



Aspekte von Digitalisierung, Berufsarbeit und beruflicher Didaktik

Inhalt

Editorial	1
Beiträge	
Marc Krüger / Nils Stallmeier/ Daniel Bogs/ Len Schrader Extended Reality (XR) für die Bildungsarbeit in der Bautechnik	2
Miriam Mulders / Andrea Schmitz Integration von Virtual Reality in die berufliche Bildung	19
Nele Rubow / Martin Multhauf 3D-Druck im Berufsfeld „Holztechnik“ - Intrinsische Motivation und Kompetenzentwicklung	27
Sebastian Wendland Nachhaltigkeit und Innovation in der Fachrichtung Farbtechnik/ Raumgestaltung/Oberflächentechnik	38
Wilfried Walther / Janna Breitfeld Dämmen, Lüften – Schimmel vermeiden: Energiesparen mit Experimenten erklären	50
Franz Ferdinand Mersch Das Skizziergespräch als Lernverfahren in der Bau- und Holztechnik	59
Nachwuchsbeiträge	
Hana Polte Sexismus in Ausbildungsberufen der Bau- und Holztechnik	64
Rezensionen	
Joel Suhlmann Stephan Abele: Problemlösekompetenzen in beruflichen Kontexten	71
Dennis Kaufmann Maik Jepsen: Arbeitsmarkt- und Berufsinformationen als Datenbasis für eine verbesserte Abstimmung zwischen Bildung und Beschäftigung	73
Impressum/Beitrittserklärung	75

Liebe Leserinnen und Leser!

zum 25. Geburtstag der Arbeitsgemeinschaft „Bau/Holz/Farbe“ erscheint unsere Zeitschrift in neuem Gewand. Der bereits angekündigte Wechsel ihres Erscheinens vom Papierdruck hin zum „Online-Journal“ klingt auch in ihrem neuen Titel „BAG:on“ wieder. Neben einer deutlich steigerbaren Reichweite eröffnet eine Online-Ausgabe auch die Nutzung zahlreicher medientechnischer und grafischer Möglichkeiten. Diese schlägt sich auch in einem neuen und frischen Layout nieder. Inhaltlich folgt das neue „BAG:on“ der bewährten Form übergeordneter Hefttitel sowie Beiträgen aus berufsbildender Praxis und Theorie in einem ausgewogen Verhältnis. Die Rubrik „Aktuelles“ findet sich dagegen – leichter aktualisierbar – auf der Homepage unserer Arbeitsgemeinschaft (bag-bau-holz-farbe.de).

Der steigenden Bedeutung IT-gestützter Anwendungen für die berufliche Bildung widmen sich in der vorliegenden Ausgabe gleich mehrere Beiträge:

Mit „Extended Reality (XR)“ in der Bautechnik befassen sich Marc Krüger, Nils Stallmeier, Daniel Bogs und Len Schrader. Sie stellen wesentliche Beispiele in einem berufsbildungsbezogenen Kontext vor und beleuchten ihre Besonderheiten in der bautechnischen Lehr- und Lernpraxis. Zur „Integration von Virtual Reality in die berufliche Bildung“ zeigen Miriam Mulders und Andrea Schmitz, wie sich Entwicklungen in der beruflichen Bildungspraxis der Fahrzeuglackierung darstellen. Ihr Ausgangspunkt ist der Modellversuch „Handlungsorientiertes Lernen in der VR-Lackierwerkstatt“. Wege der Kompetenzentwicklung beim „3D-Druck im Berufsfeld Holztechnik“ erläutern Nele Rubow und Martin Multhaus. In Unterrichtsbeispielen mit Lernhinweisen ist hier zu erfahren, wie additive Verfahren genutzt werden, Lernenden einen niedrigschwelligen Einstieg in die Welt der C-Technologien zu eröffnen. „Nachhaltigkeit und Innovation in der Fachrichtung Farbtechnik/Raumgestaltung/Oberflächentechnik“ thematisiert Sebastian Wendland. Hier wird deutlich, wie mit neuen didaktischen Ansätzen und Mitteln frühzeitig ein Nachhaltigkeitsbewusstsein im Studium der beruflichen Fachrichtung aufgebaut und verankert werden kann. Im hierzu passenden Feld des energiesparenden Wohnens stellen Wilfried Walther und Janna Breitfeld „Bauphysik- Experimente für berufliches Lernen“ aus dem Themenfeld „Richtig Heizen und Lüften“ vor. Diese Lerneinheiten sind mehrfach erfolgreich im Energie und Umweltzentrum am Deister e. V. durchgeführt worden. Wie sich eine praxisnahe Kommunikation angehender Baufachkräfte anbahnen lässt, beschreibt Franz Ferdinand Mersch in seinem „Skizziergespräch als Lernverfahren in der Bau und Holztechnik“. Dessen visueller Zugang hilft, Sprechbarrieren zu überwinden und fördert den Erwerb argumentativer sowie fachlich-inhaltlicher Kenntnisse und Fähigkeiten.

In der Rubrik „Nachwuchsbeiträge“ stellt Hanna Polte eine Studie zum Thema „Sexismus in Ausbildungsberufen der Bau- und Holztechnik“ als zu lange nur randständig behandeltes Thema vor.

Der Beitragsteil schließt mit Rezensionen zu zwei beachtenswerten Veröffentlichungen im Berufsbildungsbereich von Joel-Nikolas Suhlmann und Dennis Kaufmann.

Der Vorstand der BAG Bau, Holz, Farbe

Extended Reality (XR) für die Bildungsarbeit in der Bautechnik

Marc Krüger, Nils Stallmeier, Daniel Bogs & Len Schrader

Abstract

Extended Reality Anwendungen entwickeln sich zukünftig zu integralen Bestandteilen auch in Lern- und Arbeitsumgebungen vieler Bauberufen. Im folgenden Beitrag werden wesentliche Beispiele dieser Anwendungen insbesondere in einem berufsbildungswissenschaftlichen Kontext vorgestellt sowie in ihren Merkmalen und Besonderheiten für die Bildungspraxis beleuchtet.

Schlagwörter: *Extended Reality, Mixed Reality, Augmented Reality, Virtual Reality, Lernanwendung, Berufsschule*

Einleitung

Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) – zusammengefasst als Extended Reality (XR) bezeichnet – haben sich nicht nur durch die Verbreitung entsprechender Geräte etabliert, sondern erfahren auch eine zunehmende Bedeutung in Bildungskontexten. Im Hinblick auf die berufliche Bildungsarbeit lassen sich dabei zwei Perspektiven für dessen Einsatz einnehmen: Zum einen werden sie als Werkzeuge in der Berufsarbeit integriert, beispielsweise können Bautechniker:innen durch AR-Brillen bei der Durchführung von Bauvorhaben unterstützt werden, indem Baudokumentationen in Form von digitalen Einblendungen sichtbar werden. Zum anderen dienen sie als Medien zur Gestaltung von Lernprozessen, indem beispielsweise die Sicherung von Baustellen in VR-Welten erklärt und von den Lernenden eingeübt wird. Zinn legt diesbezüglich dar, dass hierdurch Mehrwerte entstehen, denn durch die Interaktion mit virtuellen Welten lässt sich das situationale Lernen am beruflichen Lernort förderlich unterstützen (Zinn 2019, S. 22). Damit eröffnet der Einsatz von XR auch in der Bautechnik vielfältige Möglichkeiten zur handlungsorientierten Kompetenzförderung von Fachkräften.

Der vorliegende Beitrag zielt darauf ab, die potenziellen Mehrwerte von XR-Lernanwendungen in der beruflichen Bildung aufzuzeigen. Damit fokussiert er auf Lösungen für die Bildungsarbeit und lässt rein berufliche XR-Anwendungen außen vor. Für die XR-Lernanwendungen werden allgemeine Erkenntnisse ebenso dargelegt wie bautechnikspezifische Aspekte. Hierfür wird in einem ersten Schritt eine Begriffsklärung für die gebräuchlichsten Abkürzungen entlang des Virtualitäts-Realitäts-Kontinuums nach Milgram und Kishino (1994) vorgenommen. Aufbauend werden didaktische Aspekte beleuchtet und mit der bautechnischen Bildungsarbeit verknüpft. Anschließend werden XR-Lernanwendungen aus der Bautechnik vorgestellt und bewertet. Der Beitrag schließt mit einem Resümee, in dem der Status quo und Perspektiven für XR-Lernanwendungen in der Bautechnik dargelegt werden.

1 XR-Technologien: AR, AV, MR und VR

Extended Reality (XR) und in diesem Kontext die häufig auch erwähnte Mixed Reality (MR) sind zunächst Sammelbegriffe, die gerne synonym und weit verbreitet genutzt werden. Um die Begrifflichkeiten zueinander abzugrenzen und Augmented Reality (AR) sowie Virtual Reality (VR) einzuordnen, wurden in den 1990er Jahren durch Milgram und Kishino (1994) mit dem Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum diese zueinander in Beziehung gesetzt, wie es in Abbildung 1 dargestellt ist.



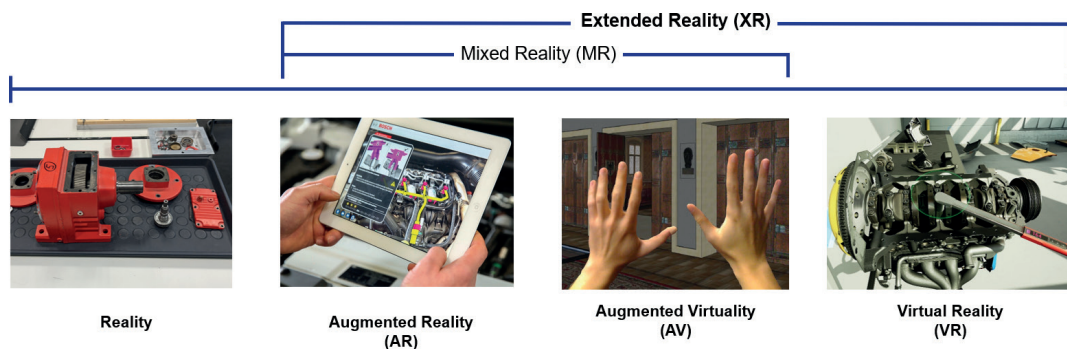


Abb 1: Virtualitäts-Realitäts-Kontinuum (Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage von Milgram und Kishino (1994))

Im Virtualitäts-Realitäts-Kontinuum definiert das linke Ende die Umgebungen, „die sich nur aus realen Objekten zusammensetzen, und beinhaltet alle Aspekte, die bei Betrachtung einer realen Szene durch eine Person oder durch ein beliebiges Medium wie z. B. Fenster, Fotoapparat etc. beobachtet werden.“ (Steiger et al. 2011, S. 9). Der Grad der Immersion steigt, je weiter man sich nach rechts im Kontinuum bewegt. Immersion bezeichnet dabei das Eintauchen in die virtuelle Welt, wodurch Lernende vergessen, dass sie sich in einer simulierten Umgebung befinden (Thomas et al. 2018, S. 22; Fell 2020, S. 10). Das rechte Ende definiert Umgebungen, die nur aus virtuellen Objekten bestehen, wie z. B. beim Computerspiel *World of Warcraft*. Wenn Realität und Virtualität miteinander verschmelzen, spricht man von Mixed Reality (MR), die sowohl Augmented Reality (AR) als auch Augmented Virtuality (AV) umfasst. Die Grenze zwischen AR und AV ist dabei nicht exakt definiert. Wenn nur wenige einzelne virtuell erzeugte Objekte in die Realität eingefügt werden, handelt es sich um AR. AV hingegen liegt vor, wenn nur einzelne Objekte der Realität entsprechen und der Großteil virtuell erzeugt ist (Tönnis 2010, S. 2). Sobald kein realer Anteil mehr vorhanden ist, spricht man von Virtueller Realität (VR). Der übergeordnete Begriff Extended Reality (XR) umfasst sämtliche immersive Technologien (Alizadehsalehi et al. 2020). Im Kontext des Realitäts-Virtualitäts-Kontinuums von Milgram und Kishino fasst XR somit den gesamten Bereich rechts der Realität zusammen.

Neben der grundlegenden Definition von XR-Technologien offenbaren sich weitere Unterschiede, die aus unterschiedlichen Herangehensweisen heraus resultieren: Zum einen basieren AR-Technologien entweder auf dem Optical-See-Through- oder Video-See-Through-Prinzip (Rolland et al. 1994, S. 294). Beim Optical-See-Through-Prinzip werden z. B. in ein Brillenglas zusätzliche Informationen eingeblendet, d. h. Nutzer:innen sehen mit ihren Augen die reale Welt, ergänzt durch die computergenerierten Einblendungen. Beim Video-See-Through-Prinzip wird die reale Welt über eine Kamera eingefangen und dann werden in dieses Videobild die computergenerierten Informationen eingeblendet, Nutzer:innen sehen die reale Welt folglich nur noch über ein Display. Beispiel ist ein Smartphone, welches auf ein reales Objekt gehalten wird. Das Display zeigt das videografierte Bild des Objekts mit zusätzlichen Informationen. Beide Prinzipien haben Vor- und Nachteile: Optical-See-Through ist immer ein zusätzliches und nicht kostengünstiges Gerät, beim Video-See-Through nimmt die Qualität des realen Bildes ab, weil es über eine Kamera eingefangen wird. Des Weiteren kann XR entweder auf Handheld-Geräten wie Tablets oder Smartphones genutzt werden, wobei die Hände für das Festhalten der Geräte benötigt werden, oder auf Head-Mounted-Displays (HMD), die eine freie Nutzung der Hände beispielsweise für Montageaufgaben ermöglichen. Es wird deutlich, dass die Rahmenbedingungen und Zielsetzungen entscheidend für die Auswahl der passenden XR-Technologie sind. Moderne Head-Mounted-Displays können inzwischen als AR-Brille mit Video-See-Through-Funktion als auch als VR-Brille genutzt werden. Dies eröffnet die Möglichkeit, die beiden Technologien in der Praxis zu kombinieren und beschränkt die Beschaffung auf ein einziges Gerät.

Häufig werden bei der Diskussion von XR-Technologien auch 360° Videos benannt. Laut des Virtualitäts-Realitäts-Kontinuums nach Milgram und Kishino (1994) gehören 360° Videos jedoch nicht zur XR, denn der Unterschied ist hierbei, dass das Gezeigte eine unverfälschte Wiedergabe der Realität ist und keine computergenerierten zusätzliche Informationen geboten werden. Ebenso ist die Interaktion deutlich eingeschränkt, da diese rein linear sind und das gezeigte Geschehen nicht veränderbar ist (vgl. auch Elmezeny et al. 2018, S. 2; Ryan 2015 S. 2). Ein aktiver Eingriff in das Geschehen, wie bei VR, ist zwar ausgeschlossen, das Verändern der Perspektive an vordefinierte Punkte ist jedoch möglich. Aus diesem Grund werden 360° Videos auch als "Lean-In-Medium" (Mischform aus Lean-Forward- und Lean-Back-Medium) beschrieben (Vosmeer & Schouten 2014, S. 146). Dennoch haben 360° sowohl in der Berufs- als auch in der Bildungsarbeit ihre Berechtigung und können vor allem einen schnellen und günstigen Einblick in spannende sowie reale Situationen bieten. In diesem Beitrag werden 360° Videos zu Gunsten der Auseinandersetzung mit XR-Lernanwendungen nicht weiter thematisiert.

Die bisherigen Ausführungen zu XR-Technologien fokussierten auf die Hardware, also die Geräte mit denen AR- oder VR-Anwendungen dargestellt werden können. Wie ein herkömmlicher Computer oder ein Smartphone sind diese Geräte erstmal die Basis für XR-Anwendungen, die in Form einer Softwareanwendung oder wie eine App installiert werden müssen. Zu diesem Zweck gibt es „App Stores“ (früher als Software-Portale bezeichnet) auf denen sich entsprechende XR-Anwendungen finden, z. B. der Meta Quest Store. Sofern XR-Anwendungen auf einem Smartphone oder Tablet ausgeführt werden, finden sich diese in allseits bekannten App Stores wie z. B. für Android der Google Play Store oder der App Store von Apple. Darüber hinaus lassen sich XR-Anwendungen von Webseiten herunterladen und per „Sideload“ installieren. Hierfür muss der Computer mit dem XR-Gerät verbunden und dann die Installation initiiert werden. Nichtsdestotrotz ist besonders das Finden von XR-Lernanwendungen kein Selbstläufer, weil viele Plattformen durchsucht werden müssen. Eine hilfreiche Ressource zur Recherche nach XR-Lernanwendungen bietet deswegen die Sammlung des Instituts für Berufliche Lehrerbildung der FH Münster (fh.ms/td-transfer) oder die AR-VR-Datenbank des Zentrums für didaktische Computerspielforschung (<https://zfdc.ph-freiburg.de/ar-vr-datenbank/>) der pädagogischen Hochschule Freiburg.

2 XR-Didaktik: Lernwelten, Embodied Cognition, Immersion & Motivation, negative Effekte, Enhanced Learning, Kompetenzförderung und Lernwirksamkeit

Die Integration von XR in die berufliche Bildung bedarf einer didaktischen Auseinandersetzung, um ihren Mehrwert einordnen zu können. Die nachfolgend dargelegten Erkenntnisse werden häufig in der Literatur thematisiert und liefern eine mehrperspektivische Betrachtung von XR-Lernanwendungen.

Lernwelten: Über die Literaturarbeit haben wir fünf verschiedene Ausprägungen von Lernwelten zusammentragen können, die nachfolgend dargelegt sind. Jede Lernwelt ermöglicht unterschiedliche Formen der Interaktion und bedient damit variierende Facetten der Kompetenzförderung. Diese haben wir mit Hinblick auf den Nutzen in der bautechnischen Bildungsarbeit interpretiert.

- *Expositionswelt:* Ist eine strukturierte Lernumgebung, die in der beruflichen Bildung eingesetzt werden kann, um Teilnehmer durch spezifische Umgebungen zu führen und dabei die Vorteile der Immersion zu nutzen (Weise & Zender 2017, S.7). In der Bautechnik könnte so eine virtuelle Baustelle über einen vordefinierten Pfad begangen werden, Veränderungen können jedoch nicht vorgenommen werden.
- *Explorationswelt:* Konzentriert sich auf die Vermittlung von deklarativem Wissen (ebd. S.4) und unterscheidet sich im Hinblick auf die Expositionswelt dahingehend, dass die Lernenden freier handeln können. In der Bautechnik können Lernende eine virtuelle Baustelle erkunden, sich die Zeit hierfür selbst einteilen und ohne einen festen Lernpfad frei bewegen.

· *Trainingswelt*: Hier wird prozedurales Wissen vermittelt, dies ist besonders relevant beim Schulen von Handlungsabläufen und Verhalten in Gefahrensituationen (Buehler/Kohne, 2020 S. 87). In der Bautechnik können Trainingswelten genutzt werden, um Mitarbeiter in handwerklichen Abläufen zu unterweisen oder manuelle Fertigkeiten einzuüben.

· *Experimentalwelt*: Sie ermöglicht das Verändern von Parametern und das Beobachten der daraus resultierenden Folgen (Zernig 2020, S. 24; Weise & Zender 2017, S. 5). Die Experimentalwelt unterstützt entdeckendes Lernen und die Überprüfung von Annahmen. In der Bautechnik könnte eine Baustellenabsicherung verändert und geschaut werden, wie sich dies auf den Bauablauf auswirkt. Ebenso ließen sich baukonstruktive Veränderungen vornehmen und simulieren, ob eine geplante Konstruktion weiterhin tragfähig ist.

· *Konstruktionswelt*: Die Konstruktionswelt ermöglicht nicht nur die Manipulation von Objekten, sondern auch das Erschaffen neuer Objekte (ebd. 2017, S. 6; Buehler/Kohne 2020, S. 88). Lernende können theoretisch erworbenes Wissen in die Praxis umsetzen, indem sie Bauprojekte virtuell planen und umsetzen.

Entlang der Lernwelten wird sichtbar, dass die Möglichkeit der Interaktion mit virtuellen Umgebungen in XR-Lernanwendungen (Zinn 2019, S. 21) das situationale Lernen in der beruflichen Bildung unterstützt werden kann. Die Listung der Lernwelten ist dabei im Hinblick auf die immanenten Freiheitsgrade für die Lernenden vorgenommen worden. Dabei zeigt die Expositionswelt die geringsten, die Konstruktionswelt die höchsten Freiheitsgrade für die Lernenden. Die Auswahl der passenden Lernwelt muss sich damit an dem Leistungsvermögen der Lernenden, aber natürlich auch am intendierten Kompetenzziel orientieren. Darüber hinaus ist anzumerken, dass eine XR-Lernanwendung nicht unbedingt einer Lernwelt zuzuordnen ist und mehrere Lernwelten, je nach Lernaufgabe und -abschnitt, beinhalten kann. In der Praxis lassen sich darüber hinaus XR-Lernanwendungen identifizieren, die wir als Spielwelten bezeichnen könnten, weil sie den Gamification-Ansatz aufgreifen und über ein System den Lernfortschritt belohnen. Da der Gamification-Ansatz im Hinblick auf die immanenten Freiheitsgrade nicht profilgebend ist, wird hier auf eine Ergänzung der fünf dargelegten Lernwelten verzichtet. Der Gamification-Ansatz wird nachfolgend unter motivationalen Gesichtspunkten nochmal beleuchtet.

Embodied Cognition: Zinn sieht in der Möglichkeit zur körperlichen Wahrnehmung von XR-Lernwelten einen klaren Vorteil und bezieht sich dabei auf die Theorie der Embodied Cognition (2019, S. 21). Damit einher geht die „mentale Repräsentation“ (Stangl 2022). Sie beschreibt eine Wechselwirkung zwischen der Kognition, Sensorik und Motorik und geht davon aus, dass mit der intensiven Umgebungswahrnehmung verknüpfte Lerninhalte besser verinnerlicht werden. Die körperliche Wahrnehmung ist auch ein Aspekt der Lerntaxonomie nach Bloom et al. (1956). Die Autoren unterscheiden zwischen drei Domänen des Lernens, welche zusammen zum Lernerfolg führen. Die kognitive Domäne klassifiziert die Komplexität des Denkens, welche in Verbindung mit der affektiven Domäne eine emotionale Verknüpfung mit dem Lerngegenstand ermöglicht. Diese Domänen können in klassischen Präsenzeinheiten oder über Web-based-Trainings bedient werden. XR ermöglicht jedoch auch Bewegung zu bedienen (Buehler & Kohne 2020, S. 82). Durch die Abbildung der psychomotorischen Domäne in XR können Lernende somit nicht nur Wissen erwerben, sondern dieses auch in Handlungsroutinen überführen. Beispiele hierfür sind AR-Lernanwendungen mit denen das Schweißen oder VR-Lernanwendungen, in denen das Lackieren erlernt werden kann.

Immersion & Lernmotivation: Beschreibt den Grad des mentalen Eintauchens in die virtuelle Welt. XR-Lernanwendungen mit einer hohen Immersion gestatten es den Lernenden vergessen zu lassen, dass sie sich in einer virtuellen Welt befinden. Dies kann durch eine besonders realitätsnahe Darstellung der Lernumgebung und durch realistisch anmutende Geschehnisse unterstützt werden. Bestenfalls sind sich die Lernenden des

Lernprozesses kaum bewusst (Fell 2020, S. 10), was zu einer höheren Lernmotivation führt. Die Lernmotivation kann durch selbstgesteuertes Handeln und die Anwendung mehrerer Sinneskanäle in Verbindung mit XR-Lernanwendungen gesteigert werden (Hellerriegel & Cubela 2018, S. 66-77). Die Möglichkeit, komplexe Sachverhalte zu veranschaulichen und die virtuelle Welt aktiv zu erkunden, fördert das Engagement der Lernenden. Gamification, das mitunter zur Motivationssteigerung eingesetzt wird, ermöglicht es darüber hinaus, den Lernerfolg messbar zu machen, beispielsweise durch Highscores oder den Vergleich mit anderen Lernenden (Apt, Schubert & Wischmann 2018, S. 26). Es ist jedoch zu beachten, dass die Motivation durch Gamification nach einer Gewöhnungszeit nachlassen kann (Zender et al. 2018, S. 5). Auch für XR-Lernanwendungen, die nicht den Gamification-Ansatz verfolgen kann angenommen werden, dass sie dem Neuigkeitseffekt (Marx 2007, S. 46) unterliegen und dass eine anfänglich hohe Lernmotivation mit der Zeit nachlässt.

Negative Effekte: Die Nutzung von XR-Lerntechnologien kann das Wohlbefinden der Lernenden beeinflussen:

- Bei VR-Brillen kann die immersive Eigenschaft dazu führen, dass die physische Umwelt durch die Lernenden mental ausgeblendet und durch eine virtuelle Welt ersetzt wird. Hierbei kann es zu einem Kontrollverlust über die Situation führen. Während des mentalen Eintauchens in eine virtuelle Welt kann der Kontakt zum physischen Raum abbrechen, wodurch Unsicherheit und Unkenntnis über mögliche Arrangements und Ereignisse im physischen Raum entsteht. Hierdurch entsteht die Gefahr einer fehlerhaften Bewegung, die zur Kollision mit einem Hindernis führen kann (Ghosh et al. 2018). Stolpergefahr entsteht durch Möbel ebenso wie durch die nach dem Aufsetzen der VR-Brille in den physischen Raum eingetretenen Personen.
- Studien zeigen, dass die sogenannten Cyberkrankheiten verschiedene Auswirkungen haben können. Es treten Schwindel, Unbehagen und andere Krankheitsgefühle auf (Mittelstaedt et al. 2018). Es ist bekannt, dass Cybersickness und Motion Sickness auch im Erwachsenenalter auftreten können (Dörner et al. 2019; Zender et al. 2022). Vor dem Hintergrund wird von einer langen Nutzungsdauer sowie abrupten Kopfbewegungen abgeraten (Christou 2010; Liang et al. 2019). Die empfohlene Nutzungsdauer von VR-Brillen wird in der Regel zwischen einer halben und einer ganzen Stunde angegeben, um eine möglich Überanstrengung zu vermeiden (Smith & Burd 2019).
- Der Unheimliche Effekt (engl. Uncanny Valley nach Mori, MacDorman & Kageki 2012) kann dann entstehen, wenn ein künstlich geschaffenes Objekt menschenähnlich gestaltet wird und dieses Produkt als unheimlich empfunden wird. Dies kann ebenso ein VR-Avatar sein wie eine Person, die in eine reale Welt über AR eingeblendet wird, jedoch durch seine Transparenz zu einer geisterhaften Figur wird. Lernende können sich durch diese Effekte gruseln und vom Lernen abgelenkt werden (Schwind 2018).

Enhanced Learning: Besonders im Hinblick auf operative Fragen der Gestaltung von beruflichen Bildungsprozessen ist der Aspekt des erweiterten Lernens zu nennen, also die Möglichkeit, Lernumgebungen bereitzustellen, die in Bildungseinrichtungen nicht abgebildet werden können, weil die Lernorte weit entfernt und/oder gefährlich sind sowie ethische Standards eingehalten werden müssen (Zender et al. 2018, S. 3). So ermöglichen VR-Lernanwendungen skalierbare Lernräume, wie beispielsweise beliebig viele Werkstätten für die Lernenden. Darüber hinaus werden Gefahrenbereiche zugänglich, die sonst nicht betreten werden dürfen oder es können Unfälle simuliert werden, die unter realen Bedingungen Leib und Leben gefährden würden. Besonders im Hinblick auf die Bautechnik lassen sich so berufliche Handlungsräume, z. B. Baustellen oder Baumaschinen, virtuell in die Bildungsstätte holen und eine aktive und ungefährliche Auseinandersetzung zu Lernzwecken damit ermöglichen. Neben diesen Aspekten sind auch die Anschaffungskosten (Zinn 2019, S. 22) von XR-Lernanwendungen niedriger als Lernräume baulich umzugestalten oder zu erweitern.

Kompetenzförderung: Auch im Hinblick auf die Zielsetzung berufliche Handlungskompetenz zu fördern, werden XR-Lernanwendungen diskutiert. Für die folgenden Kompetenzdomänen ließen sich in der Literatur Erkenntnisse identifizieren:

- Die Nutzung von XR zeigt nachweisbare Effekte beim Einüben von Routineaufgaben, der Erlangung von Präzision bei Bewegungsabläufen und dem Verhalten in Ausnahmesituationen (Dauser et al. 2020, S. 15). Durch digitale Zwillinge, Simulationsmodelle realer Maschinen oder Bauteile in XR-Lernanwendungen, können Lernende nahezu sämtliche Steuerungsaufgaben durchführen und dabei Methoden- und Fachkompetenz erwerben (Wehnert et al. 2021, S. 204). Die Lernenden können z. B. die Chance bekommen, an komplexen und neuen Baumaschinen zu arbeiten, zu denen sonst der Zugang verwehrt wäre.
- Nach dem Erlangen von neuen Wissensdomänen können im Rahmen eines Blended Learning Konzepts mit XR-Lernanwendungen theoretische Erkenntnisse in reale Handlungen übertragen werden. Damit ist ein Mehrwert von XR-Lernanwendungen bei der Vermittlung von Prozesswissen, Abläufen und Verhaltensroutinen zu erkennen (Wehnert et al., 2021, S. 204). Der Arbeitsprozess bei einem Wandaufbau in Holzständerbauweise ließe sich beispielsweise so von einer XR-Lernanwendung schrittweise erläutern.
- XR fördert die Lernkompetenz durch AR- und VR-Lernwelten, die ein hohes Maß an Autonomie und Individualität bieten. Die Skalierbarkeit von XR-Lernanwendungen ermöglicht es, Zusatzinformationen bereitzustellen und den Lernenden den Schwierigkeitsgrad selbst bestimmen zu lassen, was selbstgesteuertes Lernen unterstützt (Wehnert et al. 2021; Buehler & Kohne 2020, S. 89-90). Im Hinblick auf das vorhergehende Beispiel zum Wandaufbau in Holzständerbauweise ließe sich beispielsweise der Arbeitsprozess frei gestalten, d.h. die Lernenden könnten durch eine experimentelle Vorgehensweise den besten Ablauf ermitteln, erhielten hierbei aber auch auf Bedarf Hilfestellung von der XR-Lernanwendung.
- Im Bereich der Sozialkompetenz ermöglicht XR eine standortunabhängige Zusammenarbeit, wobei Teilnehmer gemeinsam an einer Lernaufgabe arbeiten können. Die Überlegenheit von XR-Lernanwendungen im kooperativen und kollaborativen Lernen im Vergleich zu herkömmlichen Online-Formen wird durch die Möglichkeit zur Kommunikation und Interaktion, ähnlich dem Multiplayer-Modus von Computerspielen, betont (Zernig et al. 2022, S. 16; Wegner 2020, S. 428; Hellriegel & Cubela, 2018, S. 68). Als Beispiel könnten hier Lernende in einer virtuellen Baustellenumgebung gemeinsam an Planungen arbeiten und somit untereinander interagieren, z. B. auch gewerkeübergreifend.

Lernwirksamkeit: Abschließend wird die Frage beantwortet, ob XR-Lernanwendungen im Hinblick auf unterschiedliche Bildungsziele lernwirksam sind, also ob ein Lerneffekt messbar erfasst werden kann. Zernig (2020, S. 88-96) sichtete zur Beantwortung dieser Frage neun Studien zu VR-Lernanwendungen, darunter acht Trainingswelten und eine Explorationswelt. Die Domänen reichten von Medizin über Polizei und maritime Sicherheit, Bergbau, Militär, Industrie und Wirtschaft bis zur Erwachsenenbildung. In allen Studien wurde eine verbesserte Lernleistung festgestellt. In einer Metaanalyse von Garzón und Acevedo (2019) zu den Auswirkungen von Augmented Reality auf den Lernzuwachs von Lernenden wurden besonders in den Fachrichtungen Ingenieurwesen, Fertigungstechnik, Bauwesen sowie Kunst- und Geisteswissenschaften signifikante Lerneffekte erzielt. Lerneffekte in den Bereichen Sozialwissenschaften, Journalismus, Informationstechnologie, Naturwissenschaften, Mathematik, Statistik, Gesundheit und Soziales waren hingegen etwas geringer. Die Bereiche Informatik und Kommunikationstechnologien zeigten die geringsten Lerneffekte. Zinn und Ariali (2020) unterstreichen jedoch auch, dass nicht das gewählte Medium, sondern dessen Benutzerfreundlichkeit, räumliches Präsenzerlebnis, Flow-Erlebnis, kontextuelle Einbindung und didaktisches Design entscheidend für den Erfolg von Lernprozessen sind. Vor dem Hintergrund dieser Befunde darf für die Bautechnik angenommen werden, dass die Lerneffekte von XR-Lernanwendungen signifikant

sind, wobei die Qualität der jeweiligen XR-Lernwendung, als auch das gesamte Lehr-/Lernarrangement, für die Zielgruppe und die Kompetenzziele passend anzulegen sind.

Zusammenfassung: Es zeigt sich aus didaktischer Sicht, dass AR und VR in der Bildung als „Must-Have“ betrachtet werden, aber die Forschung zum didaktischen Einsatz noch ausbaufähig erscheint (Niedermeier & Müller-Kreiner, 2019). Obwohl das Potenzial von XR-Technologien im Unterricht erkannt wird, fehlen immer noch Methoden und Didaktiken, um die neuen Möglichkeiten ganzheitlich in Lehr- und Lernansätze zu integrieren (Große & Steinberg 2019). Christ und Hirschi (2021) betonen, dass VR nicht nur aus technologischen Gründen eingesetzt werden sollte, sondern klare Vorteile gegenüber herkömmlichen Lernmitteln bieten muss. Neben den nur wenig vorhandenen didaktischen Konzepten und fehlenden Lernszenarien benennen Zender et al. (2018, S. 7) auch die mangelnde Kompetenz von Lehrenden und Lernenden im Umgang mit XR-Medien als Hindernis. Um VR erfolgreich in den Unterricht zu integrieren, ist fundiertes Wissen über verfügbare Technologien, Lernanwendungen und ihren Mehrwert für das Lehren und Lernen erforderlich (Zinn 2019). Auch fehlen unterstützende Systematiken, um Potenziale und Grenzen von VR-Lernumgebungen realistisch einzuschätzen (Huchler et al. 2022). Ebenso mangelt es an Richtlinien zur Feststellung der Tauglichkeit einer XR-Anwendung für den jeweiligen Lerngegenstand (Zernig 2020).

3 XR-Lernanwendungen: (Be)Funde für die Bautechnik

Die bisherigen Ausführungen legen allgemeine Befunde zu Technologien und zur Didaktik im Kontext von XR dar und knüpfen diese – soweit möglich – exemplarisch an bautechnische Themen für die Bildungsarbeit. In diesem Kapitel wird hierauf aufbauend konkret auf XR-Lernanwendungen für die Bautechnik eingegangen, also aufgezeigt und dokumentiert, mit welchen Produkten welche Bildungsziele bedient werden können. Die Befunde entstammen einer explorativ angelegten Masterarbeit von Bogs (2023), welcher in einem ersten Schritt AR- und VR-Lernanwendungen für die berufliche Fachrichtung Bautechnik recherchierte.

Dabei zeigte die Recherche, dass die Anzahl der verfügbaren XR-Lernanwendungen in der Bautechnik überschaubar ist. Verfügbar heißt in diesem Kontext, dass sie entweder kostenlos oder kommerziell heruntergeladen und verwendet werden können, was nicht für alle gefundenen XR-Lernanwendungen gegeben war. So fanden sich auch Demotypen oder Produktankündigungen auf die – trotz Rücksprache bei Ansprechpartnern – nicht zugegriffen werden konnte. Im Kontext gewerblich-technischer AR-Lernanwendungen zeigen Müller und Kruse (2022) auf, dass knapp über 70 % aus den Bereichen Elektrotechnik, Technisches Zeichnen, Industrie- und Maschinenbautechnik kommen, die Bautechnik wird von den Autoren nicht aufgeführt, was unser Rechercheergebnis stützt. Insgesamt wurden vier XR-Lernanwendungen identifiziert (1 * AR, 3 * VR) die genutzt und analysiert werden konnten. Damit war für die Recherche eine erste Erkenntnis zu dokumentieren: Es lassen sich nur wenige XR-Lernanwendungen identifizieren, die der beruflichen Bildungsarbeit zur Verfügung stehen. Im Hinblick auf den im vorhergehenden Kapitel unter der didaktischen Perspektive „Enhanced Learning“ ausgemachten sichtbaren Nutzen von XR für die Bautechnik scheint die Entwicklung sowie Bereitstellung weiterer XR-Lernanwendungen folglich wünschenswert.

Aufbauend auf die Recherche wurden die vier verfügbaren XR-Lernanwendungen auf ihren Bildungsgehalt hin analysiert. Hierfür wurden die Lernschritte der XR-Lernanwendungen von einem Lernenden vollzogen und dies videografiert. In der Analyse der Videografie wurde das Lerngeschehen für jede abgeschlossene Teilhandlung in Schritte unterteilt, danach beschrieben und dies in der zweiten Spalte von Abbildung 2 festgehalten. Darüber hinaus wurde in der dritten Spalte festgehalten, wie lang die aktive Lernzeit für diesen Schritt war. Die Lernschritte wurden final mit dem Analyseraster für Technische Wissensinhalte (ArTWin) analysiert und dokumentiert (Erlebach et al. 2020), welche der 16 möglichen Wissensinhalte thematisiert wurden (Spalte vier in Abbildung 2).

Schritt	Lernschritte in der AR-Anwendung	Aktive Lernzeit [in Sek.]	Wissensfeld nach ArTWin
1	Video zur Hinderniserkennung im Spezialtiefbau wird abgespielt	5	1b, 1c
2	Virtuelle Baustelle wird erkundet	39	1c
3	Erklärung im Video zur Hinderniserkennung	7	2b
4

Abb. 2: Beispiel für die Dokumentation der Lernschritte (Quelle: eigene Darstellung)

In einem nächsten Analyseschritt wurde für jedes Wissensfeld zusammengefasst dargestellt, in wie vielen Momenten ein Wissensinhalt thematisiert wurde (Wissensmomente) und wieviel Lernzeit hierfür prozentual aufgebracht wurde. Dies ist in Abbildung 3 exemplarisch dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die Addition der prozentualen Lernzeiten aller Wissensinhalte größer als 100 % sein kann. Das liegt darin begründet, dass in einem Lernschritt mehrere Wissensfelder gleichzeitig bedient werden können (Beispiel siehe Abb. 3, 3. Schritt, 4 Spalte). Das Beispiel in Abbildung 3 zeigt eine XR-Lernwendung die intensiv im Bereich deklaratives Wissen / technisches Artefaktwissen positioniert ist. Es wird dort kein prozedurales Wissen angeboten.

XR-Lernanwendung „Beispiel“	Sachwissen		Handlungswissen	
	(techn.) Artefaktwissen			
Wissensmomente	Lernzeit [in %]			
deklaratives Wissen	3	3	7	0
	1	2	60	0
Konzeptuelles Wissen	0	6	0	0
	0	38	0	0
prozedurales Wissen	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0

Abb. 3: Beispiel für die Auswertung der Lernzeit und Wissensmomente je Wissensinhalt (Quelle: eigene Darstellung)

Insgesamt zeigte sich, dass über diese Vorgehensweise XR-Lernanwendungen im Hinblick auf die inhaltlichen Ausprägungen gut analysieren und beschreiben lassen. Die Ergebnisse der Analyse sind nachfolgend in Form von vier Fallbeispielen dokumentiert. Hierbei wird die jeweilige XR-Lernanwendung eingangs beschrieben und dann das Analyseergebnis zusammengefasst dargestellt.

4 Liebherr AR Experience

Die Firmengruppe Liebherr bietet eine kostenlose AR-Lernanwendung – siehe Abbildung 4 – die es ermöglicht, virtuelle Baustellen auf Smartphones oder Tablets anzusehen (Liebherr 2019). So lassen sich „virtuelle Baustellen auf spielerische Art und Weise erlebbar machen.“ In der AR-Lernanwendung können drei unterschiedliche, virtuelle Baustellen auf allen horizontalen Flächen im Raum verankert werden und sich aus jedem Blickwinkel betrachten lassen (ebenda). Innerhalb jeder Baustelle sind unterschiedliche Simulationen abrufbar, welche wie ein dreidimensionaler Film abgespielt werden. Dabei bestimmt die betrachtende Person selbst die Position des Blickwinkels. So wird „das Entdecken der kompletten Produktpalette [...] mit den Themen Materialumschlag, Heben und Spezialtiefbau“ (ebenda) sichtbar. Es werden die Techniken und Technologien von Raupenkranen, Seilbaggern und Spezialtiefbaumaschinen dabei nähergebracht. Dadurch werden „schwierige, komplexe Aufgaben [...] einfach und verständlich dargestellt und erklärt.“ (ebenda). Die Lernenden haben hier die Möglichkeit mehr zu sehen als in der Realität, denn sie können auch das einsehen, was unterhalb der Erdoberfläche geschieht. Hierdurch wird dargelegt, welche Kräfte auf die Oberfläche wirken und mit welcher Präzision die Baumaschinen arbeiten.



Abb. 4: Liebherr AR Experience, ausgeführt auf einem Tablet (Quelle: Liebherr 2019)

Die Wissensinhalte nach ArTWin sind dominant im Bereich des deklarativen Sachwissens einzuordnen, die XR-Lernanwendung bildet kein prozedurales Wissen und ebenso kein reines Handlungswissen (ohne Bezug zu technischen Artefaktwissen) ab. Von 16 Wissensinhalten werden vier Wissensinhalte bedient, welche über das deklarative Sachwissen kaum hinauskommen. Die Freiheitsgrade beziehen sich auf die Exploration der repräsentierten Inhalte, womit der Charakter der Lernwelt beschrieben ist. Insgesamt stellt sich eine AR-Lernanwendung dar, die in ihrem inhaltlichen Angebot überschaubar bleibt, sich aber einfach in Bildungsprozesse integrieren lässt. Liebherr AR Experience kann für die beiden gängigsten Betriebssysteme als App über einen der folgenden Links kostenlos bezogen werden:

Android: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.liebherr.liebherrARExperience&gl=DE>

iOS: <https://apps.apple.com/de/app/liebherr-ar-experience/id1483598932>

5 VR: Residential Fundamentals

Das Entwicklungsstudio Talespin Reality Labs bietet für VR-Brillen die Lernanwendung Residential Fundamentals – siehe Abbildung 5 – an, mit welcher Lernende ihr Verständnis für die Verwendung und Zusammenstellung von Kernbaumaterialien in Wohngebäuden entwickeln können. Die Anwendung gliedert sich in mehrere Lektionen, in welchen jeweils verschiedene Komponenten wie z.B. Böden, Wände, Türen oder Fenster aber auch elektrische Komponenten an einem virtuellen Modellhaus verbaut werden müssen. Die Anwendung hat das Ziel, dass Lernende Baumaterialien schneller identifizieren können und die Reihenfolge von Bauschritten an einem Wohnhaus kennenlernen. Nach dem Absolvieren der Lektionen betrachten die Lernenden ein vollständiges Miniatur-Wohnhaus, dessen einzelne Bauschritte jeweils nachvollzogen wurden (Talespin Reality Labs INC. o. D.).



Abb. 5: Werbeabbildung Residential Fundamentals (Quelle: Talespin Reality Labs o. D.)

Die Analyse der Wissensinhalte nach ArtWin ergibt, dass die Anwendung vorrangig die Vermittlung von deklarativem Sachwissen für technische Objekte bedient. Die Anwendung Residential Fundamentals richtet die Aufmerksamkeit demnach auf die Vermittlung von Gegenstandsbezeichnung. Weiterführend legt die Anwendung ebenfalls einen Fokus auf das konzeptuell-deklarative Handlungswissen für technische Objekte, so richten sich 60 % der aktiven Lernzeit darauf. Prozedurales Wissen und reines Handlungswissen (ohne Bezug zu technischen Artefaktwissen) werden hingegen nicht thematisiert. Von 16 Wissensinhalten werden vier bedient, demnach erwerben die Lernenden in der Anwendung vor allem Wissen über die Bezeichnungen der einzelnen Kernbaustoffe und können deren Verwendungen im Hausbau beschreiben. Die Anwendung kann für die VR-Brille Meta Quest unter dem folgenden Link kostenlos bezogen werden:

<https://www.oculus.com/experiences/quest/4334886596628241/>

6 VR: Erasmus CRANE 4.0

Erasmus CRANE 4.0 – siehe Abbildung 6 – wurde von der Arbeitsgemeinschaft Erasmus CRANE 4.0 Projekt als VR-Anwendung mit einem zugehörigem Handbuch entwickelt und ist eine Anwendung zur Kranführer:innen - Schulung, um sie mittels VR auf die Anforderungen des Arbeitsmarktes im Hinblick auf die Industrie 4.0 vorzubereiten. Ziel der Anwendung ist es, die Ausbildungszeit für Kranführer:innen zu verkürzen und gleichzeitig Ressourcen in der Ausbildung zu sparen sowieso das Gefahrenpotential für Verletzungen an Personen oder Schäden an Geräten zu minimieren. Entlang von vier Szenarien erlernen die Lernenden grundlegende Sicherheitsmaßnahmen für den Betrieb

eines Teleskopmobilkranes, für die Einrichtung einer Baustelle, für die Einhaltung der Betriebsgrenzen und für die Inspektion des Autokrans. Begleitet wird die VR-Anwendung von einem Seminar und von einem Handbuch (Erasmus Crane 4.0 2020).



Abb. 6: Erasmus Crane 4.0 (Quelle: Altlabvr o. D.)

In der Analyse der Wissensinhalte nach ArTWin ergibt sich in der Anwendung Erasmus Crane 4.0 vor allem eine starke Ausprägung im Wissensfeld des deklarativen Sachwissens für technische Inhalte. Die Anwendung bedient zudem deutlich das deklarativ-konzeptuelle Handlungswissen für technische Inhalte. Von den 16 möglichen Wissensfeldern werden fünf bedient. Die Anwendung kann kostenlos unter folgendem Link für die Meta Quest bezogen werden:

https://www.meta.com/de-de/experiences/5386005308077943/?utm_source=altlabvr.com

7 VR: VR Construction Health and Safety Training

Die VR-Anwendung VR Construction Health and Safety Training – siehe Abbildung 7 – des niederländischen Entwicklers Averell van de Bos wurde mit der Unterstützung von Bouwend Nederland entwickelt und wendet sich den Gefahrenpotentialen auf Baustellen zu (SkillTransmission o. D.). Die Anwendung ist Teil einer VR Toolbox (Koninklijke Bouwend Nederland, 2022). In der Anwendung wird eine Baustelle von den Lernenden begangen und an ausgewählten Stellen eine Einschätzung zu Gefahrenpotentialen abgefragt. Ist eine korrekte Einordnung des Gefahrenpotentials erfolgt, müssen die Lernenden eine geeignete Maßnahme zur Beseitigung der Gefahr auswählen.

Von 16 möglichen Wissensfeldern nach ArTWin werden in dieser Anwendung 10 Wissensfelder bedient. Besonders deutlich ist das Wissensangebot für das deklarative Sachwissen für technische Inhalte. Dort konnten 53 Wissensmomente festgestellt werden, wobei diese in jedem Handlungsschritt der Anwendung vorkommen. Ebenfalls deutlich vertreten ist das auf technische Inhalte bezogene deklarative Handlungswissen. Die Anwendung bietet den Lernenden vor allem die Vermittlung von technischen Begriffen und Handlungsweisungen in Bezug auf die Sicherheit auf Baustellen an. Inzwischen ist sie in Deutschland beim TÜV Rheinland kommerziell verfügbar:

<https://akademie.tuv.com/unternehmensloesungen/vr-safety-training-box>



Abb. 7: VR Toolbox: Health and Safety Training (Quelle: Koninklijke Bouwend Nederland 2021)

8 Resümee: Status quo und Perspektiven

Das erste Kapitel zeigt die verfügbaren Technologien auf, die dafür notwendigen monetären Investitionen variieren je nach Technologie. Während Smartphones und Tablets bereits eine Verbreitung in beruflichen Bildungseinrichtungen erlangt haben und damit ohne weitere Investition verfügbar sein dürften, müssen AR- und VR-Brillen noch beschafft werden. Eine handelsübliche VR-Brille ist für ca. 400 Euro erhältlich, eine AR-Brille kann auch mit 3.500 Euro zu Buche schlagen. Wir haben mit VR-Brillen für 400 Euro gute Erfahrungen in Lernkontexten sammeln können. Alle hier vorgestellten VR-Lernanwendungen wurden auf der Meta Quest 2 ausgeführt, die AR-Anwendungen wurden mit handelsüblichen Tablets benutzt. Die Beschaffung von einem (Klassen-)Satz, in dem sich beispielsweise zwei Lernende eine VR-Brille teilen, ist damit im Bereich des Möglichen. Es kann somit konstatiert werden, dass die XR-Technologien für den Einsatz in der täglichen Bildungsarbeit zur Verfügung stehen.

Das zweite Kapitel zeigt die Befundlage zum Einsatz von XR-Technologien in Bildungskontexten. Die didaktischen Betrachtungen können dabei den Nutzen von XR-Lernanwendungen sichtbar machen. Besonders hervorzuheben ist das Schaffen von Freiheitsgraden für die Lernenden, die Möglichkeit beliebig viele spezielle Lernräume zur Verfügung zu stellen, die Motivation der Lernenden zu erhöhen oder theoretisches Wissen mit beruflichen Handlungen zu verknüpfen. Besonders für gewerblich-technische Fachrichtungen wird eine hohe Lernwirksamkeit belegt und dies auch für die Bautechnik benannt. Es zeigen sich aber auch negative Effekte für das Lernen mit XR-Lernanwendungen, z.B. Motion Sickness bei VR-Lernanwendungen, und Zinn sowie Ariali (2020) unterstreichen, dass nicht die XR-Technologie als solches, sondern dessen Benutzerfreundlichkeit, räumliches Präsenzerlebnis, Flow-Erlebnis, kontextuelle Einbindung und didaktisches Design entscheidend für den Erfolg von Lernprozessen sind. Im Hinblick auf eine XR-Didaktik ist darüber hinaus darzulegen, dass obwohl das Potenzial von XR-Technologien im Unterricht erkannt wird, es immer noch an Methoden und Didaktiken fehlt, um die neuen Möglichkeiten ganzheitlich in Lehr- und Lernansätze zu integrieren (Große & Steinberg 2019). Es fehlen auch unterstützende Systematiken, um Potenziale und Grenzen von VR-Lernumgebungen realistisch einzuschätzen (Huchler et al. 2022). XR-Lernanwendungen sind damit keine Selbstläufer, sie müssen ebenso bedacht gestaltet wie reflektiert in den Lernprozess eingebunden werden. Um diese Desiderata zu begegnen, fördert die EU das Projekt „Pedagogical Alliance for XR Technologies“ (PAX; Fördernummer 101106567) im Zeitraum vom 1.4.24 bis zum 31.3.27. Die Ergebnisse werden über den Verlauf des Projektes auf der Website „www.pax-project.eu“ veröffentlicht werden.

Das dritte Kapitel widmet sich der Darstellung von XR-Lernanwendungen in der Bautechnik. Es zeigt sich, dass die Anzahl der verfügbaren XR-Lernanwendungen überschaubar ist, es konnten nur vier getestet werden. Die Analyse zeigt entlang des ArTWin-Modells die möglichen Wissensinhalte auf, die über die XR-Lernanwendungen bedient werden. Insgesamt ist jedoch darzulegen, dass die Bereitstellung weiterer XR-Lernanwendungen für die Bautechnik bis dato wünschenswert ist, um einen breiten Einsatz für die bautechnische Bildungsarbeit sicherzustellen.

Zusammenfassend zeigt sich, dass XR-Lernanwendungen in der Bautechnik einen hohen Nutzen erzielen können und die XR-Technologien hierfür bereitstehen. Das Repertoire an didaktischen Unterstützungen und verfügbaren XR-Lernanwendungen, gerade für die Bautechnik, ist allerdings noch ausbaufähig. Trotz dessen bieten die verfügbaren XR-Lernanwendungen für Bildungspraktiker:innen die Möglichkeit erste Erfahrungen zu sammeln und einen Nutzen in der täglichen Bildungsarbeit zu erzielen.

Literatur

- Alizadehsalehi, S., Hadavi, A. & Huang, J. C. (2020). From BIM to extended reality in AEC industry. *Automation in Construction*, 116, S. 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103254>
- Altlabvr (o. D.). CRANES 4.0: VR for training. Verfügbar unter: <https://www.altlabvr.com/cranes-4-0-vr-fortraining> (Zugriff am: 10.06.24)
- Apt, W., Schubert, M. & Wischmann, S. (2018). *Digitale Assistenzsysteme. Perspektiven und Herausforderungen für den Einsatz in Industrie und Dienstleistungen*. Institut für Innovation und Technik. Berlin.
- Bloom, B.S., Engelhart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.J. & Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. Handbook I: Cognitive domain. David McKay Company. Longmans.
- Bogs, D. (2023). *Technikdidaktische Inhaltsanalyse bautechnischer XR-Anwendungen*. [unveröffentlichte Masterarbeit]. Institut für Berufliche Lehrerbildung der FH Münster.
- Buehler, K. & Kohne, A. (2020). Besser Lernen mit VR/AR Anwendungen. In H. Orsolits & M. Lackner (Hg.), *Virtual Reality und Augmented Reality in der Digitalen Produktion*, 74–86. Springer Fachmedien.
- Christ, O. & Hirschi, M. (2021). Virtual Reality in der Berufsbildung: Pilotstudie der login Berufsbildung AG und der Hochschule für Angewandten Psychologie (FHNW). In D. Fleischmann (Hg.), *Transfer, Berufsbildung in Forschung und Praxis*, 1–4. <https://doi.org/10.26041/fhnw-3588>
- Christou, C. (2010). Virtual Reality in Education. In A. Tzanavari & N. Tsapatsoulis (Hg.), *Affective, Interactive and Cognitive Methods for E-Learning Design: Creating an Optimal Education Experience*, 228–243. IGI Global.
- Dauser, D., Fischer, A. & Schley, T. (2020). Soziale Kompetenz mit Virtual-Reality-Technologien fördern (Abschlussbericht im Projekt SoKo VR-Brille 01/2020). Forschungsinstitut Betriebliche Bildung.
- Dörner, R., Broll, W., Jung, B., Grimm, P. & Göbel, M. (2019). Einführung in Virtual und Augmented Reality. In R. Dörner, W. Broll, P. Grimm, & B. Jung (Hg.), *Virtual und Augmented Reality (VR/AR)*, 1–42. Springer-Vieweg.

Elmezeny, A., Edenhofer, N. & Wimmer, J. (2018). Immersive storytelling in 360-degree-videos: an analysis of interplay between narrative and technical immersion. *Journal For Virtual Worlds Research*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.4101/jvwr.v11i1.7298>

Erasmuscrane40. (o. D.). *ERASMUS CRANE 4.0 A Digital Trainers Toolbox To Help Crane Operators Update Their Skills for Industry 4.0 Environments*. Verfügbar unter: <https://www.erasmuscrane40.com/> (Zugriff am: 10.06.24)

Erlebach, R., Leske, P. & Frank, C. (2020): Ein Analyseraster Technischer Wissensinhalte als Grundlage für eine lebenswelt- und ressourcenorientierte Unterrichtsplanung. *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online*, 38, 1–31. Verfügbar unter: https://www.bwpat.de/ausgabe38/erlebach_et_al_bwpat38.pdf (Zugriff am 10.06.24)

Fell, T. (2020). *Lernen in immersiven Welten - Impulspapier*. Bitkom e. V.

Garzón, J. & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of augmented reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244–260. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001>

Ghosh, S., Winston, L., Panchal, N., Kimura-Thollander, P., Hotnog, J., Cheong, D., Reyes, G. & Abowd, G. D. (2018): NotifiVR: Exploring Interruptions and Notifications in Virtual Reality. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 24(4), 1447–1456. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2793698>

Große, R., Steinberg, S. (2019). Virtual-Reality-gestütztes Lernen in der internationalen Berufsbildungszusammenarbeit. In H. Barske, M. Bockhold, & R. Valler (Hg.), *Berufsbildung international – Digitalisierung*, 29–32. DLR Projektträger.

Hellriegel, J. & Cubela, D. (2018). Das Potenzial von Virtual Reality für den schulischen Unterricht - eine konstruktivistische Sicht. *Medien Pädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 58–80. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2018.12.11.X>

Huchler, N., Wittal, R. & Heinlein, M. (2022). Erfahrungsbasiertes Lernen in der virtuellen Realität – Potenziale und Herausforderungen. *WP Berufsbildung in Wirtschaft und Praxis*, 512, 28–32.

Koninklijke Bouwend Nederland. (2021, 2. November). *VR-toolbox: Ervaar de onveiligheid van werken op grote hoogte* [VR-Toolbox: Erleben Sie die Unsicherheit bei der Arbeit in der Höhe]. Verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=HtnGIG6lzCo> (Zugriff am 10.06.24)

Liang, Z., Zhou, K. & Gao, K. (2019). Development of Virtual Reality Serious Game for Underground Rock-Related Hazards Safety Training. *IEEE Access*, 7, 118639–118649. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2934990>

Liebherr (2019, 19. November). *Liebherr AR Experience – Digitalisierung zum Anfassen* [Pressemeldung]. Verfügbar unter: <https://www.liebherr.com/de/deu/aktuelles/news-pressemitteilungen/detail/liebherr-ar-experience-%E2%80%93-digitalisierung-zum-anfassen.html> (Zugriff am 10.06.24)

Marx, J. (2007). *Motivationale Aspekte beim E-Learning: theoretische Ansätze und Hinweise für die Praxis zur Motivation für das Lernen mit dem Computer und im Internet*. VDM Verlag.

Milgram, P. & Kishino, A. F. (1994). Taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE transactions on information and systems*, E77-D(12), 1321–1329.

- Mittelstaedt, H.M., Wacker, J. & Stelling, D. (2018). *VR aftereffect and the relation of cybersickness and cognitive performance*. Springer-Verlag London Ltd. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0370-3>
- Mori, M., MacDormann, K.F. & Kageki, N. (2012). The Uncanny Valley: The Original Essay by Masahiro Mori. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 2. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6213238>
- Müller, S. & Kruse, S. (2022). Systematisches Review: Augmented Reality in der technischen Bildung. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 10(2), 42–61. <https://doi.org/10.48513/JOTED.V10I2.249>
- Niedermeier, S. & Müller-Kreiner, C. (2019). *VR/AR in der Lehre!? Eine Übersichtsstudie zu Zukunftsvisionen des digitalen Lernens aus der Sicht von Studierenden*. <https://doi.org/10.25656/01:18048>
- Rolland, P.J., Holloway R.L. & Fuchs, H. (1994). *Comparison of optical and video see-through, head-mounted displays*. <https://doi.org/10.1117/12.197322>
- Ryan, M.-L. (2015). *Narrative as virtual reality 2: revisiting immersion and interactivity in literature and electronic media*. Johns Hopkins University Press.
- Schwind, V. (2018). *Implications of the Uncanny Valley of Avatars and Virtual Characters for Human-Computer Interaction* [Dissertation]. Fakultät Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik der Universität Stuttgart 3059. Universität Stuttgart. Verfügbar unter: <https://elib.uni-stuttgart.de/handle/11682/9953> (Zugriff am 10.06.24)
- SkillTransmission. (o.D.). *Skill Transmission. New Vrealms of Possibilities*. Verfügbar unter: <https://skilltransmission.com/> (Zugriff am 10.06.24)
- Smith, S. P. & Burd, E. L. (2019). *Response activation and inhibition after exposure to virtual reality*. *Array*, 3–4. <https://doi.org/10.1016/j.array.2019.100010>
- Stangl, W. (2022). Embodied Cognition. *Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik*. Verfügbar unter: <https://lexikon.stangl.eu/14550/embodied-cognition> (Zugriff am 10.06.24)
- Steiger, L., Reiß, M. & Mehler-Bicher, A. (2011). *Augmented Reality: Theorie und Praxis*. Verfügbar unter: http://www.degruyter.com/search?f_0=isbnissn&q_0=9783486706888&searchTitles=true (Zugriff am 10.06.24)
- Talespin. (o.D.). *Residential Fundamentals Insurance VR Training Module*. Verfügbar unter: <https://www.talespin.com/residential-fundamentals> (Zugriff am 10.06.24)
- Thomas, O., Metzger, D. & Niegemann, H. M. (Hg.) (2018). *Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung: Virtual und Augmented Reality für Industrie 4.0*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56551-3>
- Tönnis, M. (2010). Augmented Reality. Einblicke in die Erweiterte Realität. In Günther, O.; Karl, W.; Lienhart, R. & Zeppenfeld K. (Hg.), *Informatik im Focus*. Springer-Verlag.
- Vosmeer, M., Schouten, B. (2014). Interactive cinema: engagement and interaction. *International Journal of Virtual Communities and Social Networking*, 6, 140–147. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12337-0_14

Wegner, K. (2020). Kreativprozesse in VR. In H. Orsolits, & M. Lackner (Hg.), *Virtual Reality und Augmented Reality in der Digitalen Produktion*, 419–430. Fachmedien Wiesbaden GmbH. doi:978-3-658-29008-5

Wehnert, C., Hönig, J., Spielmann, T., Schnierle, M., Franz, J., Röck, S., Riedel, O., Scheifele C. & Roth, A. (2021). Weiterbildung im Maschinen- und Anlagenbau mittels Mixed-Reality-in-the-Loop Simulation. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 9(2), 188–208. <https://doi.org/10.48513/joted.v9i2.218>

Weise, M. & Zender, R. (2017). Interaktionstechniken in VR-Lernwelten. In C. Ullrich, & M. Wessner (Hg.), *Proceedings of DeLFI and GMW Workshops 2017*.

Zender, R., Weise, M., von der Heide, M. & Söbke, H. (2018). Lehren und Lernen mit VR und AR – Was wird erwartet? Was funktioniert? In D. Schiffner (Hg.), *Proceedings of DeLFI Workshops 2018*.

Zernig, N. (2020). *Lernen Erwachsener in Virtuellen Realitäten* [Masterarbeit]. Karl-Franzens-Universität Graz.

Zernig, N., Gruber, E. & Georg, M. (2022). Virtual Reality in der Erwachsenen- und Weiterbildung. Wo stehen wir heute? B. f. Forschung (Hg.), *erwachsenenbildung.at - Das Fachmedium für Forschung, Praxis und Diskurs*, 44–45.

Zinn, B. (2019). Editorial: Lehren und Lernen zwischen Virtualität und Realität. *Journal of Technical Education*, 7(1), 16–31. <https://doi.org/10.48513/joted.v7i1.182>

Zinn, B. & Ariali, S. (2020). Technologiebasierte Erfahrungswelten: Lehren und Lernen zwischen Virtualität und Realität. In B. Zinn (Hg.), *Pädagogik. Virtual, augmented und cross reality in Praxis und Forschung: Technologiebasierte Erfahrungswelten in der beruflichen Aus- und Weiterbildung: Theorie und Anwendung*. Franz Steiner Verlag.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Virtualitäts-Realitäts-Kontinuum nach Milgram und Kishino (1994),
Quelle: eigene Darstellung

Abb. 2: Beispiel für die Dokumentation der Lernschritte,
Quelle: eigene Darstellung

Abb. 3: Beispiel für die Auswertung der Lernzeit und Wissensmomente je Wissensinhalt, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 4: Liebherr AR Experience, ausgeführt auf einem Tablet, Quelle: Liebherr (2019)

Abb. 5: Werbeabbildung Residential Fundamentals, Quelle: Talespin Reality Labs (o. D.)

Abb. 6: Erasmus Crane 4.0, Quelle: Altlabvr (o. D.)

Abb 7: VR Toolbox: Health and Safety Training, Quelle: Koninklijke Bouwend Nederland (2021)

Autorenangaben:

Prof. Dr. phil.

Marc Krüger

FH Münster/Institut für Berufliche Lehrerbildung

marc.krueger@fh-muenster.de

B.Eng.

Nils Stallmeier

FH Münster/Institut für Berufliche Lehrerbildung

nils.stallmeier@fh-muenster.de

Len Schrader

FH Münster/Institut für Berufliche Lehrerbildung
len.schrader@fh-muenster.de

M.Ed.

Daniel Bogs

Berufskolleg Borken
daniel.bogs@berufskolleg-borken.de

Zitieren dieses Beitrags

Krüger, M., Stallmeier, N., Bogs, D. & Schrader, L. (2024). Extended Reality (XR) für die Bildungsarbeit in der Bautechnik. BAG:on – Online-Journal der BAG Bau, Holz, Farbe, 1(1), 2–18. <https://doi.org/10.69804/bagon.v1i1.6>

Integration von Virtual Reality in die berufliche Bildung – Wie Praxistransfer gelingen kann

Miriam Mulders & Andrea Schmitz

Abstract

Virtual Reality (VR) zählt in vielen Berufen im Bereich der Farbtechnik und Raumgestaltung zukünftig zu den Bestandteilen der Betriebspraxis. Der Beitrag zeigt, wie sich damit verbundene Entwicklungen in der beruflichen Bildungspraxis der Fahrzeuglackierung darstellen können. Ausgangspunkt dafür ist der Modellversuch „Handlungsorientiertes Lernen in der VR-Lackierwerkstatt“.

Schlagwörter: *Virtual Reality, Lernanwendung, handlungsorientiertes Lernen, KFZ-Lackierung, überbetriebliche Ausbildung*

1 Einleitung

Virtual Reality (VR) als Bildungstechnologie bietet vielfältige Potenziale zur Optimierung des praxis- und arbeitsplatznahen Lernens in der beruflichen Aus- und Weiterbildung (Thomas et al. 2018). Als kosten- und ressourcenschonende Ergänzung zum bestehenden Bildungsalltag wird diese Technologie immer häufiger und in vielfältigen Szenarien erprobt und untersucht.

Im Forschungsprojekt *Handlungsorientiertes Lernen in der VR-Lackierwerkstatt (HandLeVR)*¹ wurde das Training von Arbeitskräften im Handwerk der Fahrzeuglackierung untersucht. Primär richten sich die im Forschungsprojekt entwickelten Lernlösungen an Fahrzeuglackiererinnen und -lackierer in der dreijährigen Berufsausbildung. In dieser Berufsausbildung sind authentische und realitätsnahe Lerneinheiten oft rar. Fahrzeuglackiererinnen und -lackierer müssen in einem komplexen Umfeld effektiv arbeiten, haben aber wenig Gelegenheit, Verfahren zu üben, bevor sie diese an realen Werkstücken ausführen sollen. Im Bereich der Fahrzeuglackierung müssen verschiedene Techniken (z. B. Neuteillackierung, Reparaturlackierung) zum Applizieren einer Lackschicht auf ein Werkstück trainiert werden. Adäquate, häufige und handlungsorientierte Trainingsszenarien werden jedoch durch wirtschaftliche (z. B. Materialkosten), ökologische (z. B. umweltsensible Materialien) und soziale Faktoren (z. B. begrenzte Betreuungskapazität des Ausbildungspersonals) erschwert. Es hat sich gezeigt, dass die derzeitigen Lehr- und Lernmethoden zur Vermittlung von psychomotorischen Fertigkeiten in der Praxis von Fahrzeuglackiererinnen und Fahrzeuglackierern den Kompetenzerwerb nicht hinreichend adressieren.

Die im *HandLeVR-Projekt* konzipierte VR-Lackierwerkstatt entstand in mehr als dreijähriger Zusammenarbeit mit dem betrieblichen Anwendungspartner *Mercedes-Benz Ludwigsfelde GmbH* sowie mit verschiedenen bundesweiten Bildungszentren der Handwerkskammern und wurde in mehreren Erprobungsphasen evaluiert und weiterentwickelt. Die VR-Lackierwerkstatt sowie sämtliche Begleitmaterialien sind frei zugänglich bei *GitHub*² zu finden und wurden unter eine offene MIT-Lizenz gestellt.

Die VR-Lackierwerkstatt beinhaltet eine Fülle von Lernaufgaben (z. B. umgekehrter Fall), die nach mediendidaktischen Prinzipien aufbereitet wurden (Mulders 2022). Die Lernaufgaben sind organisiert in Aufgabenklassen (z. B. Neuteillackierung) und unterscheiden sich voneinander anhand diverser Parameter (z. B. Art des Werkstücks) sowie der Kom-

1 <http://handlevr.de/>

2 <https://github.com/HandLeVR>



plexität. Ergänzt wird das VR-Tool von einem Autoren- und einem Reflexionswerkzeug (Zender et al 2020). Das Autorenwerkzeug dient der Erstellung konkreter Lerneinheiten, die von den Auszubildenden in der VR bearbeitet werden. Die während des Lackiervorgangs erfassten Daten (z. B. Materialverbrauch) sind Grundlage der Reflexionsanwendung (siehe Abb. 1).



Abb. 1: Dreiteiliger Lernprozess (Quelle: eigene Darstellung)

Im Zentrum steht die VR-Trainingsanwendung, in der die Auszubildenden Lernaufgaben bearbeiten. Währenddessen tragen die Auszubildenden ein VR-Headset (z. B. Meta Quest 2), welches die Nutzenden von der Umwelt abschirmt. Die zugeteilten Lernaufgaben werden in einer VR-Lackierkabine dargeboten und beinhalten im Kern das Lackieren von Werkstücken. Diese sind als 3D-Modelle abgebildet und können mit der virtuellen Lackierpistole lackiert werden (siehe Abb. 2). Dabei erhalten die Auszubildenden ein erstes Feedback zu ihrer Lackierleistung anhand verschiedener Auswertungsparameter (z. B. Distanz zum Werkstück). Um die Haptik bei dem Lackierauftrag zu verbessern, wird ein Nachbau einer realitätsnahen Lackierpistole als Controller verwendet (siehe Abb. 3).



Abb. 2 und 3: VR-Lackierkabine (links) (Quelle: eigene Darstellung) und Lackierpistolen-Controller (Quelle: eigene Darstellung).

Wie die Evaluationsergebnisse zeigen, kann die VR-Lackierwerkstatt den bisherigen Ausbildungsalltag sinnvoll ergänzen (Mulders 2020; Mulders 2022; Mulders et al. 2023). So können die zugehörigen Lernaufgaben von Lehrkräften 1:1 übernommen oder nach Bedarf auf Auszubildende individuell angepasst werden. Aufgaben können Einzelpersonen oder Gruppen zugewiesen werden. Im Nachgang der Bearbeitung der Aufgabe(n) können die Lernleistungen mithilfe des Reflexionstools nachbesprochen und basierend auf solchen Nachbesprechungen neue Lernaufgaben zugewiesen werden. Es wird erkennbar: Der Einsatz der VR-Lackierwerkstatt wirkt sich maßgeblich auf die Organisation des Unterrichts aus, da die VR-Phase, deren Vor- und Nachbereitung in den vorhandenen zeitlichen, räumlichen und sozialen Unterrichtsrahmen integriert werden muss.

Lehrkräfte stehen bei der Planung und Gestaltung ihres Unterrichts mit der VR-Lackierwerkstatt vor entscheidenden Fragen, wie den folgenden:

- Welche Technologien werden gebraucht?
- Welche Räumlichkeiten müssen vorhanden sein?
- Welche Zeitanteile werden in VR verbracht? Wie wird die VR-Phase in die zeitliche Struktur eingebracht? Wie ist die VR-Phase zeitlich getaktet?
- Welche sozialen Arbeitsformen sind angedacht?
- Welche Rolle übernimmt die Lehrkraft?

Um das Produkt des Forschungsprojektes, nämlich die VR-Lackierwerkstatt, auch über das Projektende hinaus nachhaltig in die berufliche Aus- und Weiterbildung von Fahrzeuglackiererinnen und -lackierern zu integrieren, wurden im Laufe des Projekts intensive Recherchen zu den institutionellen Strukturen und Grundlagen der beruflichen Aus- und Weiterbildung betrieben sowie im Sommer 2020 sieben leitfadengestützte Interviews mit Lehrpersonen und Ausbildungsmeisterinnen und -meistern aus fünf nationalen Bildungszentren der Handwerkskammern durchgeführt. Ziel war es, die Rahmenbedingungen eines sinnvollen Praxiseinsatzes der VR-Lackierwerkstatt zu eruieren. Der vorliegende Beitrag beschreibt daher eine Analyse der räumlichen, zeitlichen und sozialen Einbindung der VR-Lackierwerkstatt in den Ausbildungsalltag von Fahrzeuglackiererinnen und -lackierern.

2 Lernorganisation

Unter Lernorganisation versteht man die Organisation und Durchführung eines Lernangebots sowie das Arrangement der Lernelemente. Betrachtet werden die zeitlichen, räumlichen und sozialen Komponenten (Kerres 2018). Die VR-Lackierwerkstatt kann das Spektrum der bisherigen Unterrichtsgestaltung im Bereich der Fahrzeuglackierung erweitern, dessen Integration muss jedoch an den vorhandenen zeitlichen, räumlichen und sozialen Rahmen angepasst werden. Abbildung 4 zeigt Elemente der zeitlichen, räumlichen und sozialen Organisation nach Kerres (2018). Diese Elemente finden sich thematisch bereits in den oben genannten Leitfragen.

Zeitliche Organisation	Räumliche Organisation	Soziale Organisation
Zeitraum der Nutzung	Lernorte	Gruppengröße
Start- und Endpunkte	Technische Ausstattung	Betreuung der Lernenden
Taktung		Verhalten der Lernenden

Abb. 4: Übersicht Lernorganisation (Quelle: in Anlehnung an Kerres (2018))

Die dreijährige Ausbildung im Bereich der Fahrzeuglackierung wird in Deutschland in einem dualen System realisiert und findet hauptsächlich im Betrieb und in der Berufsschule statt. Ein weiterer Bestandteil der dualen Ausbildung im Handwerk ist die *überbetriebliche Lehrlingsunterweisung (ÜLU)* (siehe Abb. 5). Die ÜLU als Teil der betrieblichen Ausbildung stellt eine Möglichkeit dar, die VR-Lackierwerkstatt in den Ausbildungsalltag zu integrieren. Sie wird im Rahmen von Lehrgängen mit bis zu zwölf Teilnehmenden durchgeführt, wobei Planung und Taktung der Lehrgänge den Bildungszentren obliegen. Die Ausgestaltung der ÜLUs geschieht auf Basis flexibler und gestaltungsoffener Unterweisungspläne. ÜLUs finden in überbetrieblichen Bildungsstätten (ÜBS) statt und dauern in der Regel ein bis zwei Arbeitswochen. Zeitpunkte der Lehrgänge werden bedarfsgerecht für die Lehrjahre definiert (BMBF 2017). Zur Förderung der beruflichen Handlungskompetenz gemäß den Rahmenlehrplänen steht die Bearbeitung von Kundenaufträgen im Zentrum der ÜLU. Dies ermöglicht, dass „*Handlungen (...) von den Lernenden möglichst selbstständig geplant, durchgeführt, überprüft, ggf. korrigiert und schließlich bewertet werden*“ (KMK 2003, S.5).

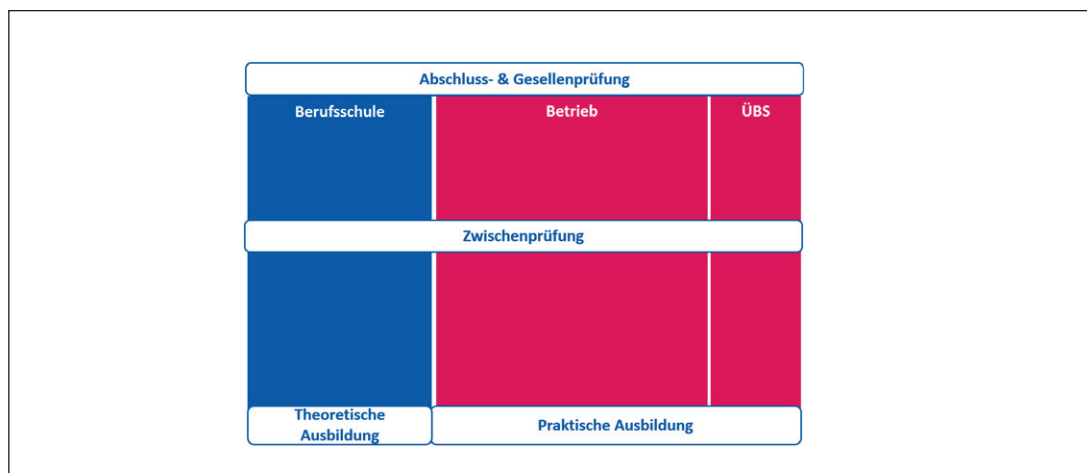


Abb. 5: Lernorte der beruflichen Ausbildung (Quelle: eigene Darstellung)

2.1 Technische und räumliche Organisation

Für die gesamte Anwendung wird spezielles leistungsfähiges Equipment benötigt. Beim Autorenwerkzeug und bei der Reflexionsanwendung handelt es sich um computergestützte Anwendungen mit 3D-Anteilen, die eine größere Rechnerleistung erfordern. Daher wird ein leistungsstarker (Gaming)-PC/Laptop benötigt. Zusätzlich ist für die Nutzung der VR-Lackierwerkstatt ein PC-gebundenes VR-Set, bestehend aus VR-Headset und VR-Controllern (z.B. *HTC Vive Pro*, *Meta Quest 2*), erforderlich. Um wie oberhalb beschrieben, die Haptik beim virtuellen Applizieren von Lack zu verbessern, wird der Einsatz einer im 3D-Druck nachgebauten Lackierpistole (siehe Abbildung 3) empfohlen. Dazu wird der handelsübliche Controller mithilfe einer Schraube oben auf die Lackierpistole montiert.

Für die VR-Anwendung wird eine Freifläche benötigt, die entweder nur für den Zeitpunkt der Nutzung oder fest einzurichten ist. Für die Nutzung der VR-Lackierwerkstatt muss ein sogenannter Spielbereich zur Bewegung in der VR-Lackierkabine verfügbar sein. Die Mindestgröße der Bewegungsfläche beträgt 2 m x 1,5 m. Empfohlen wird allerdings eine Fläche von 4 m x 4 m, damit die Auszubildenden sich sicher bewegen können. Die Fläche sollte frei von Möbeln und anderen Hindernissen sein. Der Spielbereich sollte weder im direkten Sonnenlicht noch zu dunkel sein, damit die Raumortung des VR-Headsets nicht gestört wird. Ebenfalls sollte der Ort gut belüftet werden, da die Geräte durch die Arbeitsleistung erhitzen können. Auch die Staubbelastung in den Räumlichkeiten sollte nicht hoch sein, um beispielsweise eine Verstopfung der Computerbelüftung zu vermeiden. Es empfiehlt sich, den ausgewählten Bereich vorab zu testen.

In der räumlichen Aufteilung sind die ÜBS meist ähnlich aufgebaut: Neben Schulungsräumen stehen Werkstätten und Lackierkabinen zur Verfügung. Zusätzlich gibt es vereinzelt PC-Räume. Meist findet sich Platz für den Aufbau einer VR-Station.

2.2 Zeitliche Organisation

Die Dauer der VR-Phase ist von mehreren Faktoren abhängig: (1) Dauer der einzelnen Lernaufgabe, (2) Anzahl der zu bearbeitenden Lernaufgaben, (3) Gruppengröße und (4) Lern- und Bearbeitungstempo der Lernenden. Die Dauer der Lernaufgabe(n) kann über das Autorentool beeinflusst und durch ein vorheriges Testen der Lehrpersonen selbst abgeschätzt werden. Was die individuellen Faktoren der Auszubildenden angeht, so sollte insbesondere für den VR-Einstieg mehr Zeit eingeplant werden. Die Auszubildenden müssen sich zunächst an die Handhabung der VR-Anwendung gewöhnen. Zeitgleich sollte die Dauer der VR-Phase am Anfang auf 20 bis 30 Minuten pro Person beschränkt sein, um beispielsweise einer Muskelermüdung und Symptome von Motion Sickness (z. B. Schwindel) vorzubeugen (Kim et al. 2018; Theis et al. 2016).

Bezüglich der Taktung der VR-Phasen stellt eine Lernaufgabe der VR-Lackierwerkstatt die kleinste Einheit dar. Dabei gilt zu entscheiden, ob mehrere Aufgaben hintereinander im Rahmen der VR-Phase bearbeitet werden sollen oder diese intermittierend während der ÜLU oder im betrieblichen Alltag auftauchen. Falls mehrere Lernaufgaben bearbeitet werden, kann entschieden werden, ob diese in zeitlich festgelegten Abständen zu erledigen sind oder gleichzeitig freigeschaltet werden. Bei der Freischaltung mehrerer Aufgaben können die Auszubildenden an unterschiedlichen Themen in ihrem eigenen Tempo arbeiten und sogar Aufgaben mehrmals ausführen, beispielsweise wenn sie bestimmte Handlungsabläufe nochmal gezielt trainieren wollen. Die unterschiedlichen Geschwindigkeiten gilt es zu berücksichtigen und möglicherweise durch Fristen zu regulieren. Als weitere Zeitpunkte, die VR-Lackierwerkstatt im Rahmen der Ausbildung einzusetzen, benannte das Lehrpersonal Warte- bzw. Leerlaufphasen, die beispielsweise durch Trockenzeiten oder unterschiedliche Arbeitsgeschwindigkeiten der Auszubildenden entstehen.

Das befragte Lehrpersonal gibt darüber hinaus an, die VR-Lackierwerkstatt insbesondere im ersten Ausbildungsjahr einzusetzen bzw. einsetzen zu wollen, um die Auszubildenden mit dem Lackierprozess vertraut zu machen. Neben den elementaren Bewegungsabläufen beim Lackieren können weitere Grundlagen, beispielsweise zur Arbeitssicherheit oder zur Verarbeitung von Materialien, vermittelt werden. In den nachfolgenden Ausbildungsjahren kann die VR-Lackierwerkstatt zudem punktuell zur Wissensauffrischung oder zur Vorbereitung auf Lehrprüfungen genutzt werden.

2.3 Soziale Organisation

VR ermöglicht andere Varianten, Lehren und Lernen zu organisieren. So bieten sich laut den interviewten Lehrkräften die Lernorganisationsformen der Einzel-, Partner/Kleingruppen- und Gruppenarbeit an.

Bei der Einzelarbeit bearbeiten die Auszubildenden die VR-Lernaufgaben allein und besprechen die Lerndaten im direkten Austausch mit den Lehrenden (siehe Abb. 6). Die VR-Phase kann als separate Einheit parallel zur Gesamtgruppe und zum Unterricht stattfinden. Dies ermöglicht eine intensive Einzelbetreuung vor allem im Hinblick auf die Nachbesprechung in der Reflexionsanwendung. Hierbei ergeben sich aus pädagogischer Sicht unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten, in denen weit fortgeschrittene Auszubildende sich an schwierigen Aufgaben versuchen können und leistungsschwächere Auszubildende durch zusätzliche Übungsmöglichkeiten gefördert werden. Gleichmaßen erfordert dieses Setting eine hohe Selbststeuerungskompetenz der Auszubildenden. Ebenso besteht ein mögliches (Arbeits-)Sicherheitsrisiko, wenn die Auszubildenden allein und unbeaufsichtigt mit dem VR-Equipment arbeiten. Des Weiteren kann abhängig von der Gruppengröße der zeitliche Aufwand der Einzelbetreuung, insbesondere hinsichtlich der Vorbereitung von Lernaufgaben sowie der Reflexion, für Lehrende erheblich sein.



Abb. 6: Einzelbearbeitung (Quelle: eigene Darstellung)

Bei der Arbeit im Tandem oder in der Kleingruppe können die Lernaufgaben im kooperativen Setting bearbeitet werden, auch wenn die Bearbeitung der VR-Lernaufgabe(n) selbst auf individueller Ebene stattfindet. So kann eine Person in VR die Lernaufgaben bearbeiten und die zweite Person schaut via Streaming zu, kommentiert und fungiert als Betreuungsperson (siehe Abb. 7). Hierdurch wird das (Arbeits-)Sicherheitsrisiko verringert, da die zweite Person intervenieren kann, sobald eine Verletzungsgefahr für

die VR-nutzende Person besteht oder das Equipment droht, beschädigt zu werden. Ferner kann eine zweite Person über das Streaming der VR-Anwendung die VR-nutzende Person unterstützen, wenn diese innerhalb der VR-Lackierwerkstatt Hilfe benötigt. Auch eine fachliche Unterstützung ist möglich und die Gruppenmitglieder können sich gegenseitig konstruktiv Rückmeldung geben. In diesem Szenario ist ebenfalls diszipliniertes und selbstgesteuertes Arbeiten der Auszubildenden erforderlich. Gleichzeitig wird ein hohes Maß an Flexibilität in der Unterrichtsgestaltung hinsichtlich der Zeiträume oder Gruppenkonstellation ermöglicht. Auch die abschließende Reflexion kann zeitlich und sozial unterschiedlich ausgestaltet werden. Je nach Umfang der VR-Ausstattungen können mehrere Tandems gebildet oder die Gruppengröße durch zusätzliche Personen erweitert werden, wobei es wichtig erscheint, diesen Personen einen konkreten Arbeitsauftrag zuzuteilen.



Abb. 7: Tandem oder Kleingruppenarbeit (Quelle: eigene Darstellung)

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass ein Auszubildender die Aufgaben in VR bearbeitet, während die restliche Gruppe über den Stream des Laptops dabei zuschaut (siehe Abb. 8). Die Auszubildenden können sich mit den Lernaufgaben abwechseln und die Reflexion der Lernleistung kann von den Lehrenden gemeinsam mit der Gruppe vorgenommen werden. Durch die kommunikativen Aktivitäten und den intensiven Austausch wird kooperatives Lernen unterstützt. Dieses Szenario bietet sich an, wenn es allgemein um die Einführung im Umgang mit der VR-Lackierwerkstatt geht oder wenn fachliche Grundlagen im Bereich der Fahrzeuglackierung vermittelt werden sollen.

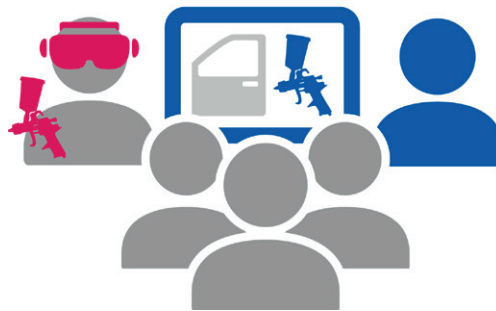


Abb. 8: Einzelbearbeitung vor der Gruppe (Quelle: eigene Darstellung)

3 Zusammenfassung

Dieser Beitrag versucht die Integration der VR-Lackierwerkstatt in den Berufsalltag von Auszubildenden im Bereich der Fahrzeuglackierung anhand von räumlichen, zeitlichen und sozialen Parametern der Lernorganisation zu beschreiben. Diese Parameter sind „Stellschrauben“ für einen nachhaltigen Transfer der Ergebnisse des Forschungsprojekts *HandLeVR* in die Bildungspraxis. Derzeit wird das VR-Lernsystem bereits im Ausbildungsalltag der *Mercedes-Benz Ludwigsfelde GmbH* erfolgreich eingesetzt. Darüber hinaus ist der Einsatz nur vereinzelt zu beobachten. Daher erhofft sich dieser Beitrag Hinweise zu geben, wie die VR-Lackierwerkstatt räumlich, zeitlich und sozial in den Ausbildungsalltag eingebettet werden kann. Hierzu wurden Interviews mit Ausbildungspersonal verschiedener nationaler Bildungszentren durchgeführt. Als geeignetes Szenario hat sich im Rahmen der Interviews und weiterer Recherchen die ÜLU als vielversprechend erwiesen.

Hier scheint es bedeutsam mehr räumliche und zeitliche Flexibilität zu geben, ein Lernangebot wie das der VR-Lackierwerkstatt zu erproben und fest in die Unterrichtsgestaltung zu integrieren. Offen bleibt die Frage, wie VR in die Infrastruktur der ÜBS einzubetten ist. Es ist zu klären, wie Nutzungsdaten und -ergebnisse gespeichert und welche Schnittstellen zu vorhandenen Systemen (z. B. zu Learning Management Systemen) aufgebaut werden. Die Verknüpfung mit einem Verwaltungssystem zur Synchronisation von Nutzungsdaten sowie eine zentrale Speicherung von Lerndaten wäre wünschenswert. Weitere Faktoren wie Datenschutz und Hygienestandards spielen entscheidende Rollen.

Überbetriebliche Bildungszentren sind oft multifunktional mit mehreren Gewerken in einem Haus ausgerichtet und weisen eine ähnliche Infrastruktur auf. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die gewonnenen Erkenntnisse auch auf andere handwerkliche Berufe und Institutionen übertragbar sind.

Insgesamt skizzieren die bisherigen Ergebnisse ein optimistisches Bild für den Einsatz von VR in der beruflichen Aus- und Weiterbildung, hier im Bereich der Fahrzeuglackierung. Es bedarf jedoch weiterer Forschung und vor allem Erprobung im Berufsalltag, um infrastrukturelle Schwierigkeiten bei der sozialen, räumlichen und zeitlichen Implementierung von VR-Lernszenarien zu identifizieren, und Hemmschwellen bei den Bildungszentren abzubauen. Bislang wird die VR-Lackierwerkstatt bei verschiedenen Bildungszentren eingesetzt, jedoch losgelöst voneinander. Perspektivisch sollten die gesammelten Erkenntnisse gebündelt werden, um den praktischen Einsatz der VR-Lackierwerksatt in der betrieblichen und überbetrieblichen Ausbildung zu erleichtern.

Literatur

- BMBF (2017). Duale Berufsausbildung sichtbar gemacht. Verfügbar unter: https://www.freie-berufe.de/wordpress/wp-content/uploads/2017/09/BMBF_Duale_Berufsausbildung.pdf (Zugriff am: 20.05.24)
- Kerres, M. (2018). *Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote*. Berlin.
- Kim, H. K., Park, J., Choi, Y., & Choe, M. (2018). Virtual reality sickness questionnaire (VRSQ): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment. *Applied ergonomics*, 69, 66–73.
- KMK (2003). Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Fahrzeuglackierer/Fahrzeuglackiererin. Verfügbar unter: <https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp/fahrzeuglackierer.pdf> (Zugriff am: 20.05.24)
- Mulders, M. (2020). Investigating learners' motivation towards a virtual reality learning environment: a pilot study in vehicle painting. In 2020 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR), 390–393. IEEE. <https://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/AIVR50618.2020.00081>
- Mulders, M. (2022). Vocational training in virtual reality: A case study using the 4C/ID model. *Multimodal Technologies and Interaction*, 6(7), 49.
- Mulders, M., Weise, M., Schmitz, A., Zender, R., Kerres, M., & Lucke, U. (2023). Handwerkliches Lackieren mit Virtual Reality (HandLeVR): VR-basierter Kompetenzerwerb in der beruflichen Ausbildung. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 51, 214–245.
- Theis, S., Pfindler, C., Alexander, T., Mertens, A., Brandl, C., & Schlick, C. M. (2016). Head-Mounted Displays-Bedingungen des sicheren und beanspruchungsoptimalen Einsatzes. *BauA Report, Project F*, 2288.

Thomas, O., Metzger, D., & Niegemann, H. (Hg.) (2018). *Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung: Virtual und Augmented Reality für Industrie 4.0*. Springer-Verlag.

Zender, R., Sander, P., Weise, M., Mulders, M., Lucke, U., & Kerres, M. (2020). Hand-LeVR: Action-oriented learning in a VR painting simulator. *Emerging Technologies for Education: 4th International Symposium*, 46–51. Springer International Publishing.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Dreiteiliger Lernprozess, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 2: VR-Lackierkabine, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 3: Lackierpistolen-Controller, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 4: Übersicht Lernorganisation, Quelle: in Anlehnung an Kerres (2018)

Abb. 5: Lernorte der beruflichen Ausbildung, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 6: Einzelbearbeitung, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 7: Tandem oder Kleingruppenarbeit, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 8: Einzelbearbeitung vor der Gruppe, Quelle: eigene Darstellung

Autorinnenangaben

Dr.

Miriam Mulders

Universität Duisburg Essen

Lehrstuhl für Mediendidaktik und Wissensmanagement

miriam.mulders@uni-due.de

Andrea Schmitz

Zentralstelle für die Weiterbildung im Handwerk

andrea_schmitz82@web.de

Zitieren dieses Beitrags

Mulders, M. & Schmitz, A. (2024). Integration von Virtual Reality in die berufliche Bildung – Wie Praxistransfer gelingen kann. *BAG:on – Online-Journal der BAG Bau, Holz, Farbe*, 1(1), 19–26. <https://doi.org/10.69804/bagon.v1i1.5>

3D-Druck im Berufsfeld „Holztechnik“ – Intrinsische Motivation und Kompetenzentwicklung

Nele Rubow & Martin Multhauf

Abstract

In Berufen der Holztechnik bilden additive Fertigungsverfahren noch eher die Ausnahme als die Regel. Der Beitrag zeigt, wie der „3D-Druck“ dafür genutzt werden kann, Lernenden einen niedrigrschwelligigen Einstieg in die Welt der beruflichen C-Technologien zu eröffnen. Aufgezeigt werden zwei Unterrichtsbeispiele mit konkreten Lernhinweisen.

Schlagwörter: 3D-Druck, additive Fertigung, Holztechnik, Berufsschule, Unterrichtsbeispiele, Kompetenzentwicklung

1 Was leistet die additive Fertigung aktuell?

Die additive Fertigung gilt neben der Robotik, Künstlicher Intelligenz (KI) und Augmented Reality (AR) als Bestandteil moderner Technologien, die bereits in der Wirtschaft, von Privatpersonen sowie in Bildungseinrichtungen genutzt werden. Ein wesentlicher Grund dafür ist die weitgehend automatisierte Herstellung komplexer und individueller Geometrien von Produkten. Dazu zählen vor allem Anwendungsbereiche, in denen konventionelle Fertigungsverfahren an ihre Grenzen stoßen (vgl. Caviezel et al. 2017, S. 35f.). Die vergleichsweise geringen Anschaffungs- und Betriebskosten sowie der leichte Zugang zu dieser Technologie sind weitere Faktoren, die diesen Trend bisher beförderten. Die Bandbreite an verschiedenen Druckverfahren hat seit ihrer Einführung Ende der 1980er Jahre nahezu exponentiell zugenommen und befindet sich fortwährend in Veränderung.

Der 3D-Druck revolutioniert nicht nur die Herstellung vieler Produkte, sondern verändert auch, wie wir lernen und lehren. Besonders für die berufsbildenden Schulen stellt der 3D-Druck eine niederschwellige Möglichkeit zur Implementierung moderner und zukunftsweisender Technologien dar. Additive Fertigungsverfahren könnten zukünftig in diversen Wirtschaftszweigen zunehmend Anwendung finden (vgl. HAUTE INNOVATION 2021, S. 25ff.). Die Förderung und Vermittlung von Handlungskompetenzen, ein zentrales Ziel der beruflichen Bildung, lässt sich durch die 3D-Drucktechnologie realisieren. Abbildung 1 verdeutlicht, dass dabei diverse Kompetenzbereiche angesprochen werden. Spezifische Fachkompetenzen, beispielsweise Maschinenkenntnisse, sind erforderlich und müssen erst neu erworben werden. Diese Kenntnisse ermöglichen jedoch auch Transferleistungen in andere technologische Anwendungsbereiche (z. B. CNC-Maschinen). Außerdem wird dieser Technologie die Fähigkeit zugeschrieben, die intrinsische Motivation von Auszubildenden und Lernenden fördern und steigern zu können (Kaufmann 2021, S. 12). Dennoch ist die Vermittlung des 3D-Druckes im Rahmenlehrplan gewerblich-technischer Ausbildungsberufe bisher wenig vorzufinden.

In diesem Beitrag wird zunächst beispielhaft erläutert, welche Möglichkeiten es gibt, dieses Thema in den Schulalltag einzubinden. Das erste Beispiel fokussiert sich auf die Vermittlung des 3D-Druckprozesses an sich. Im zweiten Praxisbeispiel wird die additive Fertigung eher als unterstützende Maßnahme in das Unterrichtsgeschehen eingebunden. Aus den dargestellten Erfahrungen werden allgemeine Empfehlungen und typische „Stolpersteine“ unterrichtlicher Umsetzung des 3D-Druckes abgeleitet. Abschließend wird ein kurzes Fazit gezogen.



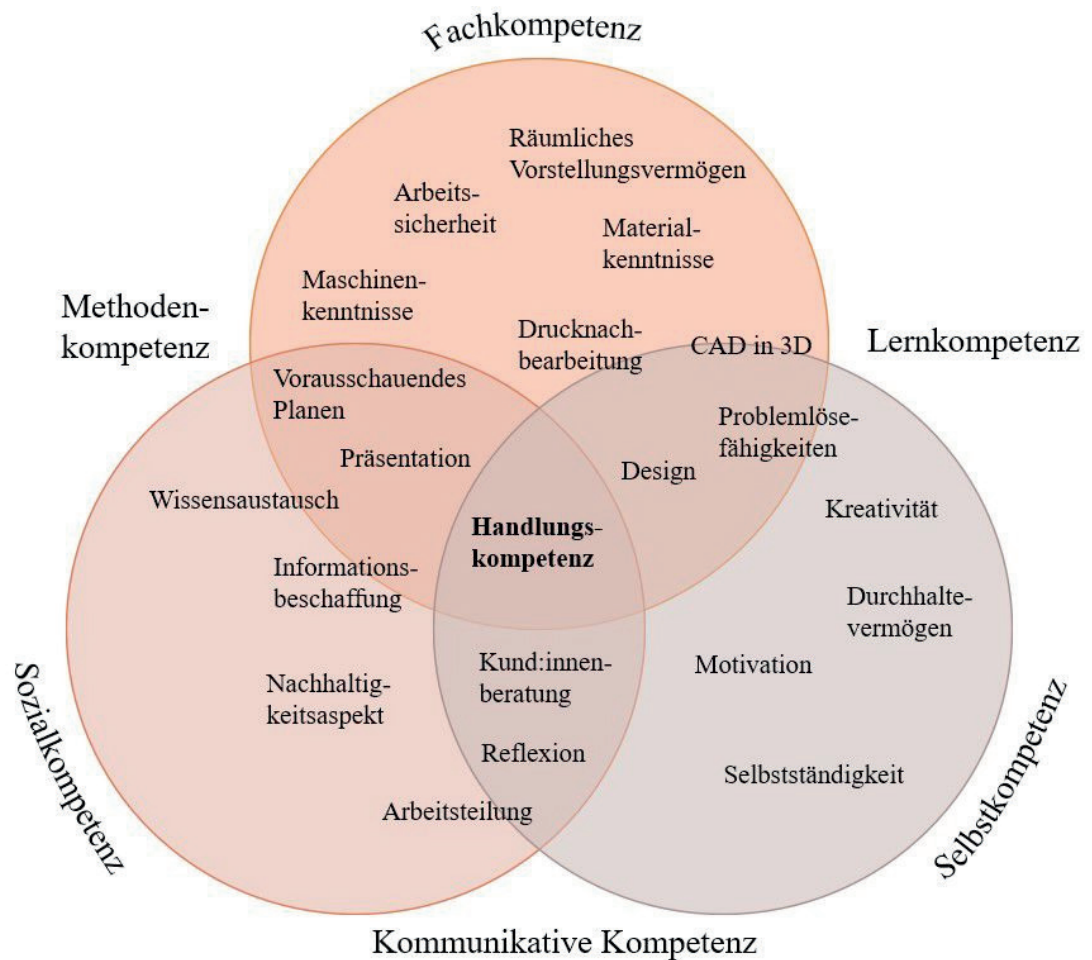


Abb. 1: Kompetenzanforderungen beim 3D-Druck (Quelle: Rubow 2023, S. 50; z.T. abgeleitet aus Marschall 2016, S. 14)

2 Anwendungsbeispiele aus Lehr-Lernprozessen

Beispiel 1: „Holzmechaniker/-innen“ ohne 3D-CAD-Erfahrungen; Lernfeld 5 (Handlungsprodukt Stollenmöbel)

Planungsphase: Didaktische Entscheidungen auf Grundlage der Ausgangsbedingungen

Das übergeordnete Lernziel für SuS besteht darin, grundlegende Informationen über additive Fertigungsprozesse zu erarbeiten und zu sammeln, um diese selbstständig durchführen zu können. Die Unterrichtseinheit erstreckt sich über drei Doppelstunden und ist damit ein knapp bemessener Zeitrahmen für die Vermittlung notwendiger Inhalte. Zum einen sollen die SuS eigene 3D-Modelle in einem CAD-Programm konstruieren. Dafür müssen die Softwareoberflächen, Funktionen und Handhabung im 3D-Bereich erst eingeführt werden. Zum anderen sollen Informationen über die Funktionsweise der 3D-Drucker vor Ort, das gängige Druckmaterial PLA (Polylactide) und sog. Stolpersteine gesammelt sowie das Slicing-Programm Cura bedient werden. Genutzt werden können dazu das schuleigene FabLab mit vier 3D-Druckern im Extrusionsverfahren, Desktop-PCs im Computerraum und Schullaptops, auf denen die Software „Cura“ installiert ist.

Die geplante Unterrichtseinheit ist für die 20 Lernenden im zweiten Lehrjahr durchaus anspruchsvoll. Durch ein vorgegebenes Handlungsprodukt (Stollenmöbel) und explizite Aufgabenbeschreibungen werden die Inhalte für die Lernenden didaktisch reduziert.

Um ihre Selbstständigkeit und Selbstkompetenz zu fördern, wurden Hilfestellungen wie z.B. Videotutorials erstellt. Die Entscheidung für die Methode des Gruppenpuzzles erfolgte vor allem aufgrund effektiver Lernprozessgestaltung bei der arbeitsteiligen Erarbeitung umfangreicher Informationen. Durch die Zuordnung der Expertengruppen zu verschiedenen Bereichen: Cura, Stolpersteine, Drucker vor Ort, CAD und Dokumentation haben die Lernenden die Chance, Schwerpunkte entsprechend ihrer Interessen und Stärken zu wählen. Neben den inhaltlich ausgerichteten Teams ist das Team Dokumentation (zwei Lernende) für das Sammeln von Eindrücken und Feedback der SuS während des Unterrichtes zuständig. Aus ihrer übergeordneten Perspektive tragen sie zur Verbesserung des Lernprozesses insgesamt bei.

Zudem gibt es in der Klasse einen Schüler, der sich durch sehr fundiertes Wissen zum 3D-Druck auszeichnet. Dieses Know-How stellt eine wertvolle Ressource für den Unterricht dar und kann in der Gruppenarbeitsphase gewinnbringend eingesetzt werden. Der Unterrichtsverlauf und dessen Inhalte über die drei Doppelstunden sind überblickartig in Abbildung 2 dargestellt.

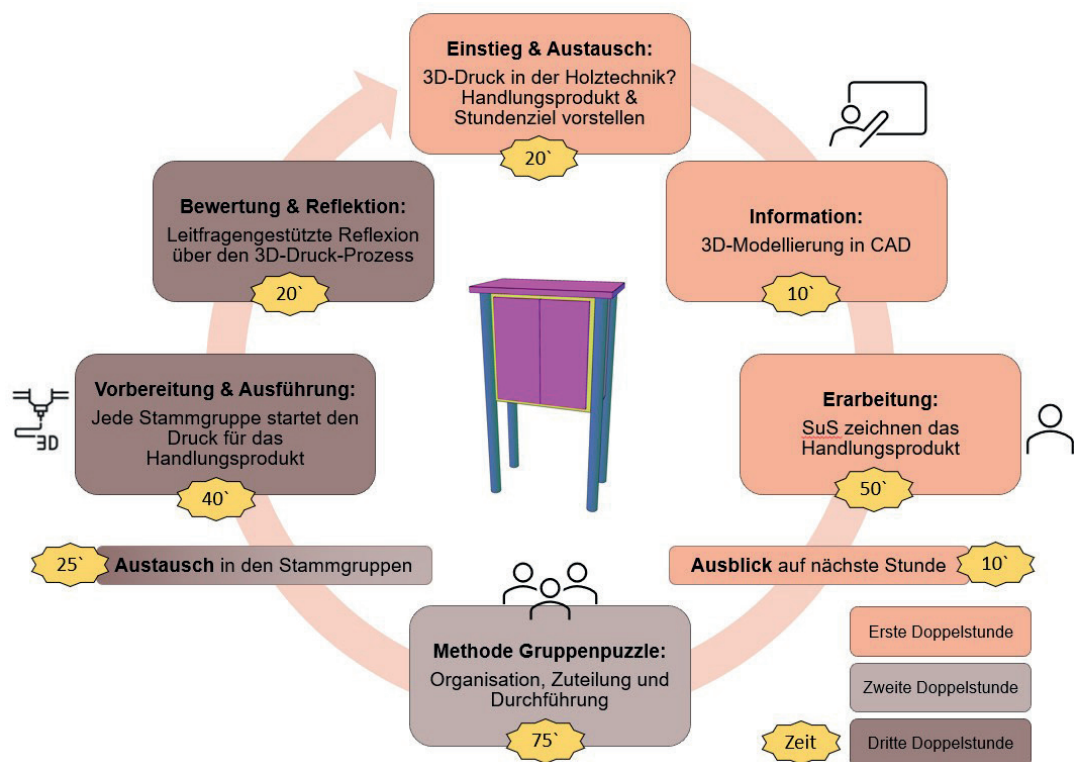


Abb. 2: Phasierung einer Unterrichtseinheit zum 3D-Druck eines vorgegebenen Handlungsproduktes (Quelle: eigene Darstellung)

Durchführungsphase: Eindrücke und Phasierung der Unterrichtseinheiten

Die erste Doppelstunde fand im Computerraum statt. Nachdem die Klasse eine kurze Einführung in das dreidimensionale Konstruieren im CAD-Programm bekommen hat, sollten die Lernenden das Stollenmöbel nachzeichnen. Sie erhielten dazu eine technische Zeichnung mit allen notwendigen Maßangaben. Die Lehrkraft unterstützte bei Fragen. Eine weitere Hilfestellung waren eigens erstellte Videosequenzen, in denen das Stollenmöbel Schritt für Schritt erstellt wurde. Diese konnten die Lernenden auf der Lehr-Lernplattform „Moodle“ abrufen.

Die Methode „Gruppenpuzzle“ wurde durch ein Ablaufmodell in PowerPoint visualisiert und erläutert. Anschließend wurden die Expertengruppen samt ihren entsprechenden Inhalten präsentiert. Dies sollte den Lernenden die Entscheidung erleichtern, ihre Wahl nach individuellen Interessen zu treffen und sich auf die entsprechenden Themenbereiche zu verteilen. Wie in der Planungsphase beschrieben, wurde für jede Expertengruppe eine didaktisch reduzierte Aufgabenstellung entworfen.

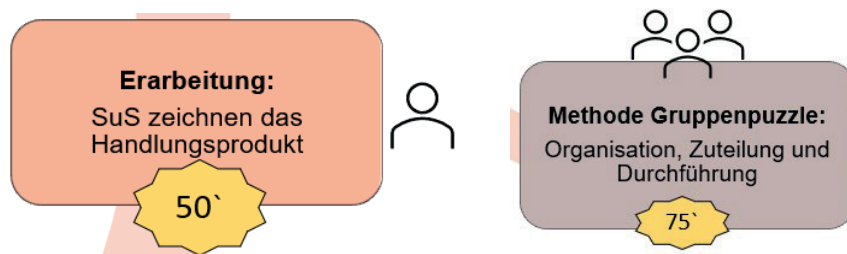


Abb. 3 und 4: Erarbeitungsphase (links) (Quelle: eigene Darstellung) und Planungsphase (rechts) (Quelle: eigene Darstellung)

Konkrete Fragestellungen und ggf. Verweise auf YouTube-Videos (siehe Abb. 5) sollten die SuS gezielt darauf vorbereiten, nur das herauszufinden, was für den 3D-Druck des Stollenmöbels erforderlich ist. Die Expertengruppen arbeiteten, je nach Zugehörigkeit, entweder im Computerraum, FabLab oder im Klassenraum.

<p>Stolpersteine (Material = PLA, Drucker = Extrusionsverfahren)</p>	<p>Was hat PLA für Eigenschaften?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kann man es auch für den Außenbereich verwenden? • Ist es biegsam oder steif? • (Zusatz: Findet ihr eine Festigkeitsangabe, um PLA mit Vollholz zu vergleichen?) <p>Ein Problem aus der Praxis sind Passungen. Also zum Beispiel Steckverbindungen, die nicht immer 100% zusammenpassen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Was kann man machen, wenn man eine Steckverbindung 3D-drucken möchte? https://www.youtube.com/watch?v=dAZRKMMMeVu0 (ab Minute 3:30) <p>Stützstrukturen generieren: https://www.youtube.com/watch?v=V048IOn0Ujo</p> <p>→ Die Lage (und Form) des 3D-Modells ist natürlich auch ausschlaggebend – also wie platziere ich es in Cura?</p>
---	--

Abb. 5: Beispiel einer Aufgabenstellung anhand der Expertengruppe “Stolpersteine” (Quelle: eigene Darstellung)

Das Ziel dieser Unterrichtseinheit bestand darin, den Lernenden die Grundlagen des 3D-Druckes zu vermitteln und sie in die eigenständige Durchführung einzuführen. Jede Stammgruppe konnte den Druck ihres Stollenmöbels erfolgreich starten. Während die 3D-Drucker in Betrieb waren, fand im Plenum ein Austausch über den 3D-Druckprozess, die angewandte Methode und den gesamten Ablauf statt. In dieser abschließenden Reflektionsphase ergaben sich Empfehlungen für kommende Unterrichtseinheiten mit ähnlichen Gegebenheiten.



Abb. 6: Bewertungs- und Reflektionsphase (Quelle: eigene Darstellung)

Auswertungsphase: Fazits und Empfehlungen für weitere Unterrichtseinheiten

Fazit der Lehrkraft: Das Unterrichten von 3D-Druck erfordert eine zeitintensive Arbeitsvorbereitung. Einmal im Unterricht umgesetzt, kann sich das 3D-Drucken jedoch sehr positiv auf die Motivation der Lernenden auswirken, insbesondere dann, wenn sie ihre eigenen Objekte drucken. So kamen beispielsweise zwei Schüler während und nach dem Unterricht auf die Lehrkräfte zu, da sie Interesse daran zeigten, eigene 3D-Objekte oder Dateien aus einer Datenbank (thingiverse.com) zu drucken. Die Begeisterung für die Technologie hätte ggf. mehr Lernende erreicht, wenn die Möglichkeit bereits im Unterricht geboten worden wäre, individuelle Objekte dreidimensional herzustellen.

Empfehlungen aus der Reflexionsphase: Die Komplexität des Themas erschwert die angemessene Betreuung durch eine einzelne Lehrkraft. Insbesondere dann, wenn die Lernenden an verschiedenen Orten verteilt sind. Daher sollte mindestens eine weitere Lehrkraft oder ein/e versierter Auszubildende/r hinzugezogen werden, die Lernenden bei Fragen oder Unklarheiten unterstützen. Zudem ist es von Vorteil, wenn die Klasse bereits Erfahrungen im dreidimensionalen Zeichnen (CAD) mitbringt. In der Erarbeitungsphase und Expertengruppe CAD äußerten die SuS Schwierigkeiten im Umgang mit dem CAD-Programm. Daher konnten Änderungen am Stollenmöbel (s. Abb. 7) nur bedingt im geplanten Zeitrahmen umgesetzt werden.

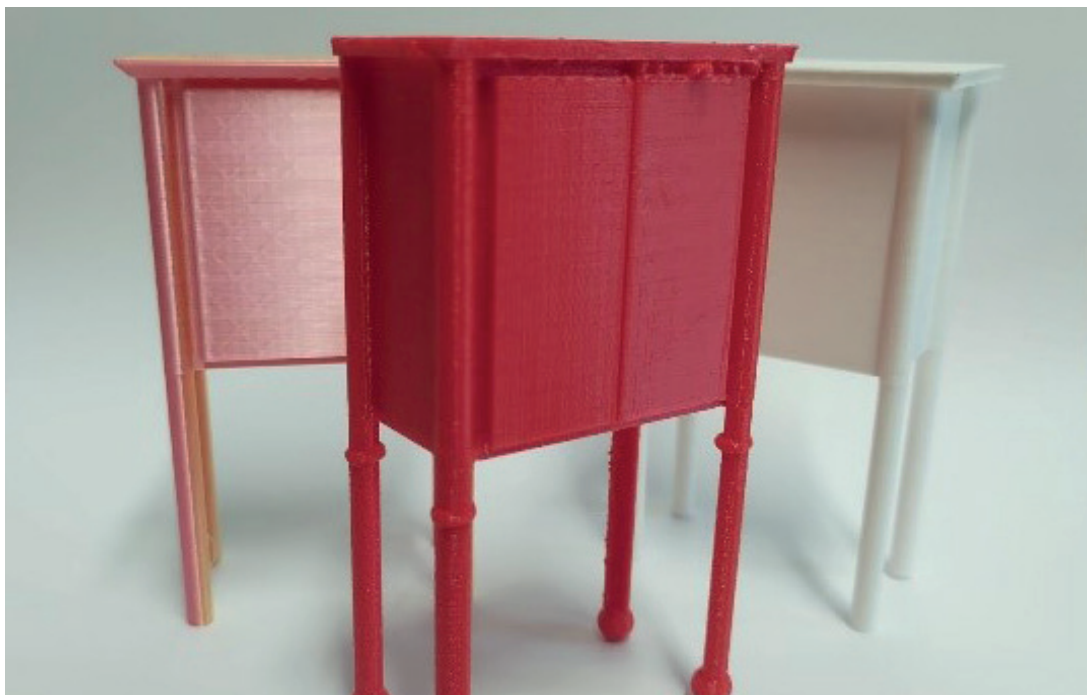


Abb. 7: Handlungsprodukte der drei Stammgruppen (Quelle: eigene Darstellung)

Die Methode „Gruppenpuzzle“ eignet sich gut dafür, den gesamten 3D-Druckprozess in kurzer Zeit zu vermitteln. Die Videotutorials wurden als hilfreich empfunden. Zu berücksichtigen ist, dass lediglich ein Überblick über den 3D-Druck gegeben wird und es durchaus zu Fehlern kommen kann. Eine Fehleranalyse (und erneute Durchführung) wäre eine lohnende Fortführung bei Klassen, die auch in ihrer Praxis mehr Bezug zum 3D-Druck haben.

Beispiel 2: Klasse der dualen Ausbildung im Berufsbild „Tischler/-in“ aus Hamburg mit Pytha-3D-Erfahrungen, LF12 (Handlungsprodukt: Individuelles Gesellenstück)

Planungsphase: Didaktische Entscheidungen auf Grundlage der Ausgangsbedingungen

Lernziele: In einer Gruppe von 22 Auszubildenden, die sich kurz vor der Fertigstellung ihres Gesellenstücks befinden, liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung von Selbst- und Methodenkompetenz. Außerdem sollen die Lernenden innovative Fertigungstechniken kennenlernen und erkennen, dass der Einstieg in die additive Fertigung im Vergleich zur konventionellen Fertigung mit Bearbeitungszentren deutlich einfacher ist. Gleichzeitig sollen sie fachliche Kompetenzen untereinander fördern, indem sie sich gegenseitig unterstützen und freiwillig Verantwortung für das Gelingen des Lernprozesses übernehmen.

Binnendifferenzierung: Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass alle Lernenden ihre Gesellenstücke digital planen und konstruieren, ist die Teilnahme am 3D-Druck ab der zweiten Stunde (siehe Abb. 8) freiwillig. Zudem variiert der Fortschritt der SuS erheblich. Einige haben noch nicht mit der Planung ihres Gesellenstücks begonnen, während andere ihre Stücke möglicherweise bereits in ihren Betrieben oder in ihrer Freizeit geplant und in einem CAD-System konstruiert haben.

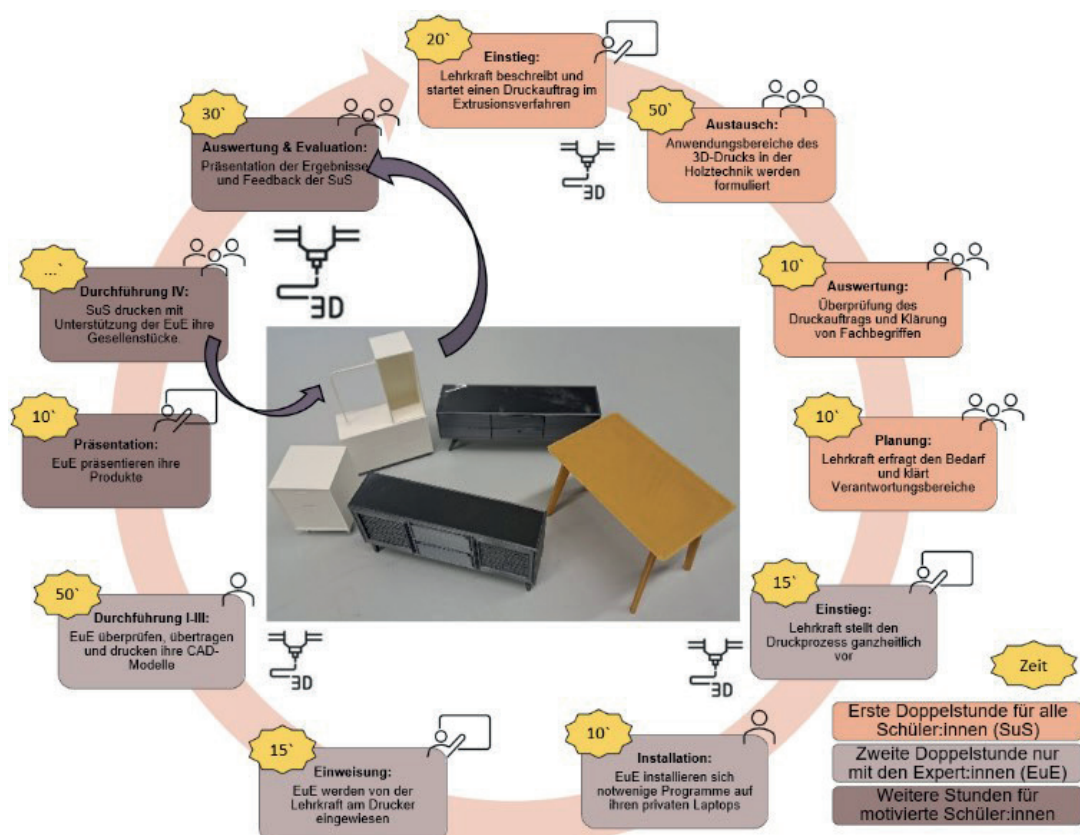


Abb. 8: Phasierung einer Unterrichtseinheit zum 3D-Druck von Gesellenstücken (Quelle: eigene Darstellung)

Unterrichtsorganisation: Der Schulblock dauert drei Wochen. Aufgrund des knappen Zeitrahmens wird zu Beginn der ersten Blockwoche eine Doppelstunde für eine Einführung in das Thema und Tipps zur Konstruktion sowie am Ende der ersten Woche eine weitere Doppelstunde für die Schulung der Experten und Expertinnen eingeplant. In der zweiten Woche sammeln sie Erfahrungen, damit sie in der letzten Woche alle SuS, die parallel zum LF-Unterricht ihre Gesellenstücke drucken wollen, unterstützen können.

Durchführungsphase: Eindrücke und Ablauf der Unterrichtseinheiten

Die erste Doppelstunde fand zu Beginn der ersten Woche des dreiwöchigen Blockunterrichts im FabLab der Schule statt. Abbildung 9 präsentiert die Ergebnisse der Austauschphase, in der die SuS mögliche Anwendungsbereiche des 3D-Drucks in der Holztechnik formulierten. Die Lehrkraft fügte, falls vorhanden, beispielhafte Modelle hinzu, was zu einem interessanten Austausch zwischen Lehrer und SuS führte.

In der Planungsphase wurden die Ergebnisse um zwei weitere Fragestellungen erweitert und auf einer Metaplanwand (s. Abb. 10) festgehalten. Dabei wurden SuS identifiziert, die ihr Gesellenstück dreidimensional drucken möchten sowie solche, die sich intensiver mit der Technologie auseinandersetzen möchten, um unter anderem anderen SuS beim Drucken ihrer Arbeiten zu helfen.

Die zweite Doppelstunde fand am Ende der ersten Woche mit den zukünftigen Experten und Expertinnen in einem separaten Raum statt. Die übrigen Lernenden arbeiteten weiterhin an ihrem Lernfeldauftrag. Um ihnen die vielen Auswahl- und Entscheidungsmöglichkeiten zu erleichtern, war es notwendig, geeignete Unterrichtsmaterialien bereitzustellen. Dafür eignen sich beispielsweise Installationshilfen, Skripte und Lernvideos, auf die sich die Lernenden immer wieder beziehen können.

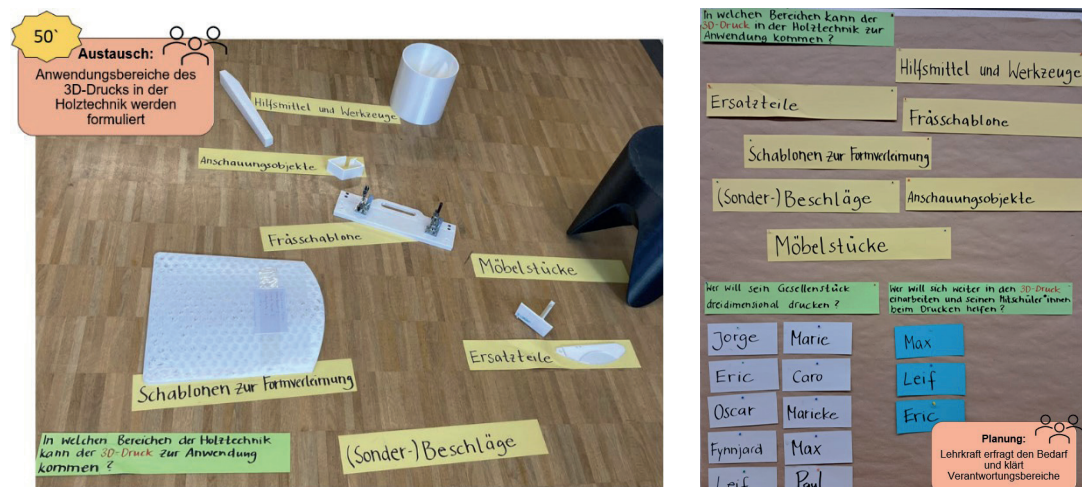


Abb. 9 und 10: Ergebnisse der Austauschphase (links) (Quelle: eigene Darstellung) und Ergebnissicherung der ersten Doppelstunde (rechts) (Quelle: eigene Darstellung)

Wie in Abbildung 8 zu erkennen ist, gliedert sich die Durchführungsphase in drei Teile:

- Durchführungsphase I: Die zukünftigen Experten und Expertinnen überprüften ihre CAD-Modelle und bereiten diese auf den Druckprozess vor, beispielsweise durch das Löschen verdeckter Bauteile.
- Durchführungsphase II: Die zukünftigen Experten und Expertinnen übertrugen die Datei in die Drucksoftware und bearbeiten sie, um mit den gewünschten Parametern zu drucken, wie etwa Druckgeschwindigkeiten und Schichtdicken.

· Durchführungsphase III: Die zukünftigen Experten und Expertinnen richteten den Drucker ein und starten den Druckauftrag. Es wurde empfohlen, zu Beginn des Drucks den Prozess auf Fehler zu überwachen und bei Bedarf einzugreifen.

In den Lernfeldstunden der letzten Unterrichtswoche sowie nach Unterrichtsende hatten die Auszubildenden die Gelegenheit, mit Hilfe der Experten und Expertinnen ihre individuellen Gesellenstücke zu drucken. Hierfür standen ihnen zwei Drucker zur Verfügung, die zeitweise im Unterrichtsraum aufgestellt waren (s. Abb. 11).

Zehn Lernende haben ihre individuellen Stücke gedruckt und diese genutzt, um sich die Proportionen besser vorstellen zu können und den Entwurf mit den Auszubildenden abzustimmen.

Die Druckergebnisse (siehe Abb. 12) wurden in der Auswertungsphase geprüft. In der Regel waren die SuS sehr erstaunt über die Qualität der Modelle.

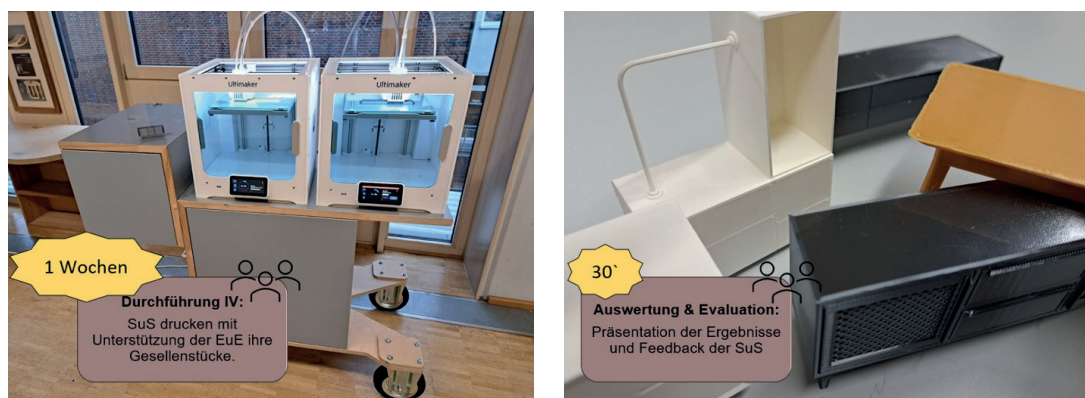


Abbildung 11 und 12: Drucker stehen im Unterrichtsraum/ Durchführungsphase (links) (Quelle: eigene Darstellung), Druckergebnisse im ersten Unterrichtsblock (rechts) (Quelle: eigene Darstellung)

Auf Wunsch der Auszubildenden, insbesondere jener, die ursprünglich nicht geplant hatten, ihr Gesellenstücke per CAD zu konstruieren und zu drucken, gab es im darauffolgenden Block weitere Gelegenheiten zum 3D-Drucken. Dadurch entstanden vier weitere gedruckte Modelle von Gesellenstücken.

Auswertungsphase: Fazits und Empfehlungen für weitere Unterrichtseinheiten

Von den 22 Lernenden haben sich drei für die Ausbildung zum „Experten und Expertinnen für 3D-Druck“ bereiterklärt. Insgesamt wurden 14 individuelle Gesellenstücke gedruckt. Aus Sicht der SuS war der 3D-Druck bei der Gestaltung und Konstruktion des Gesellenstücks sehr hilfreich. Der Fertigungsprozess hat ihnen insgesamt großen Spaß gemacht. Viele SuS waren intrinsisch motiviert, was sich unter anderem darin gezeigt hat, dass sie mehrfach die Gestaltung ihres Stücks modifiziert oder dieses in einem CAD-System konstruiert haben.

Fazit der Experten und Expertinnen zur Binnendifferenzierung: Das Vorgehen war sinnvoll, da nicht alle SuS eine intensive Auseinandersetzung mit der Technologie benötigen. Die Experten und Expertinnen konnten sich gezielt einarbeiten und dann selbstständig sowie selbstorganisiert drucken und in der letzten Blockwoche Mit-Auszubildende beim Drucken unterstützen. Es wäre wünschenswert gewesen, mehr „Tricks“ bezüglich der Programmeinstellungen (Druckgeschwindigkeit, Layerhöhe) seitens der Lehrkraft zu erhalten.

Fazit der Lernenden zur Binnendifferenzierung: Die Unterstützung durch die Experten und Expertinnen hat es ermöglicht, individuelle Gesellenstücke im 3D-Druck umzusetzen. Mit ihrer Unterstützung erschien die Technologie einfach anzuwenden, sei es beim Verändern eines CAD-Modells, den Einstellungen in der Druckersoftware oder beim eigentlichen Druck. Außerdem konnten Druckprozesse abgebrochen und neu gestartet werden, was in der normalen Unterrichtszeit nicht möglich gewesen wäre.

Fazit der Lehrkraft zur Binnendifferenzierung: Ausgewählte Lernende mit entsprechenden Lernvoraussetzungen zu Multiplikatoren auszubilden, hat insgesamt sehr gut funktioniert. Besonders hervorzuheben ist die Steigerung ihrer intrinsischen Motivation, die sich auch auf die anderen Lernenden übertragen hat. Sie nutzten die Chance, sich entsprechend ihrer intrinsischen Motivation in verschiedene Arbeitsfelder einzuarbeiten und sich im Gruppenprozess zielorientiert auszutauschen. So kamen alle schrittweise ihrem individuellen Ziel, der Gestaltung und Konstruktion des Gesellenstücks, näher.

Jedoch ist die Arbeitsvorbereitung für die Lehrkraft sehr zeitaufwendig, da für verschiedene Arbeitsfelder Unterrichtsmaterialien erstellt und aktualisiert, Werkzeuge und Materialien beschafft sowie Maschinen gepflegt und gewartet werden müssen. Hinzu kam, dass intrinsisch motivierte Auszubildenden mit dem Unterrichtsende nicht aufhören, zu lernen und zu arbeiten. Somit bedarf es bei der Lehrkraft einer Aufsichtspflicht auch außerhalb der eigentlichen Unterrichtszeiten.

3 Fazit und Auswirkungen

Die Bedeutung des 3D-Drucks als effektives Lehrmittel in der beruflichen Erstausbildung wird an den dargestellten Unterrichtsbeispielen deutlich. Eine zentrale Erkenntnis besteht darin, dass nicht nur das Thema 3D-Druck, sondern auch die Art und Weise der Vermittlungsmethode sowie die Chancen zur Binnendifferenzierung eine bedeutende Rolle auf die Entwicklung der intrinsischen Motivation der Lernenden hat. Abhängig von ihrer Selbstkompetenz kann die Motivation gesteigert werden, indem man den Lernenden mehr Entscheidungsfreiheit in Bezug auf das Handlungsprodukt, die Lerninhalte, die Fertigungszeiten usw. gewährt.

Des Weiteren zeigen die Praxisbeispiele, dass sich das Thema gut eignet, um der Forderung nach handlungsorientiertem und individualisiertem Unterricht in der beruflichen Bildung nachzukommen. Hinzu kommt, dass der 3D-Druck im Gegensatz zu konventionell zerspanenden Fertigungstechniken weniger Gefahrenpotenzial bietet, kostengünstiger und deutlich einfacher in der Umsetzung bzw. in den eigentlichen Lernprozessen vermittelbar ist. Ohne „Schwellenangst“ können Lernende so bereits früh in der Erstausbildung komplexe Schablonen für Formverleimungen von mehrfach gebogenen Bauteilen mittels 3D-Druck fertigen. Solche Schablonen werden bislang eher an 5-Achs-Maschinen (BAZ) gefräst und sind eher Lerngegenstand beruflicher Weiterbildungen (z. B. Techniker:innen) in der Holztechnik.

Allerdings wird auch deutlich, dass die Implementierung neuer Technologien wie etwa 3D-Druck nicht nur finanzieller Mittel für die Anschaffung bedürfen, sondern auch Ressourcen für Wartung und Instandhaltung sowie die Erstellung von aktuellen und individualisierten Unterrichtsmaterialien bedarf. Wenn hierzu weitere Technologien wie zum Beispiel CNC- oder Lasertechnik kommen, reicht die heutige Vor- und Nachbereitungszeit von Lehrkräften an berufsbildenden Schulen bei weitem nicht aus. Hier wäre die Frage zu diskutieren, ob Lehrkräfte hierbei nicht zusätzlich durch weitere Techniker bzw. Technikerinnen zu unterstützen sind, wie es auch in anderen Bundesländern (z. B. Bayern) der Fall ist.

Diese und weitere Umstände limitieren den flächendeckenden Einsatz der 3D-Druck-Technologie an beruflichen Schulen. Jedoch verdeutlichen die Praxisbeispiele das Potenzial der Technologie und ihre positiven, motivationalen Auswirkungen auf den geplanten Kompetenzerwerb in der Ausbildung angehender Holzmechaniker:innen und Tischler:innen. Somit ist der Einsatz des 3D-Drucks aus Sicht der Verfasser eine zweifellos sehr bereichernde Ergänzung in der beruflichen Bildung.

Literatur

Caviezel, C.; Grünwald, R.; Ehrenberg-Silies, S.; Kind, S. Jetzke, T.; Bovenschulte, M. (2017). Additive Fertigungsverfahren (3D-Druck). *Innovationsanalyse*. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). <https://doi.org/10.5445/IR/1000078105>

HAUTE INNOVATION (2021). *Additive Fertigung. Individuelle Serienfertigung*. Hg. v. Hessen Trade & Invest GmbH. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen. Verfügbar unter: https://www.haute-innovation.com/wp-content/uploads/2022/01/Additive_Fertigung_Neuaufgabe_2021_final_screen-1.pdf (Zugriff am: 31.01.24).

Kaufmann, D. (2021). Additives Fertigen in berufsschulischen Lern- und Arbeitsprozessen der Bautechnik und Holztechnik. *BAG Bau-Holz-Farbe*, 23(2), 10–16.

Marschall, H. (2016). *Personal für die additive Fertigung. Kompetenzen, Berufe, Aus- und Weiterbildung*. Springer Vieweg.

Rubow, N. (2023). *3D-Druck im Möbelbau: Eine berufswissenschaftliche Analyse von Potenzialen und Grenzen der additiven Fertigung (Unveröffentlichte Masterarbeit)*, Institut für Angewandte Bautechnik der Technischen Universität Hamburg.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Kompetenzanforderungen beim 3D-Druck, Quelle: Rubow (2023, S. 50) sowie in Anlehnung an Marschall (2016, S. 14)

Abb. 2: Phasierung einer Unterrichtseinheit zum 3D-Druck eines vorgegebenen Handlungsproduktes, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 3: Erarbeitungsphase, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 4: Planungsphase, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 5: Beispiel einer Aufgabenstellung anhand der Expertengruppe „Stolpersteine“, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 6: Bewertungs- und Reflektionsphase, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 7: Handlungsprodukte der drei Stammgruppen, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 8: Phasierung einer Unterrichtseinheit zum 3D-Druck von Gesellenstücken, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 9: Ergebnisse der Austauschphase, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 10: Ergebnissicherung der ersten Doppelstunde, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 11: Drucker stehen im Unterrichtsraum/Durchführungsphase, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 12: Druckergebnisse im ersten Unterrichtsblock, Quelle: eigene Darstellung

Autorinnen- und Autorenangaben

Nele Rubow

Lehrkraft im Vorbereitungsdienst am
Berufsbildungszentrum am Nord-Ostsee-Kanal in Rendsburg
nele-rubow@web.de

Martin Multhauf

Wissenschaftlicher Mitarbeiter TU Hamburg &
Berufsschullehrer an der Beruflichen Schule Holz.Farbe.Textil, Hamburg
m.multhauf@tuhh.de

Zitieren dieses Beitrags

Rubow, N. & Multhauf, M. (2024). 3D-Druck im Berufsfeld „Holztechnik“ – Intrinsische Motivation und Kompetenzentwicklung. BAG:on – Online-Journal der BAG Bau, Holz, Farbe, 1(1), 27–37. <https://doi.org/10.69804/bagon.v1i1.7>

Nachhaltigkeit und Innovation in der Fachrichtung Farbtechnik/Raumgestaltung/Oberflächentechnik

Sebastian Wendland

Abstract

Nachhaltigkeit und *Innovation* stellen wesentliche Bezugsgrößen im zeit- und zukunfts-gerechten Denken und Handeln des deutschen Handwerks dar. Folglich müssen auch Studierende der beruflichen Fachrichtung Farbtechnik/Raumgestaltung/Oberflächen-technik, welche nach Abschluss ihres Studiums in den Lehrberuf an beruflichen Schulen einsteigen oder aber selbst als Fachkräfte im Bereich gestalterischer und planerischer Aufgaben tätig sind, mit Aufgaben und Herausforderungen zu Nachhaltigkeit im Berufs-feld FRG konfrontiert werden.

Schlagwörter: *Design Thinking, Nachhaltigkeit im Handwerk, Farbtechnik/Raumgestal-tung/Oberflächentechnik, Innovation im Berufsfeld, Apps und Social Media im Handwerk*

Einleitung

Der komplexe Diskurs um Nachhaltigkeit im Handwerk umschließt gegenwärtig sowohl Aspekte des Ökologie-bewussten Handelns im Sinne einer effizienten Kreislaufwirtschaft, der klimagerechten energetischen Sanierung und Technologiebewusstseins, wie auch Aspekte der nachhaltigen Fachkräftesicherung, der internationalen Vernetzung und der Förderung regionaler Wirtschaftsstrukturen (Zentralverband des deutschen Handwerks 2020). Dementsprechend lohnt es sich nicht nur, (angehende) Fachkräfte des Handwerks frühstmöglich mit dem Themenkomplex der Nachhaltigkeit sowie einhergehenden Frage- und Problemstellungen in Verbindung zu bringen (BIBB 2023), sondern auch Studierende der beruflichen Fachrichtungen (Zielperspektive Lehramt und gestalterisch-konzeptionel-le Privatwirtschaft) für den Diskurs, seine Herausforderungen und Problemstellungen zu sensibilisieren (siehe dazu auch die Fördermaßnahmen des BNE).

In diesem Sinne sollte zum Beginn des Sommersemesters 2024 an der Bergischen Uni-versität ein, über die Grenzen verschiedener Studienabschlussperspektiven der beruf-lichen Fachrichtung Farbtechnik/Raumgestaltung/Oberflächentechnik hinaus gehendes (Projekt-)Seminar stattfinden, in welchem Studierende mit Hilfe eines Innovation-stiften-den und auf designpädagogischen Prämissen (Park 2019; Godau 2011) beruhenden Design Thinking Frameworks entsprechende Design Thinking Challenges zu Aufgaben und Herausforderungen des Themas Nachhaltigkeit im Berufsfeld Farbtechnik/Raumge-staltung/Oberflächentechnik (im Folgenden mit FRG abgekürzt) absolvieren.

Der vorliegende Praxisbericht stellt somit nicht nur Bezüge des Diskurses um Nach-haltigkeit im Berufsfeld FRG verknüpft dar sondern bildet hochschuldidaktische und methodische Überlegungen sowie Arbeitsabläufe und Ergebnisse im Seminar ab.¹

2 Zielgruppe des Seminars und hochschuldidaktische Merkmale

Mit Blick auf die Polyvalenz der (lehramtsbezogenen) Bachelor- und Masterstudiengänge soll zunächst ein Blick auf die Teilnehmenden des Seminars und zu beachtende Lern-ziele geworfen werden. Die erste Gruppe von Teilnehmenden stellten Studierende der gewerblich-technischen beruflichen Fachrichtung FRG im Kombinatorischen Bachelor mit der Berufsperspektive einer konzeptionell-gestalterischen Tätigkeiten sowie des farb-gestalterischen Projektmanagement dar. Nach einem abgeschlossenen Bachelorstudium

1 Um eine entsprechende Lesbarkeit der Studierendenergebnisse, welche zum Großteil analog auf Whiteboards erarbeitet wurden, zu gewährleisten, wurden diese größtenteils vom Autor digitalisiert und abgebildet.



haben diese Studierenden zudem die Möglichkeit ein Studium im interdisziplinären Design-Masterstudiengang Public Interest Design an der Bergischen Universität Wuppertal zu absolvieren. Diese erste Studierendengruppe verfolgte dabei das primäre Lernziel, sich mit fachwissenschaftlichen Aspekten von Nachhaltigkeit im Berufsfeld auseinander zu setzen, selbsterwählte Inhalte zu vertiefen und erste Erfahrungen im Umgang mit der Methode des Design Thinking im Kontext damit zusammenhängender beruflicher Problemstellungen zu sammeln.

Die zweite Gruppe von Teilnehmenden setzte sich aus Studierenden mit der Perspektive des Lehramts für berufliche Schulen zusammen. Diese haben durch das Seminar die Möglichkeit, ganz im Sinne einer kohärenten Ausgestaltung lehramtsbildender Studienelemente (Hellmann et al. 2021; Wendland & Lengersdorf 2024), schon im Bachelor berufsspezifische fachwissenschaftliche Inhalte mit fach- und berufsdidaktischen Fragestellungen zu verknüpfen und erste Erfahrungen hinsichtlich methodischer Aspekte des Unterrichtens mit Design Thinking (Wendland & Lengersdorf 2024) zu erwerben. Mit Blick auf die fachdidaktischen und fachwissenschaftlichen Bezüge ist das Seminar anschlussfähig an das Selbstverständnis bzw. den Bildungsanspruch der beruflichen Schule und schließt an die Prämisse der Vermittlung beruflicher Handlungskompetenz an. Hinsichtlich der Vermittlung von Handlungsorientierten Unterrichtsformaten bot das Seminar die Möglichkeit, angehende Lehrkräfte in die Methodologie des „Design Thinking“ einzuführen und dabei den Wert des multiperspektivischen Austausch mit Blick auf komplexe, fächer- und berufsübergreifende Problemstellungen im Berufsfeld zu ermöglichen.²

3 Diskurs „Nachhaltigkeit im Berufsfeld FRG“

3.1. Sichtung des Diskurses und Dimensionen des Begriffs

Das Seminar startete mit der Erfassung der individuellen Vorerfahrungen der Studierenden und den Assoziationen zu den Begriffen Nachhaltigkeit und Innovation, welche mit Hilfe der Blitzlicht-Methode (Gerstbach 2017, S. 265) erfragt wurden. Dabei wurde sichtbar, dass insbesondere bei der Frage nach den Dimensionen des Begriffs Nachhaltigkeit im Handwerk überwiegend Begriffe zur effizienten Kreislaufwirtschaft bzw. zum Ressourcen-schonenden Arbeiten sowie zur Produktwertigkeit und Langlebigkeit genannt wurden und der Begriff des Nachhaltigen Handwerks vermehrt mit dieser Perspektive assoziiert wurde. Trotz alledem nannten die Studierenden bereits Begriffe, die auf die Perspektiven einer Kohärenz des Handwerks im Bezug auf Regionalität (z.B. Regionale Rohstoffe) und Technologien in der beruflichen Bildung (z.B. Digitale Ausbildung) hinwiesen (vgl. Abb. 1).



Abb. 1: Blitzlicht mit Begriffen, die Studierende mit den Begriffen „Nachhaltigkeit im Handwerk“ und „Innovation“ in Bezug setzen (Quelle: eigene Darstellung).

² Das Seminar wurde von insgesamt 10 Studierenden besucht, welche in zwei gemischte Arbeitsgruppen zu jeweils fünf Personen eingeteilt wurden. Die Anteile an Studierenden mit der Perspektive der Beruflichen Qualifikation und der Perspektive berufliches Lehramt bzw. Master of Education waren dabei ausgeglichen. Das Seminar erstreckte sich dabei über 2 Blocktermine zu jeweils 8 Zeitstunden.

Zur Frage Wie entstehen Innovationen? wurden hingegen entsprechende Begriffe verschiedener Dimensionen genannt. So wurden unter anderem Geld und Förderprogramme, aber auch Wettbewerb und die Erschließung von Marktlücken als wesentliche Initiatoren von innovativer Entwicklung genannt. Begriffe zur Dimension Gesellschaftlicher Konfliktsituationen wurden hingegen nicht genannt. Eine Arbeitsdefinition für den Begriff Innovation entstand derweil auf Grundlage des digitalen Eintrags des Wirtschaftslexikons der Bundeszentrale für politische Bildung (2016).

Um im Anschluss daran ein möglichst umfassendes Bild über Nachhaltigkeit im Handwerk und darauf folgend tiefer in Problemstellungen und Herausforderungen des Berufsfeldes FRG vorzudringen, bestand für die Studierenden zunächst die Prämisse, das Strategiepapier „Werte erschaffen. Werte bewahren. Zukunft gestalten. Nachhaltigkeit im deutschen Handwerk“ (ZDH 2020) zu erfassen und daraus eine geeignete Design Challenge, welcher mit einer Aufgabe oder einer beruflichen Problemstellung einhergehen, abzuleiten. Dabei konnten die Studierenden selbst entscheiden, welches Handlungsfeld aufgegriffen werden soll und u. a. auf Erfahrungen oder Erlebnisse aus ihrer eigenen Ausbildungszeit zurückgreifen. Weitere Anhaltspunkte zu übergeordneten gesamtgesellschaftlichen Nachhaltigkeitszielen, welche Beachtung in Bildung und Arbeit finden, konnten die Studierenden durch die Sichtung der insgesamt 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen im Kontext der (bereits 2015 verabschiedeten) Agenda 2030 (Bundesregierung 2023) erschließen. Dabei wurden insbesondere die Ziele Hochwertige Bildung (im Sinne einer auf beruflichen Handlungskompetenzen ausgerichteten beruflichen Bildung), Geschlechtergleichheit (insbesondere in Baustellenberufen), Arbeit und Wirtschaftswachstum (mit Blick auf faire Verdienstmöglichkeiten, der Steigerung der Attraktivität des Handwerks und nachhaltiger Betriebsführung) sowie Nachhaltig produzieren und konsumieren und Klimaschutz als für das Handwerk besonders wesentlich herausgestellt (Bundesregierung 2023).

3.2. Ableitung entsprechender Design Challenges

Die Design Challenges wurden von den Studierenden zwar mit einer ersten Nennung der Nutzergruppe samt Zielvorstellung dargestellt, die Form der Lösung aber Ergebnisoffen formuliert (Glitzer et al. 2019, S. 80).

Die erste Gruppe beschäftigte sich im Zuge der Auseinandersetzung mit dem Strategiepapier des ZDH verstärkt mit dem Aspekt Fachkräftesicherung unterstützen und der Herausforderung der Abstimmung von Organisation und Lerninhalten sowie der Kommunikation zwischen den Lernorten Betrieb und Berufskolleg im Kontext von Unzufriedenheit und Ausbildungsabbruch. Dabei konzentrierte sich die Gruppe im Verlauf der Ideenfindung auf ein Problemlösekonzept, welches mögliche Defizite in der Kommunikation der Lernorte und der Hauptakteure (Lehrkräfte, Kolleginnen und Kollegen im Betrieb, Meister) bei psychischen und physischen Problemen der Auszubildenden beheben sollte. Mit Hilfe des Konzepts fokussierten die Studierenden übergeordnete Probleme wie Ausbildungsabbruch, Verlängerung und Unwohlsein in der dualen (das Berufsfeld FRG übersteigenden) Fachkräfteausbildung (u. a. IHK 2024).

Die zweite Gruppe beschäftigte sich hingegen mit potenziellen Fortbildungsmöglichkeiten für ältere, fest im Berufsfeld etablierte Fachkräfte des Berufsfeldes FRG (in diesem Falle exemplarisch Sattlerhandwerk). Die Studierenden fokussierten dabei das Spannungsverhältnis von traditionellen (bereits nachhaltigen) Fertigungstechniken des Sattlerhandwerks (wie z.B. die Pflege und Reparatur von Ledererzeugnissen), dem Selbstverständnis und dem kulturellen Erbe des Handwerks sowie den Zugang und der Vermittlung von technologischem Wissen und innovativen Projektmanagement-Methoden. Ebenso sollte dabei das Generationen-übergreifende Lernen und Lehren bzw. der Austausch zwischen jüngerer und älterer Generationen von Fachkräften im Sattlerhandwerk vor dem Hintergrund von nachhaltigen, Fertigungstechniken, Technologien und innovativer Betriebsführung beachtet werden.

4 Leitfaden und Ablauf des Projekt

4.1. Design Thinking Kurzbeschreibung und Framework

Als makromethodisches Konzept, um möglichst innovative, auf eine bestimmte Nutzergruppen zugeschnittene Lösungen zu kreieren, eignet sich das Konzept des Design Thinking. Auf Innovationen fokussierte Denk- und Handlungsprozesse werden im Design Thinking dahingehend angeregt, dass Menschen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen in interdisziplinären Arbeitsgruppen zusammentreffen und mit Hilfe designerischer Denkmuster komplexe Problemstellungen lösen (Brenner & Uebernicketl 2017; Brown 2009). Design Thinking findet sich auf Grund seiner designpädagogischen Parameter und seiner handlungsorientierten Denkweise gegenwärtig nicht nur in der Projektmanagement, Marketing- und Designbranche wieder, sondern auch als (Unterrichts-)Methode der all-gemeinbildenden Schule sowie im Kontext der (beruflichen) Lehrkräftebildung (vgl. u. a. Krüger 2019, Wendland, Wolters & Heiland 2021, Wendland & Lengersdorf 2024).

Ein weiterer wesentlicher, fest in der Denkweise des Design Thinking verankerter Grundsatz ist, dass Design Thinking Projekte zwecks schnellem Methodenwechsel, entsprechender Sozialformen sowie der Möglichkeit der Visualisierung und Präsentation von Ideen in flexiblen rekonfigurierbaren Lernräumen stattfindet (Gerstbach 2021; Schwemmler 2022). Dementsprechend wurde für das Seminar das Design Thinking Studio des Lehrstuhls Didaktik der visuellen Kommunikation genutzt. In diesem können Studierende eigenverantwortlich das Mobiliar entsprechend ihrer Methode anordnen sowie analoge und mediale Inhalte eigenständig visualisieren, teilen und präsentieren (Wendland & Lengersdorf 2024) (vgl. Abb. 2).

Das prozessuale Vorgehen im Seminar, welches sich von der Erfassung einer Problem- oder Aufgabenstellung, über das Generieren nutzerorientierter Ideen bis hin zur Prototypisierung und dem Präsentieren/Testen von Lösungskonzepten erstreckte, folgte dabei dem fünf-schrittigen Design Thinking Framework der Stanford University (im Folgenden zitiert nach Freudenthaler-Mayrhofer & Sposato 2017, S.42f.) Auf der mesomethodischen Ebene wurde das Modell um eine Vielzahl an typischen Methoden des agilen Projektmanagement, des Marketings und des Designs ergänzt. Diese basieren auf den Methodenwerken von Lewrick et al. 2019 und Gerstbach 2017. Der aus fünf iterativen Schritten zusammengesetzte Framework soll im Folgenden dargestellt und mit Blick auf die im Seminar angewendeten Mesomethoden abgebildet werden.



Abb. 2: Wechsel von Erarbeitungs- und Präsentationsphasen im Seminar, (Quelle: eigene Darstellung)

4.2 Empathize/ Definieren der Rahmenbedingungen der Aufgabenstellung

Der erste Schritt im Design Thinking Prozess dient dem groben Erfassen der Rahmenbedingungen und den wesentlichen Akteuren der Problemstellung und innerhalb des Projekts. So konnten die Studierenden mit Hilfe der Fragenmatrix der sog. 6-W-Fragen zunächst möglichst viele Informationen zu ihrer Problemstellung herausfinden, bevor sie im nächsten Schritt eine genauere Definition der Zielgruppe vornehmen konnten.

6-W-Fragen	
Beschreibung/Lernziel	Kommentar zur Ausführung im Seminar
Mit Hilfe der <i>6-W-Fragen</i> lässt sich die Problemstellung umfänglich beleuchten. Ein vorgefertigtes Frageraster umfasst dabei die Fragewörter Wer?, Was?, Wann?, Wo?, Wie?, Warum?. Die in der Fragenmatrix gesammelten Antworten können innerhalb des gesamten Gestaltungsprozesses als eine Art Gedankensstütze dienen und fortlaufend mit neuen Fragen und Antworten gefüllt werden (Lewrick et al. 2019. S.71).	Auf Grund der Komplexität der Methode wurde die Fragensammlung zu Beginn des Prozess von den Studierenden stichpunktartig und nicht vollständig beantwortet. Innerhalb des Seminars konnten Fragen, die den jeweiligen Themenaspekt untersuchen, hinzugefügt werden. Die Beantwortung der 6-W-Fragen mit Hilfe weiterführender Quellen ermöglichte den Studierenden sodann ein tiefes Verständnis der Parameter ihrer jeweiligen Design Challenge.

Abb. 3: Beschreibungen und Kommentare zur angewandten Methode innerhalb der ersten Phase (Quelle: eigene Darstellung)

4.3 Define/ Definieren der Zielgruppe

Im zweiten Schritt haben die Studierenden, ganz im Sinne der Zentrierung auf konkrete Nutzer ihrer Lösung einen Zielgruppenvertreter definiert. Mit Hilfe der *Persona*-Methode konnten sie soziodemografische Merkmale, Charaktereigenschaften sowie Ängste und Bedürfnisse der potenziellen Nutzer ihrer Lösung abbilden. Mit Hilfe einer *Empathy Map* haben die Studierenden ergänzend dazu Interpretationen zu (vom Lehrenden vorformulierten) Kernaussagen der Persona hinsichtlich der Problemstellung generieren können.

Persona/User Profile	
Beschreibung/Lernziel	Kommentar zur Ausführung im Seminar
Mit Hilfe der <i>Persona</i> kann die Zielgruppe hinsichtlich verschiedener soziodemografischer Daten und Charaktereigenschaften abgebildet werden. So entsteht ein klares Bild des Zielgruppenvertreters, welches einen Anhaltspunkt für die Bestimmung von konzeptionellen Gestaltungsparametern, welche im dritten Schritt generiert wurden (Lewrick et al. 2019, S. 97).	Im Seminar lagen den Studierenden keine echten quantitativen (z.B. aus standardisierten Umfragen) oder qualitativen Daten (z.B. aus Interviews) vor. Folglich mussten Zielgruppenprofile auf Basis ihrer eigenen Erfahrungen sowie mit Hilfe Marketing-üblicher Milieumodelle (z.B. Sinus Milieus (Gerstbach 2017, S.126) erstellt werden. Dabei bestand stets der Anspruch auch die Herausforderungen von Zielgruppenprofilen bzw. die Gefahr der Stereotypisierung im Seminar vor dem Hintergrund einer möglichen Anwendung in der Schule oder im Betrieb zu diskutieren. Um ein realitätsnahes Profil ihrer Persona erstellen zu können, haben die Studierenden äußerliche Merkmale mit Hilfe eines Chatbots in einen Avatar umgewandelt.

Empathy Map	
Beschreibung/Lernziel	Kommentar zur Ausführung im Seminar
Die <i>Empathy Map</i> (ebd. S. 93) dient dazu, Aussagen, Gefühle und physische Handlungen von Zielgruppenvertretern darzustellen bzw. zu deuten. So können Kernaussagen von	Im Kontext der Empathy Map gilt es Aussagen zu treffen, welche die Persona in einem Interview über die Problemstellung aussprechen könnten. Die Studierenden müssen sich in die Persona hineinversetzen und versuchen möglichst akkurate Formulierungen zu treffen.

Abb. 4: Beschreibungen und Kommentare zu den Methoden der zweiten Phase (Quelle: eigene Darstellung)

Mit Hilfe der beiden Methoden haben die Studierenden einen Ankerpunkt für den weiteren Lösungsprozess geschaffen. So konnten zukünftige Ideen und Konzepte immer aus der Sicht der Persona bewertet bzw. mit Blick auf die Merkmale der Persona konfiguriert werden. Zusätzliche begleitende Leitfragen können dazu wie folgt formuliert werden:

- Welche Trends oder Personen beeinflussen die Persona?
- Welche Medien sprechen die Persona an bzw. wie ausgeprägt sind mediale Kompetenzen der Persona?
- Wie aufgeschlossen ist die Persona gegenüber Veränderungen im Berufsalltag?

Abb. 5: Die Ergebnisse der Persona-Methode zeigen die Zielgruppenvertreter zu den jeweiligen Design Challenges (Quelle: eigene Darstellung).

4.4 Ideate/ Erarbeiten von Lösungskonzepten

Im nächsten Schritt des Projekts entwickelten die Studierenden mit Hilfe der in der Tabelle dargestellten Kreativitätsmethoden eine Vielzahl an (auf die Zielgruppe zugeschnitten) Ideen. Insbesondere im dritten Schritt des Prozesses zeigte sich die multiperspektivische Herangehensweise an die Problemstellung bzw. der Mehrwert interdisziplinärer Gruppen. Folglich tendierten Studierende mit dem Zweitfach Mediendesign und Designtechnik vermehrt zu Lösungen im designerisch-technischen bzw. Interaktiven Bereich (wie Apps oder Websites). Studierende mit geisteswissenschaftlichen Zweitfächern erbrachten hingegen Konzepte und Ideen zum sozialen Austausch und der Begegnung (wie Feste in der Region) oder benannten Merkmale des sozialen Umgangs der beteiligten Akteure und den Zielgruppenvertretern. Eine Studierende, welche bereits über mehrjährige Berufserfahrung im Bereich des Sattlerhandwerks verfügt, betonte darüber hinaus das (Spannungs-)Verhältnis von traditionellen Handwerkstechniken und innovativen Technologien, was sich in der Generierung von Lösungen zum übergenerationalen Austausch ausdrückte. Im Anschluss an die Methoden zur Ideenfindung wurden die Ideen sortiert, bewertet und für die Erstellung eines Prototyps aufgearbeitet.

Stilles Brainstorming	
Beschreibung/Lernziel	Kommentar zur Ausführung im Seminar
Beim <i>stillen Brainstorming</i> werden in einem definierten Zeitfenster möglichst viele Ideen auf Post-Its gesammelt, die nach Abschluss jeder Runde zusammengetragen und präsentiert werden (Lewrick et al. 2019, S.151).	Die Studierenden haben zunächst drei Runden Stilles Brainstorming zu jeweils 180 Sekunden absolviert. Dabei zeigten die erste Runde wiedererwartend eine große Menge ähnlicher Ideen. Folglich zeigten die Ideen der zweiten und dritten Runde ein wesentlich höheres individuelles Potenzial.
Negativ Brainstorming	
Beschreibung/Lernziel	Kommentar zur Ausführung im Seminar
Das <i>Negativ Brainstorming</i> dient hingegen dazu, Aspekte hervorzubringen, von denen vermutet werden kann, dass sie das Problem noch verstärken. Aus diesen Negativ-Ideen können wiederum positive Aspekte abgeleitet werden oder bestehende Positivkonzepte auf Schwachstellen untersucht werden (ebd.).	Das Negativ Brainstorming erbrachte Aspekte, welche die Probleme der Personas (wie z.B. Aversion gegen unflexible Fort- und Weiterbildungsformate) noch verstärkten. Folglich konnten mit Hilfe der Kopfstandmethode (Böhringer et al. 2008, S. 704) die negativen Ideen wieder ins Positive umgekehrt werden und mit den im Stillen Brainstorming generierten Ideen abgeglichen werden.
6-3-5-Methode	
Beschreibung/Lernziel	Kommentar zur Ausführung im Seminar
Die <i>6-3-5-Methode</i> eignet sich um gemeinsam Ideen zu entwickeln bzw. gemeinsam eine Kernidee auszubauen. Dabei entwickeln 6 Gruppenmitglieder zunächst (jeder für sich) 3 Ideen, die anschließend in 5 aufeinanderfolgenden Runden von den anderen Gruppenmitgliedern weiterentwickelt werden (Gerstbach 2017, S. 194).	Die Methode wurde im Seminar genutzt um die unterschiedlichen Expertisebereiche der Studierenden hinsichtlich des Generierens verschiedenster Ideen zu kombinieren.
Dot-Voting	
Beschreibung/Lernziel	Kommentar zur Ausführung im Seminar
Mit Hilfe der <i>Dot-Voting Methode</i> können Ideen nach demokratischem Verfahren ausgewählt werden. Dabei haben die Lernenden eine bestimmte Anzahl an Stimmen (bzw. Dots), die zu Gunsten verschiedener Ideen verteilt werden können (Lewrick et al. 2019, S. 159).	Das Dot-Voting half den Studierenden dabei sich auf eine Idee festzulegen. Dabei konnten Ideen im Vorfeld mit Hilfe der <i>2x2-Matrix</i> (Lewrick et al. 2019, S. 155) und der <i>Denk-hut-Methode</i> mit Blick auf Originalität/Innovation und potenzieller Machbarkeit eingeordnet werden.
Morphologischer Kasten	
Beschreibung/Lernziel	Kommentar zur Ausführung im Seminar
Der <i>Morphologische Kasten</i> stellt eine Methode zur Ermittlung von Gestaltungsmerkmalen innerhalb einer Lösung dar. So werden mit Hilfe einer Matrix und einer Darstellung in X- und Y-Achse Bestandteile einer Lösung sowie Varianten der jeweiligen Bestandteile dargestellt (Gerstbach 2017, S. 229).	Im Seminar diente der Morphologische Kasten dazu Gestaltungsmerkmale der Idee, welche zuvor ausgewählt wurde, zu finden und diese zu beschließen. Dabei wurde zunächst erneut das Brainstorming angewendet. So haben die Studierenden beispielsweise möglichst viele mögliche Funktionen und Bestandteile einer Social Media Plattform im Kontext von Vernetzung und Teilen von Wissen zu Nachhaltigkeitsaspekten bestimmt und dann entschieden, welche in das Lösungskonzept integriert und welche weggelassen werden können.

Abb. 6: Beschreibungen und Kommentare zu den Methoden der Ideate-Phase (Quelle: eigene Darstellung)

Am Ende der dritten Phase haben die Studierenden nutzerorientierte Konzepte zu ihren Design Challenges erarbeitet. So erarbeitete die erste Projektgruppe ein Konzept für ein Strategiepapier nebst Kommunikationsmedien und -zielen zur besseren Vernetzung von Auszubildenden, Fachkräften und Verantwortlichen im Betrieb und in der beruflichen Schule, mit dem Ziel Ausbildungsabbrüchen vorzubeugen. Die zweite Projektgruppe verständigte sich hingegen auf das Konzept einer Social-Media Plattform für junge und ältere Fachkräfte des Sattlerhandwerks. Diese sollen durch die Kommunikationsplattform u. a. zu regionaler und überregionaler Kooperation angeregt werden und durch die Möglichkeit der selbstverantworteten, zeitlich-flexiblen Teilnahme an Online-Tutorials zu nachhaltigen Techniken und Technologien sowie zu innovativen Betriebsführungs-Strategien den Sprung zu einem noch nachhaltigerem Handwerk 4.0. (Bundesregierung 2024) wagen.



Abb. 7: Die Ergebnisse der Brainstorming Varianten der zweiten Projektgruppe (Quelle: eigene Darstellung)

4.5 Prototyping/ Lösungen erfahrbar machen

Nachdem die Studierenden zuvor eine Vielzahl unterschiedlicher Ideen und Konzepte zu Medien und Eigenschaften für ihre Design Challenge entwickelt haben und im Anschluss daran konkretisiert und ggf. miteinander kombiniert haben, wurden diese im Schritt Prototyping handhabbar gemacht. Das Prototyping dient dabei der Veranschaulichung verschiedener Konzepte und kann sich in (möglichst früh anzufertigenden) Low-Resolution-Prototypen oder auch visuellen Storytelling-Prototypen ausdrücken (vgl. Abb. 9).

Storyboard und Storytelling	
Beschreibung/Lernziel	Kommentar zur Ausführung im Seminar
<p><i>Storyboards</i> schildern in einer erzählerischen Abfolge von gezeichneten Bildern einen Sachverhalt oder eine bestimmte Handlung (Romero-Tejedor 2021). Sie sollen dabei aufzeigen auf wie Kunden oder Nutzer mit einer Lösung interagieren und das Problem gelöst wird. Folglich kann darauffolgend ein Feedback zur Interaktion eingeholt werden (Müller-Roterberg 2018, S. 180).</p>	<p>Die Studierenden nutzten Storyboards um darzustellen, wie die Persona zunächst von der Problemstellung betroffen ist und diese anschließend in der Interaktion mit dem Konzept bewältigt. Dabei sollten die wesentlichen Aspekte und Details des Lösungskonzepts so dargestellt werden, dass sie sich dem Betrachter erschließen. Ergänzend zum Storyboard konnten die Studierenden eine Art Skript für einen Imagefilm oder Teaser, welcher das Lösungskonzepte bewerben soll, verfassen.</p>

Low-Resolution/ Funktions-Prototypen	
Beschreibung/Lernziel	Kommentar zur Ausführung im Seminar
<p><i>Low-Resolution-Prototypen</i> dienen der möglichst frühen Evaluationen im Prozess (Uebernicket et al. 2020, S. 142). Somit können Rekonfigurationen möglichst früh vorgenommen werden, sodass gegen Ende des Projektes ein möglichst ausdifferenzierter Prototyp angefertigt werden kann.</p>	<p>Im Seminar konnten die Studierenden die Funktionsweise ihrer Lösung durch Funktionsprototypen darstellen. So wurden so genannten Wire-Frames für die App-Lösungen konzipiert und die entsprechenden Interfaces, welche die entsprechenden Bestandteile der App zeigen, skizziert.</p>

Abb. 8: Beschreibungen und Kommentare zu den Methoden der Prototyping-Phase (Quelle: eigene Darstellung)

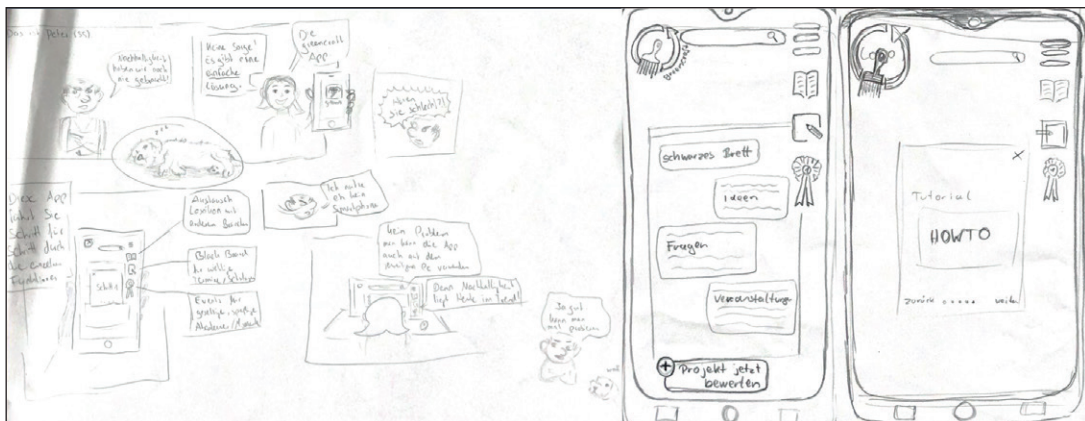


Abb. 9: Auszüge aus den Ergebnissen der Prototyping-Methoden (Quelle: eigene Darstellung).

4.6 Test/ Präsentieren der Konzepte

Der Design Thinking Prozess endete mit einer kurzen Präsentation der jeweiligen Lösungskonzepte vor den Personas. Evaluationen im Design Thinking gehen mit der Akzeptanz von Fehlern einher, sodass Evaluationen und Gespräche mit der Zielgruppe in erster Linie dazu gedacht sind, etwaige Fehler im Konzept zu erkennen und diese in der iterativen Ausführung vergangener Prozessschritte zu vermeiden.

Elevator Pitch	
Beschreibung/Lernziel	Kommentar zur Ausführung im Seminar
<p>Das Format des <i>Elevator Pitches</i> eignet sich um Ideen und Lösungskonzepte innerhalb eines sehr kurzen Zeitfensters (45-60 Sekunden) zu präsentieren und diesbezüglich Feedback (in Form von Zustimmung oder Ablehnung) zu bekommen. Dabei muss das Konzept mit Hilfe emotionalisierter Sprache und prägnanter Aussagen auf die wichtigsten Kernaspekte bzw. Unique Selling Points (USP) reduziert werden.</p>	<p>Um das Zeitfenster von 60 Sekunden nicht zu überschreiten, wurde die Erstellung des Skripts mehrfach wiederholt und der Pitch geübt. Mitglieder der jeweils anderen Gruppe sind, ganz im Sinne eines Rollenspiels in die Rolle der Persona geschlüpft und haben am Ende ein einfaches positives oder negatives Signal gegeben. Als unterstützende Elemente haben die Studierenden ihre Storyboards und einen kurzen Präsentationsfilm nutzen können.</p>

Abb. 10: Beschreibungen und Kommentare zu den Methoden der letzten Phase (Quelle: eigene Darstellung)

Das Design Thinking Projekt endete aus zeitlichen Gründen mit der Präsentation der Prototypen. Für ein intensiveres Auseinandersetzen mit der iterativen Arbeitsweise des Design Thinking wäre hier ein weniger lineares Vorgehen sowie ein Wiederaufgreifen bzw. eine Redefinition der Nutzerbedürfnisse (Rückkehr in Prozessschritt 2) oder eine erneute Ideenfindungsphase (Schritt 3) sinnvoll gewesen. Eine konkretere Strategie zur Implementierung der Konzepte hätte durch die Anfertigung eines *Business-Modell-Canvas* (Gerstbach 2017, S. 63) abgebildet werden können. Ebenso hätten weitere Testmethoden, wie das Solution-Interview (Lewrick et al. 2019, S. 225) oder eine sog. *Customer Journey Map* (ebd. S. 103) simuliert werden können. Für die (Meta-) Reflektion der Methode Design Thinking wäre hingegen die Methode *Lessons Learned* (ebd. S. 255) denkbar gewesen.

5 Schlussbetrachtung und Ausblick

Im Projektseminar haben Studierende mit Hilfe von Design Thinking Problemstellungen zu Aspekten der Nachhaltigkeit im Berufsfeld der Farbtechnik/Raumgestaltung/Oberflächentechnik nicht nur identifiziert, sondern in einem konzeptionell-praktischen Seminar teil unter Einsatz eines Design Thinking Frameworks und branchentypischer Mesomethoden Lösungen zu zuvor benannten Fragestellungen konzipiert. Die Methodologie eignete sich an dieser Stelle nicht nur um (in erster Linie noch skizzenhafte) nutzerorientierte Konzeptionen bzw. Lösungsvorschläge in den Berufen der Farbtechnik/Raumgestaltung/Oberflächentechnik zu erarbeiten sondern auch, um den Studierenden der beruflichen Fachrichtung im Hinblick auf die polyvalenten Berufsperspektiven des Studiums (Planungs- und Gestaltungsarbeit in der Praxis und Lehramtsstudium) eine Makromethodik zum problemorientierten und menschenzentrierten Gestalten nahezubringen sowie ihnen den Nutzen des heterarchischen und interdisziplinären Arbeitens aufzuzeigen.

Insbesondere vor dem Hintergrund der zunehmenden Aktualität von berufsethischen Fragen zur Nachhaltigkeit im Handwerk, welche von Fachkräften in den Berufen des Berufsfeldes Farbtechnik/Raumgestaltung/Oberflächentechnik nicht nur tradierte Fachkenntnisse sondern auch eine berufsübergreifende und Innovations-orientierte Denkweise und ausgeprägte Problemlösekompetenzen abverlangt, zeigt Design Thinking Potenziale auf. Eine weitere mitunter noch intensivere Implementierung in das (Grund-)Studium der Farbtechnik/Raumgestaltung/Oberflächentechnik ist daher durchaus denkbar.

Weiterdenken ließe sich das Seminar zudem dahingehend, dass die Arbeitsgruppen noch weiter interdisziplinär aufgestellt bzw. das Seminar für weitere Teilstudiengänge geöffnet werden könnte. Ebenso wäre ein Transfer in Form eines interdisziplinären Workshops für Auszubildende in den Ausbildungsberufen des Berufsfeldes FRG denkbar.

Literatur

- Bundesregierung (o.J.). Handwerk 4.0. Verfügbar unter: <https://www.de.digital/DIGITAL/Navigation/DE/Magazin/Handwerk-4-0/handwerk-4-0.html> (Zugriff am: 25.05.24).
- Böhringer, J., Bühler, P. & Schlaich, P. (2008). *Kompendium der Mediengestaltung: Konzeption und Gestaltung für Digital- und Printmedien*. Springer-Verlag.
- Brenner, W. & Uebornickel, F. (2017). *Design Thinking: Das Handbuch*. Frankfurter Allgemeine Buch.
- Brown, T. (2009). *Change by Design. How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. Harper Collins.
- Duden Wirtschaft von A bis Z (2016). *Grundlagenwissen für Schule und Studium, Beruf und Alltag*. 6. Aufl., Bibliographisches Institut 2016. Lizenzausgabe Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung 2016). Verfügbar unter: <https://www.bpb.de/kurz-knapp/lexika/lexikonder-wirtschaft/19734/innovation/> (Zugriff am: 20.05.24).

- Freudenthaler-Mayrhofer, D. & Sposato, T. (2017). *Corporate Design Thinking. Wie Unternehmen ihre Innovationen erfolgreich gestalten*. Springer-Verlag.
- Gerstbach, I. (2017). *77 Tools für Design Thinker. Insider-Tipps aus der Design-Thinking-Praxis*. GABAL Verlag GmbH.
- Gerstbach, I. (2021). *Kultur und Innovation durch Raumkonzepte: Raum für kreatives Denken und agiles Arbeiten im Unternehmen*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.
- Glitzka, C., Hamburger, R.-S. & Metzger, M. (2019). *Hands on Design Thinking*. Verlag Franz Vahlen.
- Godau, M. (2011). *Designpädagogik. Perspektiven für die Berufliche Bildung im Mediendesign*. bwp@ Spezial 5 – Hochschultage Berufliche Bildung 2011, Fachtagung 13, 1–12.
- Hellmann, K. A., Ziepprecht, K., Baum, M., Glowinski, I., Grospietsch, F., Heinz, T., Masanek, N. & Wehner, A. (2021). Kohärenz, Verzahnung und Vernetzung. Ein Angebots-Nutzungs-Modell für die hochschulische Lehrkräftebildung. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 14(2), 311–332.
- Industrie- und Handelskammer (2024). *Konflikte in der Ausbildung*. Verfügbar unter: <https://www.ihk.de/karlsruhe/fachthemen/uebersicht-ausbildung/fuer-azubis/ausbildungsabc/probleme-konflikte-24621> (Zugriff am: 02.04.24)
- Lewrick, M., Link, P. & Leifer, L. (2019). *Das Design Thinking Toolbook – Die besten Werkzeuge & Methoden*. Vahlen.
- Krüger, M. (2019). Praxisbeitrag: Design Thinking für berufsbildende Schulen? Annäherung an einen Innovationsansatz über dessen Erprobung in der Lehrerbildung. *Journal of Technical Education*, 7(1), 147–162.
- Müller-Roterberg, C. (2018). *Praxishandbuch Design Thinking. Tipps & Tools*. BoD.
- Park, June H. (2019). Design und Designpädagogik: Eine design- und bildungswissenschaftliche Betrachtung. In: S. Plankert (Hg.), *Entwerfen, Lernen, Gestalten: Zum Verhältnis von Design und Lernprozessen*, 37–48. transcript Verlag.
- Pfeiffer, I., Weber, H. (Hg.). *Bundesinstitut für Berufsbildung – Zum Konzept der Nachhaltigkeit in Arbeit, Beruf und Bildung. Stand in Forschung und Praxis*. Bonn 2023.
- Romero-Tejedor, F. (2021). *Visual Storytelling im Design Thinking: Die Kraft von Bildern und Geschichten*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.
- Schwemmler, M. (2022). Mauern, Möbel, Menschen – der Raum im Thinking in Theorie und Praxis. In C. Meinel & T. Krohn (Hg.), *Design Thinking in der Bildung – Innovation kann man lernen*, 107–143. Wiley.
- Uebernickel, F., Jiang, L., Brenner, W., Pukall, B., Naef, T. & Schindlholzer, B. (2020). *Design Thinking: The Handbook*. World Scientific.
- Wendland, S. & Lengersdorf, J. (2024). Kohärenz-stiftende Studienelemente im Master of Education der beruflichen Fachrichtung Mediendesign und Designtechnik an den Studienstandorten Wuppertal und Münster. In A. Gräf, S. Helling, D. Losch, T. Polcik, P. Rojahn & S. Wendland (Hg.), *Fragmentierung in der Lehrkräftebildung – Das Lehramtsstudium im Spannungsfeld von Professionalisierung, Bildungstheorie und (Fach-)Wissenschaft*, 317–348. Nomos Verlag.

Wendland, S., Heiland, T.& Wolters, H. (2024). Design-Thinking-orientierte Konzeption von OER in einer Kultur der Digitalität. *bwp@ Spezial, Hochschultage Berufliche Bildung 2023*, 1–23. Verfügbar unter: https://www.bwpat.de/ht2023/wendland_et_al_ht2023.pdf (Zugriff am 10.05.24).

Zentralverband des Deutschen Handwerks (2020). *Positionspapier: Nachhaltigkeit im deutschen Handwerk*. Verfügbar unter: https://www.zdh.de/fileadmin/Oeffentlich/Wirtschaft_Energie_Umwelt/Positionspapiere_und_Stellungnahmen/2020/20200702_Positionspapier_Nachhaltigkeit_final.pdf (Zugriff am 10.05.24).

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Blitzlicht mit Begriffen, die Studierende mit den Begriffen „Nachhaltigkeit im Handwerk“ und „Innovation“ in Bezug setzen, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 2: Wechsel von Erarbeitungs- und Präsentationsphasen im Design Thinking, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 3: Beschreibungen und Kommentare zur angewandten Methode innerhalb der ersten Phase, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 4: Beschreibungen und Kommentare zu den Methoden der zweiten Phase, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 5: Die Ergebnisse der Persona-Methode zeigen die Zielgruppenvertreter zu den jeweiligen Design Challenges, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 6: Beschreibungen und Kommentare zu den Methoden der Ideate-Phase, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 7: Die Ergebnisse der Brainstorming Varianten der zweiten Projektgruppe, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 8: Beschreibungen und Kommentare zu den Methoden der Prototyping-Phase, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 9: Auszüge aus den Ergebnissen der Prototyping-Methoden, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 10: Beschreibungen und Kommentare zu den Methoden der letzten Phase, Quelle: eigene Darstellung

Autorenangaben

Sebastian Wendland

Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bergischen StartUp Center
der Bergischen Universität Wuppertal/

Doktorand und Lehrbeauftragter am Lehrstuhl Didaktik der visuellen Kommunikation
wendland@uni-wuppertal.de

Zitieren dieses Beitrags

Wendland, S. (2024). Nachhaltigkeit und Innovation in der Fachrichtung Farbtechnik/Raumgestaltung/Oberflächentechnik. *BAG:on – Online-Journal der BAG Bau, Holz, Farbe*, 1(1), 38–49. <https://doi.org/10.69804/bagon.v1i1.8>

Dämmen, Lüften – Schimmel vermeiden: Energiesparen mit Experimenten erklären

Wilfried Walther & Janna Breitfeld

Abstract

In der bauberuflichen Aus- und Weiterbildung lassen sich mit Experimenten handlungsorientiert naturwissenschaftliche Lerninhalte mit technologischen Fachkenntnissen verknüpfen. Vor diesem Hintergrund werden im folgenden Beitrag drei Experimente aus dem Themenfeld „Richtig Heizen und Lüften“ vorgestellt, die mehrfach erfolgreich im Energie- und Umweltzentrum am Deister e. V. durchgeführt worden sind.

Schlagwörter: *Experimente, Weiterbildung, Unterrichtsbeispiele, Bauphysik, Wohnen, energetische Sanierung, Wärmedämmung, Bauschaden*

Einleitung

Experimentelles oder auch entdeckendes Lernen kennen die meisten aus dem Physik- und Chemie-Unterricht an allgemeinbildenden Schulen. Doch lässt sich diese Methode auch in der beruflichen Aus- und Weiterbildung für gewerblich-technische bzw. bau- und holztechnische Berufe anwenden? Im Folgenden wird dargestellt, wie mit dem Einsatz von Experimenten zum Thema Bauphysik sowohl Zusammenhänge bzw. bautechnische Lösungen nachvollzogen als auch Fakten bestätigt werden können.

Vor diesem Hintergrund werden im Folgenden drei Experimente vorgestellt, die besonders großen Anklang bei Workshop-Teilnehmenden in mehrfach erfolgreich durchgeführten Kursen des Energie- und Umweltzentrum am Deister e. V. gefunden haben.¹ In den Experimenten geht es um

- die Oberflächentemperatur,
- die Wärmeleitfähigkeit von Materialien
- sowie um Wärmewiderstände.

Beratende und Lehrkräfte zum energieeffizienten Bauen werden mit vielen Fragen konfrontiert. Bringt Dämmung wirklich etwas? Entsteht dabei nicht Schimmel? Wie lüfte ich richtig? Müssen Wände nicht atmen können? Hinter solchen Fragen und Vorbehalten stecken oft bauphysikalische Zusammenhänge, die zunächst kompliziert erscheinen. Doch das muss nicht sein. Wie sich Bauphysik anschaulich erklären lässt, zeigt Wilfried Walther, Sachverständiger für Bauphysik, im Energie- und Umweltzentrum am Deister in Springe. Er entwickelte zwanzig Experimente und Modelle, mit denen sich oben genannte Fragen verständlich beantworten lassen. 2023 führte er dazu Workshops mit über 130 Multiplikator:innen durch. Das Projekt wurde von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt sowie der IKEA Stiftung gefördert und von der BlowerDoor GmbH, der proclima Moll bauökologische Produkte GmbH sowie der Vallox GmbH finanziell unterstützt.

¹ Das Energie- und Umweltzentrum am Deister (e.u.[z.]) wurde 1981 als erstes Bildungszentrum für regenerative Energien und ökologisches Bauen in Deutschland gegründet. Auf seinem naturnahen Gelände zeigt das e.u.[z.] mit Gebäuden im Niedrigenergie- und Passivhaus-Standard, Solaranlagen, Pflanzenkläranlage u. v. m., wie sich die Energiewende umsetzen lässt. Bei seinen Seminaren und Tagungen erhalten Bauschaffende direkt anwendbares Praxiswissen u. a. zu Luftdichtheit, Bauphysik, erneuerbare Energien und Holzbau. Es ist anerkannter außerschulischer Lernort und bietet auch Gästezimmer und Räumlichkeiten sowie vegan-vegetarische Verpflegung an. Website: <https://e-u-z.de/>



1 Wie vermeide ich Schimmel auf Wandoberflächen?

Wenn wir Schimmel an der Wand vorfinden, erklären wir uns diesen oft mit unzureichendem Lüften und zu feuchter Raumluft. Doch ein weiterer Faktor wird dabei häufig außer Acht gelassen: die Temperatur auf der Wandoberfläche, die sogenannte Oberflächentemperatur. Im ersten Experiment schauen wir uns an, unter welchen Umständen diese ebenfalls Ursache von Schimmelwachstum sein kann.

1.1 Welche Rolle spielt die Oberflächentemperatur?

Schimmel entwickelt sich oft nur an bestimmten Stellen einer Wand, z. B. in der Nähe eines Fensters oder in einer Ecke. Schauen wir uns die Wand mit einer Thermografiekamera an, werden wir sehen, dass diese nicht überall die gleiche Temperatur hat. Manche Stellen sind wärmer und andere kälter. An den kälteren Stellen nimmt die Oberfläche mehr Feuchtigkeit aus der Luft auf. Dadurch wird das Wachstum von Schimmel aktiviert. Die Oberflächentemperatur entscheidet somit maßgeblich darüber, ob Schimmel wächst oder nicht.

Um herauszufinden, bei welcher Temperatur Schimmel entsteht und bei welcher nicht, vergleichen wir eine Foto- und Thermografie-Aufnahme derselben Wand. Legen wir beide Aufnahmen nebeneinander, können wir feststellen, dass ein Temperaturunterschied von weniger als 0,5 Grad schon darüber entscheidet, ob sich Schimmel bildet. Für viele Workshop-Teilnehmende ist es erstaunlich, wie klein die Temperaturunterschiede der Wandoberflächen zwischen den Bereichen mit und ohne Schimmel sind. Eine bildliche Darstellung hilft somit, Menschen für die Rolle der Oberflächentemperatur zu sensibilisieren.

1.2 Wodurch lässt sich die Oberflächentemperatur beeinflussen?

Nun geht es um die Frage, welche Faktoren bestimmen, ob die Temperatur einer Wandoberfläche bei z. B. 12 °C oder bei 13 °C liegt. Dazu haben wir ein Experiment entwickelt, das zeigt, wie die Oberflächentemperatur auf Wärmestrahlung, Abschirmung durch Möbel, Konvektion und Wärmeleitung reagiert. Viele Begriffe kennen die Teilnehmenden bereits aus der Theorie. Doch niemand hat die Effekte bisher in Echtzeit beobachtet.

Für den Versuch setzen wir eine Kühlkomresse aus dem Gefrierschrank in eine Box aus Holzfaserdämmplatten ein. Die Kühlkomresse steht dabei für die kalte Außenluft. Die Vorderseite der Box wird durch eine Tapete abgedeckt und symbolisiert so die Wandoberfläche. Die Komresse wird im Innern der Box fixiert, sodass sie nicht die Tapete berührt. Ihr Abstand zur Tapete beträgt ca. zwei Zentimeter.

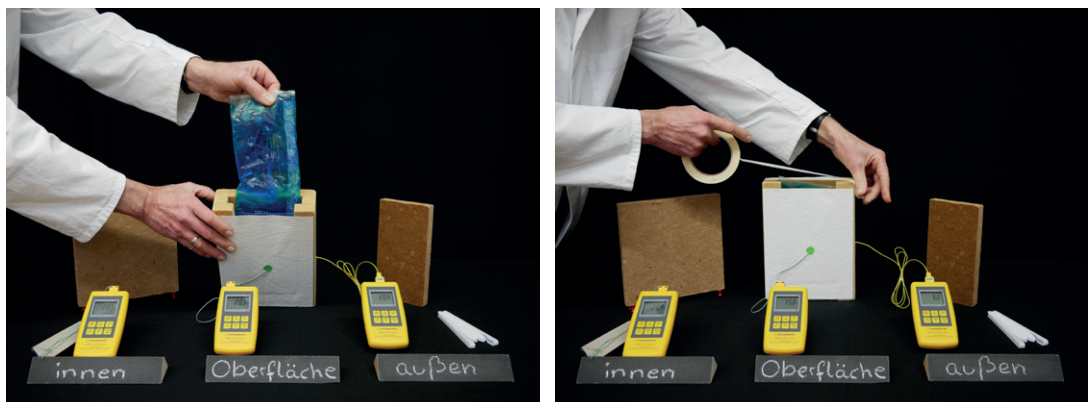


Abb. 1: Kühlkomresse in Box einsetzen und verschließen (Quelle: e.u.[z.] (2024))

Ein Sekundenthermometer, das sehr schnell und präzise Temperaturänderungen registriert, misst die Temperatur der Kühlkomresse, die die „Außenluft“ darstellt. Das zweite Sekundenthermometer misst die Oberflächentemperatur der Tapete und das dritte die

Raumtemperatur. Innerhalb von zwei Minuten stabilisieren sich die Werte. Um die Entwicklung der Oberflächentemperatur zu dokumentieren, tragen wir die Werte in eine Tabelle ein.

Nun bringen wir mit einem Fächer die Raumluft vor der Box in Bewegung. Bei der Frage, ob die Oberflächentemperatur sinken oder steigen wird, sind sich die Teilnehmenden nicht immer einig. Manche überrascht es, dass die Temperatur der Wandoberfläche ansteigt, da viele mit einem Fächer einen kühlenden Effekt assoziieren. Warum es sich hier anders verhält, können sich nicht alle sofort erklären. Die Oberflächentemperatur steigt an, weil durch die Luftbewegung der Oberfläche mehr Energie zugeführt wird.

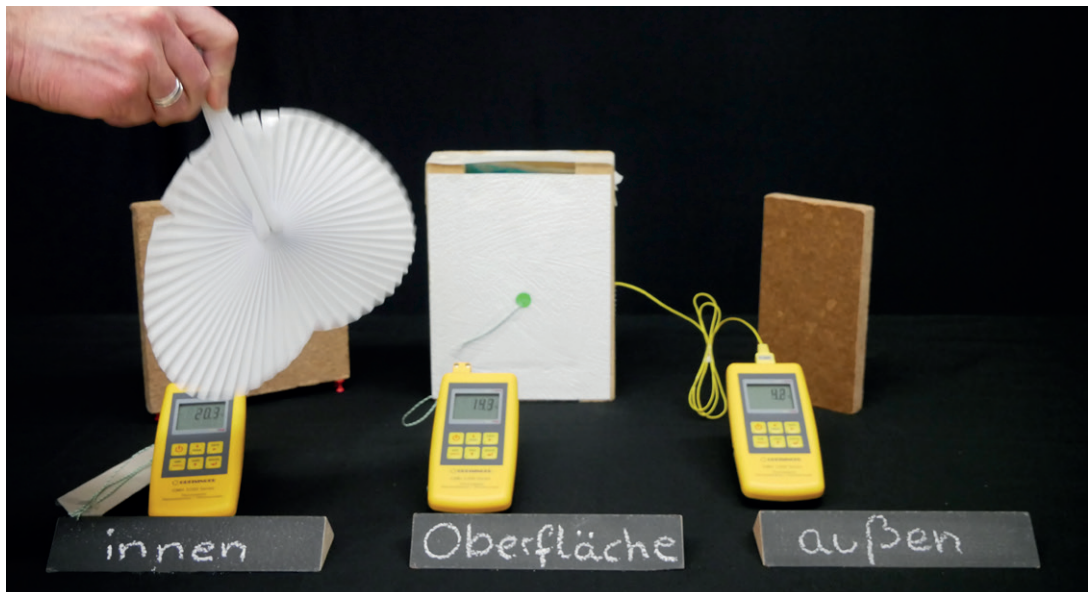


Abb. 2: Luft zufächeln (Quelle: eu.[z] (2024))

Wie reagiert nun die Oberflächentemperatur, wenn wir eine Art Schrank vor die Wand stellen? Dazu nehmen wir eine Holzfaserdämmplatte und platzieren sie mit zwei Zentimetern Abstand vor der Box. Die Temperatur sinkt rapide und ist deutlich niedriger als zu Beginn des Experiments. Das Fazit lautet: Wird ein Gegenstand vor die Oberfläche gestellt, kann weniger Wärmestrahlung aus der Umgebung zur Oberfläche gelangen.

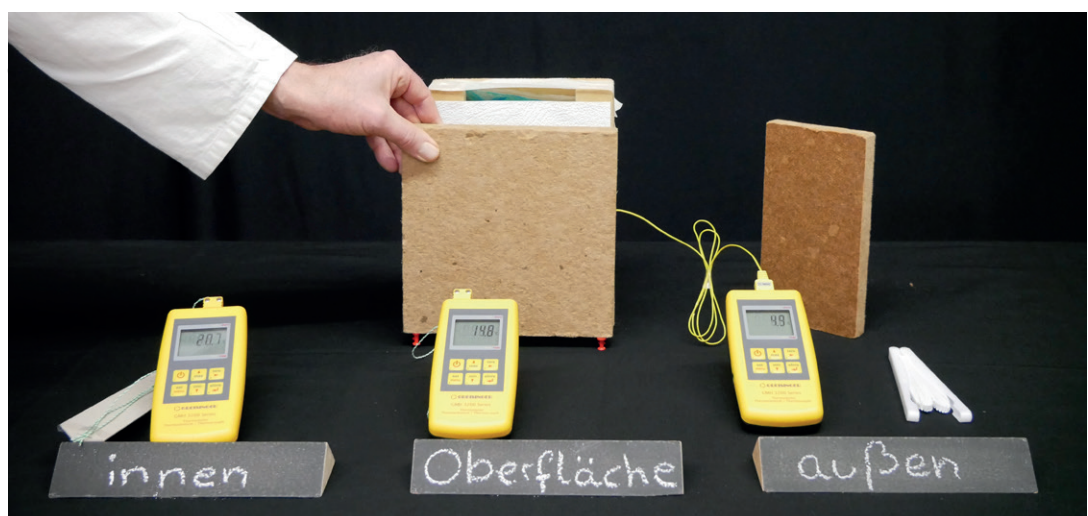


Abb. 3: Ein „Schrank“ vor der Außenwand (Quelle: eu.[z] (2024))

Als nächstes schauen wir uns den Effekt einer Außendämmung an. Der Schrank bleibt dabei vor der Box stehen. Doch setzen wir in den Hohlraum zwischen Tapete und Kühlkomresse eine Dämmplatte ein. Nach kurzer Zeit steigt die Oberflächentemperatur an. Das lässt sich folgendermaßen erklären: Durch die Dämmung wird der Wärmewiderstand mehr als verdoppelt. Es fließt somit deutlich weniger Wärmeenergie von der Tapete zur Kühlkomresse und die Wärmeenergie, die aus der Umgebung auf die Tapete gelangt, kann diese nun deutlich mehr erwärmen.

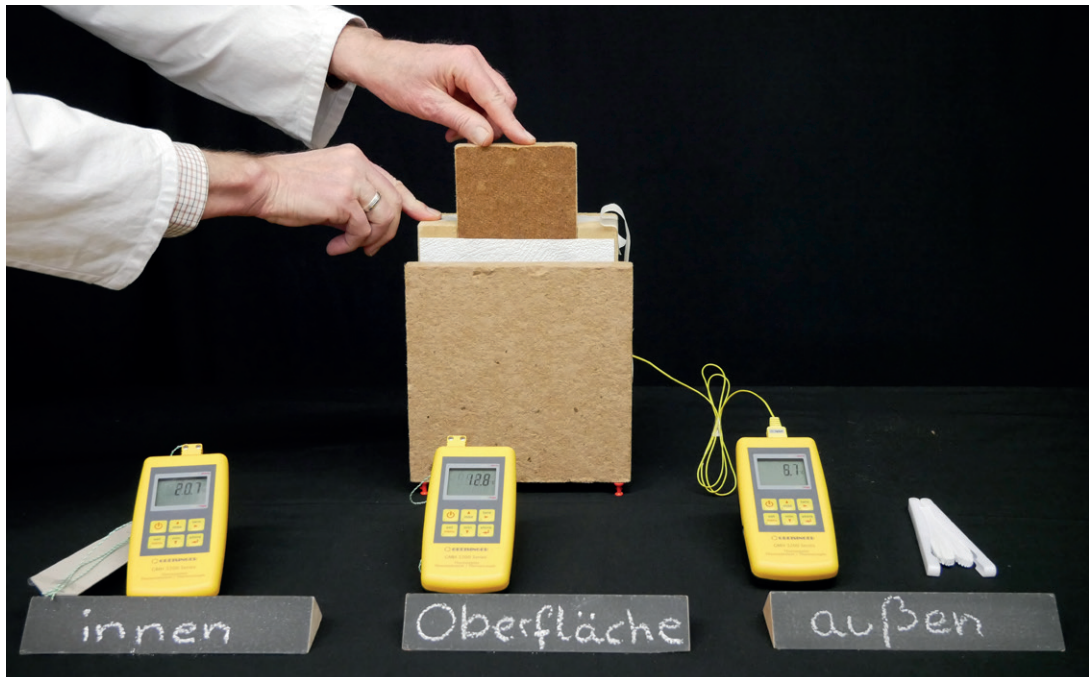


Abb. 4: Dämmung einsetzen (Quelle: e.u.[z.] (2024))

Zum Abschluss geht es darum, den Effekt einer Wärmequelle und einer zusätzlichen Wärmesenke zu beobachten. Zunächst entfernen wir den Schrank. Stattdessen halten wir eine warme Komresse im rechten Winkel zur Box. Durch ihre Wärmestrahlung erwärmt die Komresse die Tapete. Somit steigt die Oberflächentemperatur an. Wir können das z. B. mit einem Heizkörper vergleichen, der ebenfalls Strahlungswärme auf die Wandoberfläche überträgt.

Den umgekehrten Effekt erzielen wir mit einer kalten Komresse, die z. B. ein kaltes Fenster symbolisiert. Die Wärme der Tapete strömt nun nicht mehr ausschließlich zur Kühlkomresse an ihrer Rückseite, sondern auch zur zweiten kalten Komresse, dem Fenster. Da somit zusätzlich Wärme abwandert, sinkt die Oberflächentemperatur an der Tapete.

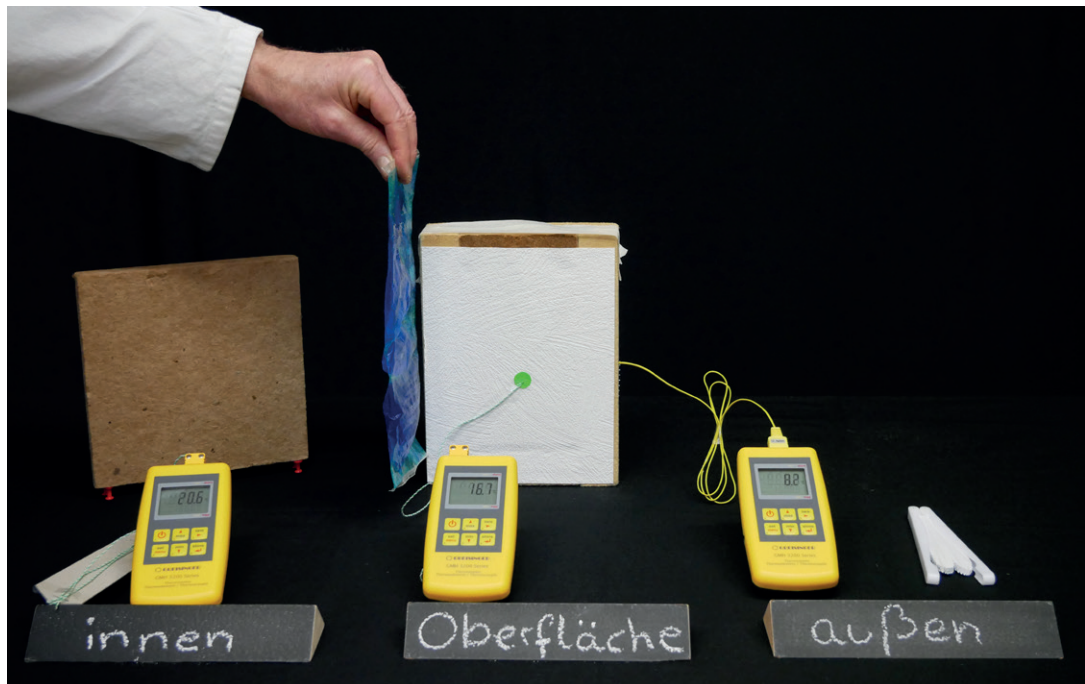


Abb. 5: Wärmequelle / Wärmesenke (Quelle: e.u.[z.] (2024))

Mit diesem Experiment können wir anschaulich zeigen, dass die Oberflächentemperatur keine konstante Größe ist, sondern auf Abschirmung durch Möbel, Dämmung, Luftbewegung, warme und kalte Flächen (z. B. Heizkörper, Fenster) sowie auf die Raum- und Außentemperatur reagiert.

Als Fazit können wir festhalten:

Grundsätzlich sollten wir dafür sorgen, dass die Wandoberflächen bei uns zu Hause nicht zu sehr abkühlen. Kurzfristig erreichen wir das durch Heizen, langfristig durch Dämmen. Ist unsere Wand nicht gedämmt, sollten wir keine großen Möbel vor die Außenwand stellen, sonst kühlt die Wandoberfläche so stark ab, dass sich dort Schimmel bilden kann. Ist die Wand gedämmt, können wir unsere Möbel sorglos so stellen, wie es uns beliebt.

2 Wie schnell ist Wärme?

Mit dem folgenden Experiment lässt sich der Begriff „Wärmeleitung“ veranschaulichen. Es zeigt, wie schnell Wärme durch unterschiedliche Materialien hindurchfließt. Dazu haben wir Stäbe aus Holz, Ziegel, Glas, Edelstahl, Aluminium und Stahl angefertigt. An jedem Stab wird mit Wachs eine Glocke befestigt. Wir setzen die Stäbe zeitgleich in Behälter mit heißem Wasser ein und stoppen die Zeit bis das Wachs am Ende der Stäbe schmilzt und die Glocke herunterfällt. Die Teilnehmenden sollen raten, bei welchem Material das Wachs als erstes schmelzen und die Glocke herunterfallen würde. Die meisten können die Zeitspanne nicht genau einschätzen und schwanken zwischen Stahl und Aluminium. Alle warten gespannt darauf, wo die erste Glocke herunterfällt und wollen wissen, ob sie richtig getippt haben. Durch das Raten und den Spannungseffekt sind bei diesem Experiment alle Teilnehmenden aufmerksam und aktiv dabei.

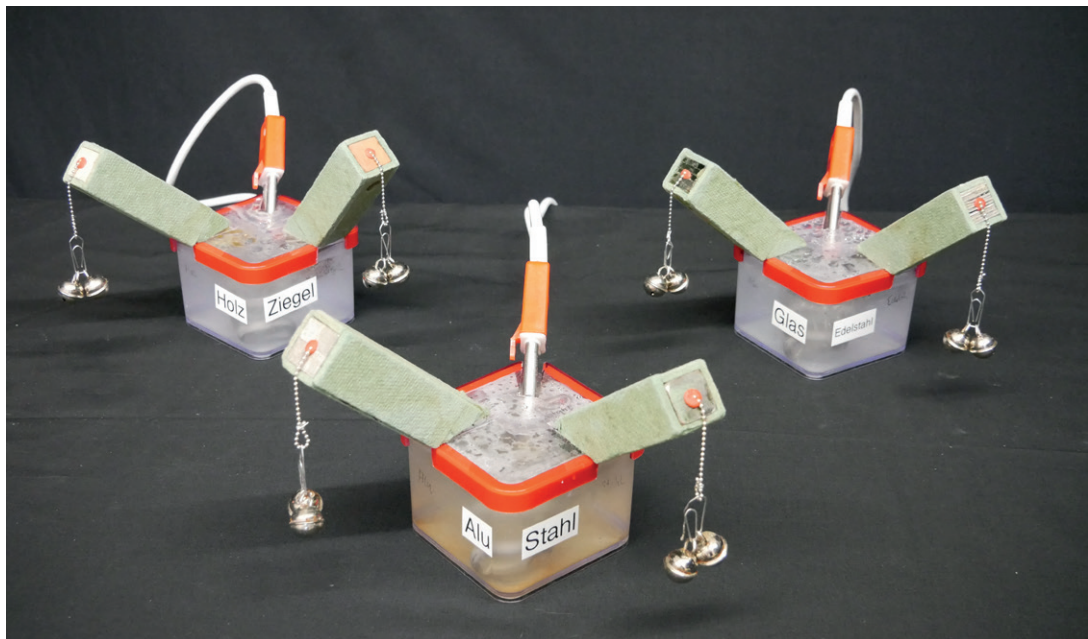


Abb. 6: Bei welchem Material fällt die Glocke als erstes herunter? (Quelle: e.u.[z.] (2024))

Die Auflösung erfolgt nach wenigen Minuten. Bei Aluminium fällt die Glocke als erstes herunter, gefolgt von Stahl und Edelstahl. Dies entspricht auch der Reihenfolge der abnehmenden Wärmeleitfähigkeit der Materialien, die in Datenblättern angegeben wird.

Mit dem Experiment zeigen wir, dass es maßgeblich von der Wärmeleitfähigkeit des Materials abhängt, wie schnell die Wärmeenergie durch das Material hindurchgeht. Die Erklärung lässt sich beliebig ausweiten. Wir stellen z. B. anhand einer Tabelle die Wärmeleitfähigkeit und den Wärmewiderstand der verschiedenen Materialien gegenüber. Als Fazit geben wir den Teilnehmenden mit auf den Weg, dass wir im Bauwesen nur Materialien verwenden sollten, die unter Berücksichtigung der sonstigen Anforderungen, eine geringe Wärmeleitfähigkeit besitzen. Zusätzlich sollten wir Baustoffe mit Dämmmaterialien kombinieren.

3 Wie wirken Wärmewiderstände?

Widerstände kennen wir alle, z. B. den inneren Widerstand, wenn wir etwas nicht möchten oder den Widerstand innerhalb einer Gesellschaft. Auch wenn wir bei Gegenwind Fahrrad fahren, spüren wir einen Widerstand. Selbst ein Gebäude besteht aus Widerständen. Sie haben Einfluss darauf, wie schnell Wärme von innen nach außen durch die Konstruktion hindurchfließt und wie hoch unsere Heizkosten werden. Wie groß ihre Wirkung ist, zeigen wir mit der folgenden Darstellung. Gemeinsam mit den Teilnehmenden visualisieren wir eine Wandkonstruktion, z. B. Mauerwerk, Luftschicht, Holzpaneel und Dämmung, mit verschiedenen farbigen Stoffstreifen. Die Breite der Stoffe entspricht allerdings nicht der realen Breite der Schichten, sondern ihrem jeweiligen Wärmewiderstand. Die Stoffe werden nacheinander an einer Stange aufgehängt. Rechts und links der Konstruktion befindet sich eine Temperaturskala für die Innen- bzw. Außenlufttemperatur von -5°C bis $+20^{\circ}\text{C}$. Indem wir eine Gummischnur von einer Skala zur anderen spannen, stellen wir den Temperaturverlauf innerhalb der Wandkonstruktion dar. Im Folgenden erläutern wir drei verschiedene Wandaufbauten.

Variante 1: Wandkonstruktion mit Holzpaneel

Um eine Wandkonstruktion mit Holzpaneel darzustellen, werden fünf verschieden farbige Stoffe nebeneinander an einer Stange aufgehängt. An der Innenseite wird ein Stoff befestigt, der den „Übergangswiderstand innen“ darstellt, gefolgt von einem Stoff als „Holzpaneel“. Daneben wird ein Stoff aufgehängt, der eine Luftschicht symbolisiert.

Das Mauerwerk aus Kalksandstein mit einer Dicke von 24 Zentimetern wird mit einem roten Stoff dargestellt. Ein weiterer symbolisiert den „Übergangswiderstand außen“. Nun spannen wir die rote Gummischnur und fixieren sie an der Innenseite der Konstruktion bei $+20\text{ °C}$ und an der Außenseite bei -5 °C . Anhand der Schnur können die Teilnehmenden den Temperaturverlauf innerhalb der Konstruktion verfolgen und z. B. die Temperatur an der Oberfläche des Holzpaneels ablesen. Diese liegt bei 16 °C . Diese Temperatur ist aus Sicht des Mindestwärmeschutzes in Ordnung. Doch nun wollen wir in der nächsten Darstellung einen Schrank an diese Wand stellen. Was passiert dann mit der Oberflächentemperatur am Holzpaneel?

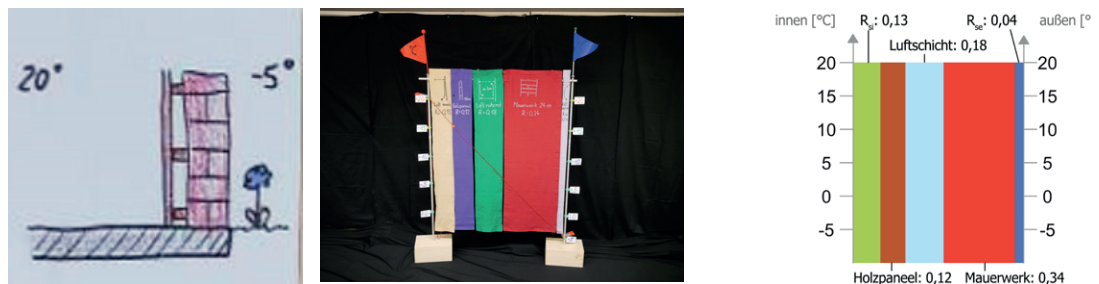


Abb. 7: Wandkonstruktion mit Holzpaneel – verschiedene Darstellungen
(Quelle: e.u.[z.] (2024))

Variante 2: Schrank an ungedämmter Außenwand

Bei der zweiten Variante schauen wir, wie sich die Temperatur am Holzpaneel verändert, wenn wir einen Schrank davorstellen. Dazu ersetzen wir den Stoff, der die „Luft innen“ darstellt, durch einen Stoffstreifen, der einen Schrank verkörpern soll. Der Stoff ist aufgrund des großen Widerstands eines Schrankes deutlich breiter. Anhand der roten Schnur ist nun zu sehen, dass die Temperatur am Holzpaneel nur noch 10 °C beträgt. Bei dieser Temperatur kann sich Schimmel hinter dem Schrank bilden. Was können wir tun, um dies zu verhindern? Dämmen wäre eine Option. Im nächsten Schritt zeigen wir den Effekt einer Innendämmung.



Abb. 8: Schrank an ungedämmter Außenwand – verschiedene Darstellungen
(Quelle: e.u.[z.] (Jahreszahl))

Variante 3: Schrank und Innendämmung

Bei der dritten Variante simulieren wir eine Innendämmung. Hierzu wird die „Luftschicht“ zwischen Holzpaneel und Mauerwerk durch zwei Stoffe ersetzt, die den Wärmewiderstand von je drei Zentimetern Dämmung darstellen. Die Stoffe sind wesentlich breiter als die der anderen Schichten und verdeutlichen somit den größeren Wärmewiderstand von Dämmung im Vergleich zu den anderen Schichten wie das Mauerwerk. Anhand der Schnur ist wieder der Temperaturverlauf zu sehen. Die Temperatur am Holzpaneel beträgt nun wieder 16 °C .



Abb. 9: Schrank und Innendämmung – verschiedene Darstellungen (Quelle: e.u.[z.] (Jahreszahl))

Mit diesem Modell zeigen wir, welchen Einfluss Wärmewiderstände auf den Temperaturverlauf innerhalb einer Konstruktion und auf die Oberflächentemperatur an der Innenseite der Wand haben. Je größer der Wärmewiderstand, desto langsamer strömt die Wärme hindurch und desto höher bleibt die Oberflächentemperatur. Das Modell veranschaulicht somit auch den Wärmetransport. Mit dieser Darstellung lässt sich auch anschaulich erklären, warum wir keine Möbel an eine ungedämmte Außenwand stellen sollten. Indem uns die Größenunterschiede vor Augen geführt werden, begreifen wir, wie klein der Wärmewiderstand massiver Baustoffe und wie mächtig der Wärmewiderstand von Dämmmaterialien ist.

Zusammenfassung

Die Experimente und Modelle finden großen Anklang, weil mehrere Sinne gleichzeitig angesprochen werden, vor allem der Sehsinn. Damit können Teilnehmerinnen und Teilnehmer bauphysikalische Zusammenhänge, die sie bisher nur aus Lehrbüchern kennen, in dreidimensionaler Form vor sich sehen und in Echtzeit erleben. Wichtig erscheint erfahrungsgemäß zudem eine entspannte Lernatmosphäre, in der Humor und insbesondere Interaktion erlaubt sind. Da während des Seminars – vergleichbar mit einem beruflichen „Stationenlernen“ – von Experiment zu Experiment gewandert wird, bleiben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in Bewegung und können Verbindungen zwischen den Experimenten, Themen und Erkenntnissen herstellen. Indem sie manche Experimente selbst durchführen, Antworten selbst formulieren und eigene Hypothesen entwickeln können, bleiben sie aufmerksam. Durch den engen Bezug der Experimente zur beruflichen Praxis, können die Teilnehmenden die Erkenntnisse direkt in ihren eigenen (Berufs-)Alltag übertragen.

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Kühlkompressur in Box einsetzen und verschließen, Quelle: e.u.[z.]
- Abb. 2: Luft zufächeln, Quelle: e.u.[z.]
- Abb. 3: Ein „Schrank“ vor der Außenwand, Quelle: e.u.[z.]
- Abb. 4: Dämmung einsetzen, Quelle: e.u.[z.]
- Abb. 5: Wärmequelle / Wärmesenke, Quelle: e.u.[z.]
- Abb. 6: Bei welchem Material fällt die Glocke als erstes herunter?, Quelle: e.u.[z.]
- Abb. 7: Wandkonstruktion mit Holzpaneel – verschiedene Darstellungen, Quelle: e.u.[z.]
- Abb. 8: Schrank an ungedämmter Außenwand – verschiedene Darstellungen, Quelle: e.u.[z.]
- Abb. 9: Schrank und Innendämmung – verschiedene Darstellungen, Quelle: e.u.[z.]

Autorinnen- und Autorenangaben

Wilfried Walther

Energie- und Umweltzentrum am Deister e. V.
Springe-Eldagsen
walther@e-u-z.de

Janna Breitfeld

Energie- und Umweltzentrum am Deister e. V.
Springe-Eldagsen
breitfeld@e-u-z.de

Zitieren dieses Beitrags

Walther, W. & Breitfeld, J. (2024). Dämmen, Lüften – Schimmel vermeiden: Energie-sparen mit Experimenten erklären. BAG:on – Online-Journal der BAG Bau, Holz, Farbe, 1(1), 50–58. <https://doi.org/10.69804/bagon.v1i1.9>

Das Skizziergespräch: Ein Lernverfahren in der Bau- und Holztechnik

Franz Ferdinand Mersch

Abstract

Mit dem Skizziergespräch wird eine methodische Möglichkeit vorgestellt, technische Aufgabenstellungen kooperativ und skizzengestützt zu lösen. Sie entspricht der gleichnamigen Vorgehensweise in der beruflichen Praxis vieler gewerblich-technischer und akademischer Berufe. Ihr visuell-haptischer Zugang hilft, Sprechbarrieren zu überwinden und fördert den Erwerb argumentativer sowie fachlich-inhaltlicher Kenntnisse und Fähigkeiten.

Schlagwörter: Unterrichtsmethode, kooperatives Lernen, Berufsschule, Bauhandwerk, Sprachbarriere

1 Einordnung

Das „Skizziergespräch“ (als Kompositum aus „skizzieren“ und „sprechen“) ist in unterschiedlich Ausprägungen vor allem in den planenden Berufen bekannt. Es unterstützt das kooperative Entwickeln von Ideen durch rasches Skizzieren der Beteiligten, was im Team zu tragfähigeren Lösungen führen kann (Abb. 1). Die schnelle Handskizze hilft, technische oder schwer verbalisierbare Informationen zu vermitteln oder auch Sprechbarrieren zu überwinden. Ein Kommunikationsinstrument ist das Skizziergespräch auch in den Bau- und Holzberufen. Hier finden sich viele Anlässe, in denen gemeinsames Problemlösen mithilfe von Sprache und Skizzen gewinnbringend sein kann. Beispielhaft nennen lassen sich

- der skizzengestützte Austausch zwischen Fachkräften auf der Baustelle
- das (gewerke-)kooperierendes Skizzieren und Sprechen im konstruierenden Kontext
- Skizzengespräche mit Herstellern oder Kunden und Kundinnen.

In einfacher Form sind schnelle Bleistiftskizzen auf vielen Rohbauwänden ein beredtes Zeugnis davon, wie sich Informationen auf Baustellen gesprächsstützend übermitteln oder verhandeln lassen. In „konstruierenden Berufen“ (z. B. Tischler/-in, Zimmerer/-in)¹ wird zudem häufiger zusammen mit anderen Beteiligten nach konkreten Detaillösungen gesucht. Der Weg dahin lässt sich auf einem Blatt Papier gemeinsam und leichter finden als die bloße Unterhaltung darüber. Skizzengesprächen liegen häufig bereits existierende (Bild-)Dokumente oder Zeichnungen zugrunde, die als Vorlagen dienen und sich durch Handskizzen ergänzen und verändern lassen. Solche Vorgehensweisen bereichern auch weitere Beratungsgespräche (Auftraggeber:innen, Hersteller:innen u. a.). Kann man nicht zusammen an einem Ort sein, lassen sich Skizziergespräche „online“ durchführen²

Skizziergespräche weisen besondere Merkmale auf, deren Betrachtung auch aus der berufsbildenden Perspektive lohnt. Erkennbar ist ein durch Rede und Handskizze gestützter Aushandlungsprozess von Vorstellungen und Meinungen Beteiligter. Dabei werden unter-

1 In „konstruierenden Berufen“ führen Fachkräfte Konstruktionstätigkeiten durch und verfügen hierfür über entsprechendes Wissen und Erfahrungen (Pahl 2015, S. 11). Einem Skizziergespräch kann eine Konstruktionsaufgabe folgen, die z. B. die Erstellung einer bautechnischen Ausführungsplanung zum Inhalt hat.

2 Fast alle gängigen Plattformen der Online-Kommunikation (Zoom, Teams, Skype etc.) bieten Möglichkeiten kollaborativen Arbeitens in Videomeetings an, in denen auch „Whiteboards“ zum manuellen Skizzieren, zum Einfügen von Skizzen u.v.m. intuitiv und gemeinsam nutzbar sind.



schiedliche Standpunkte sachgebunden miteinander erörtert. Ziel ist das Finden möglicher Lösungen für eine zumeist bautechnische Aufgabe. Das schließt gegebenenfalls auch ein Ändern der eigenen Ansicht oder aber deren Durchsetzen bzw. wenigstens die Bereitschaft zu einem Kompromiss mit ein. Die Fähigkeit, solche berufliche Kommunikationsprozesse sachlich, verbal sowie bildhaft unterstützt durchzuführen, gehört zu einer wichtigen extrafunktionalen Qualifikation von Fachkräften in den Bau- und Holzberufen.



Abb. 1: Skizziergespräch in der Holztechnik (Quelle: eigene Darstellung)

2 Kennzeichnung

Das Skizziergespräch ist gekennzeichnet durch ein gemeinsames Erörtern und Lösen einer überschaubaren technischen Aufgabenstellung anhand von Sprache und Handskizze. Verbindendes Mittel sind u.a. auch vorhandene Zeichnungen oder Abbildungen, die helfen, neue Gedanken und Ideen zunächst nur überblickhaft zu formulieren. Das manuelle Skizzieren erleichtert den Informations- bzw. Verstehensprozess auf einer fachlichen Ebene. Simultan können zwischen zwei und fünf Personen an einem Skizziergespräch teilnehmen und es mit eigenen Beiträgen interaktiv gestalten. Mögliche Arbeitsergebnisse liegen in Form von Skizzen vor, die für eine weitere Bearbeitung – z. B. eine Konstruktionsaufgabe – zur Verfügung stehen.

Nach dem Prinzip „der fachlichen Entsprechung“ (Ott/Reip/Isberner 1995, S. 204) lässt sich das Skizziergespräch durch eine Verknüpfung fachlicher, lernpsychologischer und berufspädagogischer Momente zu einem makromethodischen Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren transformieren. Es führt Auszubildende systematisch durch einen Prozess des gemeinsamen Sammelns, Entwickelns und Dokumentierens ihrer Gedanken in Rede und Skizze sowie zu Lösungsvorschlägen für eine technische Aufgabe. Im Skizziergespräch lassen sich Teilhabe, Selbstsicherheit, fachliches Wissen und Erfahrungen zu den Vorteilen kooperativen Planens erwerben. Das Verfahren ist trotz seiner Nähe zu arbeitsweltlichen Belangen zugleich auch als allgemeinbildend einzuordnen (Mersch 2024, S. 237, 251). Seine Besonderheiten lassen sich in der folgenden Übersicht zusammenfassen (Abb. 2).

Beurteilungskriterien	Skizziergespräch
Kennzeichnung und Kurzbeschreibung	Das Verfahren bietet die methodische Möglichkeit, überschaubare technische Aufgabenstellungen (z. B. den Sockelpunkt eines Wohngebäudes) kooperativ und skizzengestützt zu lösen. Es trägt zum Erwerb argumentativer sowie fachlich-inhaltlicher Fähigkeiten bei und schult das Urteilsvermögen bei Lernenden. Die skizzenhafte Visualisierung eigener Überlegungen ermöglicht es, Sprech- sowie Sprachbarrieren zu lösen und verbessert Verständigungs- und Verstehensprozesse beim technischen Kommunizieren. Zugleich wirkt es positiv auf einen sachbezogenen Umgang in Diskursen in beruflichen sowie lebensweltlichen Zusammenhängen.
Erreichbare Lernziele	Die Lernenden können... <ul style="list-style-type: none"> · das Lösen technischer Aufgabenstellungen im Team erlernen · aus dem Prozess ableitbare fachliche Kenntnisse erwerben · sprachlich-interaktive Fähigkeiten durch die Zuhilfenahme technischer Handskizzen erweitern · Möglichkeiten des Überwindens von Sprechbarrieren erfahren · Fähigkeiten technischer Kommunikation weiterentwickeln sowie · das eigene Urteilsvermögen mit Blick auf die Meinung anderer schulen.
Didaktische Bedeutung	Der didaktische Schwerpunkt liegt darin, neue Möglichkeiten und eigene Fähigkeiten für eine technische Kommunikation im Team zu entdecken und weiter auszubauen. Das Vertiefen manuell-zeichnerischen Könnens trägt dazu bei, den Austausch von Ideen und Meinungen in der Gruppe zu versachlichen. Technische Überlegungen können einfacher nachvollzogen und Verstehensprozesse vereinfacht werden. Eigene Initiativen, aber auch Fähigkeiten, eigene Einsichten zu hinterfragen werden dabei herausgefordert.
Stellung zu anderen Verfahren und Einordnungsmöglichkeiten	Das Skizziergespräch lässt sich als Bindeglied zwischen einer Konstruktionsanalyse und einer Konstruktionsaufgabe verorten. Integrieren lässt es sich aber auch in weitere konstruierend ausgerichtete Makromethoden (technisches Projekt, Designaufgabe, Verbesserungsaufgabe u. a.). Als mesomethodische Artikulationsphase hat es dann einen geringeren Umfang und eine geringere didaktische Reichweite.
Artikulationsschema (Strukturierung)	<ol style="list-style-type: none"> 1) Erfassen und Analysieren der Aufgabe 2) Festlegen von technischen Bedingungen und Anforderungen 3) Planen der Arbeitsorganisation und der Vorgehensschritte 4) Gruppenweises Durchführen des Skizziergesprächs im engeren Sinne 5) Vergleichen und Erörtern der skizzierten Ergebnisse 6) Transfer der Erkenntnisse (z. B. in eine anschließende Konstruktionsaufgabe)
Anforderungen an die Lernenden	Von den Lernenden werden konstruktives Denken und grundlegende Fähigkeiten manuellen Skizzierens erwartet – ebenso wie die Bereitschaft zu einem gleichberechtigten Diskurs innerhalb eines technischen Kommunikations- und Entwicklungsprozesses.

Anforderungen an die Lehrkraft	Die Auswahl der Aufgabenstellung setzt genaue Kenntnisse der Lernvoraussetzungen voraus. Überforderungen von Lernenden etwa durch unklare Problem- oder Ergebnisbeschreibungen sind zu vermeiden.
Art und Höhe des organisatorischen Aufwandes	Der organisatorische Aufwand hängt vom Umfang und der Differenziertheit der Aufgabenstellung, aber auch der Materialien ab, die den Lernenden zur Verfügung gestellt werden sollen, um ihr Interesse zu wecken bzw. ihr Selbstlernen anzuregen.

Abb. 2: „Skizziergespräch“ in der Übersicht (Quelle: eigene Darstellung)

3 Verlaufsphasen eines Skizziergesprächs

Handlungsablauf	Didaktischer Kommentar
1 Erfassen und Analysieren der Aufgabe	
Es werden Baudetails (z. B. Sockel- und Traufanschlüsse im Rahmen einer übergeordneten Aufgabe) benannt, für die Konstruktionsideen in Teams zu entwickeln sind. Vergleichbare Zeichnungen oder Bildbeispiele werden zur thematischen Orientierung gezeigt.	Bildbeispiele sollen die Lernenden motivieren und eigene Wahrnehmungen und Erfahrungen aus ihrer Berufswelt aktivieren. Fragen, Vermutungen oder Hypothesen der Lernenden sind ausdrücklich erwünscht und können festgehalten werden. Es können arbeitsgleiche oder verschiedene Aufgaben gestellt werden.
2 Klären technischer Bedingungen und Anforderungen	
Funktionen der Baudetails werden geklärt, die sie erfüllen sollen (z. B. Wetterschutz, Wärmeschutz, Fertigungsaspekte) sowie die Anforderungen an die Arbeitsergebnisse formuliert.	Klare Aussagen zu den Bedingungen, die zu berücksichtigen sind sowie über die erwarteten Ergebnisse helfen den Lernenden, das Ziel im Auge zu behalten und den Weg dahin eigenständig zu planen.
3 Planen der Arbeitsorganisation und der Vorgehensschritte	
Zu Planen sind Gruppeneinteilungen und -aufgaben, Verantwortlichkeiten, die Bearbeitungszeit, verwendbare Materialien sowie Vorgehensschritte beim Skizziergespräch.	Das gemeinsame Erarbeiten und die Verinnerlichung einer Vorgehenssystematik ist Voraussetzung für ihre Übertragung und Anwendung auch in ähnlich gelagerten Aufgabenstellungen.
4 Durchführen des Skizziergesprächs im engeren Sinne	
Es wird mit Hilfe verfügbarer Arbeits- und Anschauungsmaterialien eine kooperativ- skizzengestützte Suche nach Lösungsvarianten vorgenommen. Variantenvergleiche führen zu nachvollziehbaren Ideenskizzen.	Die Konfrontation mit Einzelproblemen lässt eine tiefgründige Bearbeitung erwarten. Dennoch ist der Gesamtzusammenhang in einer übergeordneten Themeneinbettung erkennbar zu machen. Die Lehrkraft berät bei Stockungen im Arbeitsprozess.
5 Vergleichen und Erörtern der skizzierten Ergebnisse	
Die Gruppenergebnisse der Skizziergespräche werden präsentiert und im Vergleich erörtert. Eine Beschreibung durch die Lernenden kann die Ergebnisse ihres jeweiligen Skizziergesprächs zusammenfassen.	Diese Phase rundet die zuvor bearbeiteten Schritte ab. Der Einsatz der Methode für ähnliche, weitere Aufgabenstellungen kann den Lernenden noch einmal verdeutlicht werden, indem die Lehrkraft die erkennbaren Grundprinzipien noch einmal herausstellt.
6 Transfer der Erkenntnisse	
Es wird eine Diskussion darüber angeregt, in welcher Form sich die eigenen Ergebnisse z. B. in eine nachfolgende Konstruktionsaufgabe transferieren lassen.	Die Lernenden reflektieren die Übertragbarkeit gewonnener Grundprinzipien und Erkenntnisse auf zukünftige Aufgabenstellungen.

Abb. 3: Schema einer Ausbildungs- und Unterrichtsplanung für das „Skizziergespräch“ (Quelle: eigene Darstellung)

4 Schlussbetrachtung

Das aus der (bau)beruflichen Arbeitswelt übertragende „Skizziergespräch“ kann nachhaltig zur Verbesserung der Kommunikation angehender Fachkräfte in den Bau- und Holzberufen beitragen. Es trägt dazu bei, dass Schüler/-innen zwischen differierenden Standpunkten vermitteln und sich an Debatten beteiligen können. Sie erkennen dabei, dass skizzierende Fähigkeiten den Informationsaustausch – der zugleich fachliche Elemente enthält – entscheidend vereinfachen und verbessern kann.

Literatur

Mersch, F. F. (2024). Berufliche Didaktik Bautechnik. In G. Spöttl & M. Tärre (Hg.), *Didaktiken der beruflichen und akademischen Aus- und Weiterbildung. Rückblick, Bestandsaufnahme und Perspektiven*, 231–243. Springer Gabler.

Mersch, F. F. (2024). Makromethoden für berufliches Lernen und Arbeiten. In G. Spöttl & M. Tärre (Hg.), *Didaktiken der beruflichen und akademischen Aus- und Weiterbildung. Rückblick, Bestandsaufnahme und Perspektiven*, 250–261. Springer Gabler.

Ott, B., Reip, H. & Isberner, D. (1995). *Planung, Analyse und Beurteilung von Unterricht*. Gehlen.

Pahl, J.-P. (2015). *Konstruieren und berufliches Lernen*. wbv.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Skizziergespräch in der Holztechnik, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 2: „Skizziergespräch“ in der Übersicht, Quelle: eigene Darstellung

Abb. 3: Schema einer Ausbildungs- und Unterrichtsplanung für das „Skizziergespräch“, Quelle: eigene Darstellung

Autorenangaben

Prof. Dr

Franz Ferdinand Mersch

Leiter des Instituts für Angewandte Bautechnik (T1)
an der Technischen Universität Hamburg (TUHH)
mersch@bag-bau-holz-farbe.de

Zitieren dieses Beitrags

Mersch, F. F. (2024). Das Skizziergespräch: Ein Lernverfahren in der Bau- und Holztechnik. *BAG:on – Online-Journal der BAG Bau, Holz, Farbe*, 1(1), 59–63. <https://doi.org/10.69804/bagon.v1i1.10>

Studienabschlussarbeit: Sexismus in Ausbildungsberufen der Bau- und Holztechnik. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung

Hanna Polte

Abstract

Der Beitrag zeigt die Ergebnisse einer nicht-repräsentativen empirischen Befragung zum Thema Sexismus und sexuelle Belästigung gegenüber Frauen in bau- und holztechnischen Berufen. Dabei werden Auftreten, Formen, Bewältigungsstrategien und Auswirkungen von Sexismus näher beleuchtet und in den historischen sowie strukturellen Kontext des Handwerks eingeordnet. Sexismus stellt ein gesellschaftliches Phänomen dar, welchem von allen im Handwerk Tätigen gemeinsam begegnet werden muss.

Schlagwörter: Sexismus, Handwerk, Studie, Gesellschaft, Betriebe, Ausbildung, Berufsbildung

Einleitung

Berichte von Frauen über ihre Erfahrungen mit Sexismus und sexuellen Grenzüberschreitungen durch Männer begegnen uns immer wieder und überall. Auch ich habe solche Erfahrungen gemacht: sowohl in meiner Freizeit als auch bei meiner Arbeit als Tischlerin. Und wenn ich mich mit Freundinnen unterhalte, teilen wir fast alle die gleichen Erlebnisse. Wie kann das in unserer Gesellschaft noch möglich sein, und warum werden wir nicht ausreichend geschützt?

Die #MeToo-Bewegung zieht sich bereits durch die Film- und Musikindustrie, die Wissenschaft, die Politik, den Finanzsektor und viele weitere Bereiche. Eine Branche, die in diesem Kontext wenig Beachtung zu finden scheint, ist das Handwerk. In diesem Umfeld ist es bisher weder zu einer breiten, öffentlichen Diskussion über Sexismus und sexuelle Belästigung noch einer umfangreichen internen Auseinandersetzung mit diesen Themen gekommen. In einer Studie auf der Grundlage einer nicht-repräsentativen empirischen Befragung werden Auftreten, Formen, Bewältigungsstrategien und Auswirkungen von Sexismus in Ausbildungsberufen der Bau- und Holztechnik erfasst und eingeordnet.

Sexismus in unserer Gesellschaft

Sexismus ist ein gesellschaftlich weit verbreitetes Phänomen, welches Frauen deutlich öfter betrifft als Männer. Ursächlich dafür sind vor allem Geschlechtervorurteile und eine hierarchische Geschlechterordnung, die das männliche Geschlecht über das weibliche erheben. Sexismus kann in unterschiedlichen Formen, offensichtlich oder versteckt, wohlwollend (benevolent) oder feindselig (hostil), auftreten und ist daher nicht immer direkt als solcher zu erkennen. Moderner Sexismus vereint zwei verschiedene Konzepte in sich. Zum einen beinhaltet es die Leugnung der andauernde Diskriminierung von Frauen, es wird also davon ausgegangen, dass die „Gleichberechtigung von Männern und Frauen realisiert ist“ (Six 2022). Des Weiteren äußert sich moderner Sexismus in ambivalenter Form und vereint damit sowohl benevolentes als auch hostiles Verhalten. Diese Art von Sexismus tritt subtiler auf und ist deswegen nicht immer klar zu erkennen. Hostiles und benevolentes Verhalten haben eine hohe Korrelation ($r=0,4$) und gehen häufig miteinander einher. Der ambivalente Sexismus äußert sich in einem stark feindseligen Verhalten gegenüber Frauen, die nicht den traditionellen Geschlechterstereotypen entsprechen und gleichzeitig einem überaus wohlwollendem Verhalten gegenüber jenen, die es tun (Stamarski & Son Hing 2015). Beiden Formen geht es vor allem darum, die Unterschiede zwischen Männern und Frauen beziehungsweise die Unterlegenheit von Frauen zu betonen (Ramiro-Sánchez et al. 2018).



Sexuelle Belästigung kann unter dem Oberbegriff Sexismus gefasst werden beziehungsweise eine Folge von Sexismus sein. Im Gegensatz zu Sexismus bezieht sich sexuelle Belästigung aber immer auf konkrete Handlungen. Ursächlich für sexuelle Belästigung ist vor allem das (Arbeits-)Umfeld. Hierarchische Strukturen und Abhängigkeitsverhältnisse können das Risiko für sexuelle Belästigung am Arbeitsplatz erhöhen. Ein besonderer Risikofaktor liegt dann vor, wenn Männer am Arbeitsplatz zahlenmäßig überlegen sind, die Führungspersonen hauptsächlich männlich sind oder die Arbeit traditionell mit dem männlichen Geschlecht verbunden wird. Ein weiteres Risiko besteht, wenn Frauen sich „aus traditionellen Geschlechterverhältnissen lösen und damit in Konkurrenz zu vormals männlichen Domänen treten“ (Antidiskriminierungsstelle des Bundes 2019). Sexuelle Belästigung zeigt sich in Formen von sexueller Nötigung, ungewollter sexueller Aufmerksamkeit und geschlechtsbezogener Belästigung oder Diskriminierung.

Das Allgemeine Gleichbehandlungsgesetz soll eine Benachteiligung unter anderem aufgrund des Geschlechts unterbinden. Dazu gehören beispielweise gleiche Zugangsmöglichkeiten zu Erwerbstätigkeit, „einschließlich Auswahlkriterien und Einstellungsbedingungen“ (Antidiskriminierungsstelle des Bundes 2022). Dennoch zeigt sich, dass Frauen einen signifikant schlechteren Zugang zu Ausbildungsberufen im gewerblich-technischen Bereich haben als Männer.

Laut verschiedenen Studien, denen unter anderem auch verschiedene Definitionen von Sexismus beziehungsweise sexueller Belästigung zu Grunde liegen, (zusammengefasst in „Sexismus im Alltag“ vom Bundesministerium für Familie, Frauen, Senioren und Jugend, 2022) sind mindestens 44% aller Frauen bereits von Sexismus betroffen gewesen und 60% aller Frauen von Formen sexueller Belästigung. Etwa jede vierte bis fünfte Frau hat sexuelle Belästigung am Arbeitsplatz erlebt.

Frauen im Bauhandwerk

Die Rolle der Frauen im Handwerk war aus historischer Sicht schon immer der der Männer untergeordnet, wenn auch nicht vollkommen unsichtbar, wie häufig vermutet. Über die Zeit hinweg wurden sie jedoch immer wieder systematisch von Männern aus handwerklichen Berufen verdrängt. Das war besonders dann der Fall, wenn die Verhältnisse auf dem Arbeitsmarkt schwieriger wurden und die Konkurrenz stieg. Frauen kehrten erst wieder verstärkt ins Handwerk zurück, als es aufgrund der Kriege im 20. Jahrhundert zwingend notwendig war, da so viele Männer fehlten. Erneut zeigte sich, dass sobald wieder genügend Männer auf dem Arbeitsmarkt zur Verfügung standen, die Frauen wiederum aus ihren Berufen verdrängt wurden. Im Bauhandwerk wurden bereits Ende der 1940er Jahre fast alle Frauen entlassen, 1952 trat schließlich ein offizielles Beschäftigungsverbot für Frauen in Kraft. Im Bauhauptgewerbe hielt das Verbot von Frauenarbeit bis zum Jahr 1994 an (Handwerkskammer Braunschweig-Lüneburg-Stade 2021, S. 70-73).

Laut Statistischem Bundesamt (2022) ist der Anteil von weiblichen Erwerbstätigen insgesamt gestiegen, jedoch konzentrieren sie sich weiterhin auf ein relativ eingeschränktes Berufsspektrum. Besonders in Büro- und Dienstleistungsberufen sind Frauen stark überrepräsentiert. Im Handwerk hingegen waren im Jahr 2022 lediglich 10,8% der Erwerbstätigen weiblich. In gewerblich-technischen Berufen liegt die Quote meistens im einstelligen Bereich. Dafür lassen sich zwei Hauptgründe erkennen: Orientierung an Dienstleistungsberufen sowie geringere Chancen/Präferenzen durch Betriebe. Weibliche Schulabsolventinnen haben insgesamt ein geringeres Interesse daran, eine Berufsausbildung im dualen System zu absolvieren als männliche. Wenn sie sich für eine Berufsausbildung entscheiden, dann wählen sie zu einem großen Teil eine Ausbildung im kaufmännischen Bereich oder in Dienstleistungsberufen. Lediglich ca. 10% der Schulabsolventinnen, die eine Berufsausbildung machen wollen, haben Interesse an einer Ausbildung in einem gewerblich-technischen Beruf. Doch auch Frauen, die sich für eine Ausbildung in diesem Bereich interessieren, haben geringere Chancen auf eine Ausbildungsstelle als männliche Bewerber. Es zeigt sich, dass „signifikant unterschiedliche

Chancen für Frauen und Männer beim Zugang in die technisch-gewerblichen Berufe bestehen“ (Haverkamp et al. 2015, S. 33). Frauen können dabei ihren Wunsch nach einer Berufsausbildung „signifikant seltener umsetzen“ a.a.O., S. 34) als Männer mit den gleichen Qualifikationen und Voraussetzungen. Daran lässt sich eine Bevorzugung von Männern durch die Betriebe erkennen, wenn es darum geht, Ausbildungsplätze zu besetzen. Die häufigsten Gründe dafür, Frauen nicht einzustellen, liegen in der Tatsache, dass sie schwanger werden könnten und dann für eine gewisse Zeit (Mutterschutz) ausfallen, sich rein aufgrund ihres Geschlechts körperlich nicht eignen würden, oder dass die Betriebe Kosten befürchten, um etwa neue Sanitäreinrichtungen zu bauen.

Empirische Untersuchung und Ergebnisse

Die durchgeführte Studie hat zum Ziel, spezifische Herausforderungen und Probleme mit Sexismus und sexueller Belästigung am Arbeitsplatz im Bau- und Holzhandwerk herauszustellen. Mit Hilfe eines Fragebogens wurden weibliche Personen, die eine Ausbildung in diesen Handwerken machen oder bereits abgeschlossen haben, zu ihren persönlichen Erfahrungen und Erlebnissen befragt. Die Stichprobengröße beläuft sich nach Bereinigung final auf n=971. Die Teilnehmerinnengruppe ist bezüglich ihres Alters symmetrisch und normalverteilt. In der Stichprobe werden die zehn am häufigsten angegebenen Ausbildungsberufe abgebildet. Dabei sind jedoch ungefähr 74% der Frauen Tischlerinnen und gut 15% Zimmerinnen. Die weiteren acht gewählten Ausbildungsberufe sind in absteigender Häufigkeit: Holzbildhauerin, Bootsbauerin, Steinmetzin, Raumausstatterin, Orgelbauerin, Dachdeckerin, Holzmechanikerin. Sie sind jeweils nur im (niedrigen) einstelligen Bereich vertreten.

Die Befragung erfolgte in hybrider Form sowohl mittels eines Papierfragebogens (Paper-Pencil-Befragung) als auch über einen Online-Fragebogen. Der Papierfragebogen wurde in drei Berufsschulen in norddeutschen Bundesländern eingesetzt; die Online-Befragung erfolgte über persönliche Kontakte sowie die E-Mail-Verteiler von spezifischen Netzwerken von Frauen in bau- und holztechnischen Berufen. Die digitale Umfrage wurde mittels der Online-Umfrage-Applikation LimeSurvey erstellt und war im Internet vier Wochen erreichbar. Über das Online-Format wurden ca. 90 Prozent der Teilnehmerinnen akquiriert. Durch die gezielte Auswahl der Teilnehmerinnen erhebt die Studie nicht den Anspruch auf Repräsentativität. Die unerwartet große Anzahl der Rückmeldungen belegt das große Interesse der Frauen, die einen bau- oder holztechnischen Beruf erlernt haben, an dieser Thematik.

Auftreten von Sexismus in Ausbildungsberufen der Bau- und Holztechnik

Auf die Frage, ob die Teilnehmerinnen persönlich Erfahrungen mit Sexismus am Arbeitsplatz gemacht haben, antworteten 739 und damit rund 76% der Befragten mit ja. Lediglich 172 Frauen und damit weniger als 20% der Teilnehmerinnen haben hingegen keine entsprechenden Erfahrungen gemacht.

Die Betroffenheit von Frauen in männerdominierten Handwerksberufen scheint damit besonders ausgeprägt zu sein. Laut den repräsentativen Untersuchungen der Antidiskriminierungsstelle im Jahr 2019 sind etwa 20–25% aller Frauen von sexueller Belästigung am Arbeitsplatz betroffen. Es deutet sich an, dass das Risiko Opfer von sexistischen Verhaltensweisen zu werden steigt, wenn sich Frauen aus traditionellen Geschlechterrollen lösen und in Konkurrenz zu Männern in maskulin geprägte Berufe eintreten.

Formen von Sexismus in Ausbildungsberufen der Bau- und Holztechnik

Am häufigsten wurden strukturell sexistische Erfahrungen, durch unser heteronormatives Gesellschaftsbild geprägt, gemacht. 73% aller Teilnehmerinnen fühlten sich als Fachperson nicht ernst genommen, ihnen wurde also beispielsweise weniger zugetraut oder sie wurden auf Grund ihres Geschlechts als ungenügend geeignet für ihren Beruf wahrgenommen. Zwischen 53% und 68% aller Personen erlebten verbale grenzüberschreitende Diskriminierungen wie zweideutige Kommentare oder Bemerkungen und Fragen

mit eindeutig sexuellem Bezug. Am wenigsten häufig kam es zu körperlichen Vorfällen, jedoch ist auch hiervon mindestens jede fünfte Teilnehmerin der Umfrage betroffen. Es lässt sich erkennen, dass die auf individueller Ebene am schwerwiegendsten Situationen mit Abstand am seltensten auftreten. Dies lässt jedoch keinesfalls den Schluss zu, dass damit die strukturelle Benachteiligung von beinahe drei Viertel aller Teilnehmerinnen weniger problematisch ist.

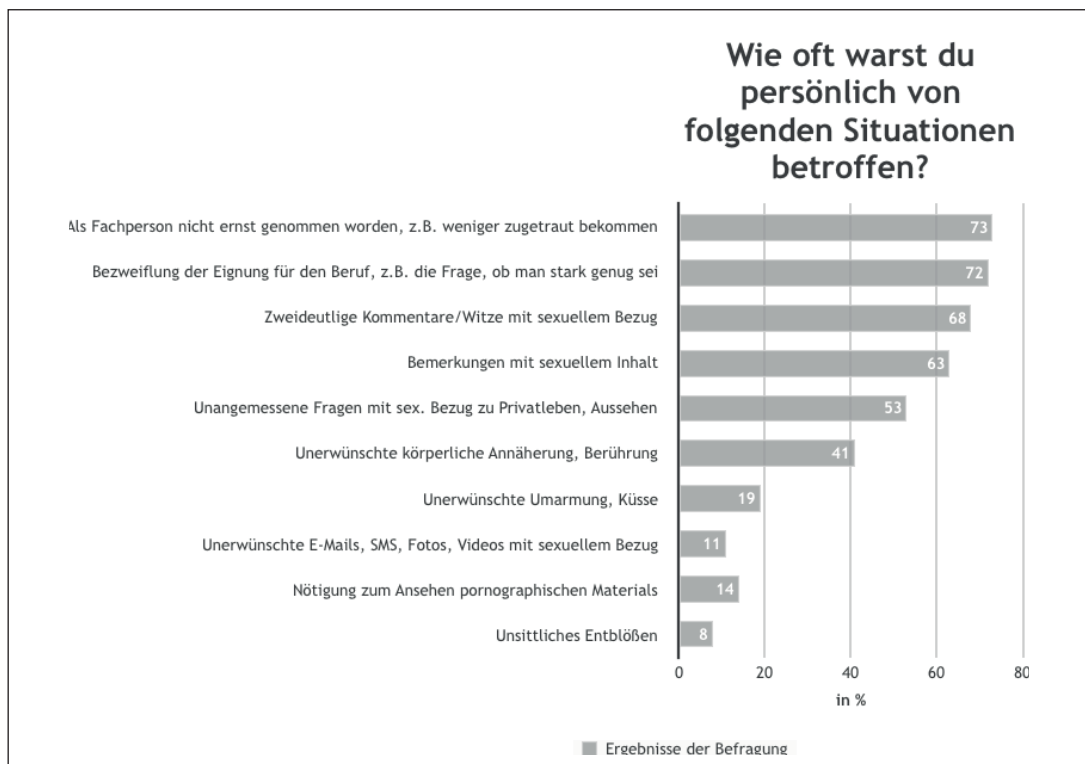


Abb. 1: Sexistische Erfahrungen von Frauen in Berufen des Bau- und Holzhandwerks (Quelle: eigene Darstellung)

Es zeigt sich, dass viele im Handwerk tätige Frauen Sexismus und sexuelle Belästigung offensichtlich auf allen Ebenen, also strukturell, verbal und körperlich erleben. Betrachtet man die besonders häufig genannten strukturell sexistischen Kategorien wird deutlich, dass jeweils mehr als 95% der 739 von Sexismus am Arbeitsplatz betroffenen Frauen Erfahrungen in diesem Bereich gemacht haben.

Diese Zahl zeigt, wie sehr angehende und fertig ausgebildete Fachkräfte mit ihrer Rolle als Handwerkerinnen zu kämpfen haben und hinterlässt den Eindruck, dass sie sich besonders beweisen und anstrengen müssen, um Anerkennung und Akzeptanz für ihre Arbeit zu erhalten.

Das Geschlecht der verursachenden Personen wurde nicht erhoben, es ist aber davon auszugehen, dass entsprechend anderer Studien mehr als 95% der Täter:innen männlich sind. Am häufigsten (zwei Drittel aller Fälle) gehen die Verhaltensweisen von Gesellen bzw. Gesellinnen aus, wobei teilweise hinzugefügt wurde, dass es sich dabei häufig um Fachkräfte anderer Gewerke und nicht um die des eigenen Betriebes handelte. Etwa 50% aller Betroffenen erlebten sexistische Erfahrungen durch Kunden oder Kundinnen und etwa 35% durch ihre Vorgesetzten.

Bewältigungsstrategien gegenüber Sexismus in Ausbildungsberufen der Bau- und Holztechnik

Häufig reagieren Betroffene von Sexismus am Arbeitsplatz mit Strategien, die nur wenig zum Beenden der Situationen beitragen (können). Dies liegt vor allem daran, dass viele Frauen von der Situation selbst überrascht und gegebenenfalls zu perplex sind, um zu wissen, wie sie reagieren sollen, oder weil sie sich vor den Konsequenzen einer weitreichenden Reaktion fürchten. Dazu gehören unter anderem, dass ihnen nicht geglaubt wird oder sie selbst Schuldzuweisungen erleben. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Mehrzahl der Teilnehmerinnen sich vor allem Personen aus ihrem persönlichen, sozialen Umfeld anvertrauen würden, allen voran Freunden oder Freundinnen mit etwa 91 % und Familie mit 63%. Danach wurden Personen aus dem direkten Arbeitsumfeld gewählt, die Kollegen oder Kolleginnen mit 56% und Vorgesetzten mit circa 37%. Darauf folgen Beratungsstellen mit 33% und Lehrkräfte mit 23%.

Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass die Betroffenen dieser Umfrage ebenfalls vor allem Strategien wählen, in denen sie bei ihren Bezugspersonen Unterstützung suchen oder versuchen, die Situationen zu ignorieren beziehungsweise zu vermeiden. Dass nur rund ein Drittel der Frauen mit einer Beratungsstelle sprechen würde, zeigt, wie wichtig es ist, Beratungsangebote auszuweiten, auf sie aufmerksam zu machen sowie aufzuklären. Außerdem wäre es wünschenswert, dass Sexismus häufiger in Berufsschulen thematisiert wird, um Lehrkräfte zu starken Unterstützenden im Kampf gegen Sexismus im Handwerk zu machen.

Auswirkungen von Sexismus in Ausbildungsberufen der Bau- und Holztechnik

Die Auswirkungen von Sexismus können variieren und hängen vor allem von der Art und Dauer beziehungsweise Häufigkeit der Vorfälle ab. Aufgrund der bisherigen Ergebnisse lässt sich vermuten, dass auch die Auswirkungen für die Betroffenen eher auf eine innere Verarbeitung oder Verleugnung hindeuten, und dass drastische Reaktionen wie beispielsweise die Beendigung des Arbeitsverhältnisses in geringerem Ausmaß vorkommen.

Auf die Frage, wie sich die erlebten Erfahrungen auf den Ausbildungsverlauf oder das weitere Berufsleben ausgewirkt haben, antworteten rund ein Drittel (245) der 739 betroffenen Frauen, dass diese für sie keine weiteren Auswirkungen hatten. Die Hälfte von ihnen (n=368) antwortete hingegen, dass sie aufgrund ihrer Erlebnisse ein Unwohlsein bei der Arbeit verspürt habe. Zu den weitreichenderen Auswirkungen gehört unter anderem die Inanspruchnahme von ärztlicher oder psychotherapeutischer Hilfe, von der 9% der Betroffenen berichten. Etwa 10% von ihnen haben aufgrund der sexistischen Erfahrungen ihren (Ausbildungs-)Betrieb gewechselt. 51 Frauen und damit rund 7% der betroffenen Teilnehmerinnen haben wegen ihrer Erlebnisse ihre Ausbildung abgebrochen oder ihren Beruf aufgegeben.

Die Ergebnisse zeigen, dass Erfahrungen mit Sexismus am Arbeitsplatz für die meisten Betroffenen dazu führen, dass sie ihrer Arbeit nicht ohne weiteres nachgehen können, sich mindestens unwohl fühlen. 193 Frauen und damit rund 26% aller Betroffenen und etwa jede Fünfte aller Teilnehmerinnen der Umfrage hatten mit schwerwiegenden Auswirkungen, wie zum Beispiel Arbeitsausfall oder Wechsel des Berufes zu kämpfen.

Statistisch gesehen neigen Frauen häufiger dazu, einen Ausbildungsvertrag frühzeitig aufzulösen und sehr viele von ihnen verlassen das Handwerk nach der Berufsausbildung oder im Verlauf des Arbeitslebens. Dafür kann es viele verschiedene Gründe geben, es lässt sich jedoch festhalten, dass weit verbreiteter Sexismus am Arbeitsplatz in Ausbildungsberufen der Bau- und Holztechnik einen Teil dazu beitragen kann. Das Risiko, Opfer von Sexismus und sexueller Belästigung zu werden, ist für Frauen ungleich höher als für Männer und hat zum Teil die Folge, eine Ausbildung abzubrechen oder aber das Handwerk im weiteren Verlauf zu verlassen. Dieses Risiko dürfte gerade im Handwerk fast nur Frauen betreffen und kann daher als eine Erklärung für höhere Vertragsauflösungen und Berufswechsel gesehen werden.

Ausblick

Sexismus als gesellschaftlichem Phänomen muss, von allen im Handwerk Tätigen begegnet werden. Dazu gehören die Handwerker:innen und Betriebsinhaber:innen, aber auch die Handwerkskammern, Ausbilder:innen, Berufsschullehrkräfte und Forscher:innen.

Die letzte auszuwertende Frage des Erhebungsbogens lautet: Wünschst du dir, dass Sexismus am Arbeitsplatz in der Berufsschule thematisiert wird? 782 Teilnehmerinnen, das heißt über 80%, haben diese Frage mit „ja“ beantwortet. Daraus lässt sich ein klarer Bildungsauftrag ableiten. Alle Personen, die durch eine Berufsausbildung in das Handwerk eintreten, sollten von Anfang an mit der Thematik konfrontiert werden und über die Entstehung und besonders die Unterbindung von Sexismus am Arbeitsplatz aufgeklärt werden. Auch in Universitäten und Meisterschulen sollten die Themen verstärkt behandelt werden, um alle beteiligten Personen und gerade auch (zukünftige) Betriebsleiter:innen und Führungskräfte erreichen zu können.

Außerdem sollten Beratungsangebote bekannter gemacht und bei Bedarf ausgeweitet werden. Dass lediglich ein Drittel aller Teilnehmerinnen Kontakt zu Beratungsstellen aufnehmen würde, lässt sich dahingehend deuten, dass Beratungsstellen für diese Thematik nicht bekannt sind. Daher ist es besonders wichtig, niederschwellige Angebote zu schaffen und diese in Schulen, überbetrieblichen Ausbildungsstätten und Betrieben zu bewerben. Auch könnten freiwillige oder verpflichtende Seminare, Workshops und Sensibilisierungstrainings für alle praktisch Tätigen, Betriebsinhaber:innen und Ausbilder:innen helfen, eine Sensibilisierung zu erreichen und mögliche Strategien zur Überwindung von Sexismus zu erkennen.

Besonders in Zeiten des Fachkräftemangels, des demographischen Wandels und sinkender Zahlen von Auszubildenden im Handwerk ist es die Aufgabe aller dort tätigen Menschen, das Arbeitsumfeld für Frauen attraktiver zu gestalten. Nur so können mehr Frauen für das Handwerk gewonnen und dann auch im Handwerk gehalten werden. Betriebe können es sich in Zukunft nicht mehr leisten, Bewerberinnen für eine Berufsausbildung oder ausgebildetes Fachpersonal lediglich aufgrund ihres Geschlechtes und damit einhergehenden Vorurteilen von vornherein auszuschließen. Es ist an der Zeit für eine moderne, wertschätzende und gleichberechtigte Arbeitsatmosphäre im Handwerk. Traditionelle Geschlechterbilder, Herabwürdigungen und Sprüche wie: „Im Handwerk ist das eben so“ oder „Im Handwerk muss man damit rechnen“ haben keinen Platz mehr in unserer Gesellschaft.

Literatur

Antidiskriminierungsstelle des Bundes (2019). *Umgang mit sexueller Belästigung am Arbeitsplatz - Lösungsstrategien und Maßnahmen zur Intervention*. Berlin.

Antidiskriminierungsstelle des Bundes (2022). *Allgemeines Gleichbehandlungsgesetz (AGG)*.

Bundesministerium für Familie, Frauen, Senioren und Jugend (2022). *Sexismus im Alltag. Wahrnehmungen und Haltungen der deutschen Bevölkerung. Eine Pilotstudie*. Berlin.

Glick, P. & Fiske, S. T. (1997). Hostile and Benevolent Sexism. *Psychology of Women Quarterly*, 21, 119-135.

Handwerkskammer Braunschweig-Lüneburg-Stade (2021). *Hier sind sie: Frauen im Handwerk*.

Haverkamp, K., Müller, K., Runst, P. & Gelzer, A. (2015). *Frauen im Handwerk. Status Quo und Herausforderungen*. (Göttinger handwerkswirtschaftliche Studien, Bd. 97). Verfügbar unter: https://ifh.wiwi.uni-goettingen.de/site/assets/files/2517/ifh_gbh-2_2015.pdf (Zugriff am 10.06.24)

Ramiro-Sánchez, T., Ramiro, M. T., Bermúdez, M. P. & Buela-Casal, G. (2018). Sexism in Adolescent Relationships: A Systematic Review. *Psychosocial Intervention*, 27(3), 123–132.

Six, B. (2022). Sexismus. *Dorsch Lexikon der Psychologie*. Verfügbar unter: <https://dorsch.hogrefe.com/stichwort/sexismus> (Zugriff am 10.05.24).

Stamarski, C. S.; Son H. & Leanne S. (2015). Gender inequalities in the workplace: the effects of organizational structures, processes, practices, and decision makers' sexism. *Frontiers in psychology*, 6, 1400. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01400>.

Statistisches Bundesamt (2022). Struktur der Unternehmen im Handwerk. Strukturdaten 2022. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Handwerk/aktuell-struktur-handwerk.html> (Zugriff am 14.03.24).

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Sexistische Erfahrungen von Frauen in Berufen des Bau- und Holzhandwerks, Quelle: eigene Darstellung

Autorinnenangaben

B.Sc.
Hanna Polte
Universität Hamburg
hpolte@web.de

Dieser Beitrag entstand auf der Grundlage einer Bachelorarbeit an der Universität Hamburg, Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (2024). Gutachter: Prof. Dr. Werner Kuhlmeier.

Zitieren dieses Beitrags

Polte, H. (2024). Studienabschlussarbeit: Sexismus in Ausbildungsberufen der Bau- und Holztechnik. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. *BAG:on – Online-Journal der BAG Bau, Holz, Farbe*, 1(1), 64–70. <https://doi.org/10.69804/bagon.v1i1.11>

Stephan Abele: Problemlösekompetenzen in beruflichen Kontexten. Resultate aus Lehr-Lern-Prozessen sichtbar machen.

Bielefeld: wbv Publikation, 2023, 240 Seiten, 49,90 Euro
ISBN (Print): 9783763973668, ISBN (E-Book): 9783763973675
Open Access: 10.3278/9783763973675

Rezension von Joel-Nikolas Suhlmann



Wenn für Karl Popper „alles Leben“ Problemlösen ist, so lässt sich dies zweifellos auch auf das Berufsleben und die Arbeit in beruflichen Zusammenhängen übertragen. Gerade dort zeigen sich Probleme häufig in Form komplexer Herausforderungen, die es zu bewältigen gilt. Probleme sind häufig dadurch gekennzeichnet, dass Ausgangs- und Endzustand klar sind, der Weg dorthin jedoch unbestimmt ist. Um solche Probleme zu lösen gilt es, Problemlösekompetenzen zu erwerben. Der Frage, wie diese empirisch erfasst und analysiert werden können, geht Stephan Abele in seiner Publikation „Problemlösekompetenzen in beruflichen Kontexten“ nach.

Nach dem Erläutern des Forschungsthemas und des Untersuchungsverlaufs weist der Autor zunächst auf typische Problemstellungen beim Erfassen diagnostischer Problemlösekompetenzen hin. Diese Wege präzisiert und modelliert er

detailliert im zweiten Kapitel. Fokussiert werden hier vor allem ein Sprachmodell und ein Erhebungsmodell, die Abele im dritten und vierten Kapitel mittels empirischer Befunde und systematischer Überlegungen sorgfältig und kriterienorientiert konkretisiert.

Von verschiedenen Desiderata ausgehend stellt der Verfasser im fünften Kapitel ein Forschungsprogramm vor, in dem unter anderem hervorgehoben wird, welche psychischen Komponenten bei der Modellierung der Problemlösekompetenzen eine Rolle spielen und wie diese von weiteren Handlungskompetenzen abgegrenzt werden. Resultate hierzu finden sich im sechsten Kapitel. Sie bilden zugleich den Kern der kumulativen Habilitation von Abele. Im siebten und letzten Kapitel werden sie in Einzelstudien zusammengeführt.

Am Beispiel des Berufsbildes „KFZ-Mechatroniker/-in“ weist der Verfasser nach, dass prinzipiell von einer eigenständigen diagnostischen Problemlösekompetenz auszugehen ist. Er diskutiert die theoretischen Implikationen der Ergebnisse und reflektiert die Grenzen der Untersuchung. Abele betont schließlich die Notwendigkeit weiterer Forschung, um Problemlösekompetenzen derart zu entwickeln, dass sowohl Lehrkräfte als auch Lernende in schulischen und universitären Kontexten davon profitieren können.

Insgesamt wird hier ein Werk vorgestellt, das am Beispiel des Ausbildungsberufes „KFZ-Mechatroniker/-in“ umfassende Einblicke in die Förderung beruflicher Kompetenzen im Kontext von Problemlöseprozessen erlaubt. Zu empfehlen ist diese Publikation Personen, die in den Berufs- und Bildungswissenschaften aktiv sind. Auch engagierte Lehrkräfte, die an innovativen und qualitativ hochwertigen Konzepten zur Kontrolle des Lernerfolgs im Berufsschulunterricht interessiert sind, werden vielfältige Anregungen erhalten.

Autorenangaben

Joel-Nikolas Suhlmann,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter TU Hamburg
Institut für Angewandte Bautechnik
Joel-nikolas.suhlmann@tuhh.de

Zitieren dieses Beitrags

Suhlmann, J.-N. (2024). Rezension zu Stephan Abele: Problemlösekompetenzen in beruflichen Kontexten. Resultate aus Lehr-Lern-Prozessen sichtbar machen. BAG:on – Online-Journal der BAG Bau, Holz, Farbe, 1(1), 71-72. <https://doi.org/10.69804/bagon.v1i1.12>

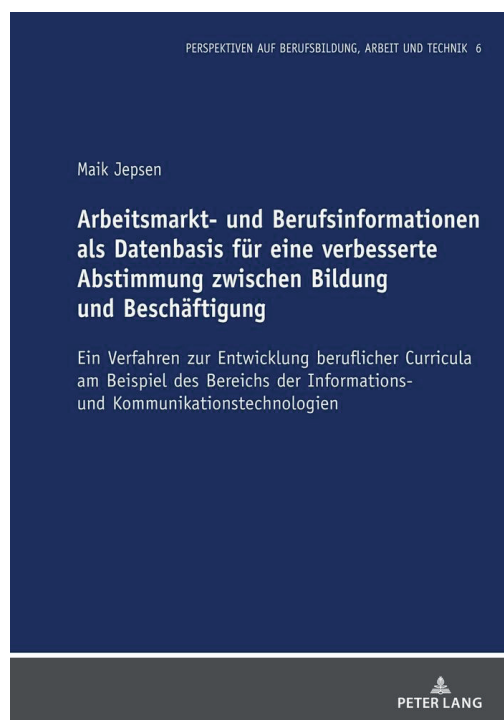
Maik Jepsen: Arbeitsmarkt- und Berufsinformationen als Datenbasis für eine verbesserte Abstimmung zwischen Bildung und Beschäftigung. Ein Verfahren zur Entwicklung beruflicher Curricula am Beispiel des Bereichs der Informations- und Kommunikationstechnologien.

Berlin: Peter Lang Verlag, 436 Seiten, 70,15 Euro.

ISBN (Hardcover): 9783631876800

ISBN (PDF): 9783631876831 DOI: 10.3726/b19636

Rezension von Dennis Kaufmann



Fehlpassungen zwischen „Berufsbildern“ und beruflicher Arbeit sind ein lange bekanntes Problem, zu dem es bislang kaum zufriedenstellende Lösungsansätze gibt. Betroffen sind davon vor allem die Berufliche Bildung und die Berufsforschung, da sie immer wieder neu zwischen dem Beruf als Konzept und der beruflichen Praxis vermitteln müssen. Maik Jepsen greift diese Problemstellung in seiner Dissertation auf und entwickelt ein Verfahren zum Generieren aktueller Berufsprofile, die auch als Grundlage für die Erarbeitung beruflicher Curricula genutzt werden können.

Zum Beginn der Arbeit erfolgt eine detaillierte Problembeschreibung, in der die komplexen Zusammenhänge und Abhängigkeiten rund um die Curriculumentwicklung dargestellt werden. Teil dessen sind unter anderem eine Einordnung verschiedener Begriffe aus dem Bereich der Berufsforschung, Erörterungen zu den Verhältnissen zwischen Bildung und Beschäftigung sowie eine historische Genese. In einem länderübergreifenden Vergleich wird außerdem deutlich, dass es in Deutschland keine einheitlichen Berufsbeschreibungen gibt, wie beispielsweise in England. Das Berufsverständnis ist vielmehr durch Ordnungsmittel wie Rahmenlehrpläne geprägt, was zu verschiedenen Problemen führt. Insbesondere Abweichungen zwischen der Berufswahrnehmung und der beruflichen Arbeit sorgen immer wieder für Unklarheiten.

Durch das Erstellen eigener Berufsprofile, auf Basis stetig aktualisierter Arbeitsmarkt- und Berufsinformationen, gelingt es Maik Jepsen jedoch eine neue Brücke zu schlagen, um die berufliche Arbeitspraxis besser konzeptionell abzubilden. Dazu werden in vier aufeinander aufbauenden Schritten verschiedene Methoden genutzt, um unter anderem Aufgabenfelder zu definieren, Tätigkeiten Berufen zuzuordnen und Anforderungen in Breite und Tiefe einzugrenzen. Anschließend werden weitere Daten hinzugezogen, um zukünftige Qualifikationsbedarfe abzuschätzen. Auf diese Weise können schließlich konkrete Empfehlungen für die Curriculumentwicklung in den exemplarisch untersuchten „Informatik-, Informations- und Kommunikationstechnologieberufen“ formuliert werden. Das Verfahren selbst ist zudem darauf ausgelegt, auf alle Berufe anwendbar zu sein.



Somit ist die Dissertation von Maik Jepsen insbesondere für all jene von großem Interesse, die an der Gestaltung beruflicher Curricula mitwirken, wie Akteure aus den Berufswissenschaften und der Beruflichen Bildung sowie der Bildungspolitik. Ausschnitte wie die Untersuchung zu den Zusammenhängen von Arbeit und Beruf können aber auch darüber hinaus wertvolle Einblicke bieten und Perspektiven eröffnen, die bei der Untersuchung einzelner Berufe häufig zu kurz kommen.

Autorenangaben

Dennis Kaufmann,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Technische Universität Hamburg
Institut für Angewandte Bautechnik
dennis.kaufmann@tuhh.de

Zitieren dieses Beitrags

Kaufmann, D. (2024). Rezension zu Maik Jepsen: Arbeitsmarkt- und Berufsinformationen als Datenbasis für eine verbesserte Abstimmung zwischen Bildung und Beschäftigung. Ein Verfahren zur Entwicklung beruflicher Curricula am Beispiel des Bereichs der Informations- und Kommunikationstechnologien. BAG:on – Online-Journal der BAG Bau, Holz, Farbe, 1(1), 73–74. <https://doi.org/10.69804/bagon.v1i1.13>

Impressum

Herausgeber

Prof. Dr. Franz Ferdinand Mersch,
Institut für Angewandte Bautechnik (T-1), TU Hamburg

Dr. Marcel Schweder, Institut für Berufspädagogik
und Berufliche Didaktiken, TU Dresden

Jun.-Prof. Dr. Andreas Zopff,
Bereich für Berufs- und Betriebspädagogik, Universität Magdeburg

Redaktionsleitung

Prof. Dr. Franz Ferdinand Mersch
Technische Universität Hamburg
Institut für Angewandte Bautechnik (G-1)
Am Schwarzenberg-Campus 4 Gebäude C
21073 Hamburg <https://bag-bau-holz-farbe.de>

Redaktionsanschrift

BAG Bau Holz Farbe e.V.
Technische Universität Hamburg
Institut für Angewandte Bautechnik (T-1)
Am Schwarzenberg-Campus 4 Gebäude C
21073 Hamburg

Layout und Satz

Sebastian Wendland

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autor:innen verantwortlich.
Die namentlich gekennzeichneten Artikel entsprechen nicht unbedingt der Meinung der Redaktion/der Herausgeber.