Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND TOURISMUS

WEITER.mit. BILDUNG@BW

Konzipierte Weiterbildung

>> Virtuelle Lernwelten für die berufliche Weiterbildung im Bereich Ausbau und Fassade <<

Entwickelt im Rahmen des Förderaufrufs **„BAU.weiter.BILDEN@BW - Innovative Weiterbildungsformate für eine nachhaltige Bauwirtschaft in Baden-Württemberg“** des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg

Projektträger: Kompetenzzentrum für Ausbau und Fassade Rutesheim, Institut für Akustik und Bauphysik der Universität Stuttgart

Projektlaufzeit: 01.01.2022 – 31.03.2025

Kurzbeschreibung der konzipierten Weiterbildung:

Die Weiterbildung „Virtuelle Lernwelten für die berufliche Weiterbildung im Bereich Ausbau und Fassade“ wurde im Rahmen des Projekts VAR4BAU@skills.BW entwickelt. Ziel ist es, zentrale bauphysikalische Inhalte, insbesondere Wärme- und Schallschutz, mithilfe eines interaktiven Virtual-/Augmented-Reality-Systems anschaulich und praxisnah zu vermitteln. Die Besonderheit der konzipierten Weiterbildung liegt in der multisensorischen Erfahrung: Inhalte werden nicht nur theoretisch erklärt, sondern visuell und auditiv im virtuellen Raum erlebbar gemacht. Die Teilnehmenden erhalten so die Möglichkeit, Bauteile interaktiv zu erleben, die Auswirkungen unterschiedlicher Aufbauten zu simulieren und auch typische Fehler praktisch zu erleben. Ein zentrales Anliegen der Weiterbildung ist es, bestehende Verständnisbarrieren abzubauen. Gerade im Bereich der Bauphysik fehlt Lernenden häufig ein übergeordnetes Verständnis – die Zusammenhänge zwischen Materialien, Konstruktionen und deren Wirkung auf Schall- oder Wärmeschutz bleiben abstrakt. Auch mangelt es oft an der räumlichen Vorstellungskraft, um sich komplexe

Schichtaufbauten oder bauphysikalische Prozesse im Inneren eines Bauteils vorzustellen. Die immersive Lernumgebung setzt hier gezielt an, indem sie Zusammenhänge sichtbar und erlebbar macht und damit ein tieferes, nachhaltigeres Verständnis ermöglicht. Adressiert werden Meisterschüler/-innen und auszubildende Ausbaumanager/-innen im Ausbauhandwerk. Die intuitive, visuell geführte Benutzeroberfläche der Lernumgebung unterstützt dabei den eigenständigen Wissenserwerb und erleichtert den Zugang zu theoretisch anspruchsvollen Inhalten.

Inhaltsverzeichnis

Handlungsbedarf und Zielgruppe 4
Inhaltliches Curriculum 4
Methodik und Didaktik 7
Weiterführende Informationen (z.B. wichtige Erfahrungen, Herausforderungen) 9
Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner 11

Handlungsbedarf und Zielgruppe

Die Anforderungen im Bauwesen, speziell im Bereich Ausbau und Fassade, haben sich in den letzten Jahren signifikant verändert. Zunehmend komplexe bautechnische Vorgaben im Bereich Energieeffizienz, Wohnkomfort und Ausführungsqualität stellen Fachkräfte vor neue Herausforderungen. Besonders der richtige Umgang mit bauphysikalischen Anforderungen – wie Schallschutz, Wärmedämmung oder Luftdichtigkeit – entscheidet über die Qualität der Bauausführung und Kundenzufriedenheit. Fehlerhafte oder nicht gewerkeübergreifend abgestimmte Umsetzungen führen regelmäßig zu Reklamationen, Nacharbeiten und Imageschäden.

Die Weiterbildung greift diesen Handlungsbedarf auf und verfolgt das Ziel, das Verständnis für bauphysikalische Zusammenhänge deutlich zu vertiefen. Während traditionelle Lernformate wie Skripte oder Frontalunterricht bei abstrakten Inhalten oft an ihre Grenzen stoßen, bietet die immersive Technologie neue, erfahrbare Zugänge.

Zur Zielgruppe gehören insbesondere:

- Meisterschüler/-innen im Ausbauhandwerk
- Auszubildende Ausbaumanager/-innen

Bei der ausführlichen Erprobung der entwickelten Tools an der Universität Stuttgart kam neben dem Tool zur Hörbarmachung der akustischen Qualität eines Raumes, auch ein Aufbau zur Erlebbarmachung thermischer Behaglichkeit zum Einsatz. In diesem Tool lässt sich der thermische Komfort bzw. die thermische Unbehaglichkeit in einem Raum multisensorisch erleben. Hierzu sind jedoch größere Aufbauten (Heizsysteme, Lüftungen) notwendig, so dass sich das System weniger für die mobile Nutzung im Klassenraum eignet, sondern aktuell nur direkt an der Universität vor Ort getestet und durchgeführt werden kann. Das im Folgenden beschriebene Weiterbildungskonzept bezieht sich daher auf die rein akustischen Eigenschaften von Bauteilen und Materialien.

Inhaltliches Curriculum

Das Curriculum der Weiterbildung ist in vier aufeinander aufbauende Module gegliedert, die Theorie und Praxis in einer innovativen, virtuellen Lernumgebung miteinander verbinden. Ziel ist es, die Teilnehmenden vom grundlegenden Verständnis bis hin zur praktischen Anwendung und reflektierten Nutzung digitaler Werkzeuge zu begleiten. Dabei steht nicht nur die Wissensvermittlung im Vordergrund, sondern auch das aktive Erleben, Ausprobieren und der Transfer in die berufliche Praxis.

Modul 1 – Grundlagen der Bauphysik

Im ersten Modul erwerben die Teilnehmenden grundlegendes Wissen über bauphysikalische Zusammenhänge, das insbesondere im Ausbaubereich eine zentrale Rolle spielt. Behandelt werden unter anderem die Grundprinzipien des Wärme- und Schallschutzes sowie die Wirkungsweise unterschiedlicher Materialien

wie Dämmstoffe oder Beplankungen. Darüber hinaus wird erläutert, wie sich verschiedene Schichtaufbauten auf die Energieeffizienz und das Behaglichkeitsempfinden auswirken. Typische Fehlerquellen und deren negative Auswirkungen auf bauphysikalische Eigenschaften werden ebenfalls thematisiert, um ein Bewusstsein für qualitativ hochwertige Ausführung zu schaffen.

Neben den theoretischen Grundlagen liegt ein Schwerpunkt auf der Anwendung im Arbeitsalltag. Die Teilnehmenden bearbeiten beispielhafte Szenarien wie:
– „Welche Dämmstoffe sind bei einer leichten Innenwand optimal, um Schallübertragung zu vermeiden?“
– „Wie erkenne ich mangelhafte Ausführungen bei bestehenden Aufbauten?“

Lernziele:

- Verstehen der physikalischen Wirkprinzipien
- Erkennen und Beurteilen typischer Baumängel
- Entwicklung qualitätsgesicherter Ausführungslösungen

Modul 2 – Einführung in das VR/AR-System

Dieses Modul dient der Einführung in die virtuelle Lernumgebung. Die Teilnehmenden lernen, sich sicher in der digitalen Welt zu bewegen und mit der Benutzeroberfläche sowie den zur Verfügung stehenden Tools zu interagieren. Konkret geht es um die Navigation durch virtuelle Räume und Simulationen, die Auswahl und Veränderung von Bauteilen sowie den gezielten Einsatz von Controllern. Unterstützt wird das Lernen durch integrierte Hilfesysteme und avatarbasierte Tutor/-innen. Ziel ist es, Berührungsängste abzubauen und eine solide Grundlage für die Nutzung der virtuellen Umgebung zu schaffen.

Vertiefend wird auf das Zusammenspiel von Technik und Didaktik eingegangen. Die Lernenden reflektieren, wie die virtuelle Umgebung ihr Verständnis verändert. Erste kurze Reflexionsphasen im Plenum fördern die metakognitive Auseinandersetzung mit der neuen Lernumgebung.

Modul 3 – Anwendung: Interaktive Lernsettings

Im dritten Modul rückt das praktische Erleben in den Vordergrund. Die Teilnehmenden durchlaufen verschiedene interaktive Lernszenarien und erhalten die Möglichkeit, aktiv mit unterschiedlichen Konstruktionen zu experimentieren. Im Fokus steht dabei das akustische Verhalten von Bauteilen und Materialien. So können beispielsweise verschiedene Wand- und Deckenaufbauten – etwa Trockenbau versus Massivbau – miteinander verglichen werden.

Ein besonderes Highlight ist die Auralisation, also das akustische Erleben von Räumen und Materialien im virtuellen Raum. Die Teilnehmenden hören unmittelbar, wie sich unterschiedliche Schallabsorber auf die Raumakustik auswirken und wie sich Parameter wie die Nachhallzeit durch gezielte Materialwahl verändern lassen.

Diese unmittelbare, sinnlich erfahrbare Rückmeldung fördert das Verständnis für bauakustische Zusammenhänge und macht theoretisches Wissen auf eindrucksvolle Weise erlebbar.

Hier wird auf typische Aufgabenstellungen in der Ausbildungspraxis Bezug genommen, etwa:

- Vergleich zweier Deckensysteme hinsichtlich Schalldämmung
- Erkennen von akustischen Schwachstellen in virtuellen Raummodellen
- Simulation von Materialkombinationen und deren akustische Effekte

Modul 4 – Reflexion und Transfer

Das vierte und letzte Modul widmet sich der Reflexion und dem Transfer des Gelernten in den beruflichen Alltag. Die gemachten Erfahrungen werden gemeinsam ausgewertet und mögliche Anwendungsfelder – sei es im eigenen Betrieb, im Unterricht oder in der Kundenberatung – diskutiert. Im Zentrum steht die Frage, welchen Mehrwert die Nutzung von VR/AR-Technologie für die eigene Praxis bietet. Abschließend werden konkrete Einsatzszenarien vorbereitet, um die Teilnehmenden für die Nutzung der virtuellen Umgebung im Berufsalltag zu befähigen.

Die Teilnehmenden erstellen in Kleingruppen Transferpläne für ihren beruflichen Alltag. Dabei beantworten sie Fragen wie:

- „Wo kann ich das Gelernte einsetzen?“
- „Wie kommuniziere ich Vorteile moderner Dämmmethoden gegenüber der Kundschaft?“

Tabellarischer Überblick über die Module

Modul	Titel	Dauer	Schwerpunkte
1	Grundlagen der Bauphysik	4h	Wärme- & Schallschutz, Materialien
2	Einführung in das VR/AR-System	2h	Navigation, Tool-Nutzung
3	Interaktive Lernsettings	4h	Materialvergleiche, Auralisation
4	Reflexion & Transfer	2h	Anwendung im Beruf, Gruppenaustausch

Methodik und Didaktik

Das didaktische Konzept der Weiterbildung folgt einem handlungsorientierten und explorativen Ansatz, der konsequent auf die aktive Beteiligung der Lernenden ausgerichtet ist. Anstatt Inhalte lediglich passiv aufzunehmen, werden die Teilnehmenden dazu angeregt, sich Wissen durch eigenständiges Handeln, Ausprobieren und Reflektieren anzueignen. Die immersive Lernumgebung schafft hierfür optimale Voraussetzungen: Durch das „Eintauchen“ in virtuelle Szenarien können selbst komplexe bauphysikalische Inhalte erfahrbar gemacht werden – ein Prinzip, das nachweislich nachhaltiges Lernen fördert.

Zentral für dieses Konzept sind mehrere methodische Leitprinzipien:

- **Exploration statt Instruktion**: Die Lernumgebung lädt gezielt zur Entdeckung ein. Die Teilnehmenden bewegen sich selbstständig im virtuellen Raum, entscheiden eigenverantwortlich, welche Aspekte sie näher untersuchen möchten, und werden so zu aktiven Gestaltenden ihres Lernprozesses.
- **Multisensorische Vermittlung**: Lerninhalte werden über mehrere Sinneskanäle zugleich vermittelt – visuell, auditiv und, wo möglich, auch haptisch. Diese multimodale Ansprache fördert nicht nur das Verständnis komplexer Inhalte, sondern unterstützt auch die langfristige Verankerung des Gelernten im Gedächtnis. Besonders für lernungewohnte oder praktisch orientierte Personen eröffnet sie einen leichteren Zugang zu theoretischen Themen.

  Im Bereich der Bauakustik hat sich gezeigt, dass die Kombination aus virtueller akustischer Erfahrung und realer Materialwahrnehmung besonders wirksam ist. Es wird daher empfohlen, begleitend zur virtuellen Simulation auch physische Muster der verbauten Materialien bereitzustellen. Auf diese Weise können Lernende die Oberflächenstrukturen ertasten, ihre Festigkeit prüfen und diese sinnlichen Eindrücke direkt mit dem Gehörten verknüpfen – etwa: Harte, glatte Oberflächen führen zu stärkerer Schallreflexion, während weiche, poröse Materialien den Schall absorbieren.

  Ziel ist es, ein Verständnis dafür zu schulen, dass sich akustische Eigenschaften eines Raumes bereits durch Betrachtung und Berührung der verbauten Materialien einschätzen lassen. So wird beispielsweise erfahrbar, dass ein massives Gipskarton-Element ein anderes Schalldämmmaß aufweist als eine Leichtbauvariante mit mineralischer Dämmung. Durch diese bewusste Kopplung von Hören und Fühlen wird das Wissen um bauakustische Zusammenhänge nicht nur abstrakt vermittelt, sondern konkret erfahrbar und handlungsrelevant
- **Lernen durch Fehler**: In der Simulation ist das bewusste Herbeiführen von Montage- oder Planungsfehlern ein integraler Bestandteil des Lernprozesses. Das Erleben der Konsequenzen – etwa durch eine veränderte Akustik – sensibilisiert für die Relevanz fachlich korrekter Ausführung und schafft eine unmittelbare Verbindung zur Praxis.

- **Partizipation und soziale Interaktion**: Der virtuelle Raum ist kein isolierter Lernort. Die Teilnehmenden kommunizieren miteinander, tauschen sich aus und interagieren mit digitalen Tutoren oder Avataren. Dies fördert sowohl die soziale Einbindung als auch den kollaborativen Wissenserwerb.

Ein besonderer Vorteil dieses Konzepts liegt in der Reduzierung sprachlicher Barrieren. Fachbegriffe und abstrakte Konzepte, die in einem konventionellen Unterricht häufig schwer zugänglich sind – insbesondere für Menschen mit internationaler Herkunft oder geringer formaler Vorbildung – werden durch die visuelle und interaktive Aufbereitung verständlicher gemacht. Die VR-gestützte Umgebung eröffnet somit neue Lernchancen für heterogene Zielgruppen und unterstützt inklusive Bildung.

Hervorzuheben ist zudem, dass sich das Konzept in besonderem Maße für den theoretischen Unterricht an Berufsschulen eignet. Es bietet eine innovative Ergänzung zur klassischen Tafel- oder Beamer-Präsentation und kann helfen, die oft trockene Theorie mit erlebbaren Beispielen zu verknüpfen. Der Einsatz in den Werkstätten der überbetrieblichen Ausbildung hingegen ist derzeit nur eingeschränkt umsetzbar. Die dort herrschenden Rahmenbedingungen – insbesondere die starke Staub- und Schmutzbelastung – stellen eine Herausforderung für die sensible Technik dar. Auch die notwendige Konzentration und Bewegungssicherheit beim Tragen von VR-Brillen wäre unter diesen Bedingungen schwer zu gewährleisten. Insofern ist der primäre Einsatzort der virtuellen Lernanwendung im Unterrichtsraum oder im vorbereitenden Seminarbetrieb zu sehen.

Um eine nachhaltige Verankerung der VR/AR-Technologie im Berufsschulunterricht (und in der überbetrieblichen Ausbildung) zu ermöglichen, ist es wichtig, das pädagogische Fachpersonal für die didaktisch fundierte Planung, Durchführung und Reflexion von Lernszenarien mit virtueller Unterstützung zu befähigen. Neben der technischen Handhabung stehen vor allem die methodische Einbindung und didaktische Wirksamkeit im Vordergrund. Das Ausbildungspersonal sollte sich hierfür aktiv mit Fragen der Unterrichtsgestaltung auseinandersetzen:

- Wie lassen sich immersive Lernphasen sinnvoll mit konventionellen Lehrmethoden kombinieren?
- Welche Lernziele profitieren besonders von multisensorischer Vermittlung?
- Wie können VR-Szenarien durch vorbereitende und reflektierende Aufgaben didaktisch gerahmt werden?

Erprobt werden sollten exemplarische Lernsituationen, die den Einsatz der virtuellen Umgebung im Unterrichtsalltag simulieren. Dabei können erste Entwürfe für modulare Unterrichtseinheiten entstehen, die sich flexibel in bestehende Lehrpläne integrieren lassen. Unterstützend werden didaktische Materialien wie Leitfäden, Reflexionsfragen, Kompetenzraster oder Aufgabenblätter zur Verfügung gestellt.

Zur didaktischen Planung tritt auch der Aspekt der technischen Schulung und Unterstützung der Lehrpersonen hinzu: Da der Umgang mit VR-Technik nicht selbstverständlich ist, geht es auch um Technikbegleitung, um Classroom-Management mit VR-Systemen und um Fehlerprävention. Kurze Schulungsvideos und Handreichungen sollen insbesondere Erstnutzenden den Einstieg erleichtern.

Mit diesem Bestandteil wird dem Anspruch der Weiterbildung Rechnung getragen, nicht nur auf der Seite der Lernenden neue Zugänge zu schaffen, sondern auch Lehrkräfte als zentrale Akteure einer zukunftsorientierten Ausbildung zu stärken.

Weiterführende Informationen (z.B. wichtige Erfahrungen, Herausforderungen)

Erprobung der Weiterbildung: Erkenntnisse aus dem Pilotworkshop

Die erstmalige praktische Erprobung der entwickelten Weiterbildung erfolgte im Rahmen eines Pilotworkshops, an dem sieben Ausbaumanager-/innen sowie ein Berufsschullehrer teilnahmen. Ziel dieser Testphase war es, die virtuelle Lernumgebung unter realistischen Bedingungen auf ihre Funktionalität, Benutzerfreundlichkeit und didaktische Wirksamkeit hin zu überprüfen. Die Teilnehmenden erhielten die Möglichkeit, das VR/AR-System in einer betreuten und technisch vorbereiteten Umgebung ausführlich zu testen. Begleitet wurde die Erprobung durch Beobachtungen, moderierte Feedbackrunden und strukturierte Evaluationen.

Die Rückmeldungen der Teilnehmenden fielen überwiegend positiv aus und bestätigten das grundlegende Potenzial der Lernanwendung. Besonders hervorgehoben wurden die immersiven Erlebnisse, die durch die Technologie ermöglicht wurden. So wurde etwa die Möglichkeit, bauphysikalische Fehler nicht nur zu sehen, sondern auch **akustisch zu erleben**, als äußerst eindrücklich und einprägsam empfunden. Insbesondere die Simulation fehlerhafter Schallschutzlösungen vermittelte auf unmittelbare Weise, welche Auswirkungen Planungs- oder Ausführungsfehler haben können.

Auch die **Darstellung thermischer Behaglichkeit** in der virtuellen Umgebung stieß auf große Zustimmung. Teilnehmende berichteten, dass sich die raumklimatischen Unterschiede durch die VR-Erfahrung realistisch und nachvollziehbar anfühlten. Damit konnte ein abstrakter Begriff wie „thermischer Komfort“ in ein greifbares Erlebnis übersetzt werden – ein pädagogischer Mehrwert, der im klassischen Unterricht nur schwer zu erreichen ist. Leider ist diese Anwendung – wie oben beschrieben – nur an der Universität Stuttgart möglich, da es sich um einen festen Aufbau handelt, der nicht nur die VR-Brille beinhaltet, sondern auch Heiz- und Kühlflächen beinhaltet sowie Luftbewegungen direkt erzeugt werden.

Die Benutzeroberfläche und das Design der Anwendung wurden insgesamt als **ansprechend und intuitiv** bewertet. Dennoch zeigte sich, dass insbesondere für VR-Neulinge eine gewisse Eingewöhnungszeit erforderlich ist. Die Steuerung mit den Controllern sowie die Navigation im dreidimensionalen Raum bedurften anfangs einer gezielten Einführung und erklärender Begleitung. Dies deutet auf einen klaren Schulungsbedarf hin – vor allem für Lehrkräfte, die das System künftig im Unterricht einsetzen möchten.

Stimmen aus dem Pilotworkshop:

„Man kann regelrecht hören, wo der Fehler liegt – das ist extrem hilfreich."
– Teilnehmer, 23 Jahre

„Diese Technologie macht etwas, das sonst so trocken ist, endlich greifbar."
– Berufsschullehrer

„Ich hätte nicht gedacht, dass ich mich in VR so gut zurechtfinde. Nach 10 Minuten war ich drin."
– Teilnehmerin, 19 Jahre

Herausforderungen und Verbesserungsbedarf

Trotz des positiven Gesamteindrucks wurden im Rahmen der Erprobung auch einige Herausforderungen deutlich, die bei der Weiterentwicklung berücksichtigt werden sollten:

- Die Bedienung der VR-Technik ist **nicht selbsterklärend**. Lehrkräfte benötigen spezifische Schulungen, um sich mit der Technologie sicher zu fühlen und sie didaktisch sinnvoll in ihren Unterricht integrieren zu können.
- Für bestimmte Funktionen – insbesondere im Bereich der **thermischen Simulationen** – sind **leistungsstarke Hardwarekomponenten** und ein aufwendigeres technisches Setup erforderlich. Dies schränkt die **Mobilität** und die Einsatzmöglichkeiten der Anwendung, beispielsweise in kleineren Bildungseinrichtungen oder bei dezentralen Schulungen, deutlich ein.
- Einige Lernende empfanden die Vielzahl an Möglichkeiten und Interaktionsoptionen als **überfordernd**. Hier zeigte sich der Wunsch nach einer klareren, **fokussierten Benutzerführung**, die sich stärker an den Lernzielen orientiert und schrittweise durch die Anwendung führt.

Entwicklungspotenziale und Perspektiven

Die Rückmeldungen aus dem Pilotworkshop lieferten wertvolle Impulse für die Weiterentwicklung der Anwendung. Konkrete Potenziale, die derzeit geprüft oder bereits in Umsetzung sind, umfassen:

- Die **Integration einer „Remote-Control"-Funktion**, mit der Lehrkräfte einzelne Stationen oder Szenarien aus der Distanz steuern und gezielt Inputs geben können. Dies würde ihre didaktische Steuerungsfähigkeit im Unterricht deutlich erhöhen.
- Die **Erweiterung des Einsatzspektrums** auf neue Anwendungsbereiche, etwa in der **Kundenkommunikation**. Denkbar ist z. B. die Visualisierung unterschiedlicher Heizsysteme oder Dämmvarianten zur besseren Entscheidungsfindung im Beratungsgespräch.

- Der **Ausbau modularer Inhalte**, um weitere bauphysikalisch relevante Themenfelder wie **Brandschutz** oder **Luftdichtheit** zu integrieren. Diese Erweiterung würde die Anwendungsbreite im Unterricht und in der Weiterbildung weiter erhöhen.
- Die **Vereinfachung der Benutzeroberfläche**, insbesondere für Erstnutzende, steht ebenfalls auf der Agenda. Ziel ist es, auch weniger technikaffine Lernende frühzeitig „mitzunehmen“ und ihnen einen leichten Einstieg zu ermöglichen.

Insgesamt hat die Pilotphase bestätigt, dass die VR/AR-Anwendung einen innovativen und wirkungsvollen Beitrag zur modernen Berufsbildung leisten kann – vorausgesetzt, sie wird durch geeignete Schulungskonzepte und technische Rahmenbedingungen flankiert. Ebenso hat sich gezeigt, dass das Lehrpersonal motiviert sein und entsprechend geschult werden muss.

Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner

Dr. Roland Falk, Kompetenzzentrum Ausbau und Fassade

Dr. Holger Röseler, Institut für Akustik und Bauphysik der Universität Stuttgart

Stand: 30.04.2025