 2D-/3D-Objekten oder einem Arbeitsplan einsehbar (Abbildung 3). Die Möglichkeiten zu beispielsweise individuellem Feedback, die konsequente Verwendung einer serifenlosen Schriftart aller Textbausteine und eine reduzierte App sollen zusätzlich lernbeeinträchtigte Auszubildenden unterstützen. Weiterhin existieren im Design-Prototyping Vorlagen zu Werkzeug- und Materiallisten, einer Formelsammlung, einem Tutorial, einer Statistik sowie sonstigen einzubinden- den Dateien, die vom Ausbildungspersonal zur Verfügung gestellt werden können.

Ausbilder*innen erhalten nur unter Autorisierung der Auszubildenden Zugang zu den eingegebenen Daten. Dadurch können sich Lernende stigmatisierungs- und angstfrei auf einem individuell auf sie zugeschnittenen Lernpfad bewegen.

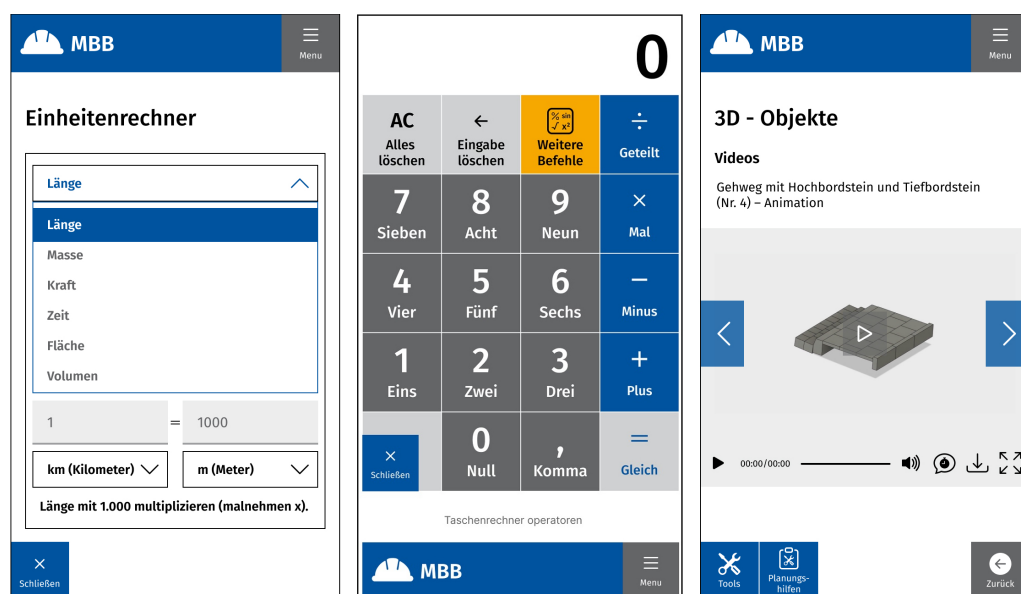


Abbildung 3: Designvorlage des Einheitenrechners mit Beschreibung des Rechenschrittes (links), des Taschenrechners mit sprachlicher und symbolischer Benennung der Operationen (mitte) sowie eines 3D-Objektes als Animation (rechts). (Quelle: eigene Darstellung)

Die Lernapplikation wurde insbesondere für die Nutzung auf mobilen Endgeräten (insbesondere Smartphone) optimiert. Für die Erstellung von Gamebooks mithilfe des Autor*innentools wird die Nutzung eines größeren Endgerätes (Laptop, PC) empfohlen.

Die Veröffentlichung der Lernapplikationen erfolgt bei Projektende als Open-Source-Software (OSS) unter freier Lizenz (MIT-Lizenz). Der Quellcode der Anwendung kann dadurch beispielsweise durch eine ÜBS auf einem eigenen Server gehostet werden. Die Verwendung eines eigenen Servers bietet den Vorteil, die Anwendung mit entsprechenden Programmierkenntnissen individuell anpassen zu können.

Ergänzende *Lehr- und Lernmaterialien* werden als Open Educational Resources (OER) bereitgestellt. Dies bedeutet, dass für alle entwickelten Materialien offene Lizenzen benutzt werden, um eine freie Wiederverwendung, eine kontinuierliche Verbesserung und eine Überarbeitung durch Dritte für neue Bildungszwecke zu ermöglichen.

Erprobung, Empfehlungen und Transfer

Für die Nutzung der Lernapp ist eine Internetverbindung, z. B. mittels WLAN oder mobiler Datenverbindung notwendig. Da jedoch nicht immer die mobile Datennutzung möglich ist bzw. hier Kosten anfallen können, wird empfohlen, den Auszubildenden den Zugang zu einem WLAN-Netzwerk zu ermöglichen.

Die App kann für den praktischen Unterricht ein sinnvolles ergänzendes Lehr-/Lernmittel darstellen. Untermauert wird dies u. a. dadurch, dass der Großteil aller Auszubildenden überzeugt ist, dass die Lernapp sie im Lehrgang und in der Praxis unterstützen kann.

Geeignet ist die Lernapp grundsätzlich für alle drei Lernorte der beruflichen Ausbildung in der Bauwirtschaft. Der Aufbau der Lernapp ermöglicht dabei nicht nur Lerninhalte des ersten Ausbildungsjahres im Berufsfeld der Bautechnik, sondern auch aller weiteren Ausbildungsjahre einzupflegen. Neben der Zielgruppe im Projekt ist die App aufgrund ihres modularen Aufbaus und ihrer offenen Gestaltungsmöglichkeiten bei entsprechender inhaltlicher Aufbereitung auch beispielsweise für Auszubildende mit Hörbeeinträchtigungen oder für Schüler*innen mit Migrationshintergrund übertrag- und nutzbar.

Neben den Ausbildungsberufen im Dualen System kann die App auch in weiteren Bildungsgängen der Bautechnik wie z. B. im Bereich der berufsvorbereitenden Bildungsmaßnahmen (BvB) oder dem Beruflichen Gymnasium mit Schwerpunkt Bautechnik verwendet werden.

Die App bietet in erster Linie ein Framework, welches explizit eine Weiterentwicklung einfordert. Dies betrifft vorrangig die Erstellung neuer Gamebooks. Die App wurde jedoch bewusst programmiertechnisch derart entwickelt, dass ebenfalls neue Templates einzubinden sind, um ggf. weitere kognitiven Lernbarrieren zu berücksichtigen. So könnten beispielsweise auch spezifische Unterstützungen über VR- oder AR-Technologien dann mit einem höheren Programmieraufwand eingebunden werden.

Fazit und Ausblick

Die Lernapplikation MeinBerufBau wurde von den Nutzer*innen als ein hilfreiches Instrument bei der Unterstützung der spezifischen Lehr-/Lernprozesse in ÜBS beurteilt. Unter anderem durch die Flexibilität des Gamebook-Prinzips erscheint die Lernapplikation für eine nachhaltige Anwendung und feste Implementierung in der Stufenausbildung Bau interessant und potenzialreich zu sein.

Sie bietet ein technisches und didaktisches Framework als Basis für weitere Entwicklungen von Hilfertools und Hilfestellungen für lernbeeinträchtigte Auszubildende. In weiteren Studien wäre zu eruieren, welche tatsächlich messbaren Effekte der Einsatz der Lernapplikation in verschiedenen Lernszenarien im Vergleich zu einem Unterricht, der „traditionell“ an einer ÜBS stattfindet, erbringen. Interessant könnte auch der Aspekt sein, inwieweit neu zu entwickelnde Angebote zum kooperativen Lernen in der App MeinBerufBau lernbehinderte Auszubildende in Lehr- und Lernprozessen unterstützen können. Hier sind möglicherweise virtuelle Austauschformen wie Chat-Räume eine sinnvolle Unterstützung für ein erfolgreiches Lernen mit digitalen Medien.

Die Forschungs- und Entwicklungsmethode des Design-Based Research zeigte sich in allen Facetten als ein Ansatz, der sowohl für die Praxis als auch für die Wissenschaft ein Zugewinn bedeuten kann. Der zeitliche Kommunikations- und Abstimmungsaufwand aller am Projekt Beteiligten ist sicherlich hoch, jedoch steigt mit diesem auch die Akzeptanz des Projektes auf Seiten der Zielgruppen. Dies ist gerade im Hinblick auf die Nachhaltigkeit dieses Projektes von besonderer Bedeutung. Die intensive Beteiligung von Ausbildungspersonal an der Entwicklung der Lernapp MeinBerufBau bestätigte die Annahme des DBR-Ansatzes, dass „[...] Wissenschaft und Praxis zwar unterschiedliche Ziele und Aufgabenschwerpunkte [verfolgen], doch unterstützen beide Seiten auch die Erreichung der Ziele des jeweils anderen“ (Dilger & Euler 2018, 1).

Literatur und Quellen

Arnold, Rolf; Münch, Joachim (2000): 120 Fragen und Antworten zum Dualen System der deutschen Berufsausbildung. Baltmannsweiler

Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2020 (2020): Bildung in Deutschland 2020. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zur Bildung von Menschen mit Behinderungen. Bielefeld

BBiG Berufsbildungsgesetz: Bekanntmachung der Neufassung des Berufsbildungsgesetzes vom 4. Mai 2020. In: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2020 Teil I Nr. 22, Bonn. Online: https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl120s0920.pdf#__bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl120s0920.pdf%27%5D__1619531496663 (27.04.2021)

BIBB Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.) (2012): Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2012. Bonn

BIBB Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.) (2020a): Verzeichnis der anerkannten Ausbildungsberufe 2020. Bonn

BIBB Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.) (2020b): Datenreport zum Berufsbildungsbericht 2020. Bonn

BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (2017): Bekanntmachung der Richtlinie zur Förderung von „Inklusion durch digitale Medien in der beruflichen Bildung“. Online: <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1317.html> (27.04.2021)

BMJV Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2019): Verordnung zur Schaffung barrierefreier Informationstechnik nach dem Behindertengleichstellungsgesetz (Barrierefreie-Informationstechnikverordnung – BITV 2.0). Online: https://www.gesetze-im-internet.de/bitv_2_0/BJNR184300011.html (27.04.2021)

BMWT Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (1999): Verordnung über die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft. Veröffentlicht im Bundesgesetzblatt Jahrgang 1999 Teil I Nr. 28, ausgegeben zu Bonn am 10. Juni 1999

Caldwell, Ben; Cooper, Michael; Reid, Loretta Guarino; Vanderheiden, Gregg (2008): Web content accessibility guidelines (WCAG) 2.0. WWW Consortium (W3C). Online: <https://www.w3.org/TR/WCAG20/> (27.04.2021)

DIHK Deutscher Industrie- und Handelskammertag (2020): DIHK-Report Fachkräfte 2020. Berlin

Dilger, Bernadette; Euler, Dieter (2018): Wissenschaft und Praxis in der gestaltungsorientierten Forschung – ziemlich beste Freunde. In: bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, Ausgabe 33, 1–18. Online: http://www.bwpat.de/ausgabe33/dilger_euler_bwpat33.pdf (27.04.2021)

Eser, Karl-Heinz (2005): Lernbehinderung im Spiegel der ICF. In: Lernen fördern: Zeitschrift im Interesse von Menschen mit Lernbehinderungen, 4–16

Euler, Dieter (2014): Design-Research – a paradigm under development. In: Euler, D./ Sloane, P. F. E. (Hrsg.): Design-Based Research. Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 15–44

Euler, Dieter (2016): Inklusion in der Berufsausbildung. Bekenntnisse – Erkenntnisse – Herausforderungen – Konsequenzen. In: Zoyke, Andrea; Vollmer, Kirsten (Hrsg.): Inklusion in der Berufsbildung: Befunde – Konzepte – Diskussionen. Bielefeld, 27–42

Feuser, Georg; Kutscher, Joachim (2013): Entwicklung und Lernen. Stuttgart: Kohlhammer

FTB Forschungsinstitut Technologie und Behinderung (Hrsg.) (2014): Digital informiert im Job integriert, Universelles Design und Design für Alle. Online: http://www.di-ji.de/index.php?option=com_content&view=article&id=45 (27.04.2021)

Hinz, Andreas (2013): Inklusion – von der Unkenntnis zur Unkenntlichkeit!? – Kritische Anmerkungen zu einem Jahrzehnt Diskurs über schulische Inklusion in Deutschland. In: Zeitschrift für Inklusion (2013). Online: <http://www.inklusion-online.net/index.php/inklusion-online/article/view/26/26> (27.04.2021)

- Kanter, Gustav O. (1974): Lernbehinderungen, Lernbehinderte, deren Erziehung und Rehabilitation. In: Deutscher Bildungsrat (Hrsg.), Sonderpädagogik 3, Stuttgart
- KMK Kultusministerkonferenz (2011): Inklusive Bildung von Kindern und Jugendlichen mit Behinderungen in Schulen. Online: http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2011/2011_10_20-Inklusive-Bildung.pdf (27.04.2021)
- Knoblich, Günther; Öllinger, Michael (2006): Die Methode des lauten Denkens. In: Funke, Joachim; Frensch, Peter A. (Hrsg.): Handbuch Allgemeine Psychologie: Kognition. Göttingen: Hogrefe, 691–696
- Köhlmann-Eckel, Christiane (2015): Vielfältige Zielgruppen. Ein Lernort. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, 62, H. 109/119, 18–21
- Lange, Valerie (2017): Ländervergleich. Inklusive Bildung in Deutschland. Berlin: Friedrich-Ebert-Stiftung 2017
- Metzler, Christoph; Seyda, Susanne; Wallossek, Luisa; Werner, Dirk (2017): Menschen mit Behinderung in der betrieblichen Ausbildung. Köln: Institut der deutschen Wirtschaft Köln Medien GmbH
- Meyser, Johannes; Uhe, Ernst (2006). Handelnd Lernen in der Bauwirtschaft. Handreichung für die Ausbildung. Konstanz: Christiani
- Meyser, Johannes; Uhe, Ernst (2012): Handelnd Lernen in der Bauwirtschaft. Projektaufgaben. Straßenbauer/in, Unterlagen für Ausbilder. Konstanz: Christiani
- Möslein-Tröppner, Bodo; Bernhard, Willi (2018): Digitale Gamebooks in der Bildung. Wiesbaden: Springer Gabler
- Norwig, Kerstin; Petsch, Cordula; Nickolaus, Reinhold (2010): Förderung lernschwacher Auszubildender – Effekte des berufsbezogenen Strategietrainings (BEST) auf die Entwicklung der bautechnischen Fachkompetenz. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 106, H. 2, 220–239
- Keimes, Christina; Rexing, Volker (2016): Heterogenität – domänenspezifische Konkretisierung eines komplexen Phänomens im Berufsfeld Bautechnik als Basis einer inklusiven Fachdidaktik In: @bwp Berufs- und Wirtschaftspädagogik-online, Band 30, 1–15
- Noichl, Svenja; Korth, Susanne; Schroeder, Ulrik (2019): Mobile barrierefreie Lernanwendungen in der Bauindustrie. Mensch und Computer 2019 – Workshopband. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. V., DOI: 10.18420/muc2019-ws-422 (28.10.2021)

- Petsch, Cordula; Norwig, Kerstin; Nickolaus, Reinhold (2014): Kompetenzförderung leistungsschwächerer Jugendlicher in der beruflichen Bildung – Förderansätze und ihre Effekte. In: Winther, Esther; Prenzel, Manfred (Hrsg.): Perspektiven der empirischen Berufsbildungsforschung. Kompetenz und Professionalisierung. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 17 (Sonderheft 22), 81–101
- Riedl, Alfred (2008): Innere Differenzierung – Herausforderung für modernen Unterricht. In: Föderale Ausbildungsagentur, Staatliche Technische Uraler Universität – USTU-UI (Hrsg.): Wirtschaft und Linguistik: Wege einer Wechselwirkung. Eine Sammlung von Materialien einer internationalen wissenschaftlich-praktischen Konferenz von Studierenden und Doktoranden. Jekaterinburg, 122–128
- Sellick, Andy (2017): Accessibility in government. What working on GOV.UK navigation taught us about accessibility. Online: <https://accessibility.blog.gov.uk/2017/12/18/what-working-on-gov-uk-navigation-taught-us-about-accessibility/> (27.04.2021)
- UNESCO United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Ministry of Education and Science Spain (1994): The salamanca statemanet and framework for action on special needs education. Online: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000098427> (27.04.2021)
- UN-BRK UN-Behindertenrechtskonvention (2008): Gesetz zu dem Übereinkommen der Vereinten Nationen vom 13. Dezember 2006 über die Rechte von Menschen mit Behinderungen. In: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2008 Teil II Nr. 35; Bonn. Online: https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl208s1419.pdf#__bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl208s1419.pdf%27%5D__1619535781926 (27.04.2021)
- W3C (2018): Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. Online: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/> (27.04.2021)

SPIELEND „LEICHT“ DATEN ERHEBEN

Anwendung von Gamification-Ansätzen zur Erhebung von Bedarfen in branchenübergreifenden Digitalisierungsprojekten

Tanja Kranawetleitner, Heike Krebs, Marietta Menner, Diana Pistoll

Das Projekt *Bildung 4.0 für KMU – Wettbewerbsvorsprung im Leichtbau durch Digitales Lernen*¹ unterstützt kleine und mittlere Unternehmen (KMU) beim digitalen Wissenstransfer. Um gemeinsam mit den Kooperationsunternehmen eine geeignete Strategie für die weitere Zusammenarbeit entwickeln zu können, ist es notwendig, deren tatsächliche Bedarfe zu kennen. Zur Erhebung dieser Bedarfe kommen im Projekt Anwendungen zum Einsatz, welche auf *Gamification* basieren. Im vorliegenden Beitrag werden mit LEGO® Serious Play® und einem Escape Room zwei erprobte und evaluierte Einsatzmöglichkeiten einer gamifizierten Bedarfsanalyse beschrieben. Ziel beider Methoden ist, dass die Mitarbeitenden der beteiligten Unternehmen ihre Einschätzungen und Wünsche offen äußern und somit ein umfassendes Bild für die weitere Projektarbeit entsteht. Erste Ergebnisse unterstreichen den vielversprechenden Charakter dieses Vorgehens. Abschließend werden Limitationen sowie Potenziale der Ergebnisse diskutiert.

Schlüsselbegriffe

- › Gamification
- › KMU
- › Bedarfsanalyse
- › LEGO® Serious Play®
- › Escape Room

Ausgangslage

Mit 99,5 % stellen kleine und mittlere Unternehmen (KMU) die Mehrheit aller Unternehmen in Deutschland dar (vgl. Institut für Mittelstandsforschung 2020). Deren Stand der Digitalisierung hängt stark von ihrer Größe und Branche ab (vgl. Techconsult 2019, 8f.). Dabei fehlt es insbesondere KMU oft an materiellen und personellen Ressourcen für die digitale Transformation (vgl.

1 Das Projekt „Bildung 4.0 für KMU – Wettbewerbsvorsprung im Leichtbau durch Digitales Lernen“ wird in seiner vierjährigen Laufzeit (2018 bis 2022) durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und den Europäischen Sozialfonds für Deutschland (ESF) gefördert. Es startete mit einem Fokus auf Leichtbau-KMU, agiert inzwischen aber branchenoffen. Die Projektergebnisse zum digitalen Wissenstransfer lassen sich auf alle Branchen übertragen.

Lützenkirchen 2017, 25). Diese Situation ist der Ausgangspunkt des Projekts *Bildung 4.0 für KMU*. Es zielt darauf ab, mehr über die Herausforderungen bei den Themen Digitalisierung und interner Wissenstransfer zu erfahren sowie bei der Entwicklung alltagstauglicher Lösungsmöglichkeiten zu unterstützen. In der bisherigen Zusammenarbeit zeigte sich, dass entsprechende Konzepte zur Weitergabe von Wissen in den teilnehmenden Pilotunternehmen nur rudimentär vorhanden waren. Dies ist u. a. der Situation geschuldet, dass tatsächliche Bedarfe nur schwer greifbar sind sowie klar definierte Prozesse fehlen.

Eine detaillierte und realistische Ermittlung des konkreten Bedarfs eines KMU stellt einen der zugleich schwierigsten und wichtigsten Schritte für eine erfolgreiche Beratung dar sowie folglich eine nachhaltige Anpassung des Geschäftsmodells an einen sich aufgrund der Digitalisierung im Wandel befindenden Markt (vgl. Riedel 2006, 115f.). Umfassende Analysearbeiten und die daraus ermittelten Bedarfe sind hierbei als Grundlage für die Erhebung eines realistischen Abbilds und damit für die Formulierung eines individuellen Leistungsangebots zu verstehen.

Die Auswahl einer geeigneten Methode für die detaillierte Erhebung der Bedarfe kann letztlich über die Qualität sowie Validität der Daten entscheiden. Häufig wird sich in der Praxis vermehrt quantitativen Fragebögen zugewandt, wobei auch qualitative Erhebungsformen genutzt werden (vgl. u. a. Riedel 2006, 116ff.). Eine methodische Schwäche, denen beide Instrumente wenig entgegensetzen können, besteht in einer teilweisen Konfundierung der erhobenen Daten durch ein verzerrtes Antwortverhalten (vgl. Häder & Kühne 2009). So beziehen sich die Antworten von Befragten nicht immer auf deren tatsächliche subjektive Wahrnehmung, sondern – je nach sozialer Relevanz des jeweiligen Themas – auf ein sozial-erwünschtes und angepasstes Verhalten (vgl. Döring & Bortz 2016, 437). Letzteres kann zu Abweichungen im Verständnis einzelner Handlungsfelder führen, weswegen eine Minimierung eben dieser Antworttendenzen angestrebt werden sollte.

Allgemein wird mit einer Bedarfsanalyse die Diskrepanz zwischen Soll- und Ist-Zustand verdeutlicht. Sie zielt darauf ab, „die Defizite an Bildung, Förderung und Organisationsentwicklung sowohl auf strategischer als auch auf operativer und individueller Ebene zu analysieren“ (Becker 2013, 825). Die Bedarfsanalyse nimmt dabei das Wissen, aber auch die Einstellungen – im vorliegenden Fall der Belegschaft – in den Fokus. Dabei steht neben reinem Fakten- vor allem das Erfahrungswissen sowie implizites Wissen im Vordergrund. Zudem sollen mit einer Bedarfsanalyse bisher unausgesprochene sowie kritische Themen wie Vorbehalte, Schwierigkeiten und Hindernisse erfasst werden. Deren Ursachen können im persönlichen (fehlende Qualifikation oder Motivation) oder im strukturellen Bereich – Stichwort Organisationsentwicklungsbedarf – angesiedelt sein (vgl. Becker 2013, 826f.).

Gamification-Ansätze für Bedarfsanalysen

Eine vielversprechende Herangehensweise, die in den letzten Jahren immer mehr Popularität erlangt hat, ist der sogenannte Gamification-Ansatz. Gamification bezeichnet die Übertragung und Anwendung spieltypischer Elemente und Prozesse in einen spielfremden Kontext (vgl. Bendel 2013, 1). Ein

Ansatz, der dem der Gamification sehr ähnelt und dadurch eine klare Abgrenzung erschwert (vgl. Wilms 2009, 18), ist das sogenannte Game-Based Learning. Dieses beschreibt eine Art von Spiel mit vordefinierten Lernergebnissen (vgl. Plass, Homer & Kinzer 2015, 259). Die Ziele beider Ansätze sind vielseitig: So können sie auf eine Steigerung der Motivation oder das Verbessern von Ausdauer und Konzentration abzielen, werden aber auch gerne für grundsätzlich eher als langweilig und monoton empfundene Aufgaben herangezogen. Solch ein meist kollaboratives, spielbasiertes Lernen kann als ein Learning-by-Doing-Ansatz betrachtet werden, der es den Lernenden erlaubt, Fehler zu machen, aber gleichzeitig Risiken in der realen Welt zu vermeiden (vgl. Romero et al. 2012, 3). Die Spielkomponente hat dabei sowohl einen intrinsischen Wert, beispielsweise Spaß, als auch einen extrinsischen, d. h. es gibt ein Lernelement bzw. Wissen, welches der*die Mitarbeiter*in erlangen soll. Dies ist dabei meist das Hauptziel im betrieblichen Kontext (vgl. Warmelink et al. 2017, 112).

Für die Erprobung des Gamification-Ansatzes wurde die Selbstbestimmungstheorie (vgl. Deci & Ryan 1985) bereits erfolgreich angewandt (vgl. u. a. Mekler et al. 2017). Diese postuliert psychologische Bedürfnisse nach Kompetenzerleben, Autonomie und sozialer Verbundenheit. Die Befriedigung dieser Bedürfnisse ist dabei zentral für die Ausbildung sowie Aufrechterhaltung von intrinsischer Motivation und damit für qualitativ hochwertiges Lernen (vgl. Ryan & Deci 2000, 69ff.). Hierbei betonen Ryan und Deci (vgl. 2002, 4) die Bedeutung der Umwelt für die Befriedigung eben dieser psychologischen Bedürfnisse: Das Anreichern von (Lern-)Umgebungen mit spieltypischen Elementen modifiziert diese Umwelt und beeinflusst die Befriedigung der psychologischen Bedürfnisse positiv (vgl. Sailer & Homner 2020, 79ff.).

Das Projekt *Bildung 4.0 für KMU* nutzt mit LEGO® SERIOUS PLAY® und einem Escape Room zwei Anwendungen, welche auf dem Gamification-Prinzip fußen. LEGO® SERIOUS PLAY® (LSP) ist eine von Johan Roos und Bart Victor innerhalb der LEGO®-Company entwickelte Methode zur Problemlösung und Ideenentwicklung (vgl. Blair & Rillo 2019, 25). Dabei bauen die Teilnehmer*innen mit einer Auswahl von LEGO®-Bausteinen und beschreiben sowie reflektieren anschließend ihre geschaffenen Konstruktionen. Dieses Vorgehen soll einerseits die Kreativität anregen und so den Weg für neue Sichtweisen ebnen, andererseits das gegenseitige Verständnis sowie die Diskussion und Lösungsfindung fördern (vgl. The LEGO® Group 2010; Blair & Rillo 2019).

Escape Rooms (ER) erfreuen sich in den letzten Jahren immer größerer Beliebtheit. Dabei handelt es sich um teambasierte Live-Action Spiele, in denen auf ein gemeinsames Ziel (meist die Flucht aus einem Raum) hingearbeitet wird. Häufig müssen die Spieler*innen dafür in einer begrenzten Zeitspanne Hinweise entdecken, Rätsel lösen und Aufgaben in einem oder mehreren Räumen erfüllen (vgl. Nicholson 2016, 1). Inzwischen werden ER nicht mehr nur als reine Freizeitbeschäftigung angesehen – es wächst auch das Interesse am Einsatz im industriellen und organisatorischen Bereich (vgl. u. a. Gramß, Pillath & Schwozer 2018, 956ff.).

Damit die Potenziale des Gamification-Ansatzes für den Zweck einer Bedarfsanalyse voll zur Geltung kommen, ist die Einbindung in ein mehrteiliges Vorgehen sinnvoll (Abbildung 1). Dieses kombiniert für den vorliegenden Zweck verschiedene Methoden miteinander. Die Bedarfsanalyse beginnt mit einem leitfadengestützten Interview mit der Geschäftsleitung (Schritt 1). Darauf

aufbauend kommen ein ER und LSP zum Einsatz. Der ER selbst versteht sich als Einstieg zur Sensibilisierung und Öffnung der Beteiligten und wird einer Gruppendiskussion sowie einem interaktiven Vortrag mit Umfrageelementen zum Thema Wissenstransfer vorgeschaltet. LSP ist eine eigenständige Methode – im vorliegenden Fall zur Bedarfsanalyse mit spezifischem Schwerpunkt im Bereich Digitalisierung (Schritt 2). Beide spielbasierten Ansätze werden in einem letzten Schritt mit einem Fragebogen evaluiert (Schritt 3).



Abbildung 1: Schritte bei der Bedarfsanalyse (Quelle: eigene Darstellung)

Zielsetzungen

Eine Bedarfsanalyse in Unternehmen hat letztlich das Ziel, den Status Quo möglichst detailliert zu erfassen und auf Grundlage der geäußerten Bedarfe individuelle und passgenaue Lösungen zu entwickeln (vgl. Müller et al. 2015, 43f.). Realistisch betrachtet haben die Auswahl und somit der Einsatz einer Methode immer auch Auswirkungen auf die erhobenen Daten und deren Qualität – einzelne Messfehler lassen sich jedoch in Gänze nie vermeiden. Daher gilt es, eine Methode auszuwählen, bei der Fehler möglichst niedrig gehalten werden, die Validität folglich möglichst hoch ist und letztendlich ein umfassendes Bild entstehen kann.

Ziele im Rahmen des Gamification-Ansatzes

Bekannt ist, dass ein eher kühles, steriles Setting mit wenig emotionaler Aktivierung zu weniger Engagement und Motivation, aber auch zu höherer sozialer Erwünschtheit führt (vgl. u. a. Holden 2010). Ziel muss es also sein, eine Atmosphäre zu schaffen, in der ein angstfreier und motivierender Raum zur Meinungsäußerung entsteht, der die Befragten nicht nur oberflächlich antworten lässt. Hierzu scheint der Gamification-Ansatz vielversprechend. Dieser könnte durch seine spielerische Komponente durchaus eine Möglichkeit bieten, die Teilnehmenden in ein affektives Empfinden, anstelle eines rein kognitiven Erlebens zu bringen (vgl. Clark, Tanner-Smith & Killingsworth 2016, 86).

Es ist dementsprechend anzunehmen, dass durch die spielerische Herangehensweise an eine Bedarfserhebung eine intensivere Auseinandersetzung mit der Thematik gefördert wird und in der Folge Aspekte angesprochen, die sonst nicht genannt würden. Dabei kann das „Nicht-Nennen“ verschiedene Ursachen haben. Einerseits wollen die Befragten eventuell bestimmte, insbesondere negative Äußerungen über den aktuellen Stand im Unternehmen nicht äußern (soziale Erwünschtheit). Andererseits fördert eine spielbasierte Einbettung die Fähigkeit zum kreativen Problemlösen (vgl. Clarke et al. 2017) und kann daher Aussagen hervorbringen, die in einem Standardsetting gar nicht bedacht worden wären (Out-of-the-Box-Denken).

Diese Ziele knüpfen dabei an die methodeninhärenten Potenziale der Methode LSP an, die auch für die Nutzung des ER gelten. Die Mitentwickler der Methode, Kristiansen und Rasmussen (vgl. 2014, 15), beschreiben diese in einem Dreischritt: Die Schaffung eines Umfelds, das die Teilnehmenden aktiv zur angstfreien, offenen und kreativen Beteiligung anregt (*creating leaning in*) ist dabei eine Grundvoraussetzung, um an Wissen zu gelangen, das bislang nur implizit vorhanden war (*unlocking new knowledge*). Damit werden insbesondere individuelle Äußerungen von Einstellungen und Emotionen (vgl. Kranawetleitner et al. 2020, 101) als Erhebungsziel umfasst. Zudem fördert die Methode die Anregung zur Reflexion über eigene Bedürfnisse (vgl. ebd.), für die eine lösungsfokussierte Herangehensweise hilfreich ist. Diese ermöglicht auch ein Out-of-the-Box-Denken (*breaking habitual thinking*) und das Entstehen neuer Ideen (vgl. Seidl 2016, 59).

Neben den genannten Zielen, die im Rahmen von LSP insbesondere auf das Thema Digitalisierung bezogen werden, bildet der eigens konzipierte ER den Auftakt der Bedarfsanalyse im Projekt *Bildung 4.0 für KMU* für den Themenbereich Wissensmanagement. Ziele sind dabei, die teilnehmende Belegschaft für die Bedeutung eines angemessenen Wissenstransfers im Unternehmen zu sensibilisieren und ihr Bewusstsein dafür zu schärfen. Mehr über aktuelle Schwierigkeiten im Bereich des Wissenstransfers sowie über den Status Quo im jeweiligen Unternehmen zu erfahren, stellt ein weiteres Ziel dar. Mit der Rahmenhandlung des *Bildung 4.0*-ER – ein Worst-Case-Szenario bezogen auf den Wissenstransfer und die Wissensdokumentation – sollen die Teilnehmer*innen des Weiteren ermutigt werden, offen und unbefangen über ihre Erfahrungen im Arbeitsalltag zu sprechen (vgl. Ehrlich et al. 2020, 389).

Ziele der Bedarfsanalyse mit Gamification-Methoden

- › Detaillierte Erfassung des Status Quo
- › Generierung eines realistischen Bilds, in dem sich die Belegschaft wiederfindet (insbesondere bzgl. ihrer subjektiven Sichtweisen)
- › Gewinnung eines realen Bilds, in dem sich die Belegschaft wiederfindet
- › Schaffung einer passenden Atmosphäre zur effektiven Datenerhebung
- › Vermeidung von ergebnishinderlichen Faktoren (u. a. soziale Erwünschtheit, fehlende Motivation)
- › Steigerung der Kreativität und Aufbrechen konventioneller Denkweisen

Zielgruppen

Die spielbasierte Erhebung von Bedarfen im Projekt *Bildung 4.0 für KMU* zielt direkt bzw. mittelbar auf verschiedene Nutzer*innen ab. Die primäre Zielgruppe der Methode sind zunächst die beteiligten Unternehmen (Geschäftsleitung und Belegschaft), die im Rahmen der Erhebung ihre Bedarfe äußern. Darauf aufbauend leitet das Projektteam aussagekräftige Entwicklungs- und Veränderungsansätze ab und stellt damit auch die zweite Zielgruppe dar. Auf mittelbarer Ebene können sich nicht nur Projektteams mit ähnlichem Fokus die ersten wissenschaftlichen Erkenntnisse zunutze machen. Auch leistet das Vorgehen einen Beitrag zum wissenschaftlichen Diskurs. Die Nutzung von Gamification für Bedarfsanalysen ist bisher nicht für den Unternehmenskontext beschrieben. Zwar existiert erste Forschung, beispielsweise im Kontext von Bürger*innenbeteiligung bzw. der Ermittlung von Kundenbedürfnissen (vgl. Seidl & Vonhof 2016, 2017), eine konkrete Auseinandersetzung sowie folglich erste empirische Befunde stehen bislang noch aus.

Umsetzung der Methoden

Auf Grundlage des leitfadengestützten Interviews mit der jeweiligen Geschäftsleitung konzipiert das Projektteam unter Berücksichtigung verschiedener struktureller Faktoren wie Zahl und Zusammensetzung der Belegschaft einen Praxistag. Dieses Format sieht die aktive Teilnahme der Mitarbeitenden vor, um letztlich eine möglichst breite Akzeptanz und Etablierung digitaler Methoden im Unternehmen erreichen zu können. Mit innovativen Methoden werden die spezifischen Bedarfe in den Bereichen Digitalisierung und Wissenstransfer erfasst.



[www.b4kmu.de/
bedarfsanalyse](http://www.b4kmu.de/bedarfsanalyse)

Die Tatsache, dass mit der Suche nach Informationen wertvolle Arbeitszeit verloren geht, macht deutlich, wie wichtig ein strukturiertes Wissensmanagement für Unternehmen ist. Da es sich dabei aber auch um ein sensibles Thema handelt, entstand die Idee, den Einstieg in die Thematik bei den Praxistagen auf spielerische Weise in Form eines ER zu gestalten. Dieser wurde vom Projektteam inhaltlich komplett selbst entwickelt und in ein Spielszenario umgesetzt. Als Einstieg in die Rätsel dient ein verlegter Auftrag eines Stammkunden der fiktiven Firma DEMMIC, der dringend an die Produktion weitergeleitet werden muss. Auf diese Weise wird den Teilnehmenden die Wichtigkeit der Dokumentation im Arbeitsalltag vermittelt. Um sich in das Format und in die Situation in den Unternehmen vor Ort einfügen zu können, müssen die Rätsel von Personen (Kleingruppe mit 4–6 Teilnehmenden) aus verschiedenen Abteilungen und mit unterschiedlichen Hintergründen lösbar sein. Zusätzlich soll das Equipment mobil und schnell aufzubauen sein. Auch steht im Rahmen der Praxistage für die Durchführung des ER nur ein Zeitfenster von 20 bis 25 Minuten zur Verfügung. Aus diesem Grund ist die Hintergrundgeschichte so konzipiert, dass ein*e Spielleiter*in von außen via Mobiltelefon jederzeit die Ereignisse lenken kann. Dafür wird das Geschehen im ER in einen Nebenraum gestreamt. Eine Aufzeichnung findet nicht statt, damit die Teilnehmenden so ungezwungen wie möglich agieren können. Zwei Teams testeten vorab den konzipierten Escape Room. Nach dem ersten Probelauf wurden kleine Änderungen vorgenommen, sodass nach dem zweiten Test der *Bildung 4.0-ER* bereit für den Einsatz vor Ort war.

Im Gegensatz zur vollständigen Konzeption und Realisierung des ER ist LSP bereits eine zum Einsatz fertige Methode. Daher musste in diesem Fall in erster Linie die Workshopleitung vorab weitergebildet werden. Eine eintägige Multiplikator*innenschulung, auf deren Input die Struktur der dargestellten Umsetzung basiert, fand durch das Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Chemnitz statt.² Zudem wurde in mehreren Testläufen die Umsetzbarkeit der Fragestellungen geprüft, um in den Unternehmen verwertbare Ergebnisse zu erhalten. Dies resultierte in einem konkreten Ablauf des LSP-Workshops: Die Teilnehmenden beginnen mit einer Aufwärmübung und bauen ein einfaches Modell nach Anleitung. Dieses Warm Up dient dazu, dass sich alle mit den vorhandenen, teilweise unbekannten LEGO®-Bausteinen, vertraut machen. Während des gesamten Workshops steht den Teilnehmenden das „LSP Starter Kit“ mit der gleichen Anzahl und Art von Steinen zur Verfügung. Im Anschluss erfolgt die erste Aufgabenstellung, das Einstiegsmodell (ein Tier) um Merkmale eines digitalisierten Unternehmens zu ergänzen (Abbildungen 2 bis 4). Der zweite Arbeitsauftrag besteht darin, die jeweilige Abteilung im Jahr 2030 nach der Prämierung durch einen fiktiven Digitalisierungspreis zu gestalten (Abbildung 5). Im letzten Schritt wachsen die entstandenen Abteilungen wortwörtlich zusammen, indem die gemeinsame Vorstellung eines digitalisierten Unternehmens realisiert wird (Abbildung 6). Nach jedem Bauauftrag präsentieren die Teilnehmenden ihre Modelle und äußern ihre Gedanken dazu. Wichtig ist, dass sie dabei nicht unterbrochen werden und ganz offen sprechen können. Es wird aber auch Raum für Austausch und Diskussionen gelassen.

Für eine tiefgreifende Analyse der Daten sowie die Ableitung der nachfolgenden Projektschritte zeichnet das Projektteam die LSP-Workshops, jeweils nach Einholung des Einverständnisses der Teilnehmenden und gemäß den gültigen Datenschutzvorgaben, via Video, Bild und Audio auf. Außerdem werden die fertigen Modelle fotografiert und nach Transkription der Audiodatei mithilfe der Videoaufzeichnung der korrekten Beschreibung zugeordnet. Zur Evaluation der angewandten Methoden wurden die Teilnehmenden am Ende gebeten, einen eigens im Projekt konzipierten Fragebogen mit neun Fragen zu LSP bzw. zwölf Fragen zum ER auszufüllen. Die Items im vorliegenden Fragebogen sind Likert-skaliert mit „1: stimme voll und ganz zu“ bis „5: stimme nicht zu“. Zu Beginn des Fragebogens werden zudem soziodemographisch relevante Merkmale der Teilnehmenden erhoben.

Ergebnisse

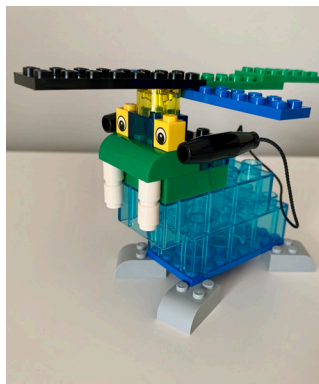
Auf Basis des beschriebenen Vorgehens wurden Erkenntnisse gewonnen, die als Projektergebnis einerseits exemplarische Eindrücke zum Status Quo von Digitalisierung und (digitalem) Wissenstransfer in zwei KMU bieten und andererseits Rückschlüsse zum verwendeten Gamification-Ansatz als Methode der Bedarfsanalyse zulassen. Im Folgenden werden – im Hinblick auf die Potenziale der spielbasierten Bedarfsanalyse – beispielhafte Resultate aus dem LSP-Workshop deskriptiv dargestellt. Anschließend folgt eine Bewertung der angewandten Methoden ER und LSP durch die Teilnehmenden.

2 LSP beim Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Chemnitz: https://betrieb-machen.de/ng_mit-lsp-neue-strategien/

LSP-Workshop als spielbasierte Bedarfsanalyse

Sowohl der ER als Einstieg für eine Diskussion zum Wissenstransfer als auch LSP als konkrete Erhebungsmethode ermöglichen aufschlussreiche Erkenntnisse, die sich aus der Wechselwirkung von Spiel- bzw. Bau- und Reflexions- bzw. Präsentationsphasen ergeben. Beispielhaft sei für LSP die individuell unterschiedliche Beschreibung der gleichen Bauklötze genannt, die bereits allgemeine subjektive Äußerungen zur Digitalisierung fördert. Bei der Aufgabe, das Konstrukt der Aufwärmübung zu einem Symbol für die Digitalisierung umzubauen, wurde dabei u. a. ein transparentes Bauteil, das vor die Augen des gebauten Tieres gesetzt wurde (Abbildung 2), zum einen neutral als „Brille zum Rausgucken“³ bezeichnet, zum anderen aber durch die Klassifizierung als „Schutzschild“ mit deutlich negativerer Konnotation versehen.

Die Eignung von LSP für eine individuelle Darstellung subjektiver Einstellungen zeigt sich auch in der unterschiedlichen Bauweise für vergleichbare Assoziationen: So wurde die mit der Digitalisierung in Verbindung gebrachte Geschwindigkeit oder Beschleunigung von manchen Personen als Helikopter (Abbildung 3) oder Flugzeug (Abbildung 4) dargestellt. Andere symbolisierten die Begriffe durch das Hinzufügen von Rädern als (Elektro-)Auto (Abbildung 2). In diesem Zusammenhang besonders interessant scheint die Verortung der menschlichen Figuren, die teilweise explizit in ihrer Rolle aufgegriffen werden: Einige Mitarbeitende hoben in der Präsentation ihres Modells die Figuren hervor, indem sie auf die Beziehung oder Hierarchien der Figuren untereinander, aber auch auf die Rolle einer Figur hinsichtlich der Digitalisierung hinwiesen. Beispielsweise wurde betont, dass es wichtig ist, die Belegschaft „mit[zu]nehmen“ oder „ins Boot [zu] holen“. In Bezug auf die Digitalisierung wurde angemerkt, dass sie „fahrbar [...] und steuerbar übers Männchen“ sein sollte, zur Verdeutlichung wurde der Figur eine Krone aufgesetzt (Abbildung 2). Auch andere Kopfbedeckungen können in ihrer Relation zum Digitalisierungsprozess gelesen werden: Das Aufsetzen eines Helms wurde zum Beispiel als Signal dafür beschrieben, dass die Firma „durch die ganze Digitalisierung schneller effektiver [wird], dass der Mensch aber immer noch wichtig ist“ (Abbildung 4).



Abbildungen 2–4: LSP-Modelle: verschiedene symbolische Bauweisen von Digitalisierung [Abbildung 2: Brille/ Schutzschild, Auto, Figur mit Krone; Abbildung 3: Helikopter; Abbildung 4: Flugzeug, Helm] (Quelle: Fotomaterial Bildung 4.0 für KMU, ©LEGO®)

3 Dieses und die folgenden Zitate sind Aussagen der Workshop-Teilnehmenden.

Dies ist bereits eine Aussage aus dem zweiten Teil des LSP-Workshops (Digitalisierungspreis), der die Reflexion über die eigenen Bedürfnisse anregen soll. Der Bezug zur eigenen Abteilung (Abbildung 5) erleichtert hier deutlich konkretere Aussagen über Umbaubedarfe oder -möglichkeiten durch papierloses Arbeiten in der Verwaltung. Auch die eben genannte Positionierung der Figuren bzw. Mitarbeitenden – buchstäblich wie metaphorisch – ermöglicht nähere Einblicke, auch im gegenseitigen Verständnis der Workshopteilnehmenden. Beispielsweise gehört die oben genannte Aussage zur Wichtigkeit des Menschen zu einer Person aus der Vertriebsabteilung, in der durch den persönlichen Kund*innenkontakt andere Vorgaben und digitale Unterstützungsmöglichkeiten relevanter sind als in der Produktion.

Auch Führungsaspekte wurden angesprochen, indem explizit „vorne“ eine „Führungskraft bzw. die Geschäftsführung [sitzt/steht], die da auch mit dem besten Beispiel voran geht“, wenn es um Vernetzung und gemeinsamen, offenen und „transparenten“ Wissenstransfer geht. Hier wird zum einen deutlich, dass die Themen Digitalisierung und Wissenstransfer nicht immer klar voneinander getrennt werden können. Zum anderen zeigt das Beispiel eine Sichtweise, die möglicherweise wieder eng mit der eigenen Zugehörigkeit zu einer Abteilung, hier der Verwaltung, verknüpft ist. Daher wird in der letzten Phase des Workshops ein gemeinsamer Bauschritt vollzogen, in dem die einzelnen Abteilungen zusammengeschoben werden und diskutiert wird, wo welche Verbindungen notwendig sind, die es zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht gibt (Abbildung 6).

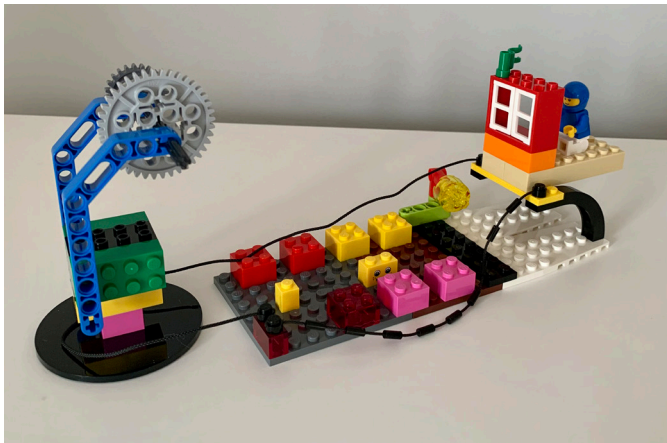


Abbildung 5: LSP-Modell Abteilung (Quelle: Fotomaterial Bildung 4.0 für KMU, ©LEGO®)

Abbildung 6: LSP-Modell Gesamtmodell (Quelle: Fotomaterial Bildung 4.0 für KMU, ©LEGO®)

Fragebogen Methoden

Inwiefern die Ziele der Methoden ER und LSP erreicht wurden und damit relevante Einsichten im Rahmen einer Bedarfsanalyse gewonnen bzw. Denkanstöße gegeben werden konnten, wird zum Teil bereits anhand der Art und Vielfalt der konstruierten Modelle ersichtlich. Die Individualität der Antworten ist dabei nicht nur an der Zugehörigkeit zu einer bestimmten Abteilung festzumachen,

sondern betrifft auch das Aufgreifen konkreter Arbeitsabläufe. Dabei werden auch Wünsche und (kritische) Bedarfe geäußert, die in der anschließenden Diskussion jeweils vertieft und in konkrete Handlungsschritte überführt werden. Um Rückschlüsse auf weitere persönliche Einsichten hinsichtlich der Effektivität des ER und LSP ziehen zu können, wurden in einem Fragebogen zusätzlich die beiden Methoden evaluiert. Darin wurde z. B. gefragt, inwiefern den Teilnehmenden der Praxisbezug der Digitalisierung für ihren Arbeitsalltag bewusst wurde: Bei LSP stimmten dieser Aussage 85,7 % der Teilnehmenden „voll und ganz“ bzw. „eher“ zu, bei dem ER waren es 76,2 % ($n = 21$).

Sowohl der ER als auch LSP stellten sich anhand der Evaluation als innovative und unterhaltsame Methoden dar. So waren bisher 90,5 % der Befragten noch in keinem ER, aber nahezu alle Teilnehmenden hatten Spaß bei dessen Durchführung am Praxistag: 95,2 % antworteten auf das Item „Die Methode ‚ER‘ hat mir Spaß gemacht“ mit „stimme voll und ganz zu“ bzw. „stimme eher zu“. Auch LSP als Methode war weitgehend unbekannt, wurde aber von 90,0 % ebenso als unterhaltsam eingeschätzt, nicht zuletzt, weil der Umgang mit Bauklötzen im Freizeitkontext der Mehrheit als Erfahrung aus der eigenen Kindheit oder im Spielkontext mit Kindern bekannt war, wie in einer Abfrage zu Anfang des Workshops deutlich wurde. Angelehnt an die spielerische Komponente wurde auch für die Methode ER erhoben, ob der Schwierigkeitsgrad sowie die Anzahl der Rätsel angemessen waren. Dies bejahten 85,7 % bzw. 81,0 % der Teilnehmenden. Die weiteren Antworten wiesen zudem darauf hin, dass das Ziel der Sensibilisierung für und die Bewusstmachung von angemessenem Wissenstransfer im Unternehmen durch die Methode erreicht werden konnte (vgl. Ehrlich et al. 2020, 390f.).

Empfehlungen

Für eine weitere Verbindung von Gamification mit Bedarfsanalysen stellten sich eine Reihe von Erfahrungen als hilfreich heraus, die im Folgenden zusammengefasst werden. Entscheidend ist die Paarung der spielbasierten Methoden mit einer oder mehreren Reflexionsphasen, die – je nach Methode – unterschiedlich im Ablauf positioniert sein sollten. So können diese bei LSP ins Spielgeschehen eingebaut werden, wenn beispielsweise die Präsentation der jeweils eigenen Abteilung als hilfreiche Unterstützung oder gar Voraussetzung für das anschließende gemeinsame Zusammenbauen genutzt werden kann. Beim ER dagegen wäre eine solche Unterbrechung des Spielflusses eher schädlich, weshalb hier umso mehr auf ein kohärentes Szenario geachtet werden sollte.

Die Grundlage des Gamification-Ansatzes legt die Nutzung systemisch-lösungsorientierter Fragestellungen (u. a. Lindemann 2018, 130ff.) nahe, die den Fokus auf mögliche Potenziale setzen und damit kreative Ressourcen freilegen können. Dies bedarf neben geschultem Personal auch die Einplanung von ausreichend Zeit für den Austausch. Personell hat sich auch grundsätzlich ein externer Blick für die Anleitung und Auswertung als essenziell erwiesen. Bislang wurden die Methoden im Projekt *Bildung 4.0 für KMU* in einen eng getakteten Praxistag des Projekts eingebunden, was einerseits der konzentrierten Thematisierung von Digitalisierung und Wissenstransfer zuträglich war. Andererseits könnte bei einer Wiederholung mehr Zeit auch für tiefergehende Eindrücke sorgen oder bereits die Konkretisierung nächster Handlungsschritte umfassen.

Die Vielfalt der genannten Beispiele macht deutlich, dass (auch) in der Belegschaft mannigfaltige Vorstellungen und Wünsche hinsichtlich Digitalisierung und Wissenstransfer sowie deren konkreter Umsetzung bestehen. Dies ist nicht zuletzt der diversen Zusammensetzung der Beteiligten zuzurechnen, die für die beschriebenen Arten von Bedarfsanalysen unbedingt zu empfehlen ist, ebenso wie eine angemessene Gruppengröße (ca. 4–8 Personen). Neben dem vordergründigen Ziel der Erhebung von Bedarfen wird dadurch auch die Erfüllung eines weiteren, klassischeren Anwendungszwecks von LSP ermöglicht, nämlich die Nutzung als Maßnahme der Teamentwicklung zur Förderung einer kooperativen Unternehmenskultur (vgl. Kristiansen & Rasmussen 2014, 149f.).

Bezüglich relevanter Diversitätsdimensionen der Beteiligten ist es schließlich wichtig, mögliche Zugangsbarrieren im Vorfeld auszuräumen. Beispielsweise können körperliche Beeinträchtigungen das Bauen erschweren. Diese sollten im Vorfeld erfragt werden, um sie bereits in der Planung zu berücksichtigen. Eine Möglichkeit wäre, bei einzelnen Bauschritten auf die knapp bemessenen Zeitvorgaben zu verzichten oder die Bausteine schon früher zur Verfügung zu stellen, damit die Teilnehmenden sich schon vorab mit den Klötzen vertraut machen können, vor allem da diese teilweise deutlich von den bekannten Steinen abweichen.

Fazit und Ausblick

Angesichts der gesammelten Daten waren sowohl der ER als hinführende Methode als auch LSP zur konkreten Erhebung von Informationen und Bedarfen im Rahmen des Projekts *Bildung 4.0 für KMU* erfolgreich. Um die Methoden wissenschaftlich fundierter auszubauen bzw. weiterzuentwickeln, sind jedoch zusätzliche Untersuchungen notwendig. Dabei ist auch eine Erweiterung der Anwendungsfelder und Zielgruppen denkbar. Bereits umgesetzt wurde in diesem Zusammenhang das Konzept eines ER als Instrument der Wissenschaftskommunikation im MINT-Bildungskontext (vgl. Thurner-Irmler & Menner 2020). Hinsichtlich der Analyse des konkreten Spielszenarios, beispielsweise in Bezug auf die Interaktionen der Teilnehmenden, ist die Nutzung des ER auch als Teamentwicklungstool sowie die Übertragung in andere personelle Kontexte vorstellbar.

Auch die Potenziale von LSP als Bedarfsanalyse sind auf andere Zielgruppen übertragbar. Um das Thema Digitalisierung im Ausbildungskontext näher unter die Lupe zu nehmen, ist hier beispielsweise schon eine Konzeption für die verschiedenen Ausbildungsakteur*innen in Arbeit, von der Berufsschule über Auszubildende und Ausbildungsverantwortliche im Unternehmen. Im Rahmen der dualen Berufsausbildung in Deutschland bietet sich hier ebenfalls eine Kombination mit dem Thema Wissenstransfer an.

Im Zuge der Corona-Pandemie wurde das präsenzbasierte Konzept der beschriebenen Gamification-Methoden zudem in eine digitale Form überführt. Ein browserbasiertes CAD-Programm⁴, das für den Bildungskontext konzipiert wurde, ermöglicht digitales Bauen. Dabei bedienen sich die Nutzenden an einer Auswahl verschiedener vorgefertigter Formen, die sie nach Wunsch positionieren und

4 www.tinkercad.com

kombinieren können. Im Vergleich zur analogen Umsetzung ist diese Version kostengünstiger, da die Anschaffung der passenden Bausteine entfällt. Im Gegenzug sind damit jedoch auch bestimmte Anpassungen notwendig: Das Bauen am PC erfordert zumindest eine kurze Anleitungsphase. Auch können Unterschiede bzgl. der Medienaffinität sowie Erfahrungen mit digitalen Tools deutlich werden. Ebenso fehlt durch die Durchführung der Präsentations- und Reflexionsphase im Rahmen einer Videokonferenz die vertiefte persönliche Auseinandersetzung sowie die Gemeinschaftskomponente. Nichtsdestotrotz bieten solche digitalen Lösungen Möglichkeiten, orts- und kontaktunabhängig agieren zu können und eröffnen zudem neue, vielversprechende Forschungsfelder.

Literatur und Quellen

Autodesk Inc. (o. J.): Tinkercad. Online: <https://www.tinkercad.com/> (20.04.2021)

Becker, Manfred (2013): Personalentwicklung, Bildung, Förderung und Organisationsentwicklung in Theorie und Praxis. Schäffer-Poeschel, Stuttgart

Bendel, Oliver (2013): Gamification. Wirtschaftslexikon. Wiesbaden: Springer Gabler

Blair, Sean; Rillo, Marko (2019): Serious Work: Meetings und Workshops mit der LEGO® Serious Play®-Methode moderieren. Verlag Franz Vahlen GmbH, München

Bildung 4.0 für KMU (o.J.): Bedarfsanalyse. Online: <https://www.b4kmu.de/bedarfsanalyse> (21.04.2021) (QR-Code)

Clark, Douglas; Tanner-Smith, Emily; Killingsworth, Stephen (2016): Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis. *Review of educational research*, 86(1), 79–122

Clarke, Samantha; Peel, Daryl; Arnab, Sylvester; Morini, Luca; Keegan, Helen; Wood, Oliver (2017): escapED: A Framework for Creating Educational Escape Rooms and Interactive Games For Higher/Further Education. *International Journal of Serious Games*, 4(3), 73–86

Deci, Edward; Ryan, Richard (1985): Conceptualizations of intrinsic motivation and self-determination. In: *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Springer, Boston, MA, 11–40

Döring, Nicola; Bortz, Jürgen (2016): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften (5. Aufl.). Heidelberg: Springer Verlag

Ehrlich, Irina; Filipenko, Michael; Kranawetleitner, Tanja; Krebs, Heike; Löw, Robert; Pistoll, Diana; Thurner-Irmeler, Julia (2020): Escaping the Everyday Chaos: Assessing the Needs for Internal Knowledge. Transfer in SMEs via an Escape Room. In: *CERC proceedings 2020, Collaborative European Research Conference*

Gramß, Denise; Pillath, Patricia; Schwozer, Corinna (2018): Escape Room–Mitarbeitende für digitales Lernen begeistern. Mensch und Computer 2018-Workshopband

Häder, Michael; Kühne, Mike (2009): Die Prägung des Antwortverhaltens durch die soziale Erwünschtheit. In: Telefonbefragungen über das Mobilfunknetz. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 175–186

Holden, Ronald (2010): Social desirability. The Corsini encyclopedia of psychology, 1–2

Institut für Mittelstandsforschung (IfM) Bonn (2020): Informationen zum Mittelstand aus erster Hand. Online: https://www.ifm-bonn.org/fileadmin/data/redaktion/ueber_uns/ifm-flyer/IfM-Flyer-2020.pdf (31.03.2021)

Kloß, Catharina (o. J.): Mit LEGO® Serious Play® neue Strategien erarbeiten. Mittelstand 4.0, Kompetenzzentrum Chemnitz. Online: https://betrieb-machen.de/ng_mit-lsp-neue-strategien/ (20.04.2021)

Kranawetleitner, Tanja; Krebs, Heike; Kuhn, Nina; Menner, Marietta (2020): Needs Analyses with LEGO® Serious Play®. In: Ma Minhua; Fletcher Bobbie; Göbel Stefan; Baalsrud Hauge Jannicke; Marsh Tim (Hrsg.): Serious Games. JCSG 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12434. Cham, Springer, 99–104

Lindemann, Holger (2018): Systemisch-lösungsorientierte Gesprächsführung in Beratung, Coaching, Supervision und Therapie. Vandenhoeck/Ruprecht, Göttingen

Lützenkirchen, Sylke (2017): Heterogenität im Design. Konflikt- und Kooperationspotentiale in der Zusammenarbeit mit KMU. (Dissertation). Online: <http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-7067/df1701.pdf> (31.03.2021)

Mekler, Elisa; Brühlmann, Florian; Tüch, Alexandre; Opwis, Klaus (2017): Towards understanding the effects of individual gamification elements on intrinsic motivation and performance. Computers in Human Behavior, 71, 525–534

Müller, Evelyn; Couné, Bettina; Goebel, Swantje; Stoller, Friederike; Becker, Gerhild (2015): Die Bedarfsanalyse als wichtiges Instrument in der Angebotsentwicklung. Modulare wissenschaftliche Weiterbildung für heterogene Zielgruppen entwickeln Formate – Methoden – Herausforderungen, 41–54

Nicholson, Scott (2016): The state of escape: Escape room design and facilities. Meaningful Play. Online: <https://scottnicholson.com/pubs/stateofescape.pdf> (02.12.2021)

Plass, Jan; Homer, Bruce; Kinzer, Charles (2015): Foundations of game-based learning. Educational Psychologist, 50(4), 258–283

- Riedel, Sabine (2006): Bedarfe erheben oder Bedarfe wecken? Das Tiefeninterview der qualitativen Marktforschung – diskursanalytisch betrachtet. In: Innovative Wirtschaftskommunikation. DUV, 115–128
- Romero, Margarida; Usart, Mireia; Ott, Michela; Earp, Jeffrey; de Freitas, Sara; Arnab, Sylvester (2012): Learning through playing for or against each other? Promoting collaborative learning in digital game based learning
- Ryan, Richard; Deci, Edward (2000): Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68–78
- Ryan, Richard; Deci, Edward (2002): Overview of self-determination theory: An organismic dialectical perspective. *Handbook of self-determination research*, 2, 3–33
- Techconsult, Deutsche Telekom (Hrsg.) (2019): Digitalisierungsindex 2019/2020. Online: https://www.digitalisierungsindex.de/wp-content/uploads/2019/11/techconsult_Telekom_Digitalisierungsindex_2019_GESAMTBERICHT.pdf (31.03.2021)
- The LEGO® Group (2010): LEGO® Serious Play™. Open-Source/ <Introduction to LEGO® Serious Play™>. The LEGO® Group
- Sailer, Michael; Homner, Lisa (2020): The gamification of learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*. München: Springer, 77–112
- Seidl, Tobias (2016): „Lernwirksame Reflexion in Planspielen mit LEGO® SERIOUS PLAY®.“ *Planspiele-Vernetzung gestalten: Forschungsergebnisse und Praxisbeispiele für morgen* 8 (2016): 57
- Thurner-Irmeler, Julia; Menner, Marietta (2020): The Development and Testing of a Self-designed Escape Room as a Concept of Knowledge Transfer into Society. In: Ma Minhua; Fletcher Bobbie; Göbel Stefan; Baalsrud Hauge Jannicke; Marsh Tim (Hrsg.): *Serious Games. JCSG 2020. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12434. Cham, Springer, 105–116
- Warmelink, Harald; Mayer, Igor; Weber, Jessika; Heijligers, Bram; Haggis, Mata; Peters, Erwin; Louwerse, Max (2017): AMELIO: Evaluating the team-building potential of a mixed reality escape room game. In: *Extended Abstracts Publication of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 111–123
- Wilms, Markus (2009): *Serious Games – Anwendung digitaler Spiele, insbesondere in den Bereichen Training, Bildung und HealthCare*. München: GRIN

EINSATZ VON DIGITAL BREAKOUTS IN DER AUS- UND WEITERBILDUNG

Spielendes Lernen mittels Gamification

Julia Jenzen, Anja Kirchner

Im Rahmen des Transferprojektes *vierpunkteins – digitales Lernen in der Aus- und Weiterbildung*¹ wurden zwei Modellvorhaben für Digitale Breakouts in der Aus- und Weiterbildung entwickelt. Das Modellvorhaben *Digi-BreakOut 4.1* wurde durch das Projektteam in zwei Workshops während der Statuskonferenz *eQualification* des BMBF einem breiteren Publik vorgestellt und innerhalb der Livesession mit den Teilnehmenden erprobt und reflektiert. Das konzipierte Digital Breakout enthält unter anderem Elemente wie die Konferenztools Zoom und Wonder.Me, Padlet als eine digitale Pinnwand für Spielhinweise, ein Lehrvideo mit Rätselhinweisen auf YouTube, versteckte Hinweise in einem virtuellen Raum auf Mozilla Hubs und auf einem digitalen Whiteboard bei Conceptboard. Das Breakout-Szenario kann hybrid aber auch rein digital durchgeführt werden. Es wurde speziell für die Verbesserung der Azubi-Ausbilder*innen-Kommunikation entwickelt. Im Idealfall spielen diese im Tandem vor Ort gegen andere Teams. Voraussetzung hierfür ist, dass die Teilnehmenden Internet und digitale Endgeräte zur Verfügung haben und bereits über erste Grundkenntnisse im Umgang mit einem Internetbrowser und der vorhandenen Hardware verfügen.

Schlüsselbegriffe

- › Digitale Medien
- › Digital Breakout Rooms
- › BreakoutEdu
- › Gamification
- › Kommunikationskultur
- › Digitalisierung
- › Lernortkooperation

1 Gefördert als Verbundprojekt zur Verbesserung des Wissens- und Technologietransfers aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und des Europäischen Sozialfonds.

Einleitung

Digitale Medien nehmen einen immer größeren Stellenwert als Informationsquelle ein, aber auch als Kommunikations- oder Orientierungshilfe und dienen der privaten wie beruflichen Vernetzung. Zudem erleichtern sie ein kooperatives mit- und voneinander Lernen, unabhängig von Zeit und Ort. Die Statuskonferenz *eQualification* des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) fand daher im Jahr 2021 unter dem Motto „Lernen und Beruf digital verbinden“ statt und rückte Gamification in den Mittelpunkt.

Gamification – ein Ansatz aus der Motivationsforschung – beschreibt die Einbindung spielerischer Elemente in Zusammenhänge, die ursprünglich nicht spielerisch angelegt sind (vgl. BMBF 2020, 6–10) und ist vor allem für jüngere Menschen interessant. Durch Gamification lassen sich die Motivation erhöhen und neues Interesse für einen Beruf wecken. Spielen ist zumeist direkt mit Spaß verbunden und eignet sich daher sehr gut als Eisbrecher, z. B. um das Unternehmen kennenzulernen oder Erwartungen abzufragen (vgl. Homann 2019).

Um gamifizierten Unterricht oder gamifizierte Ausbildung zu gestalten, bedarf es verschiedener Bausteine. Im Fokus steht das *Storytelling*, also die Kunst der Erzählung, um Ausbildungs-/Unterrichtsinhalte spannender zu gestalten. Eine gute Geschichte erzeugt Emotionen, Spannung und auch Neugier. Komplexe und fachübergreifende Themen wie Datenschutz, Fakenews, Klimaschutz, Rassismus, Ethik und viele weitere Themen lassen sich durch sogenannte *Serious Games* spielerisch behandeln und gemeinsam reflektieren (vgl. Bildung digital 2021). Eine Variante dieser Serious Games sind Escape Rooms. Diese gibt es mittlerweile in jeder größeren Stadt als kommerzielles Angebot. Sie dienen dort vor allem der privaten Unterhaltung. Das Ziel ist, in der Gruppe – eingebettet in eine Rahmengeschichte – durch Kooperation und problemlösendes Denken innerhalb einer bestimmten Zeit aus einem verschlossenen Raum zu entkommen (vgl. Exciting Edu 2021). Im Zuge der Digitalisierung liegt es daher nahe, Digitale Escape Rooms zu entwickeln und Bezug auf die sogenannten 21st Century Skills zu nehmen: Kommunikation, Kooperation, Kritisches Denken/ Problemlösungskompetenz und Kreativität (vgl. Games Institute Austria 2021). Im Internet gibt es dazu zahlreiche Plattformen und Foren, die sich mit der Thematik der Digital Breakouts befassen. Im Schulkontext wird häufig von BreakoutEdus gesprochen. Lehrkräfte stellen hierfür erstellte Breakouts in Form von freizugänglichen Lern- und Lehrmaterialien als Open Educational Resources (OER) zur Verfügung. Das macht den Einstieg in das Verfahren der Digital Breakouts auch für ungeübte Lehrkräfte und Ausbilder*innen leichter, da die Materialien ohne Verpflichtungen kostenfrei getestet und verwendet werden können. Im Rahmen des Transferprojektes *vierpunkteins – Digitales Lernen in der Aus- und Weiterbildung* hat das Projektteam ebenfalls eigene Digital Breakout Modelle entwickelt und durfte eins im Rahmen eines Workshops bei der *eQualification 2021* vorstellen und live mit den Teilnehmenden erproben (vgl. Unternehmerzeitung 2021).

Ausgangslage und Problemstellung

War bei der Generation Y² noch von Digital Natives die Rede, so spricht man bei der Generation Z³ zweifellos von Digital Natives 2.0. Im Gegensatz zur Vorgängergeneration Y hat die Generation Z schon im Kindesalter die digitale Informationsflut kennengelernt, weiß diese besser zu verarbeiten und ist technisch versierter. Heutige Auszubildende kennen eine Welt ohne neue Technologien nicht und das Smartphone ist Alltagsgegenstand Nummer eins (vgl. UNICUM Media 2021). Durch fortschreitende Digitalisierung wird auch der Ausbildungsalltag immer stärker beeinflusst. Digitales Lernen und digitale Medien sollten dort in der Ausbildung eingesetzt werden, wo es Sinn ergibt, beispielsweise für die Kommunikation und die Erleichterung der Organisation der Ausbildung sowie der Lernorte. Generationenübergreifend können Lernende hierbei ihre Erfahrungen im Umgang mit den neuen Medien einbringen und damit Erfolg und Selbstvertrauen im Umgang mit digitalen Medien gewinnen (vgl. BIBB 2021). Betriebliche Bildung erfüllt hierbei einen wichtigen gesellschaftlichen Auftrag und die pädagogische Arbeit des Ausbildungspersonals ist von besonderer Bedeutung, findet jedoch häufig nicht die Wertschätzung wie das akademische Bildungspersonal. Die sich immer schneller verändernden Lerninhalte fordern neue Lernbedingungen und damit einhergehend das Rollenverständnis der Ausbilder*innen (ebd.). Kurz gesagt, Wirtschaft 4.0 braucht Bildung 4.0! Für Lernende in der Aus- und Weiterbildung sind Ausbilder*innen und Lehrkräfte Ansprechpartner*innen in allen Belangen einer gelingenden Ausbildung. Auch die Kooperation der Lernorte untereinander kann von der Digitalisierung massiv profitieren, wenn es gelingt, die Kommunikationskultur nachhaltig zu verändern. Die Aus- und Weiterbildung in Zeiten von Corona hat dies noch deutlicher vor Augen geführt und Defizite auf allen Ebenen aufzeigt.

Tabelle 1: 4K-Modell des Lernens (nach Muuß-Merholz, 2017)

	Kreativität	Kritisches Denken	Kollaboration	Kommunikation
Was die Leute für 4K halten	Künstlerische Aktivitäten und geniale Erfindungen	Dinge kritisch sehen und möglichst laut äußern	Eigene Bauteile für das „Große Ganze“ liefern	Smartphone bedienen und Viren abwehren
Worum es bei 4K wirklich geht	Neues Denken, Lernen und Arbeiten können	Selbst denken, lernen und arbeiten können	Mit anderen zusammen denken, lernen und arbeiten können	Eigenes Denken, Lernen und Arbeiten (mit-)teilen können

Digitale Medien können, wenn sie richtig dosiert und gut vorbereitet eingesetzt werden, dazu beitragen, das Lernen auf Distanz zu einem motivierenden Lernmodell für viele Unternehmen und Bildungseinrichtungen weiterzuentwickeln. Wichtig dabei ist es, stets die Sinnhaftigkeit und den Praxisbezug des Gelernten zu verdeutlichen, um die Lernenden zu motivieren. Digitale Breakouts setzen genau an diesem Punkt an und können im Optimalfall dazu beitragen, die Azubi-Ausbilder*innen-Kommunikation nachhaltig zu verbessern bzw. zu stärken, wenn Auszubildende und

2 Bezeichnet all diejenigen, die zwischen 1980 und den späten 1990er Jahren geboren wurden.

3 Bezeichnet all diejenigen, die ab dem Jahr 2000 geboren wurden.

Ausbilder*in gemeinsam im Team Rätsel lösen müssen. Diese Methode spricht insbesondere die vier Kompetenzen nach dem 4K-Modell des Lernens an – Kreativität, Kritisches Denken, Kollaboration und Kommunikation (Muuß-Merholz 2017) – und fördert damit die berufliche Handlungskompetenz auf spielerische Weise.

Ziele und Zielgruppen: In welchen Bereichen und mit welchem Zweck können Digital Breakouts eingesetzt werden?

Im Fokus von Digital Breakouts steht nicht der Erwerb von fachspezifischem Wissen, sondern die Kommunikation und Kooperation in der Gruppe, problemlösendes Denken, Durchhaltevermögen, die Fähigkeit zur Selbstreflexion, logisches Denken und zielorientiertes Handeln (vgl. Exciting Edu 2021). Bei den heutigen Auszubildenden handelt es sich aus vielfältigen Gründen um eine heterogene Zielgruppe (BIBB 2021):

- › Unterschiedliche Lernvoraussetzungen
- › Verschiedene kulturelle und soziale Hintergründe
- › Unterschiedlicher Stand der Ausbildungsreife
- › Jugendliche Auszubildende mit Migrationshintergrund

Einsatzmöglichkeiten in Schule, Aus- und Weiterbildung

Durch die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Digital Breakouts – sei es selbst entwickelt oder als Nutzung von OER – können ausbildende Fachkräfte eine große Zielgruppe ansprechen. Damit sind die Digital Breakouts eine enorme Bereicherung für den Methodenpool in Schule, Aus- und Weiterbildung in allen Klassen- und Altersstufen, je nach Komplexität und Schwierigkeitsgrad der zu lösenden Aufgaben. Inhalte werden spielerisch erlernt oder vertieft, analog, digital oder hybrid, im Unternehmen oder in der Berufsschule. Bei zunehmendem Lernen auf Distanz, wie es die Corona-Pandemie erforderte, können Digital Breakouts dazu beitragen, Unterrichtsausfall zu vermeiden. Die spielerische Wissensvermittlung kann zur Förderung methodischer, sozialer und kommunikativer Kompetenzen beitragen und erweitert zudem die IT-Kompetenzen. Einmal entwickelte Breakouts auf niedrigem Einsteigerniveau sind leicht adaptierbar und mit erweiterten oder komplexeren Aufgaben an jeweilige Lernfortschritte anpassbar.

Der Erwerb von Fachwissen tritt zurück hinter das kooperative Problemlösen durch strategisches Denken und kritisch-konstruktive Abwägungen beim Verarbeiten von Hinweisen auf der Suche nach Lösungen. Auch unkonventionelle Vorschläge werden ernsthaft erörtert. Durch das gemeinsame Reflektieren des Erlebten wird auch die Zusammenarbeit in der Gruppe thematisiert.

Einsatz als Tool im Personalwesen

Neben dem Einsatz in der Aus- und Weiterbildung eignen sich die Digital Breakouts auch für Unternehmen, beispielsweise für teambildende Events oder für die Gewinnung und die Einarbei-

tung neuer Mitarbeiter*innen. Je nach Zielstellung steht dabei entweder der Spaßfaktor im Fokus (generations- und abteilungsübergreifende Teambildung) oder das spielerische Erlernen neuer Kompetenzen, z. B. die IT-Sicherheit und der Datenschutz. Auch Assessment-Center lassen sich durch virtuelle Schatzsuchen entwickeln. Zahlreiche Unternehmen haben damit neue Geschäftsfelder erschlossen und betreiben Buchungsplattformen für analoge und digitale „Escape Games“. Vor allem die virtuellen Teamevents bringen den Vorteil der hohen Kapazität für große Gruppengrößen, die Ortsunabhängigkeit und die individuelle Zeitplanung mit sich.

Didaktisches und methodisches Konzept: Was ist bei der Planung und Umsetzung von Digital Breakouts zu beachten?

Aufgrund der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Digital Breakouts ist es vor allem für Einsteigende ein geeignetes Mittel, um sich den veränderten Inhalten und Abläufen der Ausbildung zu stellen. Digitale Kompetenzen nehmen an Bedeutung zu und dahingehend muss auch die methodisch-didaktische Gestaltung der Ausbildung angepasst werden. Selbstgesteuertes Lernen wird immer wichtiger, unterstützend kommen digitale Medien und Technologien zum Einsatz (BMBF 2019, 4–5).

Der Ursprungsgedanke von „Escape Rooms“ ist das Finden und Lösen von Rätseln innerhalb eines geschlossenen Raumes in einer vorgegebenen Zeit ohne digitale Hilfsmittel. Im Erfolgsfall können die Spielenden mithilfe des so gefundenen Zahlencodes den Raum öffnen und „entkommen“. In Erweiterung dazu wurden hybride und mobile Formate entwickelt. Hierbei befinden sich die Teilnehmenden gemeinsam vor Ort, es müssen aber digitale, zur Verfügung gestellte Hilfsmittel wie Laptops, Tablets oder Smartphones eingesetzt werden. Entweder sind Lösungshinweise auf den Geräten lokal abgespeichert oder sie müssen online gesucht werden. Können die Teilnehmenden nicht gleichzeitig an einem Ort betreut werden, so bietet sich eine rein digitale Variante an, die zwar keine physischen, räumlichen Voraussetzungen, dafür aber eine geeignete IT-Infrastruktur (Geräte, stabilen Netzzugang) erfordert.

Tabelle 2 zeigt das universelle Prinzip ZIMOR (Buggenhagen, 2018), das es Lehrenden und Auszubildenden leicht verständlich ermöglicht, systematisch konkrete Lernszenarien zu erarbeiten: Zielsetzung, Inhalt und Methode auswählen, Organisation und antizipiertes Resultat (Ziel/Ergebnis) abwägen. Anhand dessen lässt sich eine Checkliste an Entscheidungskriterien entwickeln, welche Breakout-Szenarien realisierbar sind und ob sich analoge, digitale oder hybride Varianten am besten eignen:

Tabelle 2: Erweiterbare Checkliste zur Konzeptionierung eines Breakout-Szenario-Ziels

	Inhalt	Methode	Organisation	Resultat
› Lernziel/Taxonomie › Welche Kompetenzen sind zu fördern? › Zielgruppenanalyse › Erwartungen an Teilnehmende & Organisator*in	› Gruppengröße › Vorkenntnisse/Leistungsniveau › Bekannte Defizite/Beeinträchtigungen? › fachliche Expert*innen notwendig? › Rahmenschicht und Rätsel entwickeln › Spielregeln festlegen	› Multimediale Ressourcen/Infrastruktur klären › Materialliste bzw. Liste mit digitalen Tools/Medien › Bedienung/Support prüfen › Tutorials/Anleitungen prüfen › Bewertungen/Funktionsumfang prüfen › Trends z. B. VR/AR	› Analog, digital oder hybrid? › Zeit, Ort, Dauer › Preis/Budget › Datenschutz beachten › Prototyp vorab auf Machbarkeit und Schwachstellen testen (lassen) › Netiquette notwendig?	› Aufwand/Nutzen abwägen › Reflexion/360° Feedback einplanen › Lernerfolgskontrolle notwendig? › An welchen Parametern soll Erfolg gemessen werden? › Plan B zur Hand?

Realisierung: Modellentwicklungen aus dem Projekt vierpunkteins

Im Rahmen des Transferprojektes *vierpunkteins* wurden zwei Breakoutkonzepte entwickelt.

Escape Room – Basic

Das Fortbildungskonzept „Escape Room – Basic“ entstand als hybrides Einstiegsevent und wird von den Teilnehmenden vor Ort durchgeführt. Dabei sollen die digitalen Medien als Teamevent aktiv erlebt, eingesetzt und Zusammenhänge von Chancen und Risiken vermittelt und Angst abgebaut werden. Spielerisch und intuitiv wird das Team an die neuen Technologien und virtuelle Welt herangeführt. Das Team hat 60 Minuten Zeit, die vorgegebenen digitalen Aufgaben durch Teamwork, Schwarmintelligenz und Kreativität zu lösen. Dabei bauen die Rätsel aufeinander auf. Das Spiel ist geschafft, wenn am Ende der Code geknackt wurde. Die Ausgangsgeschichte wird hierbei gezielt überspitzt dargestellt, um das Interesse der Teilnehmenden zu wecken und Diskussionen anzuregen.

Rahmenbedingungen

- › Story: „Die Teilnehmenden sind Mitarbeiter*innen in einer Arbeitsgruppe ‘Mitarbeiterzufriedenheit’. Ein unzufriedener Kollege möchte der Arbeitsgruppe einen Streich spielen und hat sie nun in einen Raum eingesperrt und fordert, dass ab sofort keine Katzensvideos mehr auf Diensthandys verschickt werden dürfen. In einem Drohbrieff findet die Arbeitsgruppe Anweisungen, wie sie sich aus dem Raum befreien kann. Hierzu müssen gemeinsam verschiedene Rätsel geknackt und ein Zahlencode zusammengesetzt werden. Mit diesem Zahlencode lässt sich eine Kiste öffnen, die einen Ersatzschlüssel für den gesperrten Raum beinhaltet.“

- › 60 Minuten Zeit, um sich aus einem Raum mithilfe digitaler Technologien zu befreien
- › Teamgröße: 5 bis 7 Teilnehmer*innen
- › Teilnehmer*innen und Spielleiter*in sind vor Ort
- › Schwierigkeitslevel: gering bis mittel (je nach Kenntnisstand)

Notwendige Materialien

- › Werkzeugkoffer, alternativ Box oder Kiste
- › Umschlag mit Arbeitsanweisungen
- › Zahlenschloss
- › Smartphone/Tablet/PC
- › Kabeltrommel/Verteilersteckdose
- › Box mit verschiedenen Kabeln (LAN, VGA, HDMI, USB etc.)
- › Internetzugang
- › Apps/Social Media
- › QR-Codes
- › Notizblöcke/Stifte
- › Integration weiterer digitaler Tools möglich

Digi-BreakOut 4.1

Das zweite Fortbildungskonzept „Digi-BreakOut 4.1“ kann hybrid, aber auch rein digital durchgeführt werden. Es wurde speziell für die Verbesserung der Azubi-Ausbilder*innen-Kommunikation entwickelt. Im Idealfall spielen diese im Tandem vor Ort gegen andere Teams. Es ist jedoch auch als zeit- und ortsunabhängiges Spiel möglich, in dem die Spieler*innen sich rein digital begegnen, sofern die technischen Voraussetzungen gegeben sind und die Teilnehmenden im Umgang mit der Hardware, Internetbrowsern und ggf. weiterer Software geübt sind. Hierbei können durchaus Ausbilder*innen von Azubis lernen, um gemeinsam schneller zum Ziel zu kommen. Die Azubi-Ausbilder*innen-Tandems kommunizieren in der digitalen Variante via Konferenztool (Zoom/Wonder. Me) miteinander. Die Lösungshinweise sind über mehrere digitale Tools verteilt (Padlet, YouTube, Conceptboard, Mozilla Hubs, Learningsnacks). Am Ende ergeben sich Koordinaten, die sich bei Google Maps als Ort des Verstecks herausstellen. Alternativ können statt Koordinaten auch Zahlen für ein virtuelles Zahlenschloss verwendet werden. Spielt ein Tandem allein, so muss das Rätsel innerhalb der vorgegebenen Zeit gelöst werden. Spielen mehrere Tandems gegeneinander, gibt es zusätzlich den Anreiz, die Lösung am schnellsten zu finden.

Rahmenbedingungen

- › Story: „Das Firmenmaskottchen Ted wurde entführt. Es liegt ein Erpressungsschreiben vor. Könnt ihr als Azubi-Ausbilder*innen-Tandem die Mission ‘Rettet Ted’ erfolgreich abschließen? Es zählt jede Minute, bevor Ted für immer verschwindet. Nur, wer die Rätsel richtig löst und gut kombiniert, erhält die Koordinaten für Teds genauen Standort. Neben dem Erpressungsschreiben befindet sich ein Foto des entführten Maskottchens. Dies führt euch zu einer digitalen Pinnwand mit der genauen Spielanleitung.“
- › Teamgröße: 2 bis 12 Teilnehmer*innen / Azubi-Ausbilder*innen-Tandems spielen allein oder gegeneinander

- › Teilnehmer*innen und Spielleiter*in sind vor Ort oder rein virtuell zusammengeschaltet
- › Schwierigkeitslevel: mittel bis schwierig (je nach Kenntnisstand)

Notwendige Materialien

- › Laptop oder Tablet mit Kamera und Mikrofon (im Idealfall Firmenhardware der Teilnehmenden)
- › Internetzugang mit ausreichender Bandbreite
- › Wenn vor Ort: Kabeltrommel/Verteilersteckdose und Box mit verschiedenen Kabeln (siehe oben)
- › Registrierung/Accounts für auserwählte digitale Tools (für Spielleiter)
- › Vorbereitete Grafiken für Arbeitsanweisungen

Die Tandems werden sowohl in der hybriden als auch in der digitalen Variante von mindestens einem*r Spielleiter*in begleitet und beobachtet, diese*r schreitet jedoch nur im Notfall ein, beispielsweise wenn ein Spielabbruch droht oder anhaltende technische Probleme auftreten. Optional kann vorab ein Begleitheft/E-Paper an die Teilnehmenden versendet werden. Dieses gibt Hilfestellung zum Spiel und weitere Informationen zu digitalen Technologien (Aufklärung und Fun Facts inkl. Glossar), bedeutet aber in der Vorbereitung einen erheblichen Mehraufwand für das Entwicklungs-/Spilleitungsteam.

Ergebnisse und Produkte: Erprobung des Konzepts „Digi-BreakOut 4.1“

Im Rahmen der *eQualification 2021* wurde der Prototyp des Breakoutkonzepts Digi-Breakout 4.1 in zwei Workshopdurchgängen mit jeweils ca. 20 Teilnehmenden erprobt. Nach der Vorstellung der Zielstellung und der Story erschienen Schritt für Schritt die einzelnen Etappen des Spiels und per Links konnten die Teilnehmenden das Geschehen live mitverfolgen, die einzelnen Tools anklicken und bedienen. Auf der digitalen Pinnwand (Abbildung 1), erstellt auf der Onlineplattform Padlet, befindet sich eine detaillierte Spielanleitung, die den Spielenden durchgängig zur Verfügung steht. Spieler*innen können hier Hinweise immer wieder nachlesen, das Tempo selbst bestimmen oder Schritte wiederholen. Dadurch wird eine gedruckte Arbeitsanweisung/Spielanleitung ersetzt und ist jederzeit anpassbar. In einem nächsten Schritt wird das Kommunikationstool Wonder.me eingeführt. Spieler*innen treffen in einem virtuellen Raum aufeinander und müssen ihre Partner*innen finden. Es entstehen kleine Gesprächsblasen mit 1:1 Kommunikation. Eine Schwierigkeit besteht darin, Ton und Kamera zu aktivieren und sich mit dem*r richtigen Spieler*in zu „matchen“ und eine Gesprächsblase zu eröffnen. Da der Workshop parallel in Zoom durchgeführt wurde, mussten die Teilnehmenden zudem üben, den Ton und die Kamera in Zoom zu deaktivieren und nach der Etappe wieder zu aktivieren, um Rückkopplungen zu vermeiden. Dies ist den meisten Teilnehmenden ohne große Schwierigkeiten gelungen. Hier muss die Spilleitung ggf. Hilfestellung oder technischen Support leisten. Zusätzlich wurden im Padlet technische Hinweise notiert.

Haben sich die Teams gefunden, geht es mit dem ersten Rätsel los. Der Link führt zu einem YouTube-Video über das Binärsystem. Zusätzlich erhalten die Teilnehmenden folgenden Hinweis auf dem Padlet:

„Wenn ihr aufmerksam seid, findet ihr den ersten Zahlencode, bestehend aus 0 und 1. Ihr müsst diesen sog. Binärcode in eine Dezimalzahl umrechnen. Dann habt ihr die ersten zwei Ziffern eures Zahlenrätsels.“



Abbildung 1: Digitale Pinnwand Padlet führt die Teilnehmenden durch das Spiel (Quelle: eigene Darstellung)

Ziel dieser Übung ist es, zwischen mehreren Browserfenstern oder Tabs zu wechseln und sich auf der Plattform YouTube zurechtzufinden. Die Teilnehmenden erlangen durch das Anschauen des Lehrvideos Grundlagenwissen zur Verarbeitung digitaler Informationen. Auf YouTube finden sich zahlreiche kurzweilige, hochinformativ Lehrvideos, die für diese Zwecke bestens geeignet sind.

Im nächsten Schritt lernen die Teilnehmenden ein digitales Whiteboard kennen, in diesem Fall Conceptboard. Dort gilt es, Post-its richtig zuzuordnen, denn unter dem Post-it-Stapel befindet sich ein weiterer Zahlencode. Thematisch geht es um den Diebstahl der digitalen Identität, hier lassen sich jedoch beliebige andere Themen einspielen. Eine Schwierigkeit besteht darin, sich auf dem komplexen Whiteboard mit seinen umfangreichen Funktionen zurecht zu finden und Dinge dort selbstständig mit dem Mauszeiger zu greifen und zu bewegen. Bei der Vorbereitung sollte beachtet werden, nicht zu kleinteilig zu arbeiten, da einige Teilnehmer*innen auf sehr kleinen Bildschirmen/Tablets arbeiten, auf denen die Lesbarkeit eingeschränkt ist. Ein großer Vorteil digitaler Whiteboards ist das kollaborative synchrone oder asynchrone Arbeiten an komplexen Themen in einer Datei bzw. auf einem Board.

Für Rätsel 3 müssen die Teilnehmenden in die virtuelle Welt der Mozilla Hubs (Abbildung 2) eintauchen: „Was das [Mozilla Hub] ist, seht ihr, wenn ihr dem Link folgt. Seid ihr alle neugierig, dann folgt gemeinsam dem Link. Über Audio könnt ihr euch in der virtuellen Parallelwelt unterhalten. Schaltet am besten dazu das Mikro auf Wonder.Me aus, sonst gibt es eine böse Rückkopplung. Wenn ihr es schafft, ein Foto von euch zu hinterlegen, kriegt ihr 10 Minuten gutgeschrieben. Den Hinweis für das Zahlenrätsel findet ihr dort als Bild versteckt, sucht es gemeinsam.“

[Hinweis zu Rätsel 3 auf dem Padlet]

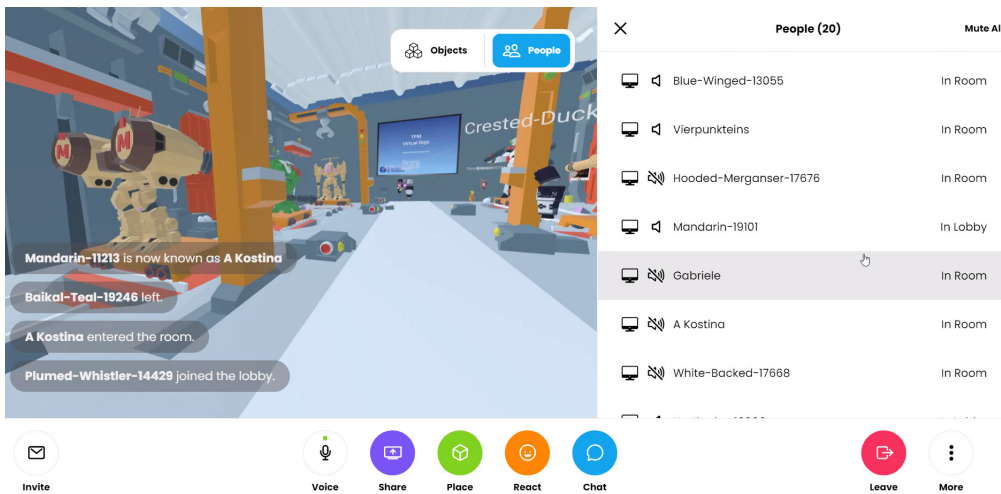


Abbildung 2: Live-Erprobung des VR-Parts im kostenlosen Mozilla Hubs von vierpunkteins mit 20 Teilnehmenden während der eQualification 2021 (Quelle: eigene Darstellung)

Mozilla Hubs ist ein recht neues, kostenloses Tool, welches browserbasiert fertige virtuelle Welten zur Verfügung stellt. Diese Welten können mit einem Klick gewechselt werden. Schon befindet sich das Breakout-Szenario nicht mehr in einer Roboterfabrik, sondern in einem asiatischen Tempel oder auf einer Farm. Hier lassen sich Hinweise wie Bilder oder PDF-Dateien verstecken und Teilnehmende müssen diese beim Durchwandern der virtuellen Welt suchen. Auch 1:1 Gespräche als Avatare lassen sich hier führen, Teilnehmende mit eigenen VR-Brillen können diese aufsetzen und noch tiefer in die virtuelle Realität des Spiels eintauchen. Das Erproben von Mozilla Hubs war mit Abstand das Highlight für die Workshopteilnehmer*innen, auch wenn viel Übung gefragt ist und erfahrene „Gamer*innen“ hier klar im Vorteil sind. Dies spricht dafür, dieses Tool für die Arbeit mit Azubis auszuprobieren und damit auch den Ausbilder*innen einen Blick in deren Welt zu eröffnen. Fast alle Workshopteilnehmer*innen testeten live das virtuelle Mozilla Hub. Einige hatten jedoch mit technischen Schwierigkeiten aufgrund geringer Internetbandbreite zu kämpfen. Die Spielleitung muss hier ggf. Hilfestellung oder technischen Support leisten.

Das letzte Rätsel führt die Teilnehmenden zu der browserbasierten Plattform Learningsnacks. Dort ist in Form eines Chatbots ein selbsterstelltes Quiz zu finden. Die Plattform verfügt jedoch auch über zahlreiche „OER-Snacks“, die zur freien Verfügung stehen und für Rätsel verwendet werden können. Nun gilt es, die Zahlencodes miteinander zu kombinieren und zu erkennen, dass es sich

um GPS-Koordinaten handelt. Diese führte, bei Google Maps eingetragen, zum Zielort. Wichtig ist dabei, keine Sonderzeichen wie Punkt oder Komma zu vergessen. Eine genaue Arbeitsweise und gute Kommunikation sind im gesamten Spielverlauf von großer Bedeutung und daher eine gute Spielanleitung mit klaren Spielanweisungen unerlässlich.

Fazit und Ausblick

Mit Hilfe der Live-Erprobung konnte gezeigt werden, dass es möglich ist, ohne hohen finanziellen Aufwand einen komplexen Digitalen Breakout zu entwickeln, der gleichzeitig die Azubi-Ausbilder*innen-Kommunikation nachhaltig positiv beeinflussen kann. Diese motivierende Methode der Fortbildung kann Spannungsfelder abbauen und für einen Perspektivwechsel sorgen. Möglich wäre auch, dass Azubis eigene Breakouts für andere Azubis entwickeln. Die Lernenden werden so zu Lehrenden und können ihr eigenes Wissen vertiefen und hinterfragen. Einmal gut durchdachte digitale Breakouts können beliebig oft wiederholt und auch von unterschiedlichsten Zielgruppen angewendet werden.

Grundsätzlich sollten für die Konzipierung von digitalen Breakouts einige Regeln beachtet werden. So muss das Spiel in sich stimmig und ohne Widersprüche zu durchlaufen sein, also selbsterklärend für die Spielenden. Auch sollten die Rätsel aufeinander aufbauen, in der vorgegebenen Zeit und mit den vorhandenen Mitteln und Hinweisen lösbar sein. Zudem muss die Spielleitung stets vor Ort oder digital erreichbar sein. Sie sollte ggf. eingreifen können und die notwendigen Handlungskompetenzen besitzen. Wichtig für den Grundgedanken der Gamification ist es, die Freude am Spiel zu erhalten und die Teilnehmenden nicht durch wiederholtes Scheitern zu demotivieren. Im Kopf sollten die gemeinsamen Erfolgserlebnisse der Teams bleiben. Hier sollte ggf. gezielte, dezentale Hilfe zur Selbsthilfe durch geschickte Moderation oder versteckte Hinweise geleistet werden. Die Spielleitung hat quasi die Rolle eines Puppenspielers, der alles im Hintergrund unbemerkt verfolgt und nur bei Bedarf eingreift. Die Teilnehmer*innen stehen im Mittelpunkt und sollten die gestellten Aufgaben möglichst in Selbstlern-/Gruppenphasen bearbeiten und nicht durch eine Spielleitung zu eng in ihren Handlungen eingegrenzt sein. Vorhandene Breakouts können stetig weiterentwickelt und neue Tools bzw. Plattformen eingebunden werden, sodass es bei Wiederholungen nicht langweilig wird.

Auch für Zielgruppen ohne bisherige Berührungspunkte mit Breakouts/Escape Rooms eignet sich diese digitale Methode, um Neugierde für digitale Medien zu wecken und neue Anwendungen kennenzulernen.

Wie durch eine Umfrage (Abbildung 3) sichtbar wurde, war Mozilla Hubs nur einem der Teilnehmenden zuvor bekannt. Learningsnacks war für alle Befragten ein völlig neues Tool. Das mit Abstand bekannteste genutzte Tool war das Konferenztool Zoom, wohl vor allem durch die (teilweise zwangsweise) intensive Nutzung während der pandemiebedingten Homeoffice-Phase in Unternehmen und Bildungseinrichtungen.

Welche digitalen Tools kennen Sie und nutzen Sie selbst in Ihrem Arbeitsalltag?

Mehrfachauswahl möglich (N=20)

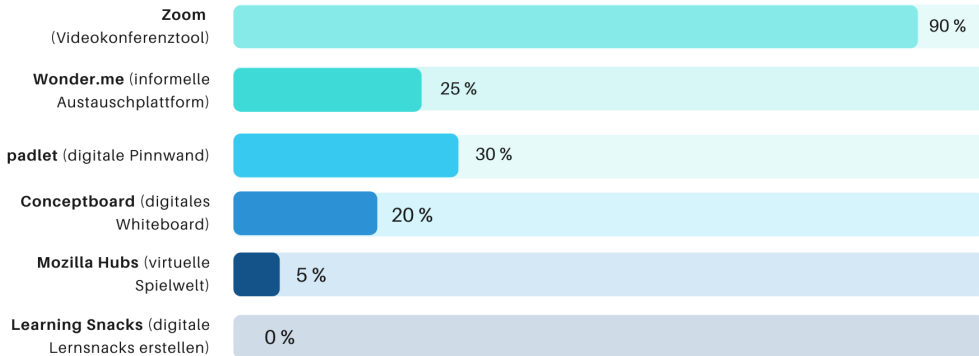


Abbildung 3: Umfrage bei der eQualification 2021 zu Vorkenntnissen der Teilnehmenden über verwendete Tools (Quelle: eigene Darstellung)

Die im Rahmen des Projektes *vierpunkteins* entwickelten Modelle für Digitale Breakouts sollen in andere Schulungskonzepte integriert werden. Das erste Mal wird dies der Falls bei der Umsetzung des Fortbildungskonzeptes „Betriebliche*r Medienmanager*in“ der Fall sein, welches ebenfalls ein Ergebnis der Projektarbeit der *vierpunkteins*-Projektteams ist. Ziel dabei ist die Vermittlung von Themen wie IT-Sicherheit, Datenschutz, Cybermobbing oder Nachhaltigkeit im Unternehmenskontext mit Praxisbezug. Ob sich das Schulungskonzept „Digital Breakouts“ langfristig in das Angebotsportfolio integrieren lässt, wird sich erst nach einer längeren Erprobungsphase in einem realen Lernumfeld in Unternehmen oder Bildungseinrichtungen zeigen.

Literatur und Quellen

- BIBB Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.) (2020): Materialien für das betriebliche Ausbildungspersonal, Rollen und Aufgaben des betrieblichen Ausbildungspersonals. Online: https://www.foraus.de/dokumente/pdf/2020_Rollen_Aufgaben-AusbildPersonal.pdf (10.06.2021)
- Bildung digital (2021): Gamification im Unterricht – Teil 1: Grundlagen. Online: <https://www.bildung.digital/artikel/gamification-im-unterricht-teil-1-grundlagen> (10.06.2021)
- BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2019): JOBSTARTER: Ausbildung im digitalen Wandel – Strategien für kleine und mittlere Unternehmen. Online: https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/Ausbildung_im_digitalen_Wandel.pdf (29.06.2021)
- BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2020): eQualification 2021, Lernen und Beruf digital verbinden – Gamification, Projektband des Förderbereiches „Digitale Medien in der beruflichen Bildung“. Online: https://www.qualifizierungdigital.de/_medien/downloads/26703_DLR_PT_eQualification_Projektband_RZ_030221_CLEAN_DNK112b_GW_02.pdf (29.06.2021)
- Buggenhagen, Hans Joachim (2018): Handreichung für die Betrieblichen Akteure, Exposee: Der pädagogische Prozess – Begriffliche Grundlagen. Online: <http://docplayer.org/65264864-Der-paedagogische-prozess-begriffliche-grundlagen.html> (10.06.2021)
- DKJS Gemeinnützige Deutsche Kinder- und Jugendstiftung GmbH (2021): Gamification im Unterricht. Online: <https://www.bildung.digital/artikel/gamification-im-unterricht-teil-2-beispiele-fuer-die-schule> (10.06.2021)
- Exciting Edu (2021): EduBreakout als Unterrichtseinheit: Ein Interview mit Verena Knobloch. Online: <https://excitingedu.de/edubreakout-interview-verenaknoblauch/> (10.06.2021)
- Game Institute Austria (2021): Best Case Escape Room Koffer. Online: <https://www.gamesinstitute.at/bestcase.html> (10.06.2021)
- Homann, Elena (2019): Gamification in der Ausbildung. Online: <https://www.intercommotion.de/2019/05/21/gamification-in-der-ausbildung/> (10.06.2021)
- Muß-Merholz, Jöran (2017): Die 4K-Skills: Was meint Kreativität, Kritisches Denken, Kollaboration, Kommunikation? Online: <https://www.joeran.de/die-4k-skills-was-meint-kreativitaet-kritisches-denken-kollaboration-kommunikation/> (10.06.2021)
- Netzwerk Digitale Bildung (Hrsg.) (2021): Methode 5: Digitales Breakout. Online: <https://www.netzwerk-digitale-bildung.de/methode-5-digitales-breakout/> (10.06.2021)

UNICUM Media (2021): Generation Z: Wer sind die Nachwuchskräfte von morgen. Online: <https://unicum-media.com/marketing-wiki/generation-z/> (10.06.2021)

UNLOCK Erasmus + Projekt (2021): Literature Review; Creativity through game-based learning at the higher education. Online: http://www.un-lock.eu/reports.html?fbclid=IwAR3WcMgvdtJ2wy_DPLePKIu7-9mdAZUNbvS_PWILcrJRkz4DuvKb-qg9g18 (10.06.2021)

Kirchner, Anja (2021): Digitale Bildung ist nicht mehr wegzudenken In: Unternehmerverband Nord-deutschland Mecklenburg-Schwerin e.V. (Hrsg.): Unternehmerzeitung 01/2021, 42

ERGEBNISSE UND TRANSFERPRODUKTE AUS DEM VERBUNDPROJEKT DIGIBAU



Prozess- und Ergebnisevaluation

Netzwerkgestaltung, Nutzungsevaluationen und didaktische Analysen

Annika Hillegeist, Clemens Milker, Manuela Niethammer

Ein digitaler Medienpool für die Qualifizierung in den Bauberufen

Rechtssicher verwendbares Material für Lehrende und Lernende

Susanne Diekmann, Thomas Grochtmann

Neuaufgabe 2021: die Datenbank für digitale Lernmedien in der Bautechnik

Nora-Fabienne Freytag

Hybrides Lernsystem

Virtuelles 3D-Gebäudemodell verknüpft mit Fachinhalt-Wiki

Norbert Kuri, Jan Appenrodt

Virtuelles Schaufenster Digitales Lernen

Kai Dettmann

PROZESS- UND ERGEBNISEVALUATION

Netzwerkgestaltung, Nutzungsevaluationen und didaktische Analysen

Annika Hillegeist, Clemens Milker, Manuela Niethammer

Durch die interne Evaluation eines großen Projektes sollten sich allgemeine Aussagen zur Projektarbeit innerhalb eines komplexen Netzwerkes formulieren und förderliche sowie hemmende Faktoren für den Projekterfolg abstrahieren lassen. Zu diesem Zweck werden verschiedene Evaluationsinstrumentarien entwickelt. Diese ermöglichen eine Erfassung qualitativer und vor allem quantitativer Indikatoren, welche systematisch analysiert und hinsichtlich der ursprünglichen Projektziele sowie der Erfolgskriterien beurteilt werden. Hieraus ergibt sich ein stetiges Feedback für die Projektarbeit. Zudem werden Erkenntnisse zu den Wechselwirkungen zwischen Organisationsentwicklung (Gelingensbedingungen, Anforderungen an Personal und technische Ausstattung), didaktischer Gestaltung der digitalen Medien und deren Einsatz im beruflichen Lehren, Lernen und Arbeiten erfasst.

Schlüsselbegriffe

- › Formative Evaluation
- › Summative Evaluation
- › Netzwerkgestaltung
- › Netzwerkimplementierung
- › Nutzungsevaluation
- › Didaktische Analyse

Ausgangslage

Mit dem Vorhaben *DigiBAU* wurde das Ziel verfolgt, die Kooperationsbeziehungen, den Austausch und den Transfer mit Blick auf die Digitalisierung bauberuflichen Arbeitens und Lernens im Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V. zu verstetigen, zu vertiefen sowie darüber hinaus zu innovieren. Aufbauend auf den bereits bestehenden Strukturen des Kompetenznetzwerks Bau und Energie e. V. wurden aufeinander abgestimmte Maßnahmen zu den Themenfeldern „Digitales Lernen“ und „Qualifizierung für die digitale Arbeitswelt“ entwickelt, systematisiert und in Beziehung gesetzt. Die Aufgabe der Professur für Bautechnik, Holztechnik und Farbtechnik sowie beruflicher Didaktik der TU Dresden war in diesem Projekt die projektinterne Evaluation der Prozesse und Ergebnisse der komplexen Netzwerkarbeit. Hierzu sollten die Vorgehensweisen der Netzwerkgestaltung begleitet,

deren Merkmalen und Effekten analysiert und in Kooperation mit den Netzwerkpartnern optimiert werden. Ziel ist es, die Innovationsfähigkeit des Netzwerkes mittels Analysen und einer ständigen Rückkopplung hinsichtlich weiterer Gestaltungsoptionen innerhalb der „Community of Practice“ (CoP) zu erfassen. Angestrebt sind auch Erkenntnisse zu den Wechselwirkungen zwischen Netzwerkentwicklung – insbesondere auf der Ebene des inhaltlichen Austauschs – und der didaktischen Gestaltung der digitalen Medien sowie deren Einsatz im beruflichen Lernen und Arbeiten. Generell sind also drei Schwerpunkte zu evaluieren:

- › Unterstützungs- und Managementprozesse
- › Kernprozesse der Netzwerkarbeit
- › Nachhaltigkeit

Die Unterstützungs- und Managementprozesse umfassen die Projektstruktur sowie alle Initiativen und Kooperationen im Verlauf der Projektarbeit. Auch das Nutzungsverhalten hinsichtlich der entstandenen Lehr- und Lernmedien gehört zu diesem Schwerpunkt. Zu den Kernprozessen der Netzwerkarbeit gehören die Entwicklung sowie Bereitstellung der produzierten digitalen Medien im bautechnischen Berufsfeld. Die Evaluation in diesem Bereich schließt eine didaktische Bewertung (Analyse) und Systematisierung der Lernmedien in Bezug auf Inhalte, Kontexte, Repräsentationsformen sowie kognitive, aktivierende und differenzierende Lernaufgaben ein. Ziel auf Ebene der Nachhaltigkeit ist eine großflächige Nutzung der erstellten Lehr- und Lernmedien über das Projektende hinaus. Dazu werden Maßnahmen des Wissens- und Technologietransfers begleitend erfasst.

Alle im Projekt eingesetzten Evaluationsinstrumentarien wurden im Vorfeld aus dem Pool üblicher Methoden durch das Projektmanagement und der Fachdidaktik ausgewählt, angepasst und während der gesamten Laufzeit fortwährend optimiert.

Grundlagen

Netzwerkentwicklung und Projektstruktur

Für die Entwicklung der Erhebungsinstrumente zur Netzwerkentwicklung muss zunächst definiert werden, welche Bedingungen hemmende oder fördernde Auswirkungen auf den Aufbau und die Vertiefung von Kooperationsbeziehungen haben und woran diese zu erkennen sind. Die sichtbaren Merkmale können dann durch passende Erhebungsinstrumente erfasst und ausgewertet werden.

Jansen (1999, 52) beschreibt Netzwerke „als eine abgegrenzte Menge von Knoten oder Elementen und der Menge zwischen ihnen verlaufenden so genannten Kanten. [...] Diese Knoten oder Elemente sind die Akteure, z. B. Personen oder korporative Akteure wie Unternehmen, Ministerien oder Länder. Die Kanten sind die zwischen ihnen verlaufenden Beziehungen oder Relationen“.

Daraus ergibt sich, dass Netzwerke aus einer Anzahl von mitwirkenden Akteur*innen, den Projektpartner*innen, bestehen, zwischen denen es kommunikative Beziehungen gibt. Die Teilnahme in einem solchen Konstrukt dient nicht dem Selbstzweck, da ein Mehrwert nicht nur für sich selbst,

sondern auch für alle anderen Mitwirkenden generiert werden sollte. Dieser Mehrwert kann verschiedene Formen annehmen wie beispielsweise Ideen, Medien, erprobte Lösungsansätze o. ä. und ist somit für die Evaluierenden beobachtbar. Das gemeinsame Interesse aller Partner fundiert dabei von Beginn die Stabilität und die zielorientierte Kommunikation sowie den Aufbau vertrauensvoller Kooperationsbeziehungen. Im Sinne der Zusammenarbeit in einem Netzwerk müssen die Partner zum Teil die Grenzen ihrer Organisationsstrukturen überschreiten und in Workshops oder Schulungen zu gemeinsamen Themenschwerpunkten über ihren Aufgabenbereich hinausschauen, um so Team-Building-Maßnahmen sowie technische Innovationsprozesse beschleunigen zu können.

Die Beteiligten im Netzwerk des DigiBAU Projekts sind zehn überbetriebliche Ausbildungsstandorte (Ausbildungszentren, Handwerkskammern, Berufsförderungswerke, Bundesbildungszentren) aus dem Schwerpunktbereich des Zimmerergewerbes, aber auch anderen Berufen der Baubranche wie Maurer*in, Beton- und Stahlbauer*in sowie drei Universitäten (siehe Liste der institutionellen Partner am Ende des Buches). Das bereits vor DigiBAU etablierte Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V. bot für den vertrauensvollen Umgang eine produktive Grundlage.

Generell trägt eine relativ homogene Zusammensetzung der Projektpartner*innen zur Stabilität eines Projektes bei (vgl. Weyer 1997, 64). Andererseits werden durch branchenexterne Akteur*innen, wie beispielsweise die Universitäten, weitere differenzierte und gewinnbringende Perspektiven eröffnet.

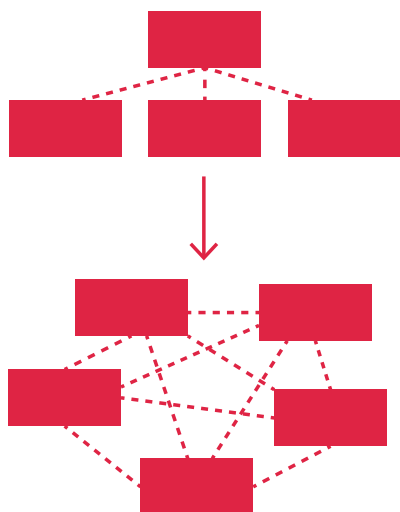


Abbildung 1: Indirekte Kommunikation zu direkter Kommunikation (Quelle: eigene Darstellung)

Bei der Vernetzung zwischen den Projektpartner*innen kann zwischen verschiedenen Grundtypen unterschieden werden. Es gibt direkte oder indirekte Vernetzungsstrukturen sowie strategische bzw. selbstgesteuerte Netzwerke. Direkt-strategische bzw. indirekt-strategische Projektstrukturen mögen zu Beginn der Laufzeit von Vorteil sein, da durch die Projektleitung Kontakte geknüpft, Treffen organisiert sowie Denk- und Arbeitsprozesse angestoßen werden können. Für unmittelba-

ren, vertrauensvollen und schnellen Austausch empfiehlt sich der Übergang in eine eher direkte, selbstgesteuerte Projektstruktur zwischen den Projektpartnern*innen (vgl. Anlaufs 2013, 12). Von Vorteil wäre hierbei zum Beispiel, die entstehenden Ressourcen schneller teilen zu können und dabei die Projektleitung bei der Vermittlung zu entlasten. Die Evaluation der Austauschprozesse wird für intern Evaluierende durch direkte Kommunikationswege jedoch erschwert.

Die Aktivitäten im Netzwerk sind immer an die in den einzelnen Teilprojekten vertretenden Personen gebunden. Ein guter Austausch basiert auf einem kontinuierlichen Personalbestand. Das bedeutet, je stabiler die personelle Zusammensetzung, desto besser und vertrauensvoller ist der Austausch innerhalb des Projektes. Dadurch kann eine gewinnbringende Kommunikation für die eigene Organisation gleichzeitig positive Effekte für die Partner*innen ermöglichen (vgl. Anlaufs 2013, 14).

Ein weiteres und bedeutsames Kennzeichen vom Arbeiten in einem Netzwerk ist, dass Phasen der Zusammenarbeit und der „selbstständigen“ Arbeit im Wechsel stattfinden. Jede*r Beteiligte braucht Zeit und Freiheit, die eigenen festgelegten Ziele zu verfolgen und Ergebnisse zu produzieren. Die dabei durchlaufenen Aufgaben, Hürden und Lernwege sowie die Produkte können dann für alle als Grundlage gemeinsamer Arbeitsphasen gewinnbringend ausgetauscht und festgehalten werden.

Letztendlich ist die Wirkung einer guten Netzwerkarbeit das Erzielen von Effekten bzw. das Herstellen von Produkten (geistig und technisch), die ohne die Vernetzung so nicht (zeitnah) realisiert werden könnten.

Lehr- und Lernmedien

Die Entwicklung von digitalen Lehr- und Lernmedien ist wesentlicher Kernprozess der hier vorliegenden Netzwerkarbeit. Schwerpunkte der Evaluation sind die Begleitung und Begutachtung der Entwicklung der Medien sowie die Einschätzung ihrer Wirksamkeit und Übertragbarkeit. Dazu werden die erstellten digitalen Lernanwendungen aus medien- und fachdidaktischer Perspektive untersucht und systematisiert.

Für eine Begutachtung müssen zunächst die Aspekte und Kriterien lernunterstützender digitaler Medien und pädagogischer Konzepte für eine didaktische Analyse abgeleitet werden. Digitale Lehr- und Lernmedien bieten gegenüber herkömmlichen Lehrmitteln eine ganze Reihe von erweiterten Möglichkeiten. Die didaktische Analyse der erstellten Medien kann beschreiben, in welcher Lernumgebung das untersuchte Produkt welche (Lehr-)Funktionen am besten übernehmen kann. Die Analyse soll somit Ansätze zur Gestaltung von Lernumgebungen liefern, da sich die Lernwirksamkeit von Medien immer nur aus dem Zusammenhang mit der jeweils eingesetzten Methode ergibt.

Generell werden die Lehr- und Lernmedien für den Einsatz an überbetrieblichen Ausbildungsstätten und beruflichen Schulen konzipiert. Das allgemeine Ziel beruflicher Bildung ist die Ausbildung der beruflichen Handlungskompetenz und eine damit einhergehende Persönlichkeitsentwicklung. Die überbetrieblichen Ausbildungsstätten dienen dabei vor allem der Qualitätssicherung hinsicht-

lich praktischer Arbeitshandlungen und -abläufe, indem sie die betriebliche Ausbildung durch praktische Lehrgänge ergänzt (vgl. BMBF 2021). Somit sollen die entwickelten Lehr-/Lernmedien vor allem die Auseinandersetzung mit praktischen Arbeitsabläufen unterstützen und nicht nur theoriegeleitet Fachwissen vermitteln.

Evaluationskonzept

Unter dem Aspekt der Entwicklung und Implementierung digitaler Lehr- und Lernmedien für die berufliche Aus- und Weiterbildung in einem Verbundprojekt ist der Evaluationsaspekt von Bedeutung. Für das Generieren innovativer Ideen sind ständige Rückkopplungen notwendig, um die Qualität zu sichern. Dieser Austausch wird durch die Evaluation innerhalb des Projektes angeregt. Diese Feedbackschleifen sind im Besonderen während der Entwicklungsprozesse der didaktischen Lehr- und Lernmedien wichtig. Sie beziehen sich zum Beispiel auch auf die Akzeptanz der erstellten digitalen Medien im Anwendungsfeld. Hierzu werden Ausbilder*innen und Auszubildende befragt.

Ausgangspunkt war die Erstellung eines übergeordneten Evaluationskonzeptes zu Projektbeginn. Die dafür benötigte Zeit wurde zudem zum Aufbau und zur Vertiefung vertrauensvoller Kooperationsbeziehung der einzelnen Partner*innen zu den Evaluierenden genutzt. Denn viele durch den sozialen Kontext gegebene und zu erwartende Herausforderungen einer internen Evaluation können durch die Bildung einer guten Kommunikationsbasis präventiv umgangen oder schlichtend gelöst werden.

Bei der Entwicklung des Konzeptes muss zunächst unterschieden werden, welche Bereiche der drei schon genannten Schwerpunkte formativ (prozessbegleitend) während der gesamten Laufzeit und welche summativ (ergebnisbezogen) am Ende des Projektes evaluiert werden sollten. Daraus ergibt sich ein erster grober Überblick:

Tabelle 1: Zuordnung Evaluationsschwerpunkte

Prozessbegleitend	Ergebnisbezogen
› Netzwerkentwicklung und -betreuung, Schulungen › Entwicklung & didaktische Analyse der Lehr-/Lernmedien › Maßnahmen zum Wissens- und Technologietransfer	› Nutzer*innen-Evaluation hinsichtlich der Lehr-/Lernmedien › Feedback zu den Lehr-/Lernmedien › Listung der Medien

Tabelle 2: Arbeitsschritte des Evaluationsvorhabens

	2018				2019				2020				2021				2022
Quartal	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.
Arbeitsschritte																	
Evaluationskonzept erstellen																	
Netzwerkentwicklung																	
Synergieforen																	
Tabellarische Umfrage																	
Interviews Projektpartner*innen																	
Nutzer*innen-Evaluationen/ Onlinebefragungen																	
Didaktische Analyse der Lehr- Lernmedien																	
Interviews Projektpartner*innen																	

Durch die verschiedenen Evaluationsvorhaben im Laufe des Projektes werden qualitative und vor allem quantitative Indikatoren erfasst. Diese sollen systematisch analysiert und nach den ursprünglichen Projektzielen sowie den Erfolgskriterien beurteilt werden. Zudem wird festgehalten, inwieweit die durch die Evaluation herausgearbeiteten Empfehlungen durch die Projektpartner*innen genutzt wurden. Die TU Dresden ist als Evaluationsstelle auch Mitglied im Projekt, sodass eine interne Evaluation ermöglicht wird. Das hat den Vorteil, dass ein vertieftes Wissen über den zu evaluierenden Bereich vorliegt, die fachlichen Standards der zu evaluierenden Praxis bekannt sind und schnelle administrative Zugriffe auf Daten gegeben sind. Somit kann die Evaluation an sich die Tätigkeiten und Vorhaben unterstützen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass durch die eingesetzten Methoden und Werkzeuge nur analysiert werden kann, was mittels dieser Methoden auch wahrnehmbar ist.

Methoden und Ergebnisse des Evaluationsvorhabens

Bei der formativen Evaluation handelt es sich um ein vielschichtiges Set an Methoden und Werkzeugen, mit deren Hilfe die Schwachstellen und/oder Verbesserungsmöglichkeiten bei der Entwicklung des vorhandenen Netzwerkes und der digitalen Medien identifiziert werden sollen. In der ersten Projekthälfte richtete sich die Aufmerksamkeit der Evaluation vor allem auf die Projektstruktur sowie auf die Prozesse und Kooperationen im Verlauf der Projektarbeit. Für die Untersuchungen der internen Projektstruktur wurden Beobachtungen, Protokolle von Treffen sowie Abfragen und Interviews durchgeführt.

Befragung I

Die Beobachtungen sowie Protokollierung der Synergieforen wurden von Beginn des Projektes an vorgenommen. Somit konnte ein aktueller erster Stand in Bezug auf die Projektpartner*innen und deren Beziehungen untereinander erfasst werden. Viele Teilnehmende kannten sich bereits aus vorangegangener Zusammenarbeit, andere hingegen hatten noch keinen Kontakt. Die Evaluationsstelle betrachtete vordergründig, wie die Bindung der einzelnen Partner*innen innerhalb des Netzwerkes gelang. Die Beobachtungen zeigten, dass sich die schon bestehenden Kontakte als gute Grundlage für eine gelingende Zusammenarbeit im Projekt erwiesen. Die neu hinzugekommenen Partner*innen konnten durch ähnliche und gemeinsame Arbeitsschritte sowie durch inhaltlich vergleichbare Problemstellungen und den darauf orientierten Workshops gut integriert werden. In diesen Workshops konnten alle Teilnehmenden des Projekts gleichermaßen ihre Kompetenzen zur gemeinsamen Entwicklung sowie der Problemlösung zur Verfügung stellen und nutzen. Es kam zu einer Weiterentwicklung von bestehendem Wissen durch gemeinsames Agieren. Der Transfer von im Netzwerk bestehendem Wissen bzw. bestehender Technologien zum digitalen Lernen fand durch gemeinsam geplante Veranstaltungen statt. Durch die stetige Zusammenarbeit verdichtete sich die Netzwerkstruktur zunehmend.

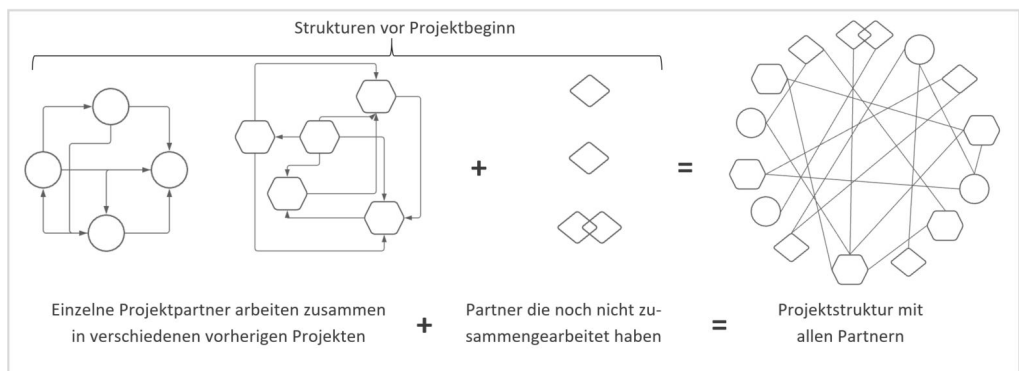


Abbildung 2: Entwicklung der Strukturen und Kooperationsbeziehungen innerhalb des Projektes (Quelle: eigene Darstellung)

Einen besonders sensiblen Faktor stellt bei der Netzwerkanalyse die Größe des Projekts dar. Um die Kooperationspotentiale voll entfalten zu können, darf es nicht als starres, sondern muss vielmehr

als ein flexibles Konstrukt verstanden werden, in dem die Arbeit in agilen, teilweise temporären Arbeitsgruppen geleistet wird. Hier zeigt sich außerdem, wie wichtig bei großen Netzwerkprojekten die Steuerung und Unterstützung der Projektarbeit durch sogenannte Metastandorte (hier vor allem der Standort Hamburg) zu Beginn ist, die die unterschiedlichen Ansätze erfassen und evtl. konträre Vorgehensweisen konstruktiv bündeln und vermitteln.

Gegen Ende des ersten Projektdrittels wurde die erste größere Erhebung zur Zusammenarbeit mittels einer tabellarischen Umfrage und daraus entwickelten halbstandardisierten Befragungen durchgeführt. Ziel war hierbei, die Schnittstellen der Zusammenarbeit der einzelnen Zentren sichtbar zu machen, Wünsche und Bedarfe zu sammeln und gemeinsame zukünftige Arbeitsschritte zu identifizieren. Die Daten aus dieser prozessbegleitenden Evaluation dienen der Qualitätssicherung, helfen, Entscheidungshilfen zu generieren und schaffen eine Grundlage, um Aussagen über die Zusammenarbeit innerhalb des Netzwerkes zu formulieren. In der Umfrage wurden spezifisch zu jedem Teilprojekt die Projektziele aufgelistet. Jede*r Partner*in konnte sich nun zu den Zielen der anderen Standorte positionieren und die eigene Perspektive darauf bzw. die Expertise dazu angeben. Zur Auswahl standen die Optionen:

- › Probleme/Arbeitsschritte der anderen haben keine Bedeutung für das eigene Teilprojekt, aber die Vorgehensweise ist von Interesse (Schulungsinteresse in CoP)
- › Fachwissen bzw. Erfahrungen sind im eigenen Team vorhanden und Austausch hierzu ist möglich
- › Gleiche oder gleichartige Probleme /Arbeitsschritte sind im eigenen Vorhaben relevant und aus diesem Grund ist eine Zusammenarbeit in der CoP erwünscht
- › (Zwischen-)Ergebnisse sind für die eigene Arbeit von hohem Interesse und aus diesem Grund ist ein schneller Austausch erwünscht.

Mit den Ergebnissen dieser Abfrage wurden standortspezifisch Fragen für das Telefoninterview entwickelt, in dem dann die angegebenen Bedarfe und Kooperationswünsche vertiefend untersetzt wurden. Als Ergebnis entstanden Übersichten für die Projektpartner*innen, in denen deutlich wird, wo welche Expertisen vorhanden und wo Hilfestellungen erwünscht sind oder wo gemeinsame Arbeitsschritte durchgeführt werden können. So ergibt sich eine Übersicht mit Angeboten und Anfragen aus den anderen Teilprojekten. Zudem wurden einige generelle Bedarfe der Projektteilnehmer*innen gesammelt, z. B.:

- › Beziehungen des Kompetenzzentrums bzw. vorheriger Projekte werden weiter gepflegt und intensiviert, zudem wird ein noch intensiverer Austausch gewünscht: „Nur wer sich traut und den anderen kennt, kann effizient zusammenarbeiten.“ (Zitat aus einem Telefoninterview)
- › Ergebnisse aus Workshops und aus den Teilprojekten für alle übersichtlich, kompakt darstellen
- › Protokolle der Synergieforen
- › Regelmäßige digitale Meetings zum kurzfristigen Austausch, Offenlegung von Zwischenergebnissen
- › Weiterentwicklung bestehender digitaler Transfer- und Lerninfrastrukturen im Netzwerk, um das Übertragen und die Verbreitung bauberuflicher Bildungsangebote und Expertise in Kooperation mit KMU zu beschleunigen

- › Verstärkt den Fokus darauflegen, die vorhandenen Medien zu verbreiten (aktuelle Zielvorstellungen sind noch sehr produktorientiert und müssen erweitert werden)
- › Sammeln von Best-Practice-Beispielen in Hinblick auf die Zusammenarbeit mit KMU (Klein-, Mittelständische Unternehmen) und der Verbreitung von Medien

Maßnahmen:

- › Aufbau einer Austauschplattform mit neuer Kollaborationssoftware
- › 14-tägige Web-Meetings (später alle vier Wochen), Protokolle für alle zugänglich
- › Hilfestellung beim Herantreten an KMU, Infoveranstaltung dazu durch Projektleitung,
- › Digitales Schaufenster entsteht

Das direkte Feedback zu den Maßnahmen fiel sehr positiv aus. Die Web-Meetings sind gut organisiert und vorbereitet, die entstehenden Protokolle gleich im Anschluss für alle erhältlich. Auch die Austauschplattform wird positiv angenommen, jedoch wird angemerkt, dass diese nur gut funktionieren, wenn alle Teilprojekte gleichermaßen diese Plattform zum Austausch von Daten nutzen. Dazu werden einheitliche Formatvorlagen als hilfreich angesehen.

Neben den Bedarfen ist mit der telefonischen Befragung auch der aktuelle Arbeitsstand der Zentren erfasst worden. Größtenteils ist die zeitliche Planung eingehalten. Sind Abweichungen zu erkennen, so sind diese auf Personalwechsel, technische Verzögerungen (Beispiel: Ausbau der Internetanbindung auf dem Außengelände) oder noch zu klärende Rechtsfragen zurückzuführen.

Insgesamt zeigt sich ein sehr vertrauter Umgang aller Beteiligten in der CoP während der Synergieforen, in den Online-Meetings und Telefonumfragen. Obwohl die Projektziele und Arbeitswelten/Lehrinhalte der einzelnen Standorte zum Teil sehr unterschiedlich sind, zeichnet sich die Zusammenarbeit durch gegenseitiges Interesse und hohe Kooperationsbereitschaft aus. Trotz der thematischen Vielfalt schaffen es die Verbundpartner*innen, die spezifischen Problemstellungen der einzelnen Arbeitspakete für alle nachvollziehbar herauszuarbeiten und kooperativ zu bearbeiten. So hat jedes projektbezogene Produkt sowie jeder Arbeitsschritt seinen Mehrwert für die CoP und damit für die Professionalisierung der Standorte und die Optimierung der Prozesse und Produkte jeweils vor Ort. Die Evaluation ergibt, dass DigiBAU somit nachweislich die bereits im Vorfeld vorhandenen Synergien verstärkt und neue bildet.

Die zweite Projekthälfte widmet sich neben der weiteren Analyse der Projektstrukturen primär der Evaluation der in den Teilprojekten erstellten digitalen Lernmedien sowie deren Verstetigung. Zu den Ergebnissen der Teilprojekte wird das Verbreitungs- und das wahrgenommene Nutzungspotenzial einzelner Produkte über Onlinebefragungen der Auszubildenden und der Auszubildenden eingeholt. Zur Einordnung der erhobenen Antworten ist es wichtig, die Einstellungen und Vorerfahrungen der Lernenden und Lehrenden hinsichtlich der digitalen Lernmedien bekannt sind, weshalb diese miterfasst wurden. Durchgeführt wurde die Erhebung im Zeitraum vom 01.01.2021 bis 30.04.2021. Dabei konnten die Teilnehmenden im Schnitt ca. vier Wochen lang auf die Befragung zugreifen.

Fragebögen

Die Fragebögen (vgl. Neumann 2013) waren in drei Teile untergliedert: Im ersten Teil wurden einige soziodemografische Merkmale aufgenommen, im zweiten Teil konnten die Teilnehmenden über Nutzungsgewohnheiten digitaler Endgeräte und zu ihren Lern- bzw. Lehrmethoden Auskunft geben. Im abschließenden dritten, individuell an das befragte Zentrum angepassten Teil wurde ein Feedback zu den jeweils eingesetzten digitalen Medien eingeholt. Die finale Fassung des ersten und zweiten Teils umfasste bei den Auszubildenden 14 und bei den Ausbilder*innen zehn Fragen. Der dritte Teil variiert in der Anzahl der Fragen entsprechend den Anpassungen. Die Anzahl der Items liegt dabei bei mindestens zwei und höchstens sieben. Der Fragebogen fokussierte folgende Themenbereiche:

Tabelle 2: Themenbereiche der Fragebögen

	Auszubildende	Ausbilder*innen
Teil 1: Soziodemografische Angaben	Alter, Geschlecht, Betriebsgröße, persönliche digitale Endgeräte, Nutzungszeit digitaler Endgeräte	
	Höchster Schulabschluss, aktuelles Ausbildungsjahr	Erlerner Beruf
Teil 2: Nutzungsgewohnheiten hinsichtlich digitaler Endgeräte und Lern- bzw. Lehrmethoden	Orte mit Zugriff auf schnelles und stabiles Internet	
	Nutzungsdauer von digitalen Endgeräten	
	Bei Problemen suche ich mir Hilfe bei...	
	Persönliche Einschätzung des Umgangs mit digitalen Endgeräten	
	Nutzung verschiedener Programme/Software	
Teil 3: Feedback	Wertende Aussagen zu digitalen Endgeräten und dem Internet	
	Feedback, weitere Optimierungsmöglichkeiten/Verbesserungswünsche	

Ergebnisse der Befragung

Die Befragung hatte einen explorativen Charakter, d. h. es ging weniger um Repräsentativität als vielmehr darum, einen gefächerten Einblick in die Nutzungsgewohnheiten hinsichtlich digitaler Medien für die berufliche Ausbildung aus Sicht der Auszubildenden und Ausbilder*innen zu erhalten sowie Rückschlüsse auf die Nutzung des Mediums in den einzelnen Zentren zu gewinnen.

Die Daten wurden mit Methoden der quantitativen Sozialforschung ausgewertet (vgl. Bortz & Döring 2015). Dabei wurde auch überprüft, ob Korrelationen zwischen einzelnen Aspekten erfasst werden können, z. B. zwischen dem höchsten Bildungsabschluss (kurz: Abschluss) und dem Nutzungsverhalten der Teilnehmenden bzw. dem Feedback.

Die Datensätze wurden vor Beginn der Auswertung von den Fällen bereinigt, die max. die ersten drei Frage beantwortet haben. Zudem konnten zum Zeitpunkt des Schreibens nur die Daten von vier der befragten Zentren berücksichtigt werden. Mit dieser Eingrenzung und Vorgabe konnten für die Auswertung die Antworten von 138 Auszubildenden und 13 Ausbilder*innen berücksichtigt werden. Diese Personen haben jedoch nicht immer jede einzelne Frage beantwortet, sodass die Anzahl der Antwortenden – mit (n) in den grafischen Darstellungen ausgewiesen – zwischen den einzelnen Fragen variieren kann. Zudem kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich insbesondere medienaffines betriebliches Ausbildungspersonal an der Befragung beteiligt hat. Dies lässt der Großteil der Ergebnisse vermuten, da viele Teilnehmende bereits digitale Lernmedien in der Lehre einsetzen.

Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse überblicksmäßig dargestellt, wobei mit der Gesamtmenge der befragten Auszubildenden begonnen wird.

Insgesamt gaben 138 der Befragten ihr Alter an. Am stärksten beteiligten sich mit 35 % Personen im Alter von 17 bis 19 Jahren und mit 28 % die 19 bis 21-Jährigen. Die am wenigsten vertretenden Gruppen waren die unter 17-Jährigen (eine Person) und diejenigen im Alter von 28 Jahren und älter (6 %). Männer sind in der Stichprobe viel stärker vertreten (92 %) als Frauen (8 %). Jeweils etwas weniger als ein Drittel der Teilnehmenden haben einen Haupt-, einen Realschulabschluss bzw. ein Abitur, ein geringer Rest hat keinen Schulabschluss bzw. ein (abgebrochenes) Studium (< 3 %). Über 65 % der befragten Auszubildenden befand sich zur Zeit der Umfrage im dritten Lehrjahr, die restlichen 35 % waren im zweiten Lehrjahr vertreten.

Alle Auszubildenden besitzen laut Umfrage ein Smartphone. Zudem gaben 78 Personen an, auch einen Laptop zu nutzen. Deutlich geringer fiel der Anteil der Personen aus, die einen stationären PC besitzen (35 %). Hinsichtlich der technischen Ausstattung der Auszubildenden ist keine signifikante Unterscheidung der Altersgruppen und auch der verschiedenen Abschlüsse zu erkennen. Der Zugriff auf stabiles Internet ist bei 113 Teilnehmenden gegeben. Interessant ist hier der Anteil von 11 %, welcher angibt, nie oder nur sehr selten Zugriff auf ein stabiles Internet zu Hause zu haben. Im Ausbildungszentrum haben über 60 % der Auszubildenden ständigen oder zumindest häufigen Internetzugriff. Dennoch gaben auch knapp 30 % an, nur selten oder sogar nie die Möglichkeit zur Internetnutzung im Ausbildungszentrum zu haben. Über 86 % der Auszubildenden fühlen sich im Umgang mit digitalen Endgeräten (DEG) sehr sicher bis sicher. Zudem nutzt die Mehrheit verschiedenste Programme und Apps und kann dementsprechend flexibel damit arbeiten. Dennoch gaben auch 10 % an, nicht sicher im Umgang mit DEG zu sein und diese eher vermeiden zu wollen. Dabei ist kein signifikanter Zusammenhang zwischen Alters- bzw. Abschlussgruppe und der Unsicherheit bei der Nutzung von Medien festzustellen.

Das Chatten, Streamen von Musik und Videos, Nutzen sozialer Medien und Recherchieren von Informationen sind sehr häufig genutzte Internetanwendungen der Auszubildenden, wohingegen sie nur sehr selten E-Books lesen oder an Internetforen teilnehmen.

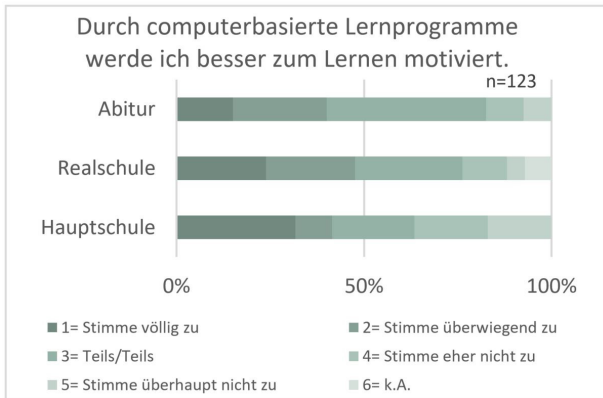


Abbildung 3: Einschätzung der Motivationssteigerung durch neue Medien (Quelle: eigene Darstellung)

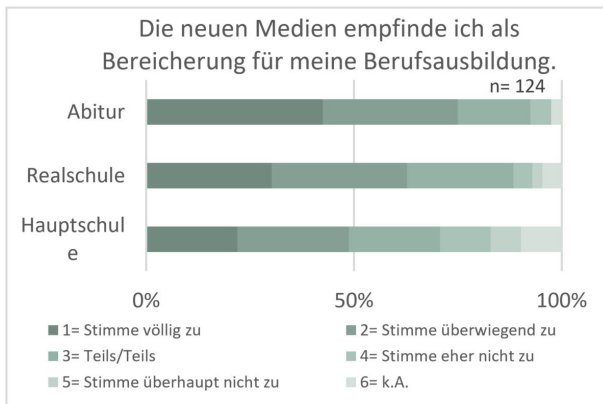


Abbildung 4: Bewertung neuer Medien für die eigene Berufsausbildung (Quelle: eigene Darstellung)

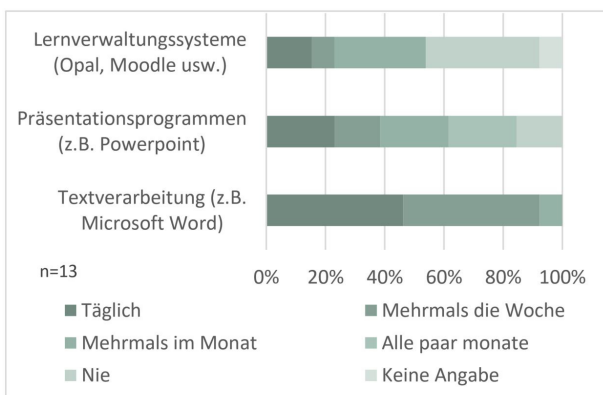


Abbildung 5: Hauptsächlich verwendete Programme (Quelle: eigene Darstellung)

Die Nutzung des Internets zur Lernorganisation wird von den Auszubildenden sehr individuell bewertet – ähnlich viele Personen nutzen Programme für diesen Zweck regelmäßig, während andere keine solcher Anwendungen verwenden. Es lässt sich keine allgemeine Aussage bezüglich der Beeinflussung der Lernmotivation der Auszubildenden durch DEG erkennen (Abbildung 3). Tendenziell empfinden Auszubildende mit höherem schulischen Abschluss weniger Motivation durch den Einsatz von DEG als diejenigen mit niedrigerem Abschluss. Genau entgegengesetzt sehen die beiden Gruppen die Bereicherung für die eigene Berufsausbildung durch deren Einsatz (Abbildung 4).

Bei den befragten Auszubildenden handelt es sich ausschließlich um Männer, von denen sich die Hälfte (ca. 53 %) im Alter von 41 bis 50 Jahren befindet. Eine Person ist über 60 Jahre alt. Bei der Frage nach dem Besitz persönlicher DEG gab einer der Befragten an, kein Smartphone zu besitzen, aber alle Teilnehmenden besitzen mindestens ein digitales Endgerät. Interessant ist, dass nur etwas über 60 % der befragten Ausbilder zuhause über eine stabile Internetverbindung verfügt. In den Betrieben sowie im Büro haben jeweils 23 % keine sicher funktionierende Internetverbindung.

Etwa die Hälfte der Befragten gab an, sicher im Umgang mit DEG zu sein und sie auch flexibel einsetzen zu können. Zudem

haben bereits über die Hälfte der Teilnehmenden Schulungen zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht besucht. Nahezu alle Auszubildenden gaben an, einen vermehrten Einsatz von DEG zu befürworten und sind vom Nutzen des Erkundens von Lerninhalten mittels DEG überzeugt. Auf die Frage hin, wie handhabbar die genutzten DEG sind, gab es sehr differenzierte Antworten. Während einige keine Probleme bei der Verwendung von DEG benennen, gaben andere an, zum Teil starke Schwierigkeiten zu haben. Auch sieht nur etwa die Hälfte der Befragten in digitalen Medien eine Hilfe zur Strukturierung des eigenen Unterrichts. Die Nutzung von Lernverwaltungssystemen o. ä. zur Kommunikation mit den Auszubildenden ist nicht großflächig verbreitet. Hauptsächlich werden Standardanwendungen zur Vorbereitung von Lerneinheiten genutzt (Abbildung 5). Auch hier lassen sich bemerkenswerterweise bei der Befragung der Auszubildenden in keinem der Items spezifische Unterschiede zwischen den Altersgruppen erkennen.

Grundlegend ergaben die Befragungen der Auszubildenden und Auszubildenden eine positive Einstellung zur Nutzung digitaler Endgeräte, was darauf schließen lässt, dass sie neuen digitalen Lernmedien offen gegenüberstehen.

Im dritten Teil der Befragung wurde individuell für jedes Ausbildungszentrum ein Feedback zu dem eingesetzten Lehrmedium eingeholt. Aus diesem Grund können die Ergebnisse nicht wie Teil eins und zwei für die Gesamtmenge der Befragten dargestellt werden. Sie wurden an die Zentren übermittelt, sodass diese auf das Feedback reagieren können. Ob und wie diese Reaktion stattgefunden hat, wurde in einer anschließenden Telefonbefragung ermittelt (siehe Befragung II).

Didaktische Analyse der digitalen Lehr- und Lernmedien

Grundlage für eine verbreitete und dauerhafte Nutzung medialer Anwendungen ist zudem die Sicherung der Qualität der erstellten Lehr-/Lernmedien sowie deren Erreichbarkeit. Aus diesem Grund wurden die erstellten digitalen Lernanwendungen zusätzlich aus medien- und fachdidaktischer Perspektive untersucht. Diese Analyse erfolgt kriteriengeleitet und schließt mit einer Systematisierung und Einordnung der erstellten Medien ab. Dabei ist von der Annahme auszugehen, dass nicht immer identische Kriterien für alle einzelnen Anwendungen und alle Teilaspekte innerhalb der verschiedenen Medien gefunden werden können. Vielmehr dienen die Kriterien der übergeordneten Einordnung der Lehr- und Lernressourcen und als Basis für die anschließende fachdidaktische Analyse. Die erstellte Liste aus Kriterien leitet sich aus der Analyse von Potenzialen digitaler Medien für den Einsatz als Lern- und Arbeitsaufgaben ab und berücksichtigt dabei verschiedene schon vorhandene Kategorie-Systeme und berufsdidaktische Analysen, z. B. von Lernaufgaben (vgl. Maier et al. 2010, 90; Becker 2018).

Überblick über die Kriterien:

- › Rahmenbedingungen
- › Art des Mediums
- › Didaktische Zielsetzung
 - › Richt- und Leitziele
 - › Inhalt
 - › Strukturierung

- › Sozialformen
- › Maßnahmen zur Lernunterstützung
- › Lernerfolgskontrollen
- › Feedbackstrukturen

Wie schon erwähnt dienen die Kategorien vor allem einer Einordnung und weniger der Bewertung, da die von den Zentren entwickelten digitalen Medien zum Teil sehr unterschiedlich sind und auch immer im spezifischen Einsatzkontext, z. B. Erstaneignung oder Vertiefung von Wissen, Praxisanleitung, Theorievermittlung usw., gesehen werden müssen. Als Entwicklungspotenzial bei fast allen betrachteten digitalen Medien konnte die (beispielhafte) Formulierung von Lern- und Arbeitsaufgaben festgestellt werden. Eine Lern- und Arbeitsaufgabe bildet eine berufliche Aufgabenstellung ab, deren Wahrnehmung und Lösung die Anwendung von neuem Wissen und Können voraussetzt. Der Lernerfolg ergibt sich aus der richtigen und vollständigen Aufgabenausführung (vgl. Witzgall 1998). Lern- und Arbeitsaufgaben sind aus dem jeweiligen beruflichen Handlungsfeld abgeleitet und werden durch die Lernenden handlungsorientiert bearbeitet. Sie ist somit der Ausgangs- und Bezugspunkt für das Handeln der Lernenden (vgl. Niethammer 2006). Über den Problemlöseprozess wird eine Lernumgebung geschaffen, in der verschiedene erkenntnisunterstützende Mittel, wie die im Projekt entwickelten Produkte, zum Tragen kommen können. Fehlt ein solcher Anwendungsbezug, können die Potenziale des neuen Mediums und deren Vorteile gegenüber den bekannten analogen Medien nicht bewertet werden. Damit fehlt auch die Motivation für den Einsatz digitaler Medien und deren langfristige Etablierung und Nutzung ist nur schwer zu realisieren. Ein Aspekt der Analyse ist daher das Generieren eines Beispiels mit Arbeitsaufgabe zur Verdeutlichung des Potenzials.

Ein weiteres Ziel des Projekts ist die Erarbeitung eines gemeinhin umsetzbaren, offenen, didaktischen Standards für den Einsatz digitaler Bildungsangebote. Für die zielorientierte sowie kollegiale Genese eines solchen universell einsetzbaren didaktischen Standards (vgl. Beitrag von Falk & Roth in diesem Band) zur Einbindung von digitalen Medien in der überbetrieblichen Ausbildung und im Unterricht sowie dessen Nutzung durch die Projektpartner*innen könnten auch die durch interne Evaluation erstellten Analysen genutzt werden.

Befragungen II

In der Endphase des Projektes fand die zweite telefonische Befragung statt. Es wurde erhoben, inwieweit die Ergebnisse der Befragung und der didaktischen Analyse Einfluss auf den Einsatz der digitalen Medien in der Praxis haben und wie der Einsatz und die Verbreitung dieser geplant ist. Zudem wurden die Projektpartner*innen gefragt, wie sie die Kommunikation und Zusammenarbeit innerhalb des Projekts retrospektiv wahrgenommen haben.

Die Projektpartner*innen spiegeln, dass die Einschätzungen und Ergebnisse der Auszubildendenbefragung zur Nutzung der Medien im Allgemeinen große Übereinstimmungen zu ihren Erwartungen aufweisen. Doch wurde der Umgang mit digitalen Endgeräten, welcher beispielsweise von den Auszubildenden als sehr flexibel und gut beurteilt wurde, von den interviewten Partner*innen aus den Ausbildungszentren eher kritisch beurteilt. Die Handhabung des Smartphones zum Beantworten von Nachrichten oder zum Surfen im Internet sei zwar gut, aber der Großteil der Auszubilden-

den sei nicht in der Lage, E-Mails abzurufen, PDF- oder Word-Dateien auszufüllen sowie Dokumente zu speichern oder zu versenden. Hier wäre es wichtig, die Medienkompetenz der Lernenden vielfältig zu stärken.

Kritisches Feedback aus den Online-Befragungen wurde von den einzelnen Zentren wertschätzend aufgenommen. Zum Zeitpunkt der telefonischen Interviews waren bereits weitere Entwicklungsstufen der digitalen Medien umgesetzt, sodass Änderungsvorschlägen zum Teil auch vorgegriffen werden konnte. Das Bildungszentrum Holzbau Biberach beispielsweise entwickelte für den Einsatz im eigenen Zentrum entsprechende Lern- und Arbeitsaufgaben, die über Flyer, Poster und Karten präsentiert werden. Mittels QR-Codes werden die Auszubildenden von den Aufgaben auf die entsprechenden Lernsequenzen weitergeleitet. So können die erstellten Lerneinheiten zur Vor- und Nachbereitung von Inhalten oder zum Selbststudium genutzt werden.

In anderen Zentren sind Optimierungen und Erweiterungen in Planung und sollen, sobald die personellen Mittel vorhanden sind, umgesetzt werden, wobei das Feedback aus den Befragungen beachtet wird. Dazu gehört zum Beispiel die Verbesserung der Tonqualität, das nachträgliche Schneiden von Videomaterial, das Bereitstellen von Lern- und Arbeitsaufgaben usw. Eine wichtige Rolle spielen auch die Überlegungen zur langfristigen und nachhaltigen Wartung und Finanzierung sowie der Verstetigung der Medienbausteine, denn auch nach Projektende sollen die erstellten Produkte nutzbar bleiben. Vieles wird über das digitale Schaufenster (siehe Beitrag von Dettmann am Ende des Buches) in die Breite getragen, einiges soll zunächst nur für das eigene Zentrum genutzt werden und erst nach einigen Optimierungsschleifen zugänglich gemacht werden. Zur Verbreitung dienen zudem Newsletter, Projektbriefe und -treffen sowie Kontakte zu ansässigen Firmen und den Berufsschulzentren.

Die befragten Partner*innen geben zur Kommunikation und Zusammenarbeit innerhalb des Projektes an, dass diese gut, aber im Vergleich zur ersten telefonischen Befragung etwas gesunken sei. Dies wird jedoch nicht als hinderlich beziehungsweise negativ aufgefasst, sondern als logische Konsequenz aus der pandemischen Situation gesehen. Besuche der Projektpartner*innen seien untereinander kaum bzw. nicht möglich gewesen und viele Mitarbeiter*innen des Projektes hätten durch die Umstrukturierungen und Änderungen in Lehrabläufen kurzfristig andere Arbeitsschwerpunkte. Hinzu kommt, dass viele Ausbildungszentren für die Mitarbeiter*innen sowie Auszubildenden ganz oder teilweise geschlossen wurden. Als positiv wurden zu dieser Zeit vor allem die Web-Meetings wahrgenommen, in denen sich die Projektpartner*innen zu den verschiedenen Vorgehensweisen der Ausbildungszentren in Hinblick auf die Bewältigung der Pandemie austauschen konnten. Konsens gab es auch in der Bewertung der teilweisen digitalen Form des Synergieforums im April 2021. Der Informationsaustausch mittels Präsentationen wurde als gewinnbringend aufgefasst, aber allen online Teilnehmenden fehlte die anregende Kommunikation abseits der geplanten Vorstellungen.

Erfahrungen und Erkenntnisse

Über die interne Evaluation des Projektes wurde der Aufbau der Struktur sowie die Kooperationsbeziehungen der DigiBAU-Partner über die Laufzeit sichtbar gemacht und eine Intensivierung derselben nachgewiesen. Durch das Vorgehen konnten auch weitere mögliche Ansätze zur Zusammenarbeit gefunden und angestoßen werden. Somit stellt die Evaluation ein Instrument zur Weiterentwicklung und Steuerung von Arbeitsprozessen innerhalb des Projekts dar. Dabei ist es von Vorteil, schon im Anfangsstadium die Erwartungen der Projektteilnehmer*innen an die Evaluationsstelle mit den umsetzbaren Leistungen abzugleichen und dabei die Rolle und Aufgaben der Evaluation für alle zu verdeutlichen. Letztendlich stellt die Evaluation generell für alle auch einen Mehraufwand dar, von dem die Partner*innen jedoch auch profitieren können. Durch die erhobenen, analysierten und weitergeleiteten Bedarfe konnten beispielsweise zeitnah Maßnahmen zur Effizienzsteigerung durchgeführt werden. Zudem erhielten die Standorte Feedback durch Nutzende sowie Expert*innen, welches in die Weiterentwicklung der digitalen Medien einfließen konnte.

Die Erfahrung macht deutlich, dass kurze und schnelle, aber dafür häufiger stattfindende Evaluationen für die Projektpartner*innen besser zu handhaben sind als große, sich über einen längeren Zeitraum ziehende Studien. Es bietet sich daher an, unmittelbare Feedbackschleifen im Anschluss an Treffen oder Gespräche zu etablieren. Eine grundlegende Erkenntnis ist, dass persönliche Gespräche vor Ort bevorzugt und somit angestrebt werden sollten.

Literatur und Quellen

- Anlauff, Wolfgang; Hartwich, Hans-Dieter (2013): Leitfaden Aufbau und Evaluation eines Demografienetzwerkes. ffw GmbH Gesellschaft für Personal- und Organisationsentwicklung, Nürnberg
- Becker, Matthias (2018): Didaktik und Methodik der schulischen Berufsbildung. In: Arnold, Rolf; Lipsmeier, Antonius; Rohs, Matthias (Hrsg.): Handbuch Berufsbildung. Springer Reference Sozialwissenschaften. Springer VS, Wiesbaden, 7–8. Online: https://doi.org/10.1007/978-3-658-19372-0_30-1 (29.09.2021)
- BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung (2020): Überbetriebliche Berufsbildungsstätten. Online: <https://www.bmbf.de/de/ueberbetriebliche-berufsbildungsstaetten-1078.html> (20.08.2021)
- Bortz, Jürgen; Döring, Nicola (2015): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. 5. Aufl. Berlin
- Jansen, Dorothea (1999): Einführung in die Netzwerkanalyse. VS Verlag für Sozialwissenschaften
- Maier, Uwe; Kleinknecht, Marc; Metz, Kerstin; Bohl, Thorsten (2010): Ein allgemeindidaktisches Kategoriensystem zur Analyse des kognitiven Potenzials von Aufgaben. In: Beiträge

zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung 28 1, 84–96. Online: https://www.pedocs.de/volltexte/2017/13734/pdf/BZL_2010_1_84_96.pdf (20.08.2021)

Neumann, Jörg; Düwel, Frauke (2013): Forschungsbericht zur IST-Stands-Analyse im BMBF Verbundvorhaben ChemNet. Dresden

Niethammer, Manuela; Schweder, Marcel (2016): Handelnd Lernen: Situationsaufgaben als Ausgangspunkt berufsschulischen Unterrichts und universitärer Lehrerbildung. – In: Mahrin, Bernd (Hrsg.): Wertschätzung – Kommunikation – Kooperation: Perspektiven von Professionalität in Lehrkräftebildung, Berufsbildung und Erwerbsarbeit; Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Johannes Meyser. Universitätsverlag der TU Berlin, 32–42. DOI: 10.14279/depositonce-5004 (08.08.2021)

Weyer, Johannes (1997): Weder Ordnung noch Chaos. Die Theorie sozialer Netzwerke zwischen Institutionalismus und Selbstorganisationstheorie. In: Weyer, Johannes; Kirchner, Ulrich; Riedl, Lars; Schmidt, Johannes F.: Technik, die Gesellschaft schafft. Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese. Berlin, 53–99

Witzgall, Elmar (1998): Ein modulares Lernaufgabensystem für die inner- und außerbetriebliche Qualifizierung in der rechnergestützten Fertigung. In: Holz, Heinz; Koch, Johannes; Schemme, Dorothea; Witzgall, Elmar (Hrsg.): Lern- und Arbeitsaufgaben in Theorie und Praxis. Bielefeld, Bertelsmann, 134–147

EIN DIGITALER MEDIENPOOL FÜR DIE QUALIFIZIERUNG IN DEN BAUBERUFEN

Rechtssicher verwendbares Material für Lehrende und Lernende

Susanne Diekmann, Thomas Grochtmann

Im Rahmen des BMBF-geförderten Verbundvorhabens DigiBAU¹ wurde eine Datenbank für die Aus-, Fort- und Weiterbildung in den Bau- und Ausbauberufen entwickelt. Sie offeriert insbesondere den Lehrenden ein breites Spektrum an Bilddateien zur freien Nutzung im Unterricht und zur Erstellung eigener digitaler Medien. Zu den abgebildeten Objekten gehören Baustoffe, Bauprodukte, Konstruktionen, Bauteile, Gebäude, Werkzeuge und Maschinen, Arbeitsabläufe, Bauschäden, Baustellensituationen aus Hoch- und Tiefbau, Verbindungsmittel, Brandschutz- oder Arbeitsschutzzubehör sowie Anlagen, Komponenten und Schemata zur technischen Gebäudeausrüstung. Die der Realisierung der Datenbank zugrundeliegende Konzeption, die Umsetzungsschritte, die Erstellung der einzupflegenden Bilder und anderer Medien sowie der entwickelte rechtliche Rahmen werden eingehend dargelegt. Der aufgebaute Medienpool steht allen Interessierten aus der beruflichen Bildung zur Nutzung und Mitwirkung bei der Erweiterung offen.

Schlüsselbegriffe

- › Bilddatenbank
- › Medienpool
- › Digitale Medien
- › Baugewerke
- › Aus-, Fort- und Weiterbildung
- › Qualifizierung
- › Nutzungsrechte

Einleitung

Die Digitalisierung hat längst in die Arbeit am Bau und in den Ausbaugewerken Einzug gehalten. Das hat natürlich auch Auswirkungen auf die Aus-, Fort- und Weiterbildung in diesen Berufen. Um die Lernenden mit den neuen Verfahren und Methoden vertraut machen zu können, muss

1 <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/digibau/>

das Bildungspersonal in Betrieben, Ausbildungszentren und Berufsschulen zunächst selbst qualifiziert werden. Daneben gilt es, die erforderliche technische Ausstattung bereitzustellen. Die Digitalisierung betrifft einerseits die berufliche Arbeit selbst, beispielsweise digitales Zeichnen, Dokumentieren oder Fertigen bis hin zu komplexen Planungsmethoden wie das Building Information Modeling (BIM). Andererseits geht es um das Lehren und Lernen mit digitalen Medien und Verfahren. Nicht zuletzt hat die Corona-Pandemie den grundsätzlichen Wert und die Vorteile dieser Möglichkeiten, aber auch die damit verbundenen Herausforderungen aufgezeigt. Ohne Hilfestellungen und im normalen Betrieb können die Lehrenden die Digitalisierung ihres Unterrichts zeitlich aber überhaupt nicht leisten. Es bedarf umfangreicher Sammlungen von Softwaretools, Musterlösungen, Best-Practice-Beispielen und Mediendatenbanken, aus denen Lehrende sich mit fertigem Material versorgen oder Bausteine zur Umsetzung eigener Ideen zeiteffizient finden können. In dem nachfolgend beschriebenen Vorhaben wird eines der Hauptthemen für Lehrkräfte bei der Digitalisierung angegangen: Der unzureichende Zugriff auf Bildmaterial, das unter Wahrung von Urheberrecht und Datenschutzbestimmungen einfach zu verwenden ist. Dazu wird für die Berufsbildung im Bauwesen eine Datenbank konzipiert, mit Medien befüllt und mit einem speziell entwickelten und formulierten rechtlichen Rahmen im Internet offeriert.

Ausgangslage und Problemstellung

Der Einsatz digitaler Medien in der Aus-, Fort- und Weiterbildung stellt für Lehrende eine immense Herausforderung dar. Viele haben sich im Laufe ihrer langjährigen Berufspraxis eine umfangreiche Sammlung von Anschauungsobjekten zugelegt. Für die Erläuterung fachlicher Zusammenhänge wurde gern ein Overheadprojektor genutzt. Ein Ordner voller Folien mit aus Büchern zusammenkopierten Grafiken, Tabellen und Fotos bildete eine gute Grundlage für den Unterricht. Die Frage nach Quellenangaben, Urheberrecht, usw. spielte allenfalls eine marginale Rolle, weil die Unterlagen nicht herausgegeben oder veröffentlicht wurden. Alle Fragen rund um Urheberrecht, Fotografenrecht, Persönlichkeitsrecht, usw. wurden allgemein in der Bildung vernachlässigt.

Nach und nach wurden die alten Folien digitalisiert, mit Bildern aus dem Internet ergänzt und in Form von Präsentationen aufbereitet. Die Vortragenden kamen nicht mehr mit ihrem Folienordner, sondern hatten alles auf ihrem USB-Stick oder waren gleich mit dem eigenen Laptop unterwegs. Für die Lernenden gaben zunächst einzelne Lehrende die Folien als Druckwerk heraus. Das weckte Begehrlichkeiten bei den Lernenden, die möglichst alles Gesehene auch zum Nacharbeiten ausgehändigt haben wollten. Tag für Tag spuckten die Kopierer Unmengen an Papier aus. Diese ökonomisch und ökologisch fragwürdige Praxis konnte überwunden werden, indem die Unterlagen für die Teilnehmenden digital zur Verfügung gestellt wurden – per Mail, USB-Stick oder über eine Lernplattform. Allerspätestens jetzt standen Lehrende vor der Herausforderung, dass sie den Verbleib ihrer Unterlagen nicht mehr kontrollieren konnten und sich gezwungen sahen, sich mit den Rechten an den von ihnen verwendeten Bildern, Grafiken, Videos usw. zu befassen. Berichte über Abmahnungen nach Missachtung von Urheberrechten mit teuren Folgen machten die Runde. Zudem wuchs der Stellenwert des Datenschutzes insgesamt. Der sicherste Weg, nur eigenes Material zu verwenden, ist für die meisten aus zeitlichen Gründen kaum umsetzbar. Also braucht es eine

Quelle insbesondere von Bildmaterial, das schnell und unkompliziert zu finden und zu verwenden ist – eine Bilddatenbank für Lehrende. An dieser Stelle setzt das Vorhaben mit dem Bestreben an, einen umfangreichen Bestand an rechtssicher nutzbaren Bildern und anderen Medien aufzubauen und laufend zu ergänzen, aus dem Auszubildende und Lehrende in den Bauberufen sich bedienen können, um damit digitale Lehrmedien zu erstellen.

Ziele und Erwartungen

Mit der Bereitstellung rechtssicher verwendbarer Bilder soll ein großes Hemmnis für viele Lehrende gemindert werden, eigene digitale Schulungsunterlagen zu erstellen und einzusetzen. Vielfach besteht ohnehin keine Gelegenheit, benötigte Objekte passend zu fotografieren, was insbesondere für Baustellensituationen und andere Motive gilt, die nicht in den eigenen Werkstätten oder -hallen inszeniert werden können. In all diesen Fällen soll die Mediendatenbank die Möglichkeit bieten, durch Eingabe von Suchbegriffen in kurzer Zeit geeignetes Bild- oder Filmmaterial zu finden und es unmittelbar einsetzen zu können.

Es wird angestrebt, die Nutzung der Datenbank auch über das Projektende hinaus anzubieten. Wenn Lehrende dieses Angebot kostenfrei nutzen könnten, wäre das die ideale Voraussetzung für eine möglichst umfangliche Verwendung. Die Fälligkeit einer Gebühr für das Herunterladen von Medien wäre dabei ein großes Hindernis – nicht unbedingt vom Preis, sondern allein vom Aufwand her. Besonders größere Einrichtungen, zu denen sich die Bildungsstätten zählen lassen, bieten dabei selten smarte Lösungen an. Andererseits fallen neben eher geringen IT-Infrastrukturkosten vor allem personelle Ressourcen für Betrieb, Pflege und Weiterentwicklung einer solchen Datenbank an, die entsprechend gegenfinanziert werden müssen. Die Entwicklung des Konzeptes, wie das längerfristig gewährleistet werden kann, ist noch eine der zu lösenden Aufgaben.

Zielgruppe

Das Angebot des Medienpools richtet sich an Lehrende in den Bau- und Ausbauberufen. Der Schwerpunkt liegt beim Hochbau, aber auch zum Tiefbau, zur Anlagentechnik (SHK) und zur Elektrotechnik liegt Material vor. Die Datenbank lässt sich im betrieblichen Umfeld, in der Berufsschule und in der überbetrieblichen Bildungsstätte, also an allen Lernorten der Ausbildung, nutzen. Doch die Einsatzmöglichkeiten beschränken sich keinesfalls auf die Erstausbildung. In der Meistervorbereitung, in der Weiterbildung und genauso in der Hochschullehre dürfte die Datenbank jeweils in Teilbereichen von Interesse sein.

Besonders im Theorieunterricht – egal ob im Klassenraum oder im Online-Format – bietet die Datenbank das Material zur Illustrierung der zu vermittelnden Themen. Aber auch bei praktischen Anleitungen in der Werkstatt oder auf Lehrbaustellen können die Medien Verwendung finden.

Für die Vermittlung der Baustoffkunde stehen zahlreiche Abbildungen von Baustoffen in der Datenbank zur Verfügung, zu denen sich auch entsprechende Bilder des Materials im eingebauten Zustand recherchieren lassen. Damit ist unmittelbar der Übergang zur Baukonstruktion gegeben, zu der Skizzen, Fotos von Konstruktionsmodellen sowie gebauten Beispielen vorliegen. Zusammenge stellte Bilderserien erlauben so auch, eine Anleitung für handwerkliche Arbeitsabläufe umzusetzen.

Didaktisches und methodisches Konzept

Die Nutzung der Bilddatenbank impliziert keine spezifische Methodik. Sie lässt sich in jedweder Unterrichtskonzeption nutzen. Insbesondere soll sie die Lehrenden bei der Materialrecherche im Zuge der Unterrichtsvorbereitung unterstützen. Dabei handelt es sich sicherlich vielfach um die Erstellung von Präsentationen oder Skripte, in denen das Bildmaterial textliche Ausarbeitungen ergänzt und veranschaulicht.

Gute Dienste leistet die Datenbank bei der Entwicklung und Erstellung von digitalen Aufgaben und Abfragen als Wissenstests, die die Lernenden zur Festigung ihrer Kenntnisse oder zur Lernstandskontrolle bearbeiten, beispielsweise

- › das Zuordnen der richtigen Bezeichnung zu Baustoffen oder zu Werkzeugen,
- › die Erstellung einer korrekten Reihenfolge von Arbeitsschritten,
- › das Sortieren von Materialien nach technischen Größen oder
- › die Beantwortung von Quizaufgaben.

Dabei kann die Datenbank die gewünschten Medienbausteine liefern. Die erforderliche Software ist entweder in umfangreichen kostenpflichtigen Autor*innentools zur Erstellung digitaler Medien enthalten (z. B. iSpring, Articulate 360) oder es gibt sie kostenfrei als Open Source-Tool im Netz (z. B. H5P, Quizacademy, Padlet). Teilweise sind die Tools auch in Lernmanagementsysteme integriert: Anwender*innen von Moodle-Plattformen haben seit einiger Zeit Zugriff auf die Open Source-Toolsammlung H5P. Bei all diesen Anwendungen recherchieren Lehrende nach geeigneten Medien in der Datenbank, laden sie herunter, bearbeiten sie gegebenenfalls und bauen sie in ihre Präsentationen, Texte, Aufgabenblätter usw. ein.

Die Datenbank lässt sich aber auch unmittelbar im Unterricht verwenden. Dozierende können das Bildmaterial, das sie zeigen wollen, in einer individuellen Kollektion innerhalb der Datenbank sammeln, sortieren und speichern. Während des Unterrichts können sie im Präsentationsmodus des Medienpools diese Bilder zeigen, Details herauszoomen und erläutern, ohne dass die Dateien zuvor heruntergeladen und in eine Präsentationssoftware integriert werden müssen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich die methodischen Möglichkeiten und der didaktische Spielraum für die Lehrenden durch die Bilddatenbank erweitern, weil das benötigte Material im Idealfall hier zur Verfügung steht. Die Datenbank möchte dem Tatbestand entgegenwirken, dass so manch gute Idee an fehlenden Medien scheitert.

Realisierung

Die Arbeiten am Projekt fanden auf drei Ebenen statt: Die Konzeption und Einrichtung der Datenbank, die Beschaffung des Materials für deren Bestückung sowie die Ausgestaltung des rechtlichen Rahmens für deren Nutzung.

Auswahl, Einrichtung und Betrieb der Datenbank

Am Anfang stand die Suche nach einer geeigneten Software für die Bilddatenbank. Dazu wurde ein Anforderungskatalog entwickelt, der die Suche leiten sollte:

- › Open Source-Software
- › Anpassbarkeit an eigene Anforderungen
- › Nutzungsfreundlichkeit
- › Individuelle Rechteverwaltung
- › Import und Export von Metadaten
- › Erprobte und bewährte Software
- › Verwaltung verschiedener Dateitypen
- › Ausgabe von Daten in unterschiedlichen Qualitäten
- › Menüführung möglichst auf Deutsch (oder auf Deutsch übersetzbar)
- › Migrierbarkeit des kompletten Datenbestandes (Zukunftsoffenheit).

Nach entsprechender Recherche, Prüfung und Diskussion im Team fiel die Wahl auf die Open Source-Software *ResourceSpace*®. Sie entspricht den genannten Anforderungen, ist zudem bereits in einem anderen Geschäftsbereich im Hause im Einsatz und erweist sich als geeignet für die DigiBAU-Zwecke. *ResourceSpace*® ist eine Digital-Asset-Management-Software (DAM) und basiert auf der Programmiersprache PHP. Als Datenbank kann MySQL eingesetzt werden. Es wird auf einem Webserver installiert und mit einem Webbrowser benutzt. Außer einem Browser ist für die Nutzung keine Zusatzsoftware erforderlich.

ResourceSpace® unterstützt alle gängigen Betriebssysteme und ist browserunabhängig programmiert. Die grafische Benutzeroberfläche ist komplett (Front-End wie Back-End) webbasiert. Weitere willkommene Eigenschaften sind:

- › Speicherung und Verwaltung beliebiger digitaler Inhalte (diverse Bild-, Video-, Text-, Sounddateitypen)
- › Automatische Anpassung der Größe – Ressourcen können in unterschiedlichen Größen heruntergeladen werden, Benutzer*innen haben so die Möglichkeit, die für sie passende Qualität auszuwählen und dadurch Bandbreite und Downloadzeit zu sparen
- › Berechtigungssystem, das die Berechtigung für den Zugriff auf Nutzungsgruppenebene einstellt
- › Ressourcen können archiviert werden, ohne für Benutzer*innen sichtbar zu sein
- › Benutzer*innen können dem System eigene Ressourcen zur Verfügung stellen, die dann von einem eigenen Redaktionsteam bearbeitet und anderen Benutzer*innen zur Verfügung gestellt werden
- › Import und Export der Bild-Metadaten sind möglich

- › Erweiterbarkeit durch Plug-Ins
- › Bezahlssystem integrierbar

Anfangs wurde vorhandene Hardware zum Betrieb und zur Weiterentwicklung der Datenbank genutzt. Später wurde ein virtueller, gehosteter Server mit den erforderlichen Sicherheitsdienstleistungen angemietet, der über eine neu erworbene Domain angesteuert wird:



www.medienpool-bau.de

Ein längerer Prozess, der durchaus Kurven und Sackgassen enthielt, war die Konzeption der Datenbank, verbunden mit den entsprechenden Anpassungen und Erweiterungen der Software (Plug-Ins). Beispielsweise galt es zu definieren:

Welche Informationen zum Bild müssen obligatorisch, welche können optional hinterlegt werden? Gibt es ein hierarchisches Ordnungssystem? Wie erfolgt die Suche? Wie erfolgt die Anzeige des Suchergebnisses und in welchen Formaten können Bilder heruntergeladen werden? Welche Nutzungsgruppen werden unterschieden und welche Rechte haben sie jeweils? Wie lässt sich der Workflow der Datenbank-Befüllung möglichst effizient gestalten? Welche Bearbeitungsmöglichkeiten an einzelnen oder Gruppen von Bildern sind sinnvoll einzurichten? Wie lassen sich Browseransicht und Usability optimieren? Letztlich mussten Hilfen und Anleitungen erstellt werden, die neue Nutzer*innen in die Arbeit mit der Datenbank vertraut machen können.

Aufbau des Medienbestands für die Datenbank

Für die eigene Befüllung der Datenbank gibt es zwei grundsätzliche Wege – zum einen das gezielte Fotografieren und zum anderen das Auswählen von Bildern aus dem vorhandenen Bestand. Zum späteren Zeitpunkt kam noch das Hochladen von Medien durch Externe, vor allem aus dem Kreis der DigiBAU-Projektpartner*innen, hinzu.

Zur Aufnahme von Bildern wird einfaches, mobiles Studioequipment verwendet, insbesondere um einen neutralen Hintergrund zu haben und um Objekte gut beleuchten zu können. Abbildung 1 gibt einen Einblick in die Produktion von Bildern in einer Werkstatt, in der Werkzeuge und Baustoffe für das Dachdeckerhandwerk fotografiert wurden. Vom Laptop aus lassen sich die Kameraeinstellungen fernsteuern. Das erleichtert die Fokuskontrolle und verhindert ein Verwackeln der Aufnahme durch manuelles Auslösen des Verschlusses. Gleichzeitig werden die Aufnahmen zur Weiterverarbeitung direkt auf dem Rechner gespeichert, es entfällt in diesem Fall also der Datentransfer per Speicherkarte von der Kamera zum Rechner.



Abbildung 1: Produktion von Bildern im mobilen Studio (Quelle: HBZ Münster)

Vor dem Hochladen in die Datenbank werden die Bilder teilweise nachbearbeitet. In der Regel werden die Aufnahmen im RAW-Format aufgenommen und gespeichert. So ergeben sich die größten Möglichkeiten, mit professioneller Bildbearbeitungssoftware das Optimum aus den Aufnahmen herauszuholen. Schärfe, Helligkeit, Kontrast und Farben lassen sich verbessern, störende Bereiche oder Bildfehler lassen sich korrigieren, zu große Ränder abschneiden, usw. Eine akribische Bildbearbeitung kann allerdings zu einem immensen Zeitfaktor werden und ist dem Einsatzzweck der allermeisten Bilder nicht angemessen, sodass diese nicht in den Genuss einer individuellen Verschönerung kommen, sondern nur falls nötig bearbeitet werden. Im späteren Bedarfsfalle ist ein Rückgriff auf die gesicherte Ursprungsdatei möglich.

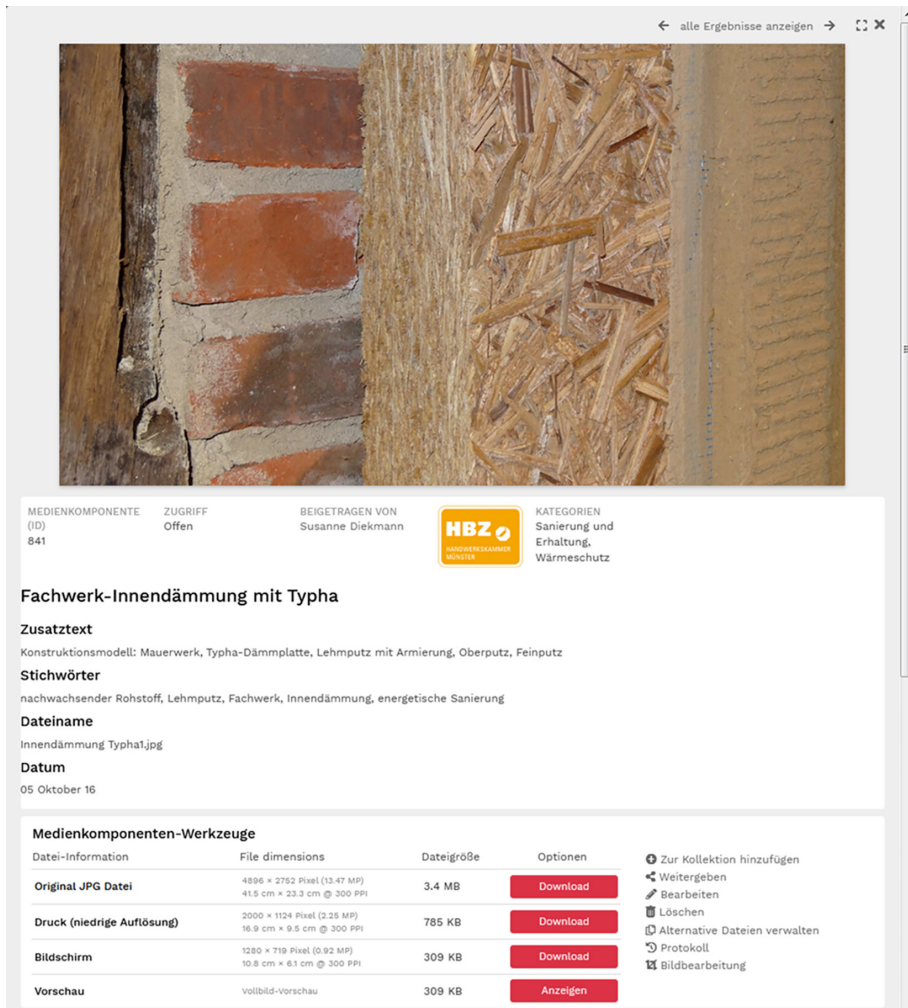
Weiteres Bildmaterial entsteht in Werkstätten, auf Baustellen sowie im öffentlichen Raum. Die Objektgrößen bewegen sich vom Millimeterbereich (z. B. Holzschädlinge) bis hin zu Kathedralen oder Brückenbauwerken. Neben dem gezielten Fotografieren kommt es auch immer wieder zu ungeplanten Aufnahmen, wenn sich unterwegs zufällig ein interessantes Motiv zeigt, das die Datenbank bereichern kann, beispielsweise eine regionale Besonderheit, ein Baufehler, ein eindrucksvoller Bauschaden oder eine spezielle Baustelle. Bereits vorhandenes Bildmaterial, beispielsweise aus der Bauphase des Demonstrationszentrums Bau und Energie am Handwerkskammer Bildungszentrum in Münster, wird gesichtet und zur Integration in die Datenbank ausgewählt. Dabei stellt sich durchaus hin und wieder die Frage nach der eigenen Urheberschaft von Bildmaterial auf den gesichteten Speichermedien, bzw. es muss hinterfragt werden, ob eingeholte Nutzungsrechte den neuen Verwendungszweck in der Bilddatenbank abdecken.

Auch die Projektpartner wurden in die konzeptionellen Überlegungen eingebunden. Im Rahmen eines Workshops im kleinen Kreis gab es Vorschläge zur Beschaffung von Material und zur Ausge-

staltung der Datenbank. Bei allen Projektpartnern wurde im Nachgang abgefragt, welche Wünsche und Erwartungen an die Inhalte der Datenbank bestehen und was andererseits dort an Bildmaterial bereits vorliegt bzw. was ggf. vor Ort fotografiert werden kann.

Upload von Medien in die Datenbank

Medien können einzeln oder gebündelt in die Datenbank hochgeladen werden. Dabei kommen sie zunächst in einen „Vorraum“ zur Vergabe der Metadaten, damit sie später wiedergefunden werden können. Als obligatorische Einträge müssen Bildtitel und Stichwörter vergeben werden, alle anderen sind fakultativ, aber trotzdem sinnvoll. Die Stichwortvergabe muss sorgfältig durchgeführt werden und bereitet daher den größten Aufwand. Nur korrekte Einträge führen später zum Sucherfolg mit den entsprechenden Metadaten (Abbildung 2)



← alle Ergebnisse anzeigen →

MEDIENKOMPONENTE (ID) 841

ZUGRIFF Offen

BEIGETRAGEN VON Susanne Diekmann

KATEGORIEN Sanierung und Erhaltung, Wärmeschutz

HBZ HAUSFORSCHUNGSZENTRUM MÜNSTER

Fachwerk-Innendämmung mit Typha

Zusatztext
Konstruktionsmodell: Mauerwerk, Typha-Dämmplatte, Lehmputz mit Armierung, Oberputz, Feinputz

Stichwörter
nachwachsender Rohstoff, Lehmputz, Fachwerk, Innendämmung, energetische Sanierung

Dateiname
Innendämmung Typha1.jpg

Datum
05 Oktober 16

Medienkomponenten-Werkzeuge				
Datei-Information	File dimensions	Dateigröße	Optionen	
Original JPG Datei	4896 × 2752 Pixel (13.47 MP) 41.5 cm × 23.3 cm @ 300 PPI	3.4 MB	Download	➕ Zur Kollektion hinzufügen ➡ Weitergeben ✏ Bearbeiten 🗑 Löschen 📁 Alternative Dateien verwalten 📄 Protokoll 🔧 Bildbearbeitung
Druck (niedrige Auflösung)	2000 × 1124 Pixel (2.25 MP) 16.9 cm × 9.5 cm @ 300 PPI	785 KB	Download	
Bildschirm	1280 × 719 Pixel (0.92 MP) 10.8 cm × 6.1 cm @ 300 PPI	309 KB	Download	
Vorschau	Vollbild-Vorschau	309 KB	Anzeigen	

Abbildung 2: Screenshot eines ausgewählten Bildes mit den hinterlegten Informationen sowie Download- und Anzeige-Optionen (Quelle: HBZ Münster)

Als Zusatztext lassen sich beispielsweise Detailangaben zum Objekt, Hinweise zum abgebildeten Arbeitsprozess oder auf Baufehler geben. Verwandte Bilder, z. B. vom gleichen Objekt oder vom gleichen Vorgang, lassen sich einander zuordnen, sodass sie gleich mit angezeigt werden, falls ein Bild der Serie ausgewählt wird.

Anfänglich war es das Ziel, alle Bilder einem hierarchisch aufgebauten Kategorienbaum zuzuordnen. Das wurde wieder verworfen, weil der Aufwand hoch und bei entsprechender Verschlagwortung nicht erforderlich ist. Es wurden danach lediglich Kategorien gebildet, die den Nutzer*innen einen schnellen Einblick in den Datenbestand zu bestimmten Bereichen ermöglichen, beispielsweise zu Maschinen oder Gebäuden. In der Regel sind die Medien einer oder mehreren Kategorien zugeordnet, aber nicht durchgehend.

Nach Abschluss der Metadatenvergabe werden die jeweiligen Medien für alle freigeschaltet. Dieser Schritt kann an das Vorliegen einer entsprechenden Berechtigung gekoppelt sein. Hier greift also eine gewisse Qualitätssicherung, die aber gleichzeitig auch eine Absicherung für weniger geübte Nutzer*innen darstellt.

Zur Qualitätssicherung gehört auch eine Konzeption dafür, wer welche Rechte im Umgang mit den eigenen, aber auch mit der Gesamtheit der Daten bzw. der Datenbankstruktur erhält. Dabei mussten wiederholt Kriterien wie Datensicherheit, Zuverlässigkeit der Nutzbarkeit, Flexibilität, Verantwortung, Arbeitsaufwand, Einfachheit der Strukturen, Transparenz usw. diskutiert und definiert werden. Das Resultat ist eine Reihe von Nutzertypen, denen ein bestimmtes Profil an Rechten zugeordnet ist. Beim Registrieren werden neue Nutzer*innen einem bestimmten Nutzertyp zugeordnet. Sowohl diese individuelle Zuordnung als auch das Profil einer ganzen Gruppe lassen sich selbstverständlich bei Bedarf anpassen.

Entwicklung von Nutzungsbedingungen und Lizenzvereinbarung

Eher als ursprünglich geplant bestand die Herausforderung, die nötigen „Spielregeln“ zu entwickeln, denn sobald Kolleg*innen außerhalb des Projektteams gebeten wurden, Material zur Verfügung zu stellen, musste geklärt sein, was damit passieren soll.

Die Nutzung soll möglichst einfach und attraktiv sein, andererseits müssen natürlich auch die Rechte der Urheber*innen gewahrt werden, die ihr Material hochladen und damit anderen zur Nutzung offerieren. In mehreren Diskussionsrunden, u. a. auch mit den Partnern der TU Berlin, wurde auf Basis bekannter und recherchierter Regelungen eine Wunschvorstellung für den rechtlichen Rahmen der Datenbank entwickelt. Mit Unterstützung von Juristen aus dem eigenen Hause wurden anschließend Nutzungsbedingungen und ein Lizenzvertrag formuliert, zu deren Achtung sich alle registrierten Nutzer*innen verpflichten.

Ergebnisse und Produkte

Der im Rahmen des DigiBAU-Projektes entwickelte Medienpool ist im Internet frei verfügbar unter der Domain *www.medienpool-bau.de*. Dieser Name, der den Begriff Bilddatenbank ersetzt, wurde im Laufe des Vorhabens so gewählt, da die Datenbank nicht nur Bilder verschiedener Dateitypen enthält, sondern Dateien aller gängigen Formate verwalten kann: Videos, Animationen, Kalkulationstabellen, Texte, Präsentationen, Tonaufnahmen, PDF-Dokumente, usw. können hochgeladen und entweder online betrachtet oder heruntergeladen werden.

Die Mediendateien liegen unsortiert in einem einzigen großen Datenpool. Einen ersten groben Überblick vom Datenbankinhalt vermittelt ein Klick auf eine der Kategorien, die auf der Startseite gelistet sind (Abbildung 3). Gezielter gesucht und gefunden werden die einzelnen Medien aber durch Eingabe von Suchwörtern im Menü am rechten Rand. Da alle Dateien möglichst gut mit Schlagwörtern versehen gespeichert sind, können sie bei einer Suche unkompliziert gefunden werden. Automatisch zählen bei der Suche auch zusammengesetzte Begriffe als Treffer: Ein „*“ braucht nicht als Platzhalter verwendet zu werden, und auch auf Groß- und Kleinschreibung muss nicht geachtet werden. Ein Beispiel: Nach Eingabe des Suchbegriffes „holz“ werden Medien mit Schlagwörtern wie „Holzhaus“, „Kantholz“ oder „Frischholzschädling“ angezeigt.

Solange die Seitenbesucher*innen nicht angemeldet sind, sind alle Medienkomponenten mit einem Wasserzeichen versehen. Das Sichten und Suchen von Medien ist möglich, sie können aber nicht heruntergeladen werden. Das Abspielen von Videos und animierten Dateien ist blockiert. Klickt man auf eine der gefundenen Medienkomponenten, werden weitere Informationen zum Bild und seiner Herkunft angezeigt. Beispielweise ist Bildmaterial, das die Projektpartner beigesteuert haben, am Logo der Institution schnell zu erkennen. Darin soll eine kleine Belohnung für die Mitarbeit liegen, denn damit ist sicherlich ein gewisser Werbeeffect für die Institution verbunden. Das Auswahlmenü bietet eine Vollbildvorschau und einen Download in unterschiedlichen Dateigrößen an. Die hinterlegten Titel, Stichwörter und ggf. der Zusatztext können eingesehen werden und geben weitere Informationen zum Bild. Ganz unten werden verwandte Bilder im Miniaturformat angezeigt, sofern diese Verbindung entsprechend hinterlegt ist.

Angemeldete Nutzer*innen können die von ihnen ausgewählten Medien in beliebig viele individuelle Kollektionen einsortieren. Das ist temporär hilfreich beim Organisieren und Verwalten, denn es ermöglicht das gleichartige Bearbeiten vieler Medien in einem Arbeitsgang. Verwandte Elemente lassen sich so auch im Nachgang zu Upload und Verschlagwortung noch miteinander verbinden, sodass alle Nutzenden beim Betrachten eines Suchergebnisses gleich darauf hingewiesen werden. Automatisch gespeichert kann mit den Kollektionen auch zu einem späteren Zeitpunkt weitergearbeitet werden. Beispielsweise kann eine spezielle Bildersammlung im Rahmen einer Unterrichtsvorbereitung zusammengestellt und später in der Lehrveranstaltung online präsentiert werden, ohne dass die Medien heruntergeladen werden müssen. Die Abbildung 4 zeigt einen Screenshot aus der Datenbank: Mit der Kombination zweier Suchbegriffe wurden zahlreiche Bilder gefunden. Eine Auswahl wird der individuell erstellten Kollektion zugeordnet und sortiert, sodass sie im späteren Unterricht ohne Download im Vollbildmodus präsentiert werden könnte.

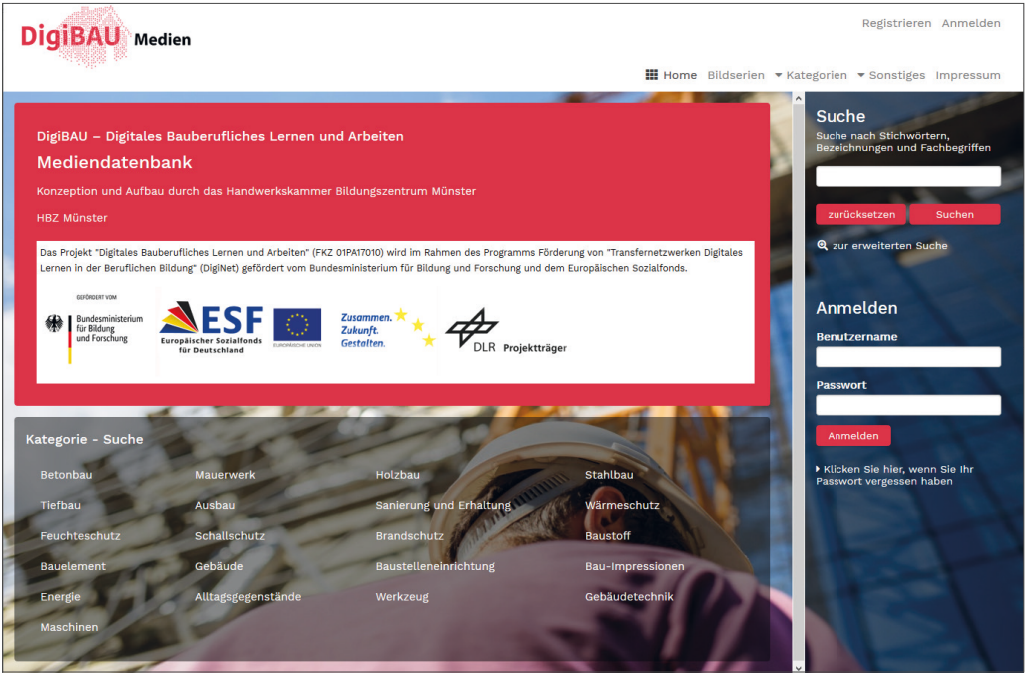


Abbildung 3: Startseite mit Kategorien und Suchfeld (Quelle: HBZ Münster)

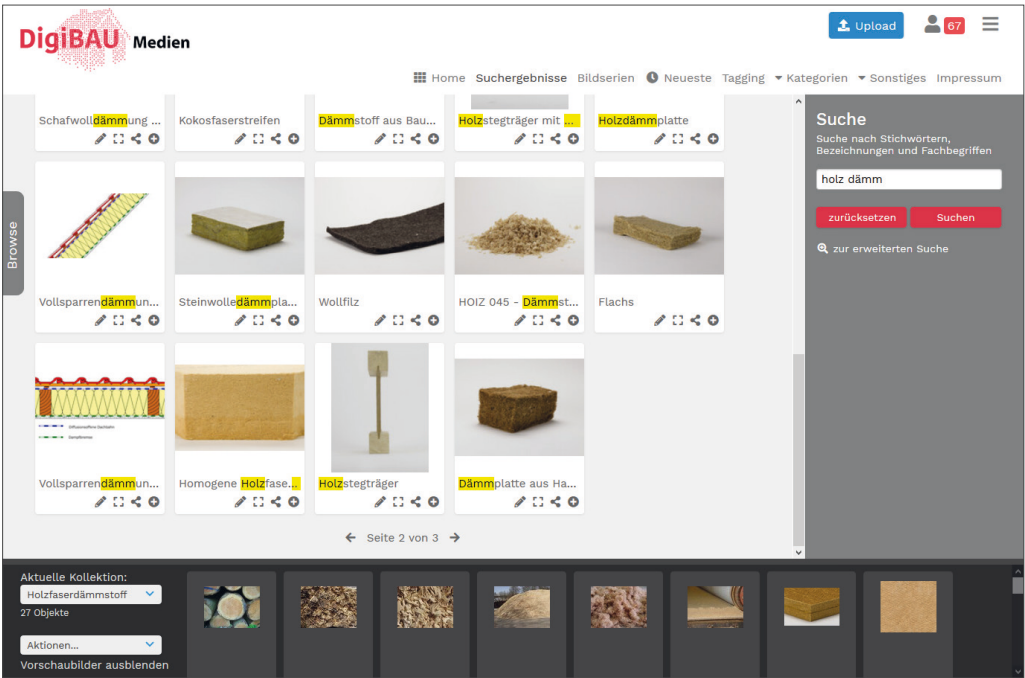


Abbildung 4: Screenshot mit Suchergebnis und individuell zusammengestellter Kollektion unten im Bild (Quelle: HBZ Münster)

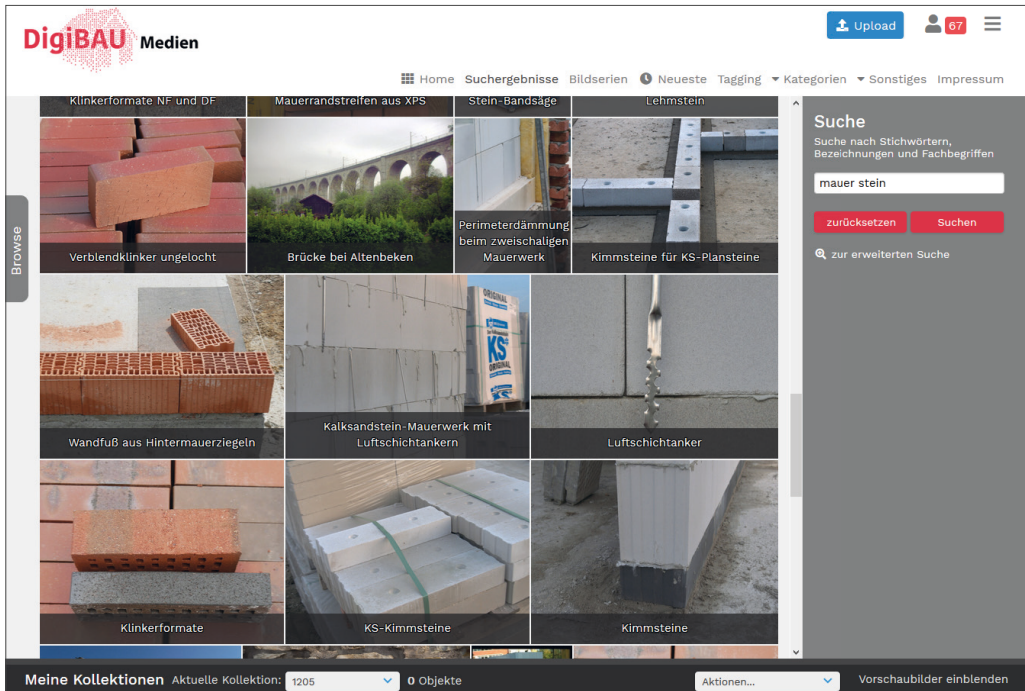


Abbildung 5: Screenshot eines Suchergebnisses im Präsentationsmodus – gleichzeitige Anzeige der Suchergebnisse im Überblick (Quelle: HBZ Münster)

Eine andere Form der Bildschirmdarstellung ist der Präsentationsmodus. Die Suchergebnisse können mit dem jeweiligen Bildtitel entweder gleichzeitig gezeigt werden (Abbildung 5), oder sie lassen sich nacheinander in voller Größe durchblättern (Abbildung 6).



Abbildung 6: Screenshot eines Suchergebnisses im Präsentationsmodus – Sichtung der Bilder im Vollbildmodus (Quelle: HBZ Münster)

Die Arbeit mit der Datenbank ist weitgehend selbsterklärend. Es sind aber auch kleine Anleitungsfilme hinterlegt, die beispielsweise das Suchen von Material oder das Arbeiten mit Kollektionen erläutern. In den Tutorials wird den registrierten Nutzer*innen vorgeführt, wie sie am besten Bilder hochladen und verschlagworten. Während der Projektlaufzeit ist noch eine Kontrollschleife durch das Medienpool-Projektteam eingebaut, bevor neues Material aus anderen Bildungszentren für alle sichtbar freigeschaltet wird.

Nutzungsbedingungen und Lizenzvereinbarung

Die geltenden Nutzungsbedingungen sind auf der Website des Medienpools hinterlegt. Registrierte Nutzer*innen dürfen die Medien aus der Datenbank für Bildungszwecke einsetzen, ohne die Quelle oder Urheberschaft benennen zu müssen. Ausnahmen von dieser Regel sind ggf. unter dem jeweiligen Bild deutlich als „Copyright-Vermerk“ zu erkennen. Falls ein Logo oder ein Schriftzug in ein Bild eingebaut wurde, darf diese Kennung selbstverständlich nicht durch eine Bildbearbeitung beseitigt werden.

Die Medien aus der Datenbank dürfen nur für Bildungszwecke frei genutzt werden. Dieses Recht umfasst die digitale Verwendung in der Lehre, den Einbau in digitale Lernmedien und gedruckte Skripte sowie deren Weitergabe an die jeweiligen Schulungsteilnehmer*innen. Nicht gestattet ist die Verwendung der Bilder in Lehrbüchern und für Werbezwecke. Falls das gewünscht sein sollte, können Interessenten direkt Kontakt mit dem Rechteinhaber aufnehmen und bilateral, also unabhängig von der Datenbank, Lizenzvereinbarungen treffen. Wer Medien in die Datenbank hochlädt, versichert, im Besitz der Rechte zu sein und gewährt den Betreibern der Datenbank eine nicht ausschließliche Lizenz zur Nutzung und zur Vergabe von Folgelizenzen an diejenigen, die Material zu Bildungszwecken herunterladen.

Erprobung, Empfehlungen und Transfer

Die konzeptionellen Arbeiten und den Aufbau des Datenbankinhaltes hat das Team in Münster geleistet. Parallel haben Kolleg*innen die implementierten Features getestet. Nach und nach haben sich auch andere Projektpartner*innen an der Befüllung und Erprobung der Online-Datenbank beteiligt. Einerseits nutzen sie die Datenbank als Quelle für eigene Arbeiten, andererseits tragen sie durch das Hochladen von Medienkomponenten aus dem eigenen Bestand maßgeblich zur Erweiterung des Umfangs an Daten bei. Dabei musste noch das ein oder andere Problem bei der Datenkompatibilität gelöst werden, denn teilweise liegen Datenbestände in Formaten aus vorherigen Anwendungen vor, die nicht ohne Umwandlung in hinreichender Qualität nutzbar sind. Gut funktioniert hat der Transfer von Bildern aus der Datenbank eines Projektpartners. Die dort bereits vergebenen Metadaten konnten ohne Probleme übernommen werden.

Daneben gibt es Kontakte zu Expert*innen aus der Baupraxis (z. B. Architekt*innen, Sachverständige für Bauschäden), die bereits über umfangreiche Bildersammlungen verfügen und bereit sind, zu speziellen Themen Beiträge zu leisten.

Es läuft die weitere Bekanntmachung des Medienpools in der Zielgruppe sowie weiteren Fachkreisen. Ein Verbreitungskanal ist dabei das im Rahmen des DigiBAU-Vorhabens unter Mitwirkung aller Partnereinrichtungen entstandene Virtuelle Schaufenster². Dort ist der Medienpool verlinkt, sodass alle Besucher*innen bei der Recherche nach digitalen Medienbausteinen, Kursangeboten oder Best Practice-Beispielen auch auf die Bilddatenbank verwiesen werden.

Alle Lehrenden in Ausbildungsbetrieben, Berufsschulen und überbetrieblichen Bildungsstätten sind eingeladen, den Medienpool auszuprobieren und zu nutzen. Möglich und gewünscht ist es dabei natürlich genauso, zum Wachsen der Datenbank beizutragen. Dabei spielen auch Hersteller von Baustoffen, Geräten, Anlagen oder Systemlösungen eine Rolle. Da prinzipiell jede*r das Material nutzen und durch eigene Beiträge erweitern kann, soll die weitere Befüllung aus den Kompetenzzentren durch eine fachkompetente „Crowd“ ergänzt werden. Das Konzept zum nachhaltigen Weiterbetrieb der Datenbank ist noch nicht abschließend geklärt.

Fazit und Ausblick

Die Entwicklungs- und Aufbauarbeit ist geleistet und hat sich in der Kooperation im Rahmen des Projektes zunächst einmal bewährt: Für Lehrende in den Bauberufen steht ein vergleichsweise unkompliziert zu nutzender, breiter Fundus an Bildern und anderen Medien zur Verfügung. Der Aufwand zur Erstellung eigener Medien reduziert sich, und teure Abmahnungen bei Verwendung nicht autorisierten Materials sollten hoffentlich ohnehin der Vergangenheit angehören. Der Wert einer solchen Datenbank in den Augen der Nutzenden hängt maßgeblich davon ab, dass es Erfolgserlebnisse gibt – gesucht und gefunden, am besten noch mehr als erwartet. Dazu muss das Angebot hinreichend bekannt und darüber hinaus gut bestückt sein. Beides ist in der Aufbauphase eher nicht gegeben. Es besteht daher eine Daueraufgabe, das Projekt noch breiter aufzustellen und dadurch zu einem nachhaltigen Erfolg zu führen. Ein einmaliger Hinweis auf die Existenz der Datenbank und ihrer Möglichkeiten reicht in der Regel nicht, wie die Erfahrung zeigt. Oft gehen solche Informationen im Alltagsgeschäft schnell wieder verloren. Eine gezielte Ansprache Lehrender mit unmittelbarer Möglichkeit des eigenen Ausprobierens erhöht die Wirkung, ist aber sehr aufwendig und oft nicht umsetzbar.

Darüber hinaus bleibt es eine Herausforderung, Medien anzubieten, die den komplexen Ansprüchen von Urheber-, Persönlichkeits- und Fotografenrecht genügen, und damit die Qualität zu sichern. Im Erfolgsfall können Tausende von Lehrenden profitieren. Alle Leser*innen sind zur Mitwirkung eingeladen, einmal einen Blick in den Medienpool zu werfen, ein Feedback zu geben und zu seinem Wachstum beizutragen.

2 Das Virtuelle Schaufenster ist zu erreichen unter www.digibau.eu

Literatur und Quellen

DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten (o. J.): Projektübersicht.

Online: <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/digibau/> (15.08.2021)

DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten (o. J.): Virtuelles Schaufenster:

Online: <https://www.digibau.eu/> (15.08.2021)

HBZ Münster (o. J.): Mediendatenbank. Online: <https://www.medienpool-bau.de> (15.08.2021)
(QR-Code)

ResourceSpace®: Digital-Asset-Management-System mit Open Source-Lizenz, Entwickler:

Montala Limited. Online: <https://www.resourcespace.com> (15.08.2021)

NEUAUFLAGE 2021: DIE DATENBANK FÜR DIGITALE LERNMEDIEN IN DER BAUTECHNIK

Nora-Fabienne Freytag

Im Rahmen des Verbundprojekts *DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten* wurde die Datenbank Digitale Lernmedien Bautechnik weiterentwickelt und aktualisiert. Dadurch wurde auch ein vollständiger technischer Relaunch notwendig. Das Hauptanliegen der Datenbank ist es, einen Überblick über mediale Angebote in den verschiedenen Bereichen der Bautechnik, der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik, der Elektrotechnik und des Garten- und Landschaftsbaus zu schaffen. Damit werden Auszubildende in Betrieben und überbetrieblichen Berufsbildungsstätten sowie Lehrkräfte berufsbildender Schulen bei der Einbindung digitaler Werkzeuge in den Unterricht oder die Ausbildungssituation unterstützt. Der Beitrag befasst sich im Wesentlichen mit den Veränderungen durch die Neuauflage, die im Jahr 2021 online ging. Er beschreibt Struktur und Inhalte der Lernmedien, gibt Hinweise zur Nutzung und baut damit auf den Beitrag von Mahrin 2019 auf.

Schlüsselbegriffe

- › Datenbank
- › Digitale Lernmedien
- › Digitale Werkzeuge
- › Bautechnik
- › Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik
- › Elektrotechnik
- › Garten- und Landschaftsbau

Einleitung

Die Datenbank digitale Lernmedien Bautechnik dient vorrangig als Unterstützung bei der Recherche nach lernförderlichen Medien. Diese befinden sich oft an verschiedenen Stellen von Firmenwebseiten, sodass kurze, allgemeine Suchanfragen nicht immer das gewünschte Ergebnis bieten. Vor allem können sie nicht das breite Spektrum der verfügbaren digitalen Werkzeuge abdecken und es fehlen klare Hinweise zur didaktischen Einbindung in den Unterricht, was bei der Datenbank im Vordergrund steht. Entwickelt wurde die Datenbank im Verbundprojekt *MELINDA – Medien-*

*unterstütztes Lernen und Innovation in der handwerklichen Arbeit*¹ des Fachgebiets *Fachdidaktik Bautechnik und Landschaftsgestaltung*² der Technischen Universität Berlin. Um sie auch nach Ende des Projekts weiter pflegen und aktualisieren zu können, wurde die Datenbank auf der Webseite des Kompetenznetzwerks Bau und Energie e. V.³ frei zugänglich integriert. Übernommen wurde dies im Projekt *DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten*⁴, welches ebenfalls durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird. Bedingt durch die Corona-Pandemie ist die Nachfrage nach digitalen Anwendungen für die nun teils online stattfindenden Lehrgänge der überbetrieblichen Ausbildung (ÜBA) stark gestiegen (vgl. DEQA-VET 2020), sodass sich auch die Bedeutung und der Nutzen der Datenbank enorm erhöht haben und eine entsprechende Erweiterung durch Ausbildungsbetriebe, Fachverbände und den Zentralverband Deutsches Baugewerbe nachgefragt wurde. Mittlerweile umfasst die Datenbank mit über 200 Anwendungen nicht nur fast doppelt so viele Einträge wie noch im vorigen Jahr und wird auch weiterhin kontinuierlich ergänzt, sondern die Benutzung wurde auch deutlich komfortabler gestaltet.

Ausgangslage und Aufgabenstellung

Die eigenständige Recherche von geeigneten digitalen Materialien für den Unterricht stellt für Auszubildende und Lehrkräfte eine Hürde dar, die oftmals auch aus Zeitgründen nicht genommen wird. Mitunter fehlt zudem die Erfahrung für eine effiziente Suche und Beurteilung geeigneter Medien. Fortbildung zur Mediennutzung ist eines der vier zentralen Handlungsfelder zur Unterstützung von Betrieb und Ausbildungspersonal (vgl. Dietrich 2018, 31). Auch führen nicht gewünschte Ergebnisse, beispielsweise aufgrund von falschen oder ungünstigen Schlagworten in der Suche zu einer raschen Demotivation. Diese Problematik wird durch die nun vollständig neu strukturierte Datenbank aufgefangen und der Einstieg in die Anwendung medialer Werkzeuge erleichtert. Je größer und relevanter das Angebot und je geringer der Aufwand, desto größer stehen die Chancen, dass Suchende fündig werden und künftig öfter und auch verschiedene digitale Lernmedien in die Ausbildung integrieren. Besonders bemerkbar wurde das Defizit im März 2020, als durch die Corona-Maßnahmen überbetriebliche Bildungsstätten (ÜBS) und berufsbildenden Schulen für einige Wochen geschlossen werden mussten und gezwungen waren, auf Online-Lehre – also ein bisher eher unbekanntes Terrain – umzusteigen. In vergleichsweise kurzer Zeit ist es zahlreichen Berufsbildungseinrichtungen gelungen, die technischen Voraussetzungen dafür zu schaffen. Hierbei erwies sich für die ÜBS die Sonderförderung Digitalisierung durch BMBF/BIBB⁵ seit 2016 und BMWi/BAFA⁶ seit 2018 und für die Schulen der Digitalpakt als sehr hilfreich.

1 <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/melinda/>

2 https://www.ibba.tu-berlin.de/fachdidaktik_bautechnik_und_landschaftsgestaltung/menuue/fachdidaktik_bautechnik_und_landschaftsgestaltung/

3 <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/digitale-lernmedien-bautechnik/>

4 <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/digibau/>

5 Vgl. <https://www.bibb.de/de/36913.php>

6 Vgl. https://www.bafa.de/DE/Wirtschafts_Mittelstandsfoerderung/Fachkraefte/Foerderung_ueberbetrieblicher_Berufsbildungsstaetten/Digitale_Ausstattung/digitale_ausstattung_node.html

Die Nachfrage nach einer Übersicht für einsetzbare digitale Lernanwendungen und Werkzeuge stieg somit stetig, was sich auch in den seit März 2020 gestiegenen Nutzungszahlen widerspiegelt. Dies wurde zum Anlass genommen, die Datenbank grundlegend zu überarbeiten. Zum einen geschah dies auf inhaltlicher Ebene, zum anderen musste aber auch das Erscheinungsbild der Datenbank durch die steigende Anzahl an Lernmedien angepasst werden. Die Anforderungen bestanden sowohl darin, den umfangreichen Bestand der Datenbank ansprechend und übersichtlich darzustellen, als auch auf Hinweise von Nutzenden bezüglich der Suchfunktionen und Inhalte einzugehen und diese an die Bedürfnisse der Suchenden anzupassen.

Ziele, Zielgruppen und Erwartungen

Die Erwartungen an die Datenbank bleiben weitestgehend bestehen (siehe hierzu Mahrin 2019, 196). Dazu gehört, einen einfachen und komfortablen Zugang für Auszubildende und Lehrkräfte zu schaffen und dadurch den Einsatz digitaler Lernmedien im Unterricht und in der Ausbildung insgesamt zu fördern, was auch einem Kernziel des Projekts *DigiBAU* entspricht. Auch das Ziel, die mediendidaktische Kompetenz der Auszubildenden und Lehrkräfte zu fördern, indem didaktische Hinweise in die Kurzbeschreibungen der Eintragungen integriert werden, bleibt unverändert. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei der Datenbank Digitale Lernmedien Bautechnik nicht um ein eigenständiges Produkt zur Verwendung im Unterricht beziehungsweise der Ausbildungssituation handelt, sondern sie dient der Informationsbeschaffung und dem *Zugang* zu diversen digitalen Werkzeugen und Anwendungen. Folglich kann der Datenbank kein eigenes didaktisches Konzept zugrunde liegen. Didaktische Hinweise zum Einsatz der Medien sind jedoch wichtige Bestandteile der dazugehörigen Einträge. Auch nach dem Relaunch steht dies im Fokus bei der Einstellung neuer Lernmedien, um auch weiterhin zu gewährleisten, dass Suchende die Produkte im Kontext ihrer Möglichkeiten kennenlernen und Inspirationen zur Einbindung in ihre jeweilige Unterrichtssituation erhalten. Wo es möglich ist, wird bei den didaktischen Hinweisen auch auf die Angaben der Anbietenden bzw. Hersteller der Software zurückgegriffen.

Neu hinzu kamen Anforderungen, die eine wachsende Datenbank mit sich bringt. Je mehr Einträge gelistet wurden, desto unübersichtlicher wurde die Datenbank in ihrer früheren Form, was die beabsichtigte Wirkung konterkariert hätte. Neben dem stetigen Ziel des sukzessiven Ausbaus der Datenbank war also die Erwartung, das Layout dahingehend zu optimieren und die Arbeit mit dem System benutzungsfreundlicher zu gestalten. Hierbei standen die Verschlinkung und Optimierung der Suchfunktionen im Fokus, sodass mit wenigen Klicks eine passende Auswahl an Ergebnissen zu sehen ist. Aber auch eine kategorisierte Darstellung der Lernmedien in die bereits vorhandenen Themenkategorien wurde umgesetzt.

Neben den Auszubildenden und Lehrkräften stellen auch die Auszubildenden eine Zielgruppe dar, da auch sie die Datenbank eigeninitiativ zur Suche nach geeigneten (Lern-)Materialien für die Prüfungsvorbereitung oder die Aufarbeitung und Vertiefung von Ausbildungsinhalten nutzen. Weitere Adressaten sind Fachkräfte und allgemein Interessierte, die aus beruflichen oder privaten Gründen qualifizierte Antworten auf baufachliche Fragen oder Erklärungen für bautechnische und

bauphysikalische Sachverhalte und Zusammenhänge suchen, Berechnungshilfen benötigen oder sich einfach von baulichen Möglichkeiten inspirieren lassen möchten.

Realisierung

In der ersten Ausbaustufe umfasste die Datenbank 115 Lernmedien aus den sechs Hauptkategorien Hochbau, Tiefbau, Ausbau, Gebäudetechnik, Garten- und Landschaftsbau sowie Querschnittsthemen und Spezielles (darunter z. B. Arbeitssicherheit und Baustellendokumentation). Diese wurden in einer alphabetisch sortierten Liste dargestellt, zusätzlich konnte jedoch über eine einfache Volltextsuche oder über diverse Suchfilter nach einem passenden Lernmedium gesucht werden. Dies stellte sich mit Hinzunahme von etwa 85 neuen Lernmedien aus zwei Gründen als problematisch heraus: Zum einen wurde die Liste der Suchergebnisse länger, unübersichtlich und unsortiert, da sie lediglich alphabetisch angeordnet war und nicht entsprechend ihrer thematischen Zuordnung. Zum anderen dienten alle Metadaten als Suchfilter, was die Eingrenzung kompliziert gestaltete und vielfach auch nicht notwendig erschien, wie im Folgenden näher erläutert wird. Rückmeldungen von Nutzenden sowie Projektpartner*innen bestätigten den Eindruck und bestärkten damit den Wunsch nach Überarbeitung der Datenbank.

Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit wurden die Einträge in die genannten sechs Themenkategorien sortiert. Erreichbar sind diese über Drop-Down-Menüs, sodass jeweils nur die Lernmedien angezeigt werden, die zu der entsprechenden Kategorie gehören. Sollten Lernmedien zu mehreren Kategorien zählen, z. B. sowohl zum Hochbau als auch zum Ausbau, werden sie auch in beiden angezeigt. Die Anzeige der Lernmedien wurde zudem erweitert um eine kleine Version des Beitragsbildes, wodurch die Einträge plastischer erscheinen und zusätzlich zum Titel ein besserer Eindruck entstehen kann (Abbildung 1).

Themenkategorien

☐ **Hochbau**

- ☒ Dachbau
- ☐ Elementiertes Bauen
- ☒ Fachwerkbau, Skelettbau
- ☒ Fassadenarbeiten
- ☐ Holzbau
- ☐ Lehm- und Strohballenbau
- ☐ Massivbau

☐ **Tiefbau**

- ☐ Eisenbahnbau
- ☐ Erdbau
- ☐ Leitungstiefbau
- ☐ Straßen- und Wegebau
- ☐ Tunnelbau
- ☐ Wasserbau, Kanalbau

☐ **Ausbau**

- ☐ Estrich, Fußbodenbau
- ☐ Innenputz, Fliesen
- ☐ Maler- und Lackierarbeiten
- ☐ Stuckateur- und Gipsarbeiten
- ☐ Trockenbau
- ☐ Türen, Fenster, Treppen, Holzelemente
- ☒ Wärmedämmung

☐ **Gebäudetechnik**

- ☐ Elektro, Energietechnik
- ☐ Gebäudesystemtechnik
- ☐ Heizung
- ☒ Klima, Lüftung
- ☐ Sanitär
- ☐ Sicherheitstechnik

☐ **Garten- und Landschaftsbau**

☐ **Querschnittsthemen und Spezielles**

- ☐ Arbeitssicherheit
- ☐ Baumaschinentechnik
- ☐ Baustellenplanung/-dokumentation
- ☐ Denkmalschutz, Restaurierung
- ☐ Gerüstbau

Zielgruppe:

- ☐ Auszubildende
- ☐ Facharbeiter/Gesellen
- ☐ Meister/Techniker
- ☐ Architekten/Planer/Ingenieure
- ☐ Bauherren/allgemein Interessierte
- ☐ Studierende

Ihr Suchbegriff:

Fassade

Gefundene Einträge: 11

Hochbau (9)

Mauern mit Klinkern - Anleitungsvideo

Klinkerfassaden - Videos

Meldorfer Flachverblender Verarbeitungsvideo – Die Leichtigkeit des Steins

Argeton Fassadenlösungen - Videos

Website Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V.

Datenbank dataholz.eu

Metallarbeiten an Dach und Fassade - Richtig planen, Sicher ausführen

KlempnerFit Lernapp

Rathscheck-App "Schiefer-Tools"

Tiefbau (0)

Ausbau (1)

Gebäudetechnik (3)

Garten- und Landschaftsbau (0)

Querschnittsthemen und Spezielles (0)

Abbildung 1: Screenshot aus der Datenbank Digitale Lernmedien Bautechnik: Suchfilter (Quelle: Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V.)

Die Suchfilter sind in der neuen Version links von der Medien-Anzeige zu finden und auf das Wesentliche konzentriert. Priorität haben die Themenkategorien sowie die dazugehörigen Unterkategorien (Abbildung 2), welche daher als erstes angezeigt werden. Außerdem relevant für die Nutzenden sind auch die Zielgruppe, sowie die Hardwarevoraussetzungen und die Frage, ob ein Online-Zugang benötigt wird oder nicht, da auch weiterhin nicht sichergestellt werden kann, dass alle Ausbildungsbetriebe, Berufsbildungszentren und berufsbildenden Schulen über hinreichendes WLAN verfügen. Zudem sind Apps, die nur mit dem PC oder Notebook kompatibel sind, beispiels-

weise für die Ausbildungssituation auf der Baustelle nicht oder nur eingeschränkt nutzbar. Daher wurden diese Suchfilter beibehalten.

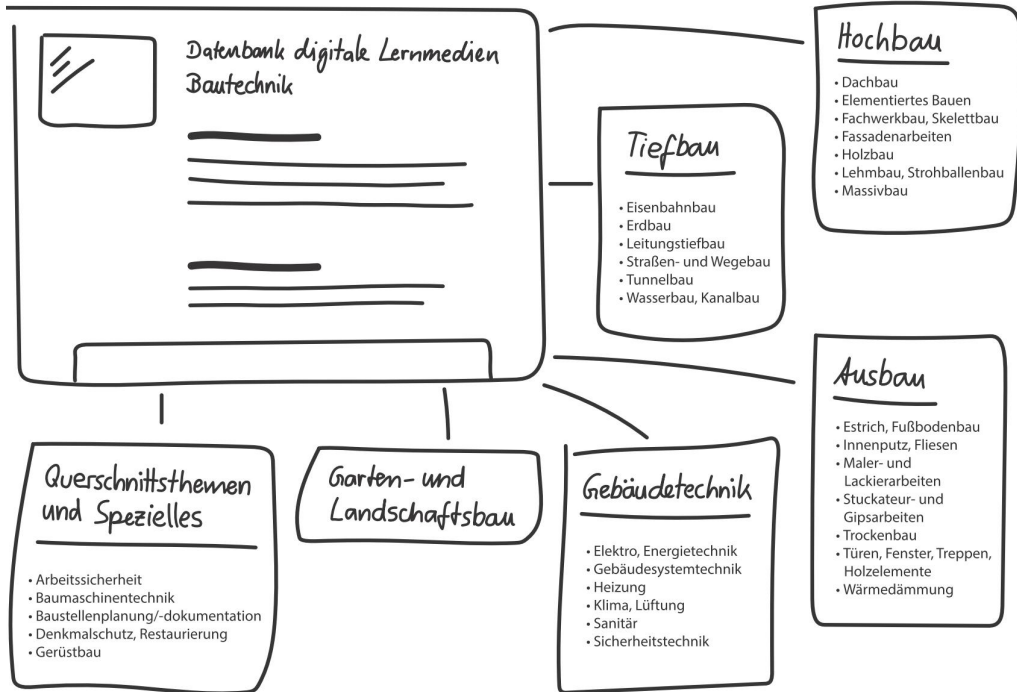


Abbildung 2: Aufbau der Datenbank für digitale Lernmedien (Quelle: eigene Abbildung / kommaKLAR | agentur für gestaltung)

Herausgenommen wurde unter anderem die Angabe *Rechteinhaber*, da diese Information für Nutzende wenn überhaupt erst dann relevant wird, wenn sie die Beschaffung des Produkts erwägen. In dem Fall können sie diese Informationen in der jeweils aktuellen Fassung auf den Seiten der Anbietenden finden, die grundsätzlich in den Lernmedien-Darstellungen verlinkt werden. Auch Nutzungsbedingungen (darunter vor allem die Filter *kostenlos/kostenpflichtig*) wurden herausgenommen, da sich derlei Informationen zum einen seitens der Anbietenden ändern können und zum anderen nicht alle Apps und Anwendungen mit diesen Kategorien deutlich beschreibbar sind. Beispiele dafür sind Produkte, die zwar kostenfrei erwerbbar sind, aber zusätzliche In-App-Käufe anbieten. Auch variieren die Kosten für Produkte je nach Beschaffung (Einzel- oder Gruppenlizenz, Privatkauf usw.) teilweise erheblich und sie können bei über 200 Lernmedien nicht regelmäßig überprüft und aktualisiert werden. Hier wird nun grundsätzlich auf die Produktinformationen der Anbietenden verwiesen, um fehlerhafte Informationen und damit eine mögliche Entscheidung gegen das Produkt zu vermeiden.

Auch das Kriterium *Lernort* fällt in der Neuauflage weg. Dies ist teilweise nicht eindeutig bei den Lernmedien selbst angegeben oder zuzuordnen. Darüber hinaus kann diese Information die Eigeninitiative der Lehrkräfte und Ausbildenden einschränken: Suchen diese nach einem bestimmten

Lernort, erscheint möglicherweise ein für ihre Ausbildungssituation geeignetes Lernmedium nicht, weil es in der Datenbank für diesen Lernort nicht vorgesehen wurde. Eine Reduzierung der Auswahlmöglichkeiten soll den bereits vorhandenen Ideen zu Einsatzmöglichkeiten der Suchenden mehr Raum lassen, zumal diese ihre eigene Ausbildungssituation selbst am besten einschätzen können.

LERNMEDIEN

Interaktive Lernsequenzen "Holzbau"

Kurzbeschreibung

Das Bildungszentrum Biberach hat zu verschiedenen baufachlichen Themen interaktive Lernsequenzen erstellt, um online entweder allein, zur Nacharbeit des Ausbildungsinhalts oder als Ergänzung im Unterricht Wissen anzuwenden und zu vertiefen. Auch Interessierte können hilfreiche Informationen und Tipps aus den Sequenzen erhalten. Die Sequenzen beinhalten PDF-Dateien mit Aufgaben, dazugehörigen Lösungen, Links zu Videos, Bilder, die bei Bedarf ranzoombar sind und eine 3D-Ansicht. In einer kurzen Einleitung wird das Thema der Sequenz erklärt.

Für den Bereich Holzbau gibt es folgende Online-Lernsequenzen:

- Französisches Eckdruckblatt
- Holzverbindungen
- Klauenbug
- Risse für den Abbund
- Versätze aufreißen
- Balkeneinteilung

Quelle: Holzbau Baden-Württemberg Bildungszentrum

Ergänzende Hinweise

Die Lernsequenzen sind online frei zugänglich.

Quelle: Holzbau Baden-Württemberg Bildungszentrum

Links
<https://zimmererzentrum.de/projekte/aktuelle-projekte/digibau/online-lernen/>

Hardwarevoraussetzung
PC, Notebook, Tablet, Smartphone

Zielgruppen:
Auszubildende, Facharbeiter/Gesellen, Bauherren/allgemein Interessierte, Studierende

Onlinezugang
erforderlich

Themengebiete
Ausbau, Hochbau, Holzbau

Abbildung 3: Screenshot aus der Datenbank: Lernmedium „Interaktive Lernsequenzen Holzbau“ (Quelle: Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V.)

Im Zuge der Gesamtüberarbeitung der Datenbank und um der weiterhin bestehenden, unter anderem pandemiebedingten Nachfrage nach digitalen Unterstützungsangeboten für den Unterricht in der Bau-Ausbildung gerecht zu werden, wurde Anfang des Jahres 2021 ein bundesweiter *Azubi-Tipp-Wettbewerb* gestartet. Hier konnten Auszubildende Hinweise auf digitale Lernmedien, Apps und Werkzeuge mit kurzen dazugehörigen Informationen und mit Angabe des Nutzungskontexts in ein Online-Formular einstellen. Die besten Hinweise wurden prämiert und in die Lernmedien-Datenbank aufgenommen. Mit dem Wettbewerb wurde das Ziel verfolgt, dass Auszubildende selbst an der Weiterentwicklung der Datenbank mitwirken und so dazu beitragen, dass sich die Informationen über bewährte digitale Lern- und Arbeitsmittel nach dem Peer-to-Peer-Konzept verbreiten. Nach dem Bottom-up-Prinzip sollte ausgehend von den Lernenden die Integration von nützlichen

Lernanwendungen in den Ausbildungs- und Unterrichtsalltag gefördert werden. Leider fand der Wettbewerb geringere Resonanz als erwartet, was zumindest zum Teil der Tatsache geschuldet war, dass der Zeitraum der Aktion in einigen Bundesländern zusammenfiel mit pandemiebedingten Schließungen von überbetrieblichen Berufsbildungsstätten. Eines der eingesendeten Produktinfos wird im Infokasten als Best-Practice-Beispiel dargestellt.

Der Digitale Werkzeugkoffer Kanalbau – mediale Lernhilfen von Auszubildenden für Auszubildende

Im Ausbildungszentrum (AZB) Oberhausen des Berufsförderungswerks der Bauindustrie Nordrhein-Westfalen haben drei Kanalbau-Auszubildende einen ausbildungsbegleitenden, digitalen Werkzeugkoffer entwickelt, der eine Vielzahl von Lernmöglichkeiten vereint. In einer LearningToolbox werden Inhalte aus verschiedenen Lernfeldern in Ton, Bild, Text und Videos eingängig und fachgerecht verständlich dargestellt. *LearningToolbox* für die Aus- und Weiterbildung (<https://ltb.io/de/ausbildung/>) ist eine kostenpflichtige Online-Plattform, mit der eigene Anwendungen, Dokumente und Lerninhalte gestaltet, verwaltet und geteilt werden können.

Ein Flyer machte einen Ausbilder im ABZ Oberhausen auf den Azubi-Tipp-Wettbewerb der Technischen Universität Berlin aufmerksam, welcher zum Anlass genommen wurde, dieses kleine, mediengestützte Projekt zu starten. Für ein ergiebiges Gespräch zu dem entstandenen Projekt geht der Dank an Klaus Koch, Ausbilder des AZB Oberhausen.

Die Idee dahinter war, Auszubildenden zu zeigen, welche unterschiedlichen medialen Möglichkeiten nutzbar gemacht werden können und dass Digitalisierung in der bauberuflichen Ausbildung attraktiv sein und der aktive Umgang damit Spaß machen kann. Nach dem Konzept des handlungsorientierten Lernens und dem Modell der vollständigen Handlung, die leitende Ansprüche in der dualen Berufsausbildung darstellen, sollten die Auszubildenden neben fachlichen Inhalten zum Thema „Nachträglicher Einbau eines PVC-Abzweiges“ (Abbildung 4) auch Schlüsselqualifikationen erwerben.



Abbildung 4: Darstellung des PVC-Abzweigs im digitalen Werkzeugkoffer (Quelle: Ausbildungszentrum (AZB) Oberhausen)

Sie sollten sich eigenständig informieren, auf dieser Basis ihre Arbeit planen, sich für die beste Vorgehensweise entscheiden und schließlich die Arbeit nicht nur selbstständig und selbstgesteuert ausführen, sondern das Ergebnis auch nach Maßgabe der Anforderungen

kontrollieren und konstruktiv-kritisch bewerten. Die eigene digitale medientechnische Dokumentation sollte ihnen dabei helfen, nach dem Prinzip des Lernens durch Lehren (Martin 1985) das angeeignete Wissen zu festigen und gleichzeitig andere daran teilhaben zu lassen.

Diesem Ziel folgte auch der Ablauf des Projekts. In einer ersten Brainstorming-Einheit wurden Ideen zur Umsetzung gesammelt sowie überprüft, welche digitalen Hilfsmittel genutzt werden können. Der Ausbilder übernahm die Rolle des Moderators und protokollierte die Ergebnisse an der Tafel. Der Anspruch hierbei war nicht, professionelle Videos und Präsentationen zu gestalten, sondern zu zeigen, wie man sich vorhandene Möglichkeiten, also z. B. PowerPoint, das eigene Smartphone und einen Laptop/PC, zunutze machen und mit alltäglichen Hilfsmitteln ein eingängiges und praxisnahes Produkt erstellen kann.

Die Bauleistung sollte von den Auszubildenden verständlich und hinreichend beschrieben werden mit dem Ziel, selbständig eine Planung zu erstellen. Dazu gehört es, den Bedarf an Materialien und Werkzeugen, die technischen Anforderungen, Regeln und Normen, sowie auch Sicherheitsvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, usw. zu benennen, die beachtet werden müssen. Auch die Arbeitszeit und der Arbeitsaufwand müssen in einem Arbeitsablaufplan kalkuliert werden, bevor mit der eigentlichen Arbeit gestartet werden kann. Der Ausbilder rückte hierbei in den Hintergrund, das heißt, wurde z. B. der Werkzeugbedarf



*Abbildung 5: Digitale Erfassung eines Arbeitsschrittes
(Quelle: Ausbildungszentrum
(AZB) Oberhausen)*

nicht vollständig erfasst, hat er erst die praktische Durchführung abgewartet, in dessen Anschluss die Auszubildenden ihre Arbeit kontrollierten und selbständig ihre Planung ergänzten und vervollständigten. Diese Selbstkontrollen fanden zu jedem Zeitpunkt des Projekts statt: Jeder Schritt wurde reflektiert, Videos angesehen und ggf. sofort geändert, wodurch die Auszubildenden dazu angehalten wurden, sich selbst zu überwachen und zu bewerten, ob alles beachtet und was möglicherweise vergessen wurde. Die Bewertungskriterien waren dabei technisches Verständnis, handwerkliches Geschick, Sorgfalt und Genauigkeit, Einhalten der Vorgabezeit von je zwei Stunden pro Einheit, allgemeine Arbeitsbereitschaft, sowie Motivation, Kommunikation und Teamfähigkeit. Nach der Ausführung fanden eine Abnahme und ein gemeinsames Feedback-Gespräch statt.

Fehler sind bei solcher Arbeit ausdrücklich nicht als Mangel zu verstehen, sondern als Lerngelegenheit, damit die Auszubildenden diese realisieren und analysieren können, sodass sie in der Praxis auf der realen Baustelle nicht passieren. Das Erkennen von fehlerhaften oder ungünstigen Lösungen kann durch die Verwendung digitaler Möglichkeiten unterstützt werden, da das erneute Anschauen eines einfachen, mit dem Handy aufgenommen Videos ein entstandenes Problem verständlich machen kann.

Nach Abschluss der Arbeit wurden die begleitend entstandenen medialen Materialien aufbereitet, Videos mit Textinhalten versehen, Präsentationen zu allen notwendigen Schritten des Arbeitsablaufs erstellt und anschließend in einer *LearningToolbox* gespeichert.

Zusätzlich gibt es in der Toolbox eine Chatfunktion, wodurch die Teilnehmenden bei Bedarf auch asynchron an den digitalen Medien arbeiten und sich austauschen konnten. Der fertige, digitale Werkzeugkoffer wurde nach Beendigung kostenlos und leicht zugänglich online veröffentlicht. Für andere Auszubildende kann er eine Unterstützung im Unterricht darstellen, da die Auszubildenden neben der Unterweisung in Präsenz die Chance haben, Teile noch einmal Step-by-Step in der Toolbox anzuschauen oder bestimmte Positionen oder Details mittels der Stopptaste im eigenen Lerntempo genau zu analysieren.

Eine Erkenntnis aus dem Projekt ist, dass der Umgang mit den vielfältigen Medien auch die handwerkliche Arbeit attraktiver gestaltet hat und ihre Ausführung besonders sorgfältig erfolgte. Die Auszubildenden wurden dadurch für jede Bewegung sensibilisiert, genau hinzuschauen und nach „Eye Catchern“ zu suchen, die für das Verständnis der Einheit wichtig sind und das entstehende Bildmaterial auch für andere Auszubildende und Auszubildende interessant machen. Zudem wurde im Projekt deutlich, dass sich die Auszubildenden mit ihrer Bauleistung identifizieren, auf die sie stolz sind und die sie in ihrer Ausbildung maßgeblich motiviert. Außerdem haben sie ein Endprodukt erstellt, auf welches sie auch nach dem Prozess noch Zugriff haben. Auch im Sinne des Peer-to-Peer-Ansatzes wird die Arbeit der Auszubildenden in besonderem Maße gewürdigt, da sie bereits in der Ausbildung einen Nutzen für andere haben kann.

Insgesamt wurde über einen Zeitraum von knapp vier Wochen in der Ausbildungszeit nachmittags je drei bis vier Stunden an dem Projekt gearbeitet, um dem Pflichtteil der Ausbildung genug Raum zu lassen. Das Thema wurde dem Lehrplan und der Bedeutung in der Arbeitspraxis entsprechend ausgewählt. Nach Fertigstellung wurde das Produkt einer dreiköpfigen Testgruppe zur eigenständigen Durchführung zur Verfügung gestellt, um diese zu beobachten, zu bewerten und Feedback zur Verbesserung der Ergebnisse zu erhalten, die in der Endphase berücksichtigt wurden.

Der digitale Werkzeugkoffer erfüllt schlussendlich zwei Funktionen: Er kann zum fachlichen Lernen verwendet werden, dient aber gleichzeitig als Anregung, selbst derartige kleine Produkte anzustoßen und mit der fachlichen Ausbildung – auch in anderen Baubereichen – zu verbinden. Die Toolbox ist zur kostenfreien Nutzung unter <https://www.thinglink.com/scene/1423304883699712002> zu erreichen.



Fazit und Ausblick

Nach der umfassenden Gesamtüberarbeitung wurde die Datenbank digitale Lernmedien Bautechnik, die als Plattform für diverse Produkte dient, anschaulicher gestaltet sowie einfacher und intuitiver nutzbar. Außerdem ist die Darstellung der Suchergebnisse nun wesentlich übersichtlicher. Der Grundsatz bleibt bestehen, dass die Datenbank die medialen Produkte nicht selbst anbietet – also weder zum kostenfreien Download noch zum Kauf – sondern eine Übersicht zur Verfügung stellt mit Weiterleitung durch Links zu den Anbietenden, wo das Produkt direkt erworben werden kann. So wird sichergestellt, dass alle verzeichneten Produkte stets in der aktuellen Fassung verfügbar sind und keine Rechte Dritter verletzt werden.

Die Übersicht bietet wie bisher eine Kurzbeschreibung, bei Bedarf ergänzende Hinweise, z. B. zu empfohlenen Lernszenarien, zur Kompatibilität und zu relevanten Kriterien, wie Zielgruppen, Medientyp, Online-Zugang und die Links zu den Produkten oder Webseiten der Anbietenden. Ein Ansichtsbild sowie weitere Screenshots, teilweise auch aus Produkten, bei denen Registrierung oder Kauf notwendig sind, bieten zusätzliche Einblicke in die Anwendungen.

Die Datenbank bleibt auf der Webseite des Kompetenznetzwerks Bau und Energie e. V. bestehen und wird dort auch über das DigiBAU-Projekt hinaus gepflegt und aktualisiert.

Literatur und Quellen

BaFA Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (o. J.): Wirtschaftsförderung und Mittelstand: Überbetriebliche Berufsbildungsstätten: Digitale Ausstattung. Online: https://www.bafa.de/DE/Wirtschafts_Mittelstandsfoerderung/Fachkraefte/Foerderung_ueberbetrieblicher_Berufsbildungsstaetten/Digitale_Ausstattung/digitale_ausstattung_node.html (28.05.2021)

BIBB – Bundesinstitut für Berufsbildung (o. J.): Die überbetriebliche Ausbildung modernisieren – das Sonderprogramm zur Digitalisierung in überbetrieblichen Berufsbildungsstätten. Online: <https://www.bibb.de/de/36913.php> (27.05.2021)

Datenbank digitale Lernmedien Bautechnik. Online: www.komzet-netzwerk-bau.de/digitale-lernmedien-bautechnik/ (27.05.2021)

DEQA-VET – Deutsche Referenzstelle für Qualitätssicherung in der beruflichen Bildung (2020): Digitale Tools und Lehrinhalte für Schule und Betrieb. Online: https://www.deqa-vet.de/de/daqavet_88364.php (15.04.2021)

Dietrich, Stephan (2018): Digitaler Wandel und Unterstützungsbedarf aus Sicht des betrieblichen Ausbildungspersonals. In: BWP 47(2018)3, 29–31. Online: <https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/download/8796> (15.04.2021)

DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten (o. J.): Projektübersicht. Online: <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/digibau/> (27.05.2021)

Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre (o. J.): Website Fachdidaktik Bautechnik und Landschaftsgestaltung. Online: https://www.ibba.tu-berlin.de/fachdidaktik_bautechnik_und_landschaftsgestaltung/menue/fachdidaktik_bautechnik_und_landschaftsgestaltung/ (27.05.2021)

Mahrin, Bernd (2019): Datenbank Digitale Lernmedien Bautechnik. Transfer fördern, Zugang erleichtern, Nutzung verbessern. In: Mahrin, Bernd; Meyser, Johannes (Hrsg.): Berufsbildung am Bau digital. Hintergründe – Praxisbeispiele – Transfer. Universitätsverlag der TU Berlin, 194–201. Online: <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-8577>

Martin, Jean-Pol (1985): Zum Aufbau didaktischer Teilkompetenzen beim Schüler. Fremdsprachenunterricht auf der lerntheoretischen Basis des Informationsverarbeitungsansatzes. Dissertation. Universität Gießen. Tübingen: Narr

MeLinda – Medienunterstütztes Lernen und Innovation in der handwerklichen Arbeit (2019): Projektübersicht. Online: <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/melinda/> (27.05.2021)

Team Digitale Ausbildung (2021): Digitaler Werkzeugkoffer. Online: <https://www.thinglink.com/scene/1423304883699712002> (14.08.2021) (QR-Code)

HYBRIDES LERNSYSTEM

Virtuelles 3D-Gebäudemodell verknüpft mit Fachinhalt-Wiki

Norbert Kuri, Jan Appenrodt

Die Förderung des Verständnisses komplexer Bauprozesse, Schnittstellen und Ausführungsalternativen unter Betrachtung verschiedener Fachdisziplinen in Planung und Ausführung wird nicht nur für Planer*innen, sondern auch für die Bauausführenden immer wichtiger. Mit der inhaltlichen und technischen Weiterentwicklung des im Projekt *David – Das virtuelle Digitalgebäude* entstandenen 3D-Gebäudemodells eines Zweifamilienhauses und des zugehörigen Wiki-Systems in Form einer digitalen Wissensdatenbank wird der Einsatz in weiteren Gewerken und Berufsfeldern ermöglicht. Die digitalen Elemente des hybriden Lernsystems werden ergänzt durch ein umfassendes Kompendium, das – ebenfalls vollständig überarbeitet und erweitert – in neuer Auflage erscheint. Durch dieses Gesamtpaket werden die konstruktions- und ausführungsbedingten Zusammenhänge sowie auftretende Schnittstellenprobleme an Gebäuden anschaulich dargestellt. Die Nutzer*innen haben die Möglichkeit, sich auf einer einzigen Plattform nicht nur über die das eigene Gewerk betreffenden Themen zu informieren, sondern sie haben zudem Zugriff auf Fachinformationen aus den drei wichtigen Bauberufsfeldern Holzbau, Massivbau und Gebäudetechnik, die auch im Berufsalltag diverse Berührungspunkte aufweisen.

Schlüsselbegriffe

- › Digitale Lernmedien
- › 3D-Modell
- › Hybrides Lernsystem
- › Wiki-System
- › Wissensdatenbank
- › Kompetenzerwerb
- › Medienkompetenz

Einleitung

Mit dem Einsatz eines dynamischen, digitalen 3D-Modells eines Zweifamilienhauses werden wesentliche Elemente, konstruktions- und ausführungsbedingte Zusammenhänge sowie häufig auftretende Schnittstellen-Probleme an Gebäuden anschaulich dargestellt. Zudem wird die Bereitschaft gefördert, digitale Medien zur Wissensgenerierung und als Arbeitsmedium einzusetzen.

Die umfassende Überarbeitung und Erweiterung des hybriden Lernsystems erfolgt im Rahmen des durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Transferprojekts *DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten* (Krümmel/Mersch 2019)¹.

Ausgangslage

In dem durch das BMBF geförderten Projekt *David – Das virtuelle Digitalgebäude* wurde ein digitales 3D-Gebäudemodell entwickelt. Es war bislang auf die Darstellung einer Gebäudekonstruktion in Holzbauweise und der technischen Gebäudeausrüstung beschränkt. Das Konzept zum Lernen mit diesem Medium hatte sich in der Erprobung bewährt (vgl. Mahrin 2018, 18), die Nutzungsfreundlichkeit musste jedoch verbessert werden. Eine Neuprogrammierung und Überführung in eine Online-Version war erforderlich, um eine hohe Qualität der Darstellung und die Lauffähigkeit auch auf einfachen mobilen Geräten sicherzustellen.

Das Lernsystem mit dem virtuellen Gebäude sollte durch die Kompetenzzentren in Kassel und Bühl so weiterentwickelt werden, dass es für alle gängigen Baustoffe und die verschiedenen Anwendungsbereiche eingesetzt werden kann. Für die ergänzenden Themenbereiche Baugrube, Gründungen, Keller (inkl. Abdichtungen), Massivdecken und -wände sowie Montage war das Kompetenzzentrum für elementiertes Bauen (KOMZET BAU BÜHL)² zuständig. Die Themenbereiche Dachdeckungen, Dachabdichtungen, Arbeitssicherheit sowie Entwurf und Konstruktionsplanung des Gebäudes lagen in der Verantwortung des Kompetenzzentrums des Zimmerer- und Holzbau-gewerbes im Bundesbildungszentrum des Zimmerer- und Ausbaugewerbes gGmbH (Bubiza)³, Kassel.

In der beruflichen Weiterbildung wird überwiegend im Frontalunterricht Wissen vermittelt. Andere Möglichkeiten der Wissensvermittlung, um gerade die Schnittstellenproblematiken bei den einzelnen Gewerken kennenzulernen und zu begreifen, sind bislang wenig verbreitet. Das hybride Lernsystem bietet nun auch für Teilnehmende an Weiterbildungskursen die Möglichkeit, sich Lerninhalte und Fachwissen zielgerichtet durch Aufgabenstellungen, aber auch in nicht direkt aufgabenbezogenen Kontexten im Selbststudium zu erarbeiten. Auch Präsenz-Unterrichtseinheiten können dadurch interessanter und abwechslungsreicher gestaltet werden. Dies verbessert den Wissenserwerb und das Verständnis komplexer Bauprozesse.

1 Siehe auch <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/digibau/>

2 <https://www.bfw-suedbaden.de/buehl/>

3 <https://www.bubiza.de/>

Ziele und Erwartungen

Die Chance für die Berufsbildungsstätte und die Auszubildenden liegt darin, die Teilnehmenden in ihrer gewohnten Umgebung abzuholen und deren Medienaffinität für Aus- und Fortbildungszwecke zu nutzen. Durch die kreative Nutzung der digitalen Medien werden umfangreiche visuelle Zugänge zu den Inhalten geschaffen.

Auszubildende haben mit dem 3D-Gebäudemodell und dem zugehörigen Wiki die Möglichkeit, neue Lehrgänge zu gestalten oder bestehende Unterrichtseinheiten zu ergänzen. Reine Vortragsphasen können zu Gunsten von Selbstlernphasen verringert werden. Das System ist eine Bereicherung des Lernumfeldes und aktiviert die Lernenden. Kooperatives Lernen in kleinen Gruppen wird angeregt. Die Auszubildenden profitieren von diesem neuen, zeitgemäßen Konzept auch dadurch, dass sie entlastet werden, aus ihrer üblicherweise dominanten Rolle im Kurs etwas zurücktreten können und so Freiräume gewinnen, um sich bei Bedarf punktuell einzelnen Teilnehmenden zuzuwenden.

Die Teilnehmenden haben die Möglichkeit, selbstständig in einem virtuellen 3D-Gebäudemodell auf Erkundung zu gehen und dabei motiviert, spielerisch und unterhaltsam, aber auch zielgerichtet zu lernen. Zentrale Ziele sind:

- › die Förderung selbstbestimmten und eigenverantwortlichen Lernens mit digitalen Medien,
- › die Individualisierung der Lernprozesse,
- › die Stärkung der Fähigkeit, spezifische Themen und Inhalte aus einer Vielzahl von zur Verfügung stehenden Informationen zu filtern und zu bewerten,
- › die Verbesserung der Fähigkeit, konkrete Fragestellungen bzw. Arbeits- und Lernaufgaben unter Nutzung verschiedener Quellen und Hilfsmittel zielstrebig zu bearbeiten und fachgerechte Lösungen für auftretende Probleme zu entwickeln sowie
- › die Förderung der Sensibilität für mögliche Kollisionspunkte und Schnittstellen zwischen den verschiedenen Baugewerken und des fachübergreifenden Denkens.

Zielgruppen

Das virtuelle Digitalgebäude richtet sich in erster Linie an Auszubildende und Teilnehmende von Fort- und Weiterbildungslehrgängen in Berufen des Holzbaus, des Massivbaus und der Gebäudetechnik sowie an die dort Lehrenden. Es orientiert sich am Ansatz des selbstgesteuerten und entdeckenden Lernens, daher gibt es keine vorgegebenen oder empfohlenen Lernpfade. Nutzer*innen wählen individuell die gewünschte Informationstiefe von Basis- und Überblicksinformationen bis zu detaillierten, punktuell auch system-, material- und herstellerepezifischen technischen Informationen.

Auszubildende der Bauberufe können das virtuelle Gebäude in der betrieblichen und überbetrieblichen Ausbildung und in der Berufsschule nutzen. Das Medium bietet vielfältige Einsatzmöglichkeiten, beispielsweise in Präsenz-Lehrgängen zur Unterstützung von selbstgesteuerten Lernsituationen, zur Vor- und Nachbereitung (ggf. mit Verkürzung von Präsenzzeiten in der Bildungsstätte), als

Instrument der interessengeleiteten individuellen Wiederholung, Vertiefung oder Nachholung von Inhalten, zur Selbsteinschätzung und Prüfungsvorbereitung, als Begleitung des Berufsschulunterrichts usw., aber auch zur Präsentation und Information an Veranstaltungen und Ausstellungen.

In ähnlicher Weise unterstützt das System die Teilnehmenden von Vorbereitungslehrgängen für die Meisterprüfung. Auch Mitarbeiter*innen in Handwerksbetrieben können damit ihre Kenntnisse vertiefen oder gezielt nach Informationen suchen. Darüber hinaus steht das Medium auch anderen zur Verfügung, beispielsweise Planer*innen und Architekt*innen, die oft mit der technischen Umsetzung von Bauausführung und Installationen und den dabei entstehenden (Schnittstellen-) Problemen nicht ausreichend vertraut sind. Das Produkt eignet sich auch für Lernende im privaten Bereich (beispielsweise Bauherren), die sich über die Komponenten, Bauteilaufbauten und Teilsysteme eines Gebäudes und deren Zusammenwirken informieren möchten. Insgesamt gehören auch alle weiteren Personen, die mit Planung, Errichtung und Ausrüstung von Gebäuden befasst sind und nicht unter die genannten Gruppen fallen, zu den Zielgruppen und können das System selbstgesteuert nutzen.

Für Teilnehmende der Aus- und Weiterbildung verschiedener Berufe und Fachgebiete sind umfassende Einblicke in die beruflichen Aufgaben anderer, fachlich benachbarter, bauaffiner Gewerke nötig, um die eignen Aufgaben fachgerecht und auf eine Weise erledigen zu können, dass der Gesamtprozess möglichst reibungslos und schadenfrei erfolgt. Entscheidend ist hierzu ein Verständnis für die technischen und prozessbezogenen Abläufe sowie deren Schnittstellen. Hier setzt das virtuelle Digitalgebäude an, indem bei der Auswahl eines bestimmten Bauteils oder Objekts im Gebäude nicht nur die für das eigene Gewerk relevanten Hinweise erscheinen, sondern auch diverse Informationen der an dieser (Schnitt-)Stelle ebenfalls beteiligten Gewerke. So ist beispielsweise eine Wand im virtuellen Gebäude nicht nur mit den für dieses Bauteil relevanten Informationen der Bereiche Holzbau und Massivbau hinterlegt (Abbildung 1), sondern auch die in der Wand integrierten Objekte der Gebäudetechnik wie Steckdosen und Schalter (Abbildung 2).

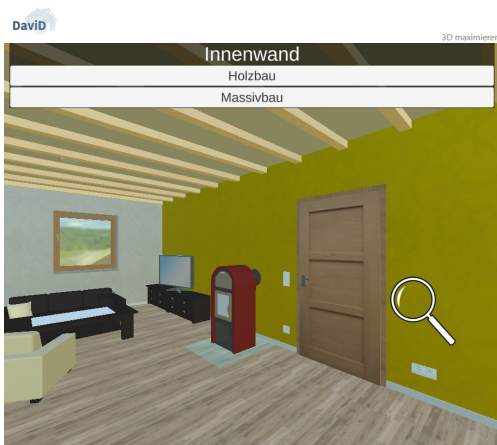


Abbildung 1: Innenwand, Holzbau / Massivbau
(Quelle: Bubiza)



Abbildung 2: Innenwand, Gebäudetechnik
(Quelle: Bubiza)

Alle Punkte des kontextbezogenen Auswahlmenüs sind mit den dazugehörigen Wissensseiten im Wiki verknüpft, auf denen dann auf die entsprechenden Fachinhalte und Arbeitsprozesse eingegangen wird, beispielsweise eben auf die unterschiedlichen Anforderungen der Leitungsverlegung in Holzbau- oder Massivbauwänden. Das unterstützt gemeinsames Lernen unterschiedlicher Zielgruppen. Dieses Medienkonzept geht zurück auf ausgezeichnete Erfahrungen, die in der Vergangenheit mit gemischten Lerngruppen (Auszubildende, Fachkräfte, Meister, Planer) in speziellen Schnittstellen-Lehrgängen gemacht wurden.

Didaktisches und methodisches Konzept

Das DigiBAU-Teilprojekt *3D-Gebäudemodell – Technische Erweiterung*⁴ widmet sich der Förderung des Verständnisses komplexer Bauprozesse und Ausführungsalternativen unter übergreifender Betrachtung verschiedener Fachdisziplinen in Planung und Ausführung. Die Lernprozesse gehen stets von der verständnisleitenden ganzheitlichen Situation aus. Das digitale Lernmedium orientiert sich jedoch immer an abgegrenzten, für Lernende überschaubaren baulichen Objekten oder Teilobjekten. Die Lernenden können ihren Fokus nach individuellem Interesse und aktuellem Lernbedarf weiter reduzieren, ohne den Bezug zum ganzen Gebäude zu verlieren, das durch den Wechsel von Wiki-System zum 3D-Modell und umgekehrt zwangsläufig immer wieder ins Blickfeld gerät. Das didaktische Konzept setzt also mit der Strategie „vom ganzheitlichen Objekt über die Erfassung von Zusammenhängen zur Lösung von Detailproblemen“ im übertragenen Sinne auf deduktive („vom Allgemeinen zum Besonderen“) Verstehensprozesse (vgl. Mahrin & Meyser 2017, 18).

Durch das virtuell begehbare und erlebbare Gebäude mit den vielfältig vorhandenen, anklickbaren Objekten, die den Sprung zu den hinterlegten Wissensseiten ermöglichen, wird das didaktische Prinzip des selbstgesteuerten, entdeckenden Lernens an einem für das Bauhandwerk hochrelevanten, komplexen Objekt verfolgt. Das in Darstellung und Steuerung einem Computerspiel nachempfundene virtuelle Gebäude lädt dadurch zum individuellen Erforschen ein. Dabei stoßen die Lernenden auf Objekte und Bauteile, an oder mit denen sie typischerweise in der Ausbildungs- und Berufspraxis arbeiten. Dazu können sie sich Informationen erschließen, die die Objekte an sich, verschiedenen Ausführungsformen oder ihre fachgerechte Installation, Montage, Kalibrierung, Ausführungsalternativen usw. betreffen können. Die Lernenden entscheiden selbst, welche Bereiche des Gebäudes, bzw. der Wissensdatenbank sie in welcher fachlichen Tiefe erkunden möchten. Das hat sich als hilfreiche, Verständnis fördernde Ergänzung für die praktische Arbeit in den Werkstätten erwiesen.

Die Wissenstiefe und die Komplexität der Inhalte werden durch den Aufbau und die Struktur der Wiki-Seiten gesteuert. Diese beginnen mit einer meist einfach gehaltenen Einführung in das betreffende Thema und der Erläuterung wichtiger Sachverhalte und Begriffe. Danach werden im weiteren Seitenverlauf spezifische Inhalte konkretisiert und komplexere Zusammenhänge beleuchtet.

4 Die genaue Bezeichnung lautet „Gründung, Abdichtung, Massivbau und elementiertes Bauen im virtuellen 3D-Gebäudemodell“. Weitere Information unter <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/gruendung-abdichtung-massivbau-und-elementiertes-bauen-im-virtuellen-3d-gebaeudemodell/>

Teilweise werden auch interne Verlinkungen auf weiterführende Seiten verwendet, um vertiefende Inhalte detailliert aufzuzeigen oder Exkurse zu tangierten Inhalten zu starten. Eine zielgruppenspezifische Adaption des Systems ist nicht vorgesehen. Vielmehr sollen Lernende die Entscheidung, wie tief sie in den angebotenen Stoff einsteigen möchten, vor dem Hintergrund ihrer jeweiligen Aufgabe und ggf. ihres persönlichen Interesses selbst treffen.

Dieser Ansatz optionaler Lernangebote erfordert eine entsprechende Lernbereitschaft, Motivation und Kompetenz im Umgang mit dem digitalen Medium und geeignete räumliche, technische und zeitliche Rahmenbedingungen (vgl. Krämer u. a. 2017, 29–36). Diese Voraussetzungen sind bei den Zielgruppen der Auszubildenden und Meisterschüler*innen in den gegebenen organisatorischen Kontexten (Lernen im Betrieb, in der überbetrieblichen Berufsbildungsstätte, in der Berufsschule und bei Meistervorbereitungslehrgängen) üblicherweise gegeben oder realisierbar. Wenn das digitale virtuelle Gebäude durch eine äußere Lernprozess-Führung ergänzt wird, kann es seine Wirkung am besten entfalten. Dies kann beispielsweise durch geeignete Aufgabenstellungen, lernleitende Arbeitsblätter, den vorgegebenen Rahmen eines kleinen Projekts oder durch ein vorhandenes Problem entstehen. Zahlreiche Muster-Aufgabenstellungen zu jeweils unterschiedlichen Themen der drei Fachgebiete Holzbau, Massivbau und Gebäudetechnik sind im Compendium mit Lösungsweg und skizzierten Lösungen beschrieben (vgl. Mahrin & Meyser 2017, 19).

Realisierung

In einem ersten Projekttreffen haben die Projektbeteiligten vom Bubiza und vom KOMZET Bau Bühl zunächst den Stand des aus dem Projekt David hervorgegangenen virtuellen Digitalgebäudes und das dazugehörige Wiki gesichtet, den Überarbeitungsbedarf diskutiert und das Vorgehen verabredet. Der Schwerpunkt lag auf der Struktur des Wikis, dem Aufbau der verschiedenen Themenseiten sowie auf dem Erstellen neuer Inhalte im Wiki-System. Mit Unterstützung eines Mitarbeiters der Universität Kassel, der im Projekt David für die Programmierung des 3D-Modells verantwortlich war (vgl. Schopbach, Meyer & Mahrin 2017), wurde die Funktionsweise des virtuellen Gebäudes und der darin enthaltenen interaktiven Objekte untersucht und für die technische Neuentwicklung der Rahmen abgesteckt. Für die Erweiterung des Wikis um den Bereich Massivbau wurden nachfolgend der thematische Rahmen und eine erste Grobstruktur zum Aufbau der entsprechenden neuen Auswahlmenüs im virtuellen Gebäude festgelegt sowie ein Zeitrahmen vereinbart.

Das Bundesbildungszentrum beschäftigte sich im weiteren Projektverlauf mit der Erweiterung des Wikis um die Bereiche Flachdächer, Dachabdichtungen, Windsogsicherung, Planung sowie Arbeitssicherheit und pflegte nach und nach Inhalte zu diesen neuen Themen ein. Bei den bestehenden Holzbau- und Gebäudetechnikseiten wurden aussagekräftige Piktogramme verwendet, um die jeweilige Seite im Wiki und die Metaaufgaben im Compendium auf den ersten Blick einem oder mehreren Themengebieten zuordnen zu können. Für den neuen Bereich Massivbau wurden Oberbegriffe abgestimmt und festgelegt, für die neue Piktogramme erstellt werden sollten. Ein externer Designer wurde mit dem Entwurf der benötigten Piktogramme beauftragt.

Die Projektmitarbeiter vom KOMZET Bau Bühl nahmen dann umfangreiche Recherchen zu den technischen Erweiterungsthemen vor. Hier bewährte sich die langjährige Zusammenarbeit im Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V.⁵: Zu den Themen Gründung und Erd-, Tiefbau erfolgte ein Austausch mit den Kollegen des Kompetenzzentrums Baumaschinentechnik im Aus- und Fortbildungszentrum Walldorf (Thür.)⁶, sodass deren besondere fachliche Expertise einfließen konnte. Abbildungen und Videos zu den ergänzenden Themen für das Wiki wurden zusammengestellt. Dies wäre ohne die Unterstützung durch Unternehmen, die entsprechende Materialien für die Verwendung im Lernsystem kostenfrei zur Verfügung gestellt haben, nicht möglich gewesen.⁷

Die für die Verknüpfung zu den neuen Inhaltsseiten im Wiki zu ergänzenden Menüpunkte wurden im Einzelnen festgelegt und eine Menüstruktur erstellt. Im weiteren Projektverlauf wurde die Flavia IT-Management GmbH mit der teilweisen Neuprogrammierung und Überführung des virtuellen Gebäudes in die Game-Engine Unity als Online-Version und der damit verbundenen Neuverknüpfung des Wikis beauftragt. Durch die so realisierten umfassenden technischen Verbesserungen wurden sowohl die Nutzungsfreundlichkeit als auch die Qualität der Darstellung und die Performanz des virtuellen Gebäudes deutlich verbessert und die Lauffähigkeit auch auf einfachen mobilen Geräten sichergestellt.

Es entstanden keine größeren Probleme bei der Umsetzung des Projekts, da das virtuelle Gebäude sowie das verknüpfte Wiki bereits in ihrer Struktur bestanden und sowohl das technische System als auch der didaktische Ansatz während des Projekts David hinreichend erprobt und optimiert worden waren (vgl. Mahrin 2018, 18). Dadurch konnte ein bereits bewährtes Konzept und Programm mit beherrschbarem Entwicklungsaufwand inhaltlich ausgebaut und funktionell verbessert werden. Es waren also keine Anfangsschwierigkeiten mehr zu erwarten und zu überwinden.

Ergebnisse und Produkte

Dem weiterentwickelten 3D-Gebäude liegt eine real existierende Planung eines Zweifamilienhauses an einer Böschung zugrunde. Das Gebäude wurde modifiziert, um ein möglichst vielfältiges Spektrum an Fachinhalten abbilden zu können. Als realitätsnahes Abbild eines typischen Zweifamilienhauses lädt das digitale Gebäudemodell zu virtuellen Rundgängen ein. Durch Annäherung an die Türen werden Räume geöffnet und können betreten werden. Das Gebäude kann am Bildschirm gedreht werden. Beim virtuellen Rundgang landen die Lernenden an Orten, an denen Sie typischerweise arbeiten und erschließen sich darüber die Fachinformationen. Im Wiki-System sind auch weiterführende Inhalte wie Hinweise auf Gesetze, Normen und Regelwerke sowie Schnittstellen zu finden. Dadurch wird der Blick der Lernenden neben den Gewerke bezogenen Inhalten auch auf Notwendigkeiten der zentralen zeitlich-organisatorischen und technisch-fachlichen Abstimmungen im Planungs- und Bauverlauf und auf die damit verbundenen Kooperations- und Kommunikationsprozesse gerichtet (vgl. Mahrin & Meyser 2017, 13).

5 siehe hierzu den Beitrag von Hans-Jürgen Holle in diesem Band

6 <https://www.biw-bau.de/ueber-uns/kontakt/aus-und-fortbildungszentrum-walldorf/>

7 Eine aktualisierte Übersicht der unterstützenden Firmen findet sich in der zweiten Auflage des Kompendiums

Das Gebäude ist mit einer Doppelgarage und einem Gebäudetechnikraum teilunterkellert, dessen Erschließung über eine Außentreppe erfolgt. Im Erdgeschoss und im Dachgeschoss befindet sich je eine abgeschlossene Wohneinheit. Zur Vergrößerung der Wohnfläche sind im Dachgeschoss eine Schleppgaube sowie eine Sattelgaube angeordnet (Abbildungen 3 und 4).



Abbildung 3: Außenansicht (Vorderseite) virtuelles Gebäude (Quelle: Bubiza)



Abbildung 4: Außenansicht (Rückseite) virtuelles Gebäude (Quelle: Bubiza)

Das Gebäude wurde technisch um die Themengebiete Baugrube, Entwässerung, Gründung, Keller (inkl. Abdichtungen), Massivdecken und -wände, Massivtreppe, Balkon sowie Montage erweitert. Die Themengebiete Dachdeckungen, Arbeitssicherheit sowie Entwurf und Konstruktionsplanung des Gebäudes kamen ebenfalls neu hinzu. Durch diese inhaltlichen Ergänzungen wurde das umfangreiche und ansprechend gestaltete Wiki-System weiter vervollständigt und bietet nun vielfältige Informationen zu Baumaterialien, Bauteilaufbauten, Verfahren, Anwendungen, Bauphysik und weiteren Themen. Die bestehenden Inhalte können in einfacher Weise gepflegt und zusätzliche Inhalte können schnell und adäquat bereitgestellt werden. Grundeinstellungen sichern ein gleichbleibendes Erscheinungsbild unabhängig von den Erstellern der Inhalte.

Anwender*innen gelangen zu den fachsystematisch geordneten Inhalten entweder durch Auswahl der entsprechenden interaktiven Menüpunkte im virtuellen Gebäude oder direkt im Wiki durch freie Navigation in einer gängigen Browseransicht. Weiterführende und übergeordnete Inhalte wie Hinweise auf Gesetze, Normen und Regelwerke sowie zu Schnittstellen von technischen Systemen und Arbeitsprozessen werden über entsprechende Verweise und Links innerhalb des Wikis erreicht. Der Zugang kann aber ebenfalls vom virtuellen Gebäude aus erfolgen, da bestimmte Objekte auch mit diesen übergeordneten Wiki-Seiten verknüpft sind. So kann beispielsweise durch Anklicken des Fernsehers im Wohnraum des 3D-Gebäudemodells der Wechsel auf die im Wiki-System hinterlegte Videodatenbank erfolgen, wo zu ausgewählten Themen des Holz- und Massivbaus Erklärvideos abgerufen werden können. Durch Anklicken verschiedener Ordner im virtuellen Bücherregal (Abbildung 5) kann auf entsprechende Informationen wie technische Unterlagen des Gebäudes, Planungsunterlagen, Themen der Bauphysik, usw. im Wiki-System zugegriffen werden.



Abbildung 5: Virtuelles Bücherregal und verlinkte Wiki-Seite (Quelle: Bubiza)

In Lehrgängen der überbetrieblichen Ausbildung kann das virtuelle Digitalgebäude seine Wirkung am besten in geeigneten, vorbereiteten Rahmensituationen entfalten. Im übergreifenden Kontext einer komplexen Lern- und Arbeitsaufgabe – zum Beispiel nachträglicher Einbau einer Gaube oder Abdichtung eines Kellerraumes – kann den Lernenden beispielsweise eine überschaubare Erkundungsaufgabe zum Lösen eines Teilproblems die nötige Orientierung geben. Äußere Anregungen durch spezifische Aufgabenstellungen, Wissensfragen/Quiz und lernbegleitende Arbeitsblätter können ebenfalls die Lernprozess-Führung unterstützen und verhindern, dass sich die Auszubildenden in den Weiten des Systems verlieren. Im begleitenden Kompendium sind Musteraufgaben zu verschiedenen Themen aus den Fachgebieten Holzbau (Abbildung 6), Massivbau (Abbildung 7) und Gebäudetechnik (Abbildung 8) enthalten. Sie geben Anregungen für die Initiierung effektiver Lernprozesse mit dem 3D-Gebäudemodell und dem Wiki. Diese Aufgaben können auch für Tests und Selbsttests eingesetzt werden und als Muster für die Erstellung eigener Aufgaben dienen.



Holzbau

AUFGABE 10: Windsogsicherung für Dachziegel und Dachsteine

Aufgabenstellung:

Wird ein Dach mit Dachziegeln oder Dachsteinen gedeckt, muss eine Windsogberechnung erstellt werden, um zu prüfen, ob eine zusätzliche mechanische Windsogsicherung der Ziegel oder Steine erforderlich wird.

Welche Dachbereiche werden bei der Windsogsicherung voneinander unterschieden?

Wie breit ist die Mindestverklammerungsfläche an Ortsgängen grundsätzlich?

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSGEHALT

1

Anklicken der Dachfläche in der 3D-Anwendung und Auswahl der Wiki Seite [Dachdeckungen](#)

2

Dort gibt es im Kapitel „Windsogsicherung“ einen Link zu der entsprechenden Wiki-Seite. Durch Anklicken des entsprechenden Links erfolgt der Sprung auf die entsprechende Seite.

i

Das Kapitel Dachdeckungen bietet auch darüber hinaus viele interessante Informationen – Umschauen lohnt sich!

3

Auf der Wiki-Seite „Windsogsicherung für Dachziegel und Dachsteine“ wird im Kapitel „Dachbereiche“ erklärt, in welche vier Bereiche eine Dachfläche eingeteilt wird.

i

Grundsätzlich wird ein Dach bezüglich der Windsogberechnung in folgende vier Bereiche eingeteilt:

- › Ortgangbereich
- › Innenbereich
- › Traufbereich
- › Firstbereich

4

Etwas weiter unten werden im gleichen Kapitel die Mindestbreiten für die entsprechenden Dachbereiche erläutert.

i

Für Ortgang, Grat und Kehle sind Mindestbreiten für die Verklammerungen zu beachten, über die die Wiki-Seite Auskunft gibt.



Massivbau

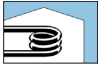
AUFGABE 14: Entwässerung

Aufgabenstellung:

- › Informieren Sie sich über die gängigen Entwässerungssysteme und beschreiben Sie die unterschiedlichen Bauweisen.
- › Welche Vor- und Nachteile bieten Trennsysteme und Mischsysteme jeweils? Bitte vergleichen Sie!
- › Beschreiben Sie den Unterschied zwischen Be- und Entlüftung von Abwasserleitungen und geben Sie das Mindestgefälle bei belüfteten Anschlussleitungen an.

LÖSUNGSWEG	LÖSUNGSGEHALT
1 Anklicken der Dachrinne oder Schachtabdeckung vor der Garage in der 3D-Anwendung und Auswahl der Wiki Seite <u>Grundlagen Entwässerung</u>	i Neben den Bauarten, Vor- und Nachteilen finden Sie in diesem Kapitel auch wichtige Hinweise zur Installation.
2 Im Kapitel „Entwässerung“ können die notwendigen Informationen entnommen werden.	i Unterschieden wird zwischen Misch- und Trennsystemen. Die Unterschiede liegen in der Bauweise und in der Funktion.
3 Durch Scrollen der Seite oder Anklicken der Menüpunkte „Mischsystem“ und „Trennsystem“ finden Sie die gesuchten Informationen.	i Vor- und Nachteile bestehen in der Umweltbelastung im Material- und Installationsaufwand, in den Investitionskosten und den Betriebskosten.
4 Anklicken des Unterkapitels „Gefälle und Lüftung“, siehe besonders Abbildung 5	i Ausgleich von Unterdruck, Verhinderung des Leersaugens, Abführung von Fäulnisgasen, Mindestgefälle in Bezug auf belüftet und unbelüftet.

Abbildung 7: Musteraufgabe Massivbau (Quelle: KOMZET BAU BÜHL / kommaKLAR | agentur für gestaltung)



Gastechnik

AUFGABE 20: Prüfen von Gasleitungen I

Aufgabenstellung:

- › Benennen Sie zunächst die Prüfungen, die an neu verlegten Gasleitungen (Niederdruckbereich < 100 mbar) gefordert sind.
- › Klären Sie anschließend, wozu die sogenannte Belastungsprüfung dient und bei welchem Druck und mit welcher Prüfdauer diese durchgeführt wird.
- › Nachdem die Prüfungen erfolgreich durchgeführt wurden, ist ein Prüfprotokoll anzufertigen. Nennen Sie fünf wesentliche Punkte, die auf dem Protokoll dokumentiert werden müssen und erläutern Sie, wer ein Exemplar des Protokolls erhält.

LÖSUNGSWEG

LÖSUNGSGEHALT

1

Anklicken der Gasleitung in der 3D-Anwendung und Sprung auf die Wiki-Seite [Prüfen von Gasleitungen](#) und auswählen des Kapitels „Neu verlegte Leitungen“.

i

- › Prüfungen an neu verlegten Gasleitungen
- › Belastungsprüfung
- › Dichtheitsprüfung

2

Dem Kapitel „Belastungsprüfung“ die geforderten Informationen entnehmen.

i

Belastungsprüfung

Die Belastungsprüfung soll Materialfehler wie Haarrisse und Gussfehler in Fittings aufzeigen und die Festigkeit der Rohrverbindungen testen.

- › Prüfdruck: 1 bar
- › Prüfzeit: 10 Minuten

3

Das Kapitel „Prüfprotokoll“ auswählen und die geforderten Informationen entnehmen.

i

Prüfprotokoll

Das Prüfprotokoll verzeichnet die Art der durchgeführten Prüfungen, die Messwerte, Dauer, Drücke, das Prüfmedium, den geprüften Leitungsteil, das Datum, die Bestätigung der Dichtheit und nennt den*die Prüfer*in.

Abbildung 8: Musteraufgabe Gebäudetechnik (Quelle: BTZ Osnabrück / kommaKLAR | agentur für gestaltung)

Erprobung, Empfehlungen und Transfer

Die umfangreichen Erprobungsphasen mit der Vorgängerversion des virtuellen Digitalgebäudes im Rahmen des Projekts David zeigten die Vor- und Nachteile des Prototyps der Lernanwendung auf. Deutlich positive Bewertungen erhielten das Konzept des hybriden Lernsystems, die Verbindung eines interaktiven virtuellen Gebäudes mit einer umfangreichen Wissensdatenbank (Wiki) sowie der Aufbau und die Inhalte der Wissensdatenbank. Weniger gut beurteilt wurden bei der ursprünglichen Version des Lernsystems die aufwändige Installation des Programms, die etwas umständliche Handhabung des digitalen Systems sowie die teilweise nicht optimale Bildperformance („ruckelige“ Darstellung) des virtuellen Gebäudes.

Auf der Basis dieser bereits vorliegenden Erkenntnissen entstanden die wesentlichen Anpassungen und Optimierungen des Lernsystems, sodass zum Ende der Projektlaufzeit eine umfassend zufriedenstellende Anwendung vorliegt. Insbesondere die wesentlich verbesserte Nutzungsfreundlichkeit sowie die ansprechende Optik und Performance des virtuellen Gebäudes haben die Zufriedenheit der Nutzer*innen deutlich gesteigert.

Wie im Abschnitt *Ergebnisse und Produkte* beschrieben ist es empfehlenswert, das Programm in einen durch gezielte Aufgabenstellungen vorgegebenem Rahmen in die Unterrichtsgestaltung einzubinden. Dies bietet sich sowohl im Berufsschulunterricht als auch für Theorieeinheiten in der überbetrieblichen Ausbildung hervorragend an, aber auch in Fort- und Weiterbildungslehrgängen der entsprechenden Fachbereiche Holzbau, Massivbau und Gebäudetechnik. Dabei ist es unerheblich, ob es sich um Präsenz- oder Fernunterricht handelt, da das Programm jederzeit online verfügbar ist. Zusätzlich bietet sich das Programm aufgrund seiner offenen Gestaltung auch zur individuellen Verwendung als Informations- und Nachschlagewerk für bauspezifische Themen an.

Fazit und Ausblick

Die umfassende Neubearbeitung des hybriden Lernsystems ist als äußerst positiv zu bewerten. So wurde ein bestehendes, grundsätzlich bewährtes digitales Lernmedium nochmals deutlich funktionell verbessert und inhaltlich ausgebaut. Besonders zu erwähnen sind das breite Spektrum, welches durch die Inhalte der Wissensdatenbank abgedeckt wird und die fachliche Tiefe der Darstellungen. Damit wurde das Produkt für zusätzliche potenzielle Nutzer*innengruppen aus den Bereichen Holzbau, Massivbau und Gebäudetechnik interessant.

Aus diesen Gründen und weil das Produkt kostenlos zur Nutzung angeboten wird, ist eine große Nutzungsbreite zu erwarten. Auch außerhalb der Ausbildung, Weiterbildung und Fortbildung ist ein Einsatz möglich, beispielsweise für interessierte Bauherren.

Das System ist weiterhin ausbaufähig – sowohl das 3D-Modell als auch die Wiki-basierte Wissensdatenbank. Naheliegend sind z. B. der Dachausbau und eine stärkere Einbeziehung des Außenbereichs durch Wegebau, Installation/Sanierung von Versorgungsleitungen und Anlagen des Garten- und Landschaftsbaus. Hier bietet gerade die Teilunterkellerung des Gebäudes mit Böschungen

im Einfahrts- und Garagenbereich interessante Möglichkeiten. Für eine Erweiterung eignen sich auch sehr gut abgrenzbare Einzelarbeiten wie die Einzäunung, die Installation von Sicherungs- und Überwachungssystemen, der Bau von Spielanlagen, Garten- und Gerätehäusern, das Anlegen eines Swimmingpools oder eines Teiches zur Grauwasser-Aufbereitung mit Kopplung an das Versorgungssystem des Gebäudes. Darüber hinaus bieten Anlagen zur Gewinnung regenerativer Energien durch Wind und Photovoltaik oder die Nachrüstung von Wärmepumpen-Heizungen – jeweils mit Einbindung in das Gebäude-Energiemanagement – Erweiterungspotenzial. Für einen entsprechenden Ausbau des virtuellen Gebäudes mit weiteren Bauteilen oder neuen interaktiven Objekten ist die Zusammenarbeit mit einer IT-Firma unbedingt erforderlich.

Literatur und Quellen

Aus- und Fortbildungszentrum Walldorf: Webseite. Online: <https://www.biw-bau.de/ueber-uns/kontakt/aus-und-fortbildungszentrum-walldorf/> (23.04.2021)

Berufsförderungswerk der Südbadischen Bauwirtschaft GmbH: Webseite. Online: <https://www.bfw-suedbaden.de/buehl/> (23.04.2021)

Bundesbildungszentrum des Zimmerer- und Ausbaugewerbes (Bubiza): Webseite. Online: <https://www.bubiza.de/> (23.04.2021)

Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V. (Hrsg.) (o. J.): Projekt DigiBAU. Online: <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/digibau/> (27.05.2021)

Komzet Bau Bühl (o.J.): Gründung, Abdichtung, Massivbau und elementiertes Bauen im virtuellen 3D-Gebäudemodell. Online: <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/gruendung-abdichtung-massivbau-und-elementiertes-bauen-im-virtuellen-3d-gebaeudemodell/> (23.04.2021)

Krämer, Heike; Jordanski, Gabriele; Goertz, Lutz u. a. (2017): Medien anwenden und produzieren -Entwicklung von Medienkompetenz in der Berufsausbildung. In: BIBB (Hrsg.): Wissenschaftliches Diskussionspapier, Heft 181. Bonn. Online: <https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/show/8275> (Stand: 30.03.2021)

Krümmel, Stefan; Mersch, Franz Ferdinand (2019): Vernetzung und Transfer für digitales bauberufliches Lernen und Arbeiten (DigiBAU). In: Mahrin, Bernd; Meyser, Johannes (Hrsg.): Berufsbildung am Bau digital. Hintergründe – Praxisbeispiele – Transfer. Universitätsverlag der Technischen Universität Berlin, 240–251. Online: <http://dx.doi.org/10.14279/depositononce-8577> (29.03.2021)

Mahrin, Bernd; Meyser, Johannes (Hrsg.) (2017): Das virtuelle Digitalgebäude – Kompendium für Lehrende und Lernende, 1. Aufl., Universitätsverlag der Technischen Universität Berlin. Online: <http://dx.doi.org/10.14279/depositononce-6321> (29.03.2021)

Mahrin, Bernd (2018): Virtuelles Gebäude als motivierender Lernraum. In: *berufsbildung*, 72(2018)171, 15–18

Schopbach, Holger; Meyer, Ralph; Mahrin, Bernd (2017): David – Das virtuelle Digitalgebäude. In: *BAG-Report Bau Holz Farbe* 18. Jg., Heft 2, 54–59. Online: https://bag-bau-holz-farbe.de/wp-content/uploads/2017/02/BAG-Report_01-2017.pdf (30.03.2021)

VIRTUELLES SCHAUFENSTER DIGITALES LERNEN

Kai Dettmann

Die Idee

Zehn Kompetenzzentren im *Kompetenznetzwerk Bau und Energie e.V.*¹ unterstützen im Verbundprojekt *DigiBAU – Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten*² den Transfer digitaler Arbeits- und Lerntechnologien in die Betriebe der Bauwirtschaft und setzen dabei einen Fokus auf die kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Sie bieten den Unternehmen und Teilnehmenden eine Vielzahl von Lehrgängen und Kursen in verschiedenen Formaten von der überbetrieblichen Ausbildung bis zur Qualifizierung künftiger Meister*innen an. Bisher geschah das nur über eigene Webseiten, Flyer oder Buchungsportale mit vorwiegend regionaler Wirkung. Die zunehmend digitalisierten Lehrgangsformate machen aber die Angebote für einen breiteren Kreis von Betrieben und Personen interessant und erreichbar. Deshalb entstand die Idee, im DigiBAU Projekt ein virtuelles Schaufenster zu programmieren, das die (teil-)digitalen Bildungs- und Zertifizierungsangebote der Mitglieder des Kompetenznetzwerks auf einen Blick zeigt und darüber hinaus Zugänge zu einer breiten Palette digitaler Lernanwendungen und Medienbausteine schafft.

Die Umsetzung

Als Produkt des DigiBAU-Projekts wurde das virtuelle Schaufenster auf einer eigenständigen Webseite implementiert. Die technische Basis bildet ein Content Management System (CMS). Um bestmögliche Übersicht zu erreichen, orientiert sich die Gestaltung an einer Kachelstruktur mit den Feldern *Qualifikation/Angebote*, *Best Practice*, *Lernmedien* und *Bilddatenbank HWK Münster*. Die Kacheln Lernmedien und Bilddatenbank verlinken direkt auf die jeweilige Datenbank, um den Datenverkehr so gering wie möglich zu halten. Eine zentrale Kachel führt zum Portal des Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V. Diese sehr einfach gehaltene Struktur vermittelt trotz vielfältiger Inhalte ein schnelles Suchen und Finden, vergleichbar einem erfreulichen „Online-Einkaufserlebnis“. Buchungen von Lehrgängen und Bestellungen von Lernmedien werden nicht direkt im Schaufenster vorgenommen, sondern es erfolgt ein Verweis auf die jeweiligen Anbieter. So bleibt die Aktualität erhalten.

1 <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/>

2 Das Projekt „Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten“ (FKZ 01PA17010) wird im Rahmen des Programms Förderung von „Transfernetzwerken Digitales Lernen in der Beruflichen Bildung“ (DigiNet) gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds.

Das Ergebnis

Mit dem virtuellen Schaufenster ist der Grundstein für eine Gesamtschau des Leistungsspektrums der Kompetenzzentren gelegt, die ihre Angebote nun fortlaufend dort einstellen und aktualisieren können. Die Inhalte müssen noch wachsen, damit die Leistungen auch überregional beachtet und in Anspruch genommen werden. Spezielle Lehrgänge, die nur an wenigen Standorten angeboten werden, eignen sich besonders für das Schaufenster. Kleine und mittlere Unternehmen wurden gemäß dem Motto „aus der Praxis für die Praxis“ in die Erprobung einbezogen, um zu erfahren, welche Inhalte für sie besonders interessant sind.

www.digibau.eu



Abbildung 1: Startseite des virtuellen Schaufensters (Quelle: eigene Darstellung)


Home Qualifikation / Angebote Lernmedien **Best Practice** Kontakt

BEST PRACTICE

Das Kompetenznetzwerk Bau und Energie e.V. bietet Auszubildenden und Fachkräften aus der Bauwirtschaft ein umfassendes Portfolio an erfolgreichen Beispielen aus der Praxis in Bautechnik, Gebäudetechnik und Berufspädagogik.

Bitte wählen Sie aus nach Gewerk, Standort oder Zielgruppe oder gehen sie über die Freitextsuche.



DER VIRTUELLE MASCHINENRAUM für
Best Practice

Medienunterstütztes Lernen und Innovation in der handwerklichen Arbeit
SOFTWARETOOLS FÜR ... [Zur Detailseite »](#)

 Bundesbildungszentrum des Zimmerer und Ausbaugewerbes, Kompetenzzentrum des Zimmerer- und Holzbaugewerbes, 34123, Kassel

 [WEITERE INFOS](#)



DIGITALE BAUWERKSINFORMATIONSMODELLE IN DER ÜBERBETRIEBLICHEN AUSBILDUNG (ÜBA) für *Best Practice*

Veränderungen durch Informatisierung und Digitalisierung In der Bauwirtschaft finden sich ... [Zur Detailseite »](#)

 Bau Bildung Sachsen e. V., Kompetenzzentrum Bau & Bildung, 02625, Bautzen

 [WEITERE INFOS](#)



DAS VIRTUELLE HANDBUCH - MASSIVBAU für *Best Practice*

Das KOMZET BAU BÜHL, ist Anlaufstelle für alle Fragen rund ums Thema „Elementiertes Bauen“. Im ... [Zur Detailseite »](#)

 Berufsförderungswerk der Südbadischen Bauwirtschaft GmbH, Kompetenzzentrum der Bauwirtschaft, 77815, Bühl

 [WEITERE INFOS](#)



ZIMMERER AUFGABEN FÜR DAS 2. AUSBILDUNGSJAHR für *Best Practice*

Hier findest du Aufgaben, die du eigenständig zuhause machen kannst. Klicke auf die jeweilige ... [Zur Detailseite »](#)

 Holzbau Baden-Württemberg Bildungszentrum, Kompetenzzentrum Energiesparender Holzbau Biberach, 88400, Biberach

 [WEITERE INFOS](#)



DAVID – DAS VIRTUELLE DIGITALGEBÄUDE für *Best Practice*

DaviD – Das virtuelle Digitalgebäude David stellt ein digitales 3D-Modell eines ... [Zur Detailseite »](#)

 Bundesbildungszentrum des Zimmerer und Ausbaugewerbes, Kompetenzzentrum des Zimmerer- und Holzbaugewerbes, 34123, Kassel

 [WEITERE INFOS](#)

Abbildung 2: Ergebnisliste (Auszug) im virtuellen Schaufenster (Quelle: eigene Darstellung)


Home Qualifikation / Angebote Lernmedien **Best Practice** Kontakt

DER VIRTUELLE MASCHINENRAUM

Medienunterstütztes Lernen und Innovation in der handwerklichen Arbeit SOFTWARETOOLS FÜR MASCHINEN-INTENSIVE AUS- UND WEITERBILDUNG

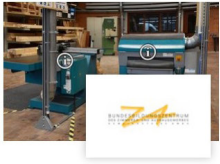
Durch die Komplexität heutiger Holzbearbeitungsmaschinen und -anlagen und durch veränderte Ablauforganisation in den Betrieben steigen die diesbezüglichen Anforderungen an die Qualifikationen der Mitarbeitenden. Deshalb werden beispielsweise in der Zimmer-Ausbildung zweiwöchige Maschinenkurse verpflichtend angeboten. Es bestand bislang kaum die Möglichkeit, sich auf einen solchen Kurs vorzubereiten bzw. die während des Kurses vermittelten Sachverhalte nachzubereiten.

Für die gängigen Hand- und stationären Maschinen (z. B. Formatkreissäge, Dickenhobel, Bandsäge, Handkreissäge und Kervenfräse) sind daher Lernmedien für Tablets, Notebooks und stationäre PCs als Informationspool für die Maschinen- und Anlagentechnik entwickelt worden. Der Startbildschirm wird durch ein Foto oder eine Illustration der jeweiligen Maschine gebildet. Über Maus-Bewegungen und -klicks werden alle relevanten Bestandteile, Funktionen und Arbeitshandlungen in weitergehenden Menüstrukturen erläutert. Detailfotografien, Animationen, Videos sowie Grafiken stellen die Inhalte anschaulich dar und werden durch notwendige Texte ergänzt und vertieft. Zu den einzelnen Lernsequenzen über Funktion und Themenbereiche der Maschinen wie Betrieb oder Werkzeugwechsel gibt es abschließende Wissenstests.

Die Softwaretools werden im Rahmen der Ausbildung ergänzend zur Vor- und Nachbereitung der Maschinenkurse eingesetzt werden. Im Rahmen des Förderprojektes DigiBAU wird der Maschinenraum aktualisiert und erweitert.

Zielgruppe: Auszubildende
Kategorie: Best Practice
Gewerk:

[JETZT ANMELDEN](#)



DAS ZENTRUM
 Bundesbildungszentrum des
 Zimmerer und Ausbaugewerbes
 Kompetenzzentrum des
 Zimmerer- und Holzbaugewerbes
 Werner-Heisenberg-Straße 4
 34123, Kassel

Das Projekt „Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten“ (FKZ 01PA17010) wird im Rahmen des Programms Förderung von „Transfernetzwerken Digitales Lernen in der Beruflichen Bildung“ (DigiNet) gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds.





Zusammen,
Zukunft,
Gestalten.



Rechtliches & Nützliches

Kontakt
 Impressum
 Datenschutz

DigiBAU als Mitglied

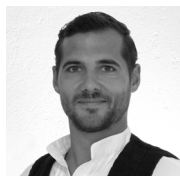
Die Mitglieder des Kompetenznetzwerk Bau und Energie e.V. sind ausgezeichnet als Kompetenzzentren nach den Richtlinien der Bundesregierung.

Kompetenznetzwerk Bau und Energie e.V.

www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/digibau/

Abbildung 3: Beispiel einer Detaildarstellung im virtuellen Schaufenster (Quelle: eigene Darstellung)

LISTE DER AUTOR*INNEN

**Appenrodt, Jan**

Zimmermeister und Dachdeckermeister, Bundesbildungszentrum des Zimmer- und Ausbaugewerbes gGmbH

**Becker, Matthias**

Prof. Dr., Hochschullehrer, Leibniz Universität Hannover, Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik (IBM)

**Böttcher, Sven**

M. Ed., Projektmitarbeiter Bildung, Verbundkoordinator B³AUS, Bau Bildung Sachsen e. V.

**Bozkurt, Askim**

Dr., Bereichsleiterin Projekte ABZ Kerpen, Berufsförderungswerk der Bauindustrie NRW gGmbH

**Dettmann, Kai**

IT-Projektleiter, Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg GmbH

**Diekmann, Susanne**

Dr. rer. nat., Projektleiterin, Handwerkskammer Bildungszentrum Münster

**Dziumbila, Uwe**

Kompetenzzentrum für Nachhaltiges Bauen Cottbus, Berufsförderungswerk der Bauindustrie Berlin-Brandenburg e. V.

**Ebert, Wolfgang**

Dr., Ausbilder/Projektmitarbeiter, Aus- und Fortbildungszentrum Walldorf, Bildungswerk BAU Hessen-Thüringen e. V.

**Falk, Roland**

Dr., Leiter Innovation und Entwicklung, Branchenzentrum – Kompetenzzentrum für Ausbau und Fassade GmbH Rutesheim und Vorsitzender des Kompetenznetzwerk Bau und Energie e. V.

**Freytag, Nora-Fabienne**

M. A., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Technische Universität Berlin, Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre, Fachgebiet Fachdidaktik Bautechnik und Landschaftsgestaltung

**Ganz, Kerstin**

Dipl.-Ing., Bereichsleiterin Weiterbildung, Projektentwicklung, Bau Bildung Sachsen e. V., Überbetriebliches Ausbildungszentrum Bautzen

**Goos, Ulrich**

Dipl.-Ing., Leiter Ausbildungszentrum Kerpen, Berufsförderungswerk der Bauindustrie NRW gGmbH

**Grochtmann, Thomas**

Koordinator digitales Lernen, Handwerkskammer Bildungszentrum Münster

**Hagenhofer, Thomas**

M. A., Projektkoordinator, Zentral-Fachausschuss Berufsbildung Druck und Medien

**Hillegeist, Annika**

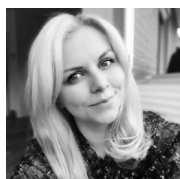
Dipl. Berufspäd., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Technische Universität Dresden, Institut für Berufspädagogik und Berufliche Didaktiken

**Holle, Hans-Jürgen**

Prof. Dr.-Ing. habil., Hochschullehrer i. R., Technische Universität Hamburg, Institut für Angewandte Bautechnik

**Hömann, Karsten**

Geschäftsführer der Gemeinschafts-Lehrwerkstatt Arnsberg GmbH

**Jenzen, Julia**

M. Sc., Dipl.-Ing., Projektreferentin für Digitalisierung und Berufspädagogik, Unternehmerverband Norddeutschland Mecklenburg-Schwerin e. V.

**Kaiser, Matthias**

Leiter Kompetenzzentrum für Nachhaltiges Bauen Cottbus, Berufsförderungswerk der Bauindustrie Berlin-Brandenburg e. V.

**Kirchner, Anja**

M. Sc., Projektreferentin für digitale Bildung, Unternehmerverband Norddeutschland Mecklenburg-Schwerin e. V.

**Korth, Susanne**

StR, Abgeordnete Lehrerin, RWTH Aachen University, Lehr- und Forschungsgebiet Fachdidaktik Bautechnik

**Kranawetleitner, Tanja**

M. A., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Universität Augsburg, Anwenderzentrum Material- und Umweltforschung, Geschäftsbereich MINT_Bildung

**Krebs, Heike**

Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Universität Augsburg, Anwenderzentrum Material- und Umweltforschung, Geschäftsbereich MINT_Bildung

**Krümmel, Stefan**

Dr. rer. pol., Dipl.-Geogr., Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Technische Universität Hamburg, Institut für Angewandte Bautechnik

**Kuri, Norbert**

Dipl.-Ing., Projektleiter, Berufsförderungswerk der südbadischen Bauwirtschaft GmbH, Komzet Bau Bühl

**Land, Marvin**

M. Ed., Akademischer Rat, Technische Universität Dortmund, Institut für Allgemeine Erziehungswissenschaft und Berufspädagogik

**Lange, Axel**

Dipl.-Ing., Handwerkskammer Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim, Berufsbildungs- und TechnologieZentrum Osnabrück, Kompetenzzentrum Versorgungstechnik

**Lange, Christina**

Dr. phil., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, RWTH Aachen University, Lehr- und Forschungsgebiet Fachdidaktik Bautechnik

**Leikler, Martin**

Zimmermeister, Bildungszentrum Holzbau Baden-Württemberg in Biberach

**Lindemann, Hans-Jürgen**

Dr., Berufsschullehrer i. R., Gutachter in der Entwicklungszusammenarbeit (EZ) und Berater, LIN-CO, Lindemann Consult

**Mahrin, Bernd**

Dipl.-Ing., Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Technische Universität Berlin, Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre, Fachdidaktik Bautechnik und Landschaftsgestaltung sowie Gutachter/Berater, kompetenzpunkt.berufsbildung

**Menner, Marietta**

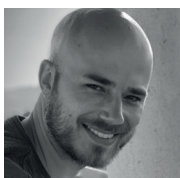
Dr., Leiterin Geschäftsbereich MINT_Bildung, Universität Augsburg, Anwenderzentrum Material- und Umweltforschung

**Menzel, Mareike**

Dipl.-Päd., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Technische Universität Dortmund, Institut für Allgemeine Erziehungswissenschaft und Berufspädagogik

**Mersch, Franz Ferdinand**

Prof. Dr., Hochschullehrer, Institutsleiter, Technische Universität Hamburg, Institut für Angewandte Bautechnik

**Milker, Clemens**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Technische Universität Dresden, Institut für Berufspädagogik und Berufliche Didaktiken, Berufliche Fachrichtung Labor- und Prozesstechnik; Didaktik der Chemie

**Niethammer, Manuela**

Prof.in Dr. phil. habil., Hochschullehrerin, Technische Universität Dresden, Professur für Bautechnik und Holztechnik sowie Farbtechnik und Raumgestaltung/Berufliche Didaktik

**Noichl, Svenja**

M. Sc., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, RWTH Aachen University, Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 9 – Learning Technologies

**Pistoll, Diana**

M. Sc., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, MSH Medical School Hamburg – University of Applied Sciences and Medical University

**Ranke, Hannes**

M. Ed., Oberingenieur, Technische Universität Hamburg, Institut für Angewandte Bautechnik

**Rendtel, Torsten**

Geschäftsführer, Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg GmbH

**Rexing, Volker**

Prof. Dr., Hochschullehrer, RWTH Aachen University, Leiter Lehr- und Forschungsgebiet Fachdidaktik Bautechnik

**Roth, Tina**

Dipl. Päd., Mediendidaktik und Projektorganisation, Branchenzentrum – Kompetenzzentrum für Ausbau und Fassade GmbH Rutesheim



Schopbach, Holger

Dr.-Ing., Akademischer Rat, Universität Kassel, Institut für Bauwirtschaft,
Fachgebiet Baubetriebswirtschaft



Schröder, Thomas

Prof. Dr. Dr. h.c., Hochschullehrer, Technische Universität Dortmund, Institut für
Allgemeine Erziehungswissenschaft und Berufspädagogik, UNESCO-Lehrstuhl
für Berufsbildung, Kompetenzentwicklung und Zukunft der Arbeit



Schulte, Sven

Dr., Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Technische Universität Dortmund, Institut
für Allgemeine Erziehungswissenschaft und Berufspädagogik



Strating, Harald

Prof. Dr., Hochschullehrer Didaktik der Technik, Hochschule Osnabrück,
Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik



Ströhle, Jochen

Zimmermeister, Bildungszentrum Holzbau Baden-Württemberg in Biberach



Wachenbrunner, Torsten

Verantwortlicher Mitarbeiter Weiterbildung, Aus- und Fortbildungszentrum
Walldorf, Bildungswerk BAU Hessen-Thüringen e. V.



Weitzmann, Markus

Zimmermeister, Leiter Bildungszentrum, Bildungszentrum Holzbau
Baden-Württemberg in Biberach

**Wepner, Kim**

M. A., Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Technische Universität Dortmund,
Institut für Allgemeine Erziehungswissenschaft und Berufspädagogik

**Wieczorek, Michael**

Dipl. Wirt.-Sin., Leiter Bildung, Leiter Überbetriebliches Ausbildungszentrum
Glauchau, Bau Bildung Sachsen e. V.

**Wyss, Rolf**

Dipl.-Ing., Dipl. Berufspäd., Berufsschullehrer, Fachbereichsleiter Medientechnologie,
Gewerbliches Berufs- und Weiterbildungszentrum/Schule für Gestaltung St. Gallen

VERBUNDPARTNER

im Projekt DigiBAU



Technische Universität Hamburg
Institut für Angewandte Bautechnik (G-1)



Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg GmbH
Kompetenzzentrum für zukunftsorientiertes Bauen



Handwerkskammer Münster
Handwerkskammer Bildungszentrum Münster (HBZ)



Technische Universität Berlin
Institut für Berufliche Bildung und Arbeitslehre



Berufsförderungswerk der Bauindustrie Berlin-Brandenburg e.V.
Kompetenzzentrum für Nachhaltiges Bauen Cottbus



Berufsförderungsgesellschaft des baden-württembergischen
Stuckateurhandwerks m.b.H
Kompetenzzentrum für Ausbau und Fassade



Bundesbildungszentrum des
Zimmerer- und Ausbaugewerbes (Bubiza) Kassel



Gem. Berufsförderungswerk des Baden-Württembergischen
Zimmerer- und Holzbaugewerbes GmbH
Bildungszentrum Holzbau Baden-Württemberg



Handwerkskammer Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim
BTZ Berufsbildungs- und TechnologieZentrum Osnabrück



Bildungswerk BAU Hessen-Thüringen e.V.
Aus- und Fortbildungszentrum Walldorf



Bau Bildung Sachsen e.V.
Kompetenzzentrum Bau und Bildung mit den
Überbetrieblichen Ausbildungszentren Dresden und Leipzig



Berufsförderungswerk der Südbadischen Bauwirtschaft GmbH
KOMZET BAU BÜHL



Technische Universität Dresden
Professur für Bautechnik und Holztechnik sowie Farbtechnik und Raumgestal-
tung/ Berufliche Didaktik



Universitätsverlag der TU Berlin

ISBN 978-3-7983-3236-2 (print)

ISBN 978-3-7983-3237-9 (online)