

erschienen in:

Mahrin, Bernd; Krümmel, Stefan (Hrsg.): Digitalisierung beruflicher Lern- und Arbeitsprozesse. Impulse aus der Bauwirtschaft und anderen gewerblich-technischen Sektoren. Universitätsverlag der TU Berlin, 108–124. DOI: <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-12453>

GEWERKE- UND STANDORTÜBERGREIFENDES LERNEN MIT PROJECTLABS UND VIRTUELLER REALITÄT

Fortschrittliche Unterweisungssituationen im Ausbauhandwerk

Harald Strating, Axel Lange

Das im Sonderprogramm ÜBS-Digitalisierung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Verbundprojekt *Fortschrittliche Unterweisungssituationen im Ausbauhandwerk (FortUnA)* beinhaltet die Entwicklung von gewerkeübergreifenden Ausbildungsangeboten unter Nutzung innovativer didaktischer Ansätze und digitaler Medien. Auszubildende verschiedener Berufe an den Standorten der Verbundpartner stimmen einen kompletten Dachgeschossbau unter Nutzung von Virtual Reality (VR) ab und begleiten diesen durch praktische Arbeitsausführungen in ProjectLabs und bestehenden Werkstätten.

In den ProjectLabs stehen den Auszubildenden berufstypische digitale Werkzeuge zur Verfügung, die sie zur Lösung komplexer Lern- und Arbeitsaufgaben nutzen können – auch nach eigenen Ideen. Die mit diesen digitalen Werkzeugen erfassten Daten und Informationen dienen als Grundlage für weitere Prozessschritte. Ein besonderer Fokus liegt auf Schnittstellenproblemen, die zwischen den Auszubildenden verschiedener Gewerke diskutiert werden sollen, um daraus möglicherweise resultierende Bauausführungsfehler zu minimieren. Dank virtueller Baubesprechung in einer VR-Umgebung wird die Kommunikation zwischen den Gewerken gefördert und der Austausch ermöglicht.

Schlüsselbegriffe

- › Virtual Reality (VR)
- › Augmented Reality (AR)
- › Schnittstellen im Baugewerbe
- › Überbetriebliche Ausbildung
- › ProjectLab
- › Digitalisierung
- › Aufmaß

Einleitung

Mit dem Sonderprogramm zur Förderung von Digitalisierung in überbetrieblichen Berufsbildungsstätten und Kompetenzzentren verfolgt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gemeinsam mit dem Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) das Ziel, überbetriebliche Bildungsstätten bei der Entwicklung von Ausbildungsangeboten mit digitalen Technologien und modernen Lernszenarien zu unterstützen.

In dem geförderten Verbundprojekt *Fortschrittliche Unterweisungssituationen im Ausbauhandwerk (FortUnA)* sollen Auszubildende aus zehn Haupt- und Nebengewerken der Baubranche im Rahmen eines virtuellen Gebäudes Sanierungs-, Um- und Ausbauarbeiten planen, deren Durchführung vorbereiten und sich dabei mit allen beteiligten Gewerken abstimmen. Förderbeginn des Projektes war der 01.05.2021; das Projekt läuft bis zum 30.06.2023.

Mit dem Bundesbildungszentrum des Zimmerer- und Ausbaugewerbes gGmbH (Bubiza) aus Kassel, dem Berufsförderungswerk der Südbadischen Bauwirtschaft GmbH aus Bühl sowie dem Berufsbildungs- und TechnologieZentrum der Handwerkskammer Osnabrück-Emsland-Grafschaft Bentheim arbeiten in diesem Verbundvorhaben drei anerkannte Kompetenzzentren ausgewählter Baugewerke zusammen. Alle Verbundpartner können auf eine jahrelange vertrauensvolle und erfolgreiche Zusammenarbeit zurückblicken, z. B. in den Projekten *MeLinda*¹ und *DigiBAU*². Die wissenschaftliche Begleitung des Projektes übernimmt das Labor Didaktik der Technik der Hochschule Osnabrück.

Durch den Einsatz vielfältiger digitaler Werkzeuge und Hilfsmittel erfahren die Tätigkeiten in der Baubranche bereits seit Jahren wesentliche Änderungen. Davon betroffen sind primär die Organisation der betrieblichen Abläufe, die technische Planung und die Kommunikation mit allen am Bau Beteiligten. Digitale Planung, digitale Dokumentation und Nutzung von digitalen Messgeräten schaffen große Datenmengen, deren Nutzung auch für die ausführenden Handwerksbetriebe immer größere Bedeutung erlangt. Entsprechend wird es auch für Facharbeiter*innen immer wichtiger, sich in den digitalen Prozessen zurechtzufinden und die sich ständig weiterentwickelnden Möglichkeiten nutzbar zu machen. Gleichzeitig erfordern die Arbeiten im Baugewerbe aus Gründen der Effizienz und der Nachhaltigkeit eine intensive Kooperation und Kommunikation zwischen den beteiligten Gewerken.

Für die Ausbildung in den Baugewerken impliziert dies, die Kommunikation innerhalb und über die Gewerke hinweg zu fördern und dazu die Digitalisierung und deren Errungenschaften zu nutzen. Mit dem Projekt *FortUnA* sollen Ausbildungskonzepte entwickelt und erprobt werden, in denen

-
- 1 Das Projekt *Medienunterstütztes Lernen und Innovation in der handwerklichen Arbeit (MeLinda)* wurde im Rahmen des Programms „Digitale Medien in der beruflichen Bildung (DIMEBB)“ gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds. Siehe auch <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/melinda/> (16.09.2021)
 - 2 Das Projekt *Digitales Bauberufliches Lernen und Arbeiten (DigiBAU)* wird im Rahmen des Programms Förderung von „Transfernetzwerken Digitales Lernen in der Beruflichen Bildung“ (DigiNet) gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds. Siehe auch <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/digibau/> (16.09.2021)

innovative didaktische Potenziale kreativer *MakerSpaces* mit der Nutzung von *Virtual Reality* in einem ganzheitlichen Ansatz kombiniert werden.

Ausgangslage und Problemstellung/Aufgabenstellung

Berufliche Arbeitsprozesse im Bau- und Ausbaugewerbe sind geprägt von der arbeitsteiligen Zusammenarbeit verschiedener Gewerke (vgl. Mersch & Rullán Lemke 2016). Prototypisch kann das Erstellen von Gebäuden in handwerklicher Arbeit auf der Baustelle betrachtet werden. In der bisherigen Praxis, insbesondere im Massivbau, werden viele Dinge individuell vor Ort angepasst, da die vorgegebene Planung nicht in der Detailtiefe vorhanden ist, in der sie notwendig wäre. Der jahrelang (mit mehr oder weniger Erfolg) verfolgte Ansatz, anhand der vorgefundenen Bedingungen auf der Baustelle auf die Planungen der anderen Gewerke zu schließen, stößt jedoch an Grenzen. Durch neue Materialien, neue Bauweisen und innovative Ideen gibt es multiple Veränderungen, die Rückwirkungen auf das gesamte Gebäude haben. Es wird daher immer bedeutsamer, die Schnittstellen zwischen den Gewerken zu beachten und abzustimmen.

Im Projekt *BauNachhaltig*³ wurden bis 2013 Lehrgangs-Module zusammengestellt, mit denen gewerkeübergreifend in Gruppen zu einzelnen Schnittstellen am Bau gearbeitet werden konnte (Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg 2013). Die Erfahrung mit solchen Arbeitsgruppen zeigt, „dass die in der Gruppe vorhandene Erfahrung und die Bereitschaft, verschiedene Sichtweisen unterschiedlicher Gewerke einzubinden, zu neuen Lösungen führt. Das wiederum stärkt die Kompetenz der einzelnen Gewerke“ (Lange 2013). Dabei geht es nicht nur um Effektivität, sondern auch um Nachhaltigkeit. Moderne Gebäude sind komplexe Systeme, bei denen eine Vielzahl von Komponenten aufeinander abgestimmt sein müssen. „Durch zunehmend komplexere Gebäude wird die ganzheitliche Denkweise in der Planung und Ausführung eines Gebäudes immer wichtiger“ (Balow 2013).

Parallel zu diesen Entwicklungen sind aktuell auch in den Bauberufen die Auswirkungen zunehmender Digitalisierung erkennbar. Beinahe alle Tätigkeiten erfahren durch digitale Technologien, Werkzeuge und Hilfsmittel wesentliche Veränderungen. Anwendungskompetenzen zur Nutzung von digitaler Mess- und Prüftechnik müssen bei den Auszubildenden gefördert werden. Gleichzeitig eröffnen gerade die mit diesen Werkzeugen bereitgestellten digitalen Daten weitreichende Veränderungen der Arbeitsprozesse, maßgeblich in den Bereichen Organisation betrieblicher Abläufe, technische Planung und gewerkeübergreifende Kommunikation mit allen am Bau Beteiligten. Durch die beständige Verbesserung der Verfügbarkeit entsprechender innovativer Technologien und eine Verbreitung digitaler Planung und Dokumentation insbesondere durch Building Informa-

.....
3 Das Projekt Netzwerk *KOMZET Bau und Energie – Zukunftssicherung durch Nachhaltigkeit in der beruflichen Bildung (BauNachhaltig)* wurde im Förderschwerpunkt „Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung in der zweiten Hälfte der UN-Dekade Bildung für nachhaltige Entwicklung 2005 – 2014“ durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Das Förderprogramm wurde durchgeführt vom Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB). Siehe hierzu auch <https://www.komzet-netzwerk-bau.de/projekte/projekt-baunachhaltigkeit/> (16.09.2021)

tion Modeling (BIM)⁴ sind hier auch und besonders für Handwerksbetriebe starke Entwicklungen der Kooperationsbeziehungen zu erwarten (vgl. z. B. Rothenbusch & Kauffeld 2020).

Die Digitalisierung vollzieht sich in allen Aspekten der beruflichen Arbeitsprozesse. Neben der Anwendung und Verarbeitung neuer digitaler Technologien und damit ggf. einhergehender neuer Geschäftsmodelle und Services sind dies in allen Gewerken die zunehmende Nutzung digitaler Unterstützungssysteme im Arbeitsprozess beispielsweise durch AR und VR, die Digitalisierung in der Abwicklung von Geschäftsprozessen und der Einsatz digitaler Tools zur Kooperation, Kommunikation und Dokumentation auch zwischen den Gewerken (BIM, digitale Bauakte, digitales Baustellenmanagement) (Strating 2021).

Ziele und Zielgruppen

Für die Entwicklung der Facharbeit bedeutet die aktuelle Ausgangslage essenziell veränderte und gestiegene Kompetenzerfordernisse aufgrund der besonderen Komplexität der Systeme, der Kooperation mit anderen Gewerken und der Digitalisierung in den Arbeitsprozessen. Diese Anforderungen gilt es aufzugreifen und in die berufliche Bildung zu integrieren. Das Projekt verfolgt die Fragestellung, mit welchen technischen und didaktischen Ansätzen und Instrumenten diese Kompetenzen in der beruflichen Bildung und speziell der ÜBA gefördert werden können.

Als didaktische Ansätze werden mit der Errichtung von ProjectLabs offene, an MakerSpaces orientierte Lernortkonzepte genutzt, die in der überbetrieblichen Berufsausbildung (ÜBA) eher untypisch sind. Ferner sollen die Möglichkeiten von Virtual Reality zur Gestaltung von Lernprozessen der beruflichen Bildung und im Hinblick auf ihre Anwendung für eine ortsunabhängige, gewerkeübergreifende Kooperation untersucht werden.

Auszubildende sollen im Rahmen des Projektes die Möglichkeit bekommen, mit Hilfe innovativer digitaler Technik in experimenteller Weise an einem musterhaften Bauprojekt über Gewerkegrenzen hinweg Schnittstellen zu erfassen und gemeinsam Lösungen zu erarbeiten.

Mit den ProjectLabs werden Räume geschaffen, in denen Auszubildende aus unterschiedlichen Gewerken gemeinsam Lösungen zu Schnittstellenproblemen entwickeln. Die zugrundeliegende Idee, ein virtuelles Gebäude zu nutzen, kommt dem organisatorischen Ablauf in den einzelnen überbetrieblichen Bildungsstätten entgegen. Die Auszubildenden müssen nicht an einem Ort in einem Raum zusammenkommen, sondern können in denselben Szenarien über große Distanzen miteinander arbeiten und sich austauschen, zum Beispiel der*die SHK-Anlagenmechaniker*in in Osnabrück mit dem*der Zimmer*in in Kassel und dem*der Wärme-, Kälte-, Schallschutzisolierer*in in Bühl.

Mit dem virtuellen Raum, in dem die Zusammenarbeit stattfindet, haben die Auszubildenden ein Arbeitsumfeld zur Verfügung, in dem die Digitalisierung schon sehr weit fortgeschritten ist. Der

.....
4 Vgl. hierzu die Beiträge von Böttcher & Wieczorek sowie von Ganz in diesem Band.

Umgang mit digitalen Werkzeugen und Hilfsmitteln wird dadurch schon im Stadium der Ausbildung geübt. Die im virtuellen Raum gesammelten Kenntnisse müssen in die Realität der Werkstatt übertragen werden.

Übergreifende Zielsetzung des Projektes ist die beispielhafte Entwicklung und Gestaltung von zukunftsfähigen Kreativumgebungen zur Gestaltung von Ausbildungssituationen unter Verwendung innovativer digitaler Medien, welche in angemessener Weise die erweiterten erforderlichen beruflichen Handlungskompetenzen fördern können. Den Auszubildenden wird ein breites Erfahrungsspektrum geboten, bei dem sie didaktische Lösungen erproben und evaluieren können. Das virtuelle Auftragsmodell bietet gleichzeitig Umsetzungshilfen sowie Handreichungen für die Übertragung auf andere Lernorte und Berufe.

Die primäre Zielgruppe sind Auszubildende verschiedener Gewerke in Bau- und Ausbauberufen. In verschiedenen definierten Ausbaustufen bzw. Szenarien sind von den Auszubildenden der verschiedenen Gewerke jeweils spezifische Tätigkeiten gefordert. Die Aufgabenstellungen werden in gemeinsamen Meetings im virtuellen Gebäude besprochen und verteilt. Da die von den Verbundpartnern vertretenen Gewerke tatsächlich zugegen sind und sich im virtuellen Raum aktiv einbringen können, ist ein gegenseitiges Verständnis für die jeweilige Problemstellung und Arbeitsweise praxisnah möglich.

Neben den Auszubildenden bietet das Modell auch einen Nutzen für alle Ausbilder*innen, die gleichzeitig von der Entwicklung der eigenen Medienkompetenz sowie der Erfahrungen und Handlungshilfen für den Einsatz innovativer didaktischer Ansätze profitieren.

Dritter mittelbarer bzw. direkter Nutzer dürften die Betriebe sein, denn die eingesetzten innovativen digitalen Technologien werden zunehmend in den Unternehmen erfolgreich angewendet. Auch die Durchführung von virtuellen Baubesprechungen als Ergänzung zum BIM ist längst eine realistische Zukunftsoption.

Didaktisches und methodisches Konzept

Mit dem Ausgangspunkt der konkreten Aufgabenstellungen im Projekt – der Ausbau eines Dachgeschosses – ist eine typische berufliche Handlungssituation gewählt, in der die Zusammenarbeit verschiedener Gewerke gefordert ist. Das didaktische Konzept zielt auf eine ganzheitliche Förderung beruflicher Handlungskompetenzen und nutzt dazu reale und virtuelle Lernorte, mit denen die berufliche Arbeitswirklichkeit simuliert wird.

Für die Bearbeitung der Aufgaben wird ein realer Projektraum eingerichtet, der als Gruppenraum für die Projektdurchführung genutzt werden kann. Dieser Raum wird ausgestattet und gestaltet als Lernort nach dem Konzept eines ProjectLabs. Die Einrichtung von ProjectLabs greift die Idee der Maker-Bewegung auf, in denen Kreativzonen zur kollaborativen Projektarbeit im Sinne einer Ermöglichungsdidaktik für das selbstorganisierte Arbeiten und Lernen geschaffen werden

(Mahrin, Luga 2021). Im digitalen ProjectLab werden den Nutzer*innen sowohl innovative digitale Werkzeuge – darunter auch digitale Planungswerkzeuge – bereitgestellt, als auch eine Ausstattung zur Anwendung und Entwicklung digitaler Medien. Die Auszubildenden können im Sinne des Maker-Ansatzes eigene kleine Medienbausteine selbst erstellen, die zur Kooperation und Überwindung der Schnittstellenprobleme mit anderen Gewerken hilfreich sind. Das können Darstellungen von gewerkespezifischen Detaillösungen sein oder Dokumentationen ausgeführter Arbeiten, die ihrerseits später weiterverwendet werden können, beispielsweise zur Prüfungsvorbereitung. Digitale Werkzeuge und weitere zeitgemäße innovative Ausbildungsmittel, wie AR-/VR-Anwendungen oder Tablet-PCs werden in die Lernszenarien integriert und den Auszubildenden bereitgestellt. In der standortübergreifenden Kooperation wird der Lern- und Arbeitsraum durch Überführung der 3D-Daten in virtuelle Realitäten zum virtuellen ProjectLab.

Dieser Projektraum bietet einen Rahmen, in dem innovative digitale Technik im praktischen Einsatz kennengelernt und eingesetzt werden kann. Digitale Mess- und Aufmaßtechnik (Temperatur- und Feuchtemessung, Distanzmessung, Photogrammetrie, 3D-Gebäude-/Raumscanner, Drohnen) stehen zur Verfügung und können zur Lösung der Aufgaben genutzt werden. Wird in der ÜBA heute bereits im jeweiligen Handwerk übliche digitale Technik eingesetzt, so bietet der Projektraum die Möglichkeit, auch zukünftige Entwicklungen ins Auge zu fassen und insbesondere die Digitalisierung als Basis für die gewerkeübergreifende Kommunikation zu erfahren. Ein Beispiel: Die Erfassung von Räumen mitsamt der Ausstattung durch 3D-Gebäudes Scanner – heute vorwiegend von spezialisierten Vermessungsbüros durchgeführt – wird bei anhaltendem digitalen Entwicklungstrend künftig das Aufmaß für die Abrechnung automatisieren. Können sich die Auszubildenden aller Gewerke bereits jetzt mit dieser Technik beschäftigen, ist eine wichtige Voraussetzung für die Innovation in den Handwerksbetrieben gegeben. Dabei sollen auch die für die künftigen Fachkräfte relevanten Elemente der Methode des Building Information Modeling (BIM) mit einbezogen werden.

Im Projektraum besteht die Möglichkeit, die Baustelle in der virtuellen Realität zu begehen. Aus didaktischer Perspektive können damit vielfältige Potenziale gelingenden Lernens ausgeschöpft werden (Hellriegel & Cubela 2018). Zum einen sollen die Auszubildenden einen realen Raum mit Lasertechnik vermessen, so dass aus den Daten ein virtueller Raum berechnet und dargestellt werden kann; zum anderen existiert bereits ein virtuelles Gebäude aus dem abgeschlossenen Projekt *Das virtuelle Digitalgebäude (David)*⁵. Um die in dieses Bauvorhaben integrierten Arbeitsaufgaben zu lösen, kann die Baustelle in verschiedenen Stadien virtuell frequentiert und betrachtet werden.

5 Das Projekt *Das virtuelle Digitalgebäude (David)* wurde im Rahmen des Programms „Digitale Medien in der beruflichen Bildung (DIMEBB)“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Europäischen Sozialfonds gefördert. Siehe hierzu auch <https://www.bubiza.de/kompetenzzentrum/david.html> (16.09.2021)



Abbildung 1: Außenansicht des virtuellen Gebäudes (Quelle: Appenrodt, Bubiza)

Die VR-Technik gewährt ein freies Bewegen im Raum und somit ein detailliertes Erkunden der Räumlichkeit. Mit Hilfe von Avataren wird eine Begegnung von mehreren Gewerkevertreter*innen im virtuellen Raum ermöglicht. So lassen sich bauliche Details gemeinsam betrachten und erörtern. Eine Ausstattung mit Kamera, Mikro und Großmonitor erlaubt verschiedene Arten der zeitgleichen Kooperation in unterschiedlichen Gruppengrößen an unterschiedlichen Standorten. Dabei werden gemeinsam technische Lösungen erarbeitet oder ausgewählt, Abstimmungen über Art und Ablauf der einzelnen Arbeitsschritte getroffen und Informationen über spezielle Anforderungen technischer Systeme und deren Einsatz zusammengetragen.

Das Anwendungsfeld der Interaktion von realen und digitalen Informationen ist dynamisch und wird entsprechend konsequent weiterentwickelt. Dies hat den Effekt, dass sich ständig neue Anwendungsmöglichkeiten ergeben, wodurch die Grenzen der Kreativität in diesen Bereichen fortlaufend erweitert werden. ProjectLabs und VR-Umgebungen als Lernorte sowie didaktische Ausbildungskonzepte werden entsprechend offen gestaltet, um diese Veränderungen und Entwicklungen aufnehmen zu können. Ideen können von Auszubildenden selbst jederzeit eingebracht werden.

Realisierung

Als Bindeglied der verschiedenen Gewerke und virtuelle Baustelle dient das vorhandene dreidimensionale Modell eines Wohngebäudes. Das Gebäude stellt haustechnische und bautechnische Sachverhalte auf einfache Art und Weise dar. Zu den technischen Hintergründen kann mithilfe eines verlinkten Wikis recherchiert werden. Sinn und Zweck dieses Kompendiums ist die Darstellung der

Schnittstellen zwischen den Gewerken. Im Gebäude und dem dazugehörigen Wiki hinterlegt sind die Informationen zum Holzbau, zum Massivbau und zur Versorgungstechnik von der Sanitärtechnik bis zur Elektro-Installation (vgl. Mahrin, Schopbach 2021). So finden sich beispielsweise zum Einbau einer Steckdose in einer Holzbauwand Detailinformationen über den Aufbau der Wand, die Anordnung der Ständer und über die Lage der einzelnen Ebenen, verwendete Materialien usw. abrufbereit. Das Gebäude lädt ein zum spielerischen Erkunden, die hinterlegten Pläne in zweidimensionaler Ansicht ergänzen das Material und trainieren das Lesen von zweidimensionalen Plänen.

Das Projekt *FortUnA* geht darüber hinaus weitere Schritte: Hier dient das Gebäude als virtueller Raum, in dem sich verschiedene Arbeitsgruppen aus unterschiedlichen Gewerken abstimmen können, um einen Umbau durchzuführen. Bei dem zugrundeliegenden Wohnhaus handelt es sich um zweigeschossige Gebäude in Holzrahmenbauweise mit Teilunterkellerung, bei dem das Dachgeschoss bereits vor längerer Zeit nachträglich gedämmt und teilweise für einen weiteren Innenausbau vorbereitet wurde. Nun soll das Dachgeschoss zu einer großzügig gestalteten Wohnung für ein bis zwei Personen ausgebaut werden.

Der Prozess des Umbaus wird in sieben Lernszenarien unterteilt (Tabelle 1), beginnend mit der Erkundung des Dachbodens und der Feststellung verschiedener Bauschäden bis hin zur Inbetriebnahme der Anlage und zur Übergabe an den Kunden. Der gesamte Verlauf aller Bauarbeiten muss von den Auszubildenden Schritt für Schritt geplant werden.

Tabelle 1: Lernszenarien / Ausbaustufen

Lernszenarien / Ausbaustufen
1. Bauzustandserfassung
2. Dach und Gauben
3. Wände und Installationen
4. Badausbau
5. Boden, Türen, Fenster, Installation Haustechnik
6. Einbau einer Zisterne als Niedertemperaturspeicher
7. Systeme Einmessen/Einstellen, Inbetriebnahme, Abnahme

Beispielhafte Beschreibung Lernszenario 1

Lernszenario 1 beginnt mit der Bauzustandserfassung des Dachgeschosses (Abbildung 2) im Rahmen einer gemeinsamen virtuellen Baubesprechung. Schwerpunkte sind die Registrierung des Istzustandes, das Erkennen und Messen baulicher Schäden (Feuchtigkeitsschäden, defekte Balken, Undichtigkeiten usw.) und die Dokumentation zur Nutzung in einer digitalen Bauakte. Die Auszu-

bildenden setzen dazu im virtuellen Raum virtuelle digitale Messgeräte ein, die in den ProjectLabs auch als reale Werkzeuge vorhanden sind.



Abbildung 2: 3D-Modell des Dachgeschosses im Ausgangszustand (Quelle: Appenrodt, Bubiza)

Das Aufmaß von Bauwerken stellt einen integralen Bestandteil der Planung und Dokumentation von Ausbauprojekten dar. Es verfolgt das Ziel, den dreidimensionalen, geometrischen Zustand der Bauwerke zu erfassen und mündet in (heute zumeist) digitalen Zeichnungen, Plänen und Modellen. Somit dokumentiert es den Ist-Zustand von Bauwerken für die Planung und Bauausführung im Bestand, aber auch für die Betriebsphase (Blankenbach 2017). In den Szenarien werden verschiedene Verfahren zur geometrischen Datenermittlung eingesetzt (Elektronisches Handaufmaß, Tachymetrie, Photogrammetrie, Laserscanning). Daneben kommen Messverfahren zur Temperaturbestimmung, Feuchtigkeitsbestimmung und Luftdichtigkeit des Bauwerks zum Einsatz.

Aus der durchgeführten Baubesprechung ergeben sich jeweils gewerkespezifische Aufgaben, die von den Auszubildenden außerhalb des VR-Raums in ihren ProjectLabs bearbeitet werden. Hierzu zählen z. B. Bewertungen von Bauschäden, Maßnahmenableitungen sowie Zeichnungen, Arbeits- und Zeitpläne für die Umsetzung der nächsten Ausbaustufe. In den weiteren Lernszenarien werden dann die jeweils anstehenden Arbeitsschritte und mögliche Schnittstellen besprochen sowie Zeitfenster für die Arbeitsausführungen abgestimmt.

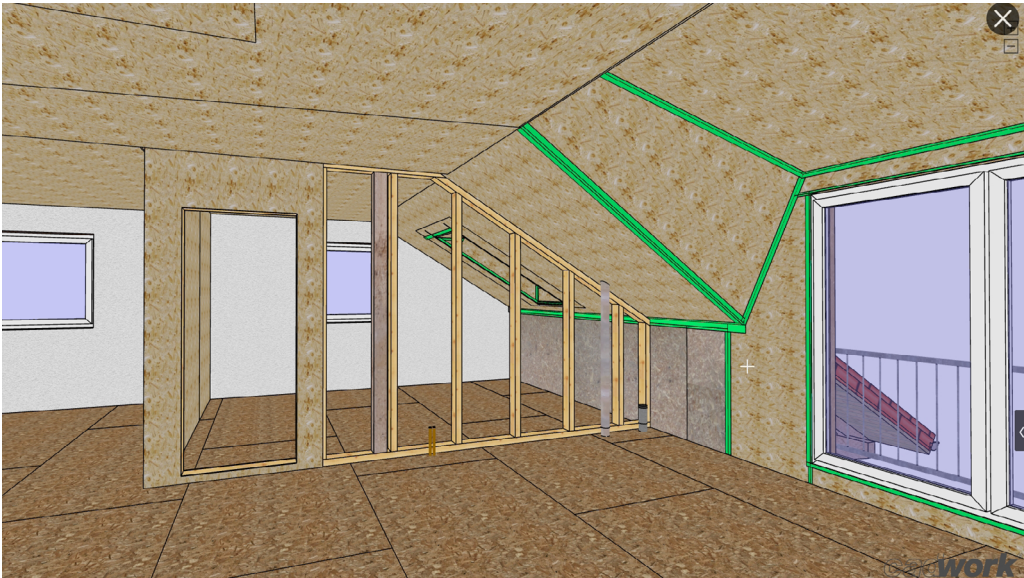


Abbildung 3: Ausbauzustand nach Gauben-Einbau (Quelle: Appenrodt, Bubiza)

Die VR-Lern- und Arbeitsumgebungen dienen einerseits der Darstellung des Gebäudezustands in den verschiedenen Szenarien, andererseits als ein Videokonferenztool zur Durchführung von gewerkeübergreifenden Baubesprechungen, bei denen sich die Beteiligten an unterschiedlichen Orten befinden. Neben der Kollaboration im virtuellen Raum ist auch die Beobachtung und im Sinne von Remote-Assistance aktive Mitwirkung weiterer Personen angedacht bzw. realisierbar, die sich in den ProjectLabs, aber außerhalb des virtuellen Raums befinden.

Durch die gemeinsamen Baubesprechungen werden die Auszubildenden neben den Erfahrungen von Um- und Ausbaumaßnahmen im eigenen Gewerk Einblicke in die Arbeits- und Vorgehensweisen der anderen beteiligten Gewerke erhalten, um so besonders bei kritischen Schnittstellen die Bedarfe der Anderen in der eigenen Planung angemessen berücksichtigen zu können.

Ergebnisse und Produkte

Konkrete Ergebnisse des Projektes sind ausgearbeitete Lehrgangskonzepte, die zukunftsweisende Technologien in die überbetriebliche Ausbildung integrieren. Die Lehrgänge sind erprobt, evaluiert und einheitlich dokumentiert, so dass sie an interessierte Bildungseinrichtungen weitergegeben werden können.

Auf attraktive Weise, z. B. durch eine Timeline mit Videos aus der Projektarbeit mit Azubis, durch 2D-/3D-Screencasts aus der virtuellen Anwendung, durch Podcasts mit Interviews, ggf. durch Webinar-Aufzeichnungen u. ä. werden der Projektfortschritt, Erkenntnisse und Produkte derart online präsentiert, dass interessierte Dritte das neue Konzept einfach übernehmen bzw. leicht adaptieren

können. Hierzu werden digitale, multimediale Werkzeuge wie Checklisten, Step-by-Step-Anleitungen, Formulare und Vorlagen auf der Plattform bereitgestellt.

Ein umfangreiches Kompendium mit Nutzungsanleitung für das System, didaktischen und methodischen Empfehlungen, Beispielaufgaben usw. wird digital und in gedruckter Form verfügbar sein und eine transferunterstützende Beschreibung der ProjectLabs (Konzept, Realisierung, Erfahrungen) mit Fokus auf Didaktik/Methodik und Lehrgangsorganisation enthalten. Die Verbreitung und Implementierung der Projektergebnisse und -produkte in der ÜBA und eine damit verbundene Standardisierung der grundsätzlichen Herangehensweise ist im Projekt bereits durch die enge Zusammenarbeit mit den Fachverbänden angelegt, wodurch Impulse für die Neuordnung der Bauberufe zu erwarten sind. Für Themenbereiche, die nicht verpflichtend in die ÜBA aufgenommen werden können, werden Vorschläge für Wahlveranstaltungen bzw. Zusatzqualifikationen erarbeitet.

Angestrebt wird die dauerhafte, kooperative Nutzung der entstehenden webbasierten Anwendungen in den beteiligten Bildungsstätten und der Transfer zu anderen Anwender*innen, z. B. den Partnern des Kompetenznetzwerks Bau und Energie e. V. und anderen ÜBS, Berufsschulen und Betrieben.

Eine Gelingensbedingung für die Umsetzung des Projektes und die nachhaltige Nutzung des ProjectLabs und der Lernszenarien ist die Medienqualifikation der Auszubildenden und des Ausbildungspersonals. Bei den Auszubildenden geht es primär darum, die individuelle Medienkompetenz aufzubauen und nachhaltig zu stärken. Sie müssen in dem Zusammenhang Kompetenzen im Bereich der Mediengestaltung, -kritik, -nutzung und -kunde entwickeln (vgl. Krämer et al. 2017, 56–60). Die Medienqualifizierung soll als fester Bestandteil in die Kurse der ÜBA integriert werden. Bei den Ausbilder*innen sind zwei wichtige Aspekte zu berücksichtigen: Zum einen muss das Ausbildungspersonal dafür qualifiziert werden, digitale Medien, Werkzeuge und innovative Ausbildungsmittel in vorhandene Lernumgebungen zu integrieren; zum anderen müssen Ausbilder*innen Methoden erlernen, wie sie zielgerichtet digitale Instrumente in Lernszenarien integrieren und Lernprozesse verbessern können. Im Rahmen des Projekts *FortUnA* soll das Ausbildungspersonal für die Integration digitaler Medien im Rahmen von Train-the-Trainer-Seminaren qualifiziert werden. Für die Seminare durchführung werden die ProjectLabs genutzt.

Das Verbundprojekt wird nach außen hin kollektiv auftreten mit gemeinsamen Online-Aktivitäten, Veröffentlichungen und Veranstaltungen. Zum Ende des Projekts wird eine Transferveranstaltung mit Präsentation der Projektergebnisse durchgeführt.

Erprobung, Empfehlungen und Transfer

Die entwickelten gewerkeübergreifenden Lernszenarien werden im Regelbetrieb der Bildungszentren in den ProjectLabs und in der VR-Umgebung pilothaft erprobt. Die gewerkespezifischen Aufgabenstellungen werden durch jeden Verbundpartner am eigenen Standort erprobt. Innerhalb einer Korrekturschleife sind anschließend potenzielle Schwachstellen innerhalb der digitalisierten

Kurse abzustellen oder notwendige individuelle Anpassungen an den Lehrgangskonzepten und/oder Produkten vorzunehmen. Alle Erprobungen werden evaluiert und in Empfehlungen zur Optimierung der überbetrieblichen Ausbildung übersetzt.

Im Anschluss erfolgen die Verstetigung und der Transfer der entwickelten Konzepte und Produkte in die reguläre überbetriebliche Ausbildung. So sollen in den beteiligten Bildungszentren Strukturen aufgebaut und etabliert werden, mit denen langfristig und nachhaltig die Durchführung der digitalisierten ÜBA-Lehrgänge gesichert werden kann. Ebenso werden andere interessierte Bildungszentren auf die im Projekt entwickelten Konzepte und entwickelten Produkte zugreifen können. Bei den Transferaktivitäten soll eng mit den Bundesverbänden kooperiert werden.

Ein Fazit lässt sich in dieser frühen Projektphase noch nicht ziehen. Die bisherigen Anforderungsanalysen zeigen aber, dass die einzusetzenden digitalen Technologien und Werkzeuge in Handwerksbetrieben eine zunehmende Bedeutung erfahren. Die Herausforderungen und Chancen der Nutzung von Virtual Reality in Bildungsprozessen werden aktuell in unterschiedlichen Projekten untersucht. Ebenso entstehen vielerorts MakerSpaces und vergleichbare Lernortarrangements, mit denen selbstgesteuertes und kreatives Lernen und Arbeiten ermöglicht und unterstützt werden soll. Diese Potenziale in einem ganzheitlichen Konzept für die berufliche Bildung und insbesondere die überbetriebliche Ausbildung im Sinne einer umfassenden Förderung beruflicher Handlungskompetenzen zu erschließen, ist die zentrale Zielsetzung im Projekt FortUnA.

Literatur und Quellen

- Ausbildungszentrum-Bau in Hamburg GmbH (Hrsg.) (2013): BauNachhaltig. Lösungen für neue Herausforderungen – Nachhaltige Lehrgangsangebote für die Bauwirtschaft. Online: https://www.komzet-netzwerk-bau.de/wp-content/uploads/2016/10/BauNachhaltig_Brosch%C3%BCre.pdf (16.09.2021)
- Balow, Jörg (2013): Was tun mit komplexen Gebäuden? In: tab Das Fachmedium der TGA-Branche, Jahrgang 43, Heft 5. Online: https://www.tab.de/artikel/tab_Was_tun_mit_komplexen_Gebaeuden__1717085.html (23.06.2021)
- Blankenbach, Jörg (2017). Bauaufnahme, Gebäudeerfassung und BIM. In: Schwarz, Willfried (Hrsg.): Ingenieurgeodäsie. 1. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Spektrum. 23–53
- Hellriegel, Jan; Čubela, Dino (2018): Das Potenzial von Virtual Reality für den schulischen Unterricht – Eine konstruktivistische Sicht. In: MedienPädagogik, (2020) 12, 58–80
- Krämer, Heike; Jordanski, Gabriele; Goertz, Lutz (2017): Medien anwenden und produzieren – Entwicklung von Medienkompetenz in der Berufsausbildung. In: BIBB (Hrsg.): Wissenschaftliches Diskussionspapier, Heft 181. Bonn. Online: <https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/show/8275> (16.09.2021)

Lange, Axel (2013): Lehrgangs-Module „Gewerke-Schnittstellen“ – Nachhaltiges Bauen am Beispiel Passivhaus. In: bwp@ Spezial 6 – Hochschultage Berufliche Bildung 2013, Fachtagung 03, hrsg. v. Meyser, Johannes; Kuhlmeier, Werner; Baabe-Meijer, Sabine, 1–6. Online: http://www.bwpat.de/ht2013/ft03/lange_ft03-ht2013.pdf (16.09.2021)

Mahrin, Bernd; Luga, Jürgen (2022): MakerSpaces – Kreativzonen für co-kreatives, berufliches Lernen und Arbeiten. In: Mersch, Franz Ferdinand; Pahl, Jörg-Peter (Hrsg.): Handbuch Gebäude Berufsbildender Schulen – Gestaltung schulischer Lern- und Arbeitsumgebungen im Kontext von Berufsbildung und Architektur. Bielefeld, 844–862

Mahrin, Bernd; Schopbach, Holger (Hrsg.) (2021): Das virtuelle Digitalgebäude. Kompendium für Lernende und Lehrende, 2. Aufl., Universitätsverlag der TU Berlin. Online: <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-6321.2> (29.10.2021)

Mersch, Franz-Ferdinand; Rullán Lemke, Christina (2016): Kooperation der Baugewerke: nur eine Frage der Kommunikation? In: Mahrin, Bernd (Hrsg.): Wertschätzung – Kommunikation – Kooperation: Perspektiven von Professionalität in Lehrkräftebildung, Berufsbildung und Erwerbsarbeit; Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Johannes Meyser. Berlin: Universitätsverlag der TU Berlin, 140–153. Online: <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-5668> (16.09.2021)

Rothenbusch, Sandra; Kauffeld, Simone (2020): Veränderungspotenziale durch die Digitalisierung der gewerkübergreifenden Kooperation von kleinen und mittleren Unternehmen im Baugewerbe in Richtung Building Information Modeling (BIM) – Eine Fallanalyse. *Gr Interakt Org* 51(2020), 299–317. Online: <https://doi.org/10.1007/s11612-020-00526-w> (16.09.2021)

Strating, Harald (2021): Entwicklungstrends im Handwerk Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik. In: *lernen&lehren* 36(2021)1, 4–12