



BEST PRACTICE GUIDE

Einsatz von AR, VR und 3D-Druck in der Chemie, der Floristik und dem Malerhandwerk





Kofinanziert durch das
Programm Erasmus+
der Europäischen Union

Digi4VET wurde vom Erasmus+ Programm der EU unterstützt. Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, welcher nur die Ansichten der Verfasser wiedergibt, und die Kommission kann nicht für eine etwaige Verwendung der darin enthaltenen Informationen haftbar gemacht werden.



Dieses Dokument darf in seiner ursprünglichen und ungekürzten Form für nicht-kommerzielle Zwecke verwendet und verbreitet werden (CC BY-NC-ND). Eine andere öffentliche Wiedergabe dieses Dokuments oder die Veröffentlichung von Auszügen daraus, mit Ausnahme von kurzen zugeschriebenen Zitaten, ist nicht gestattet, es sei denn, es liegt eine Genehmigung der Autoren vor und es wird auf das Quelldokument verwiesen.

Inhaltsverzeichnis

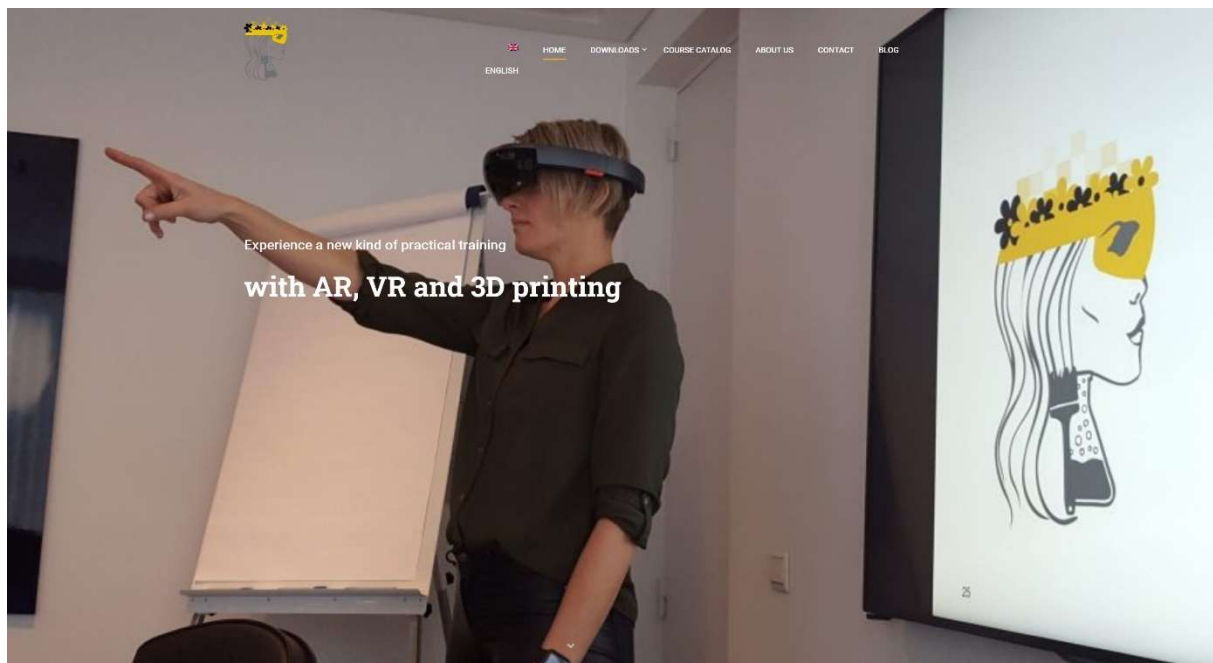
1. Vorwort.....	4
2. Ausgangssituation: Fragen über Fragen.....	5
3. Kurse.....	6
4. Planung des Technologieeinsatzes.....	15
5. Hard- und software	17
6. Didaktische Implikationen	20
7. Ausgewählte Ergebnisse.....	30
8. Lernmodule	31
9. Ausblick.....	32

1. Vorwort

Die Anwendung digitaler Technologien erhielt während der Corona-Pandemie einen großen Auftrieb. Ohne Videokonferenzen und andere digitale Hilfsmittel wären Homeoffice-Unterricht und -Schulungen nicht möglich gewesen.

Der Einsatz moderner digitaler Technologien wie Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR) und 3D-Druck in der beruflichen Bildung ist noch weitgehend unerforschtes Terrain. Anhaltende pädagogische Diskussionen über die Wirkungen auf die Lernenden, wenig praktische Erfahrungen mit entsprechender Hardware, fehlendes Wissen zur Nutzung vorhandener und die Erstellung maßgeschneiderter Inhalte behindern den weiteren Einsatz.

Im Jahr 2021 stellt sich nicht die Frage, ob, sondern wie AR, VR und 3D-Druck eingesetzt werden müssen. Dieser Best-Practice-Leitfaden gibt dem interessierten Leser exklusive Einblicke in die lernhaltige Integration immersiver und additiver Technologien in praktische Ausbildungsumgebungen. Angereichert ist der Leitfaden mit Testbeispielen aus den Bereichen Chemie, Floristik und Malerhandwerk. Nach der Lektüre des Leitfadens werden Sie die pädagogischen Einsatzmöglichkeiten von AR, VR und 3D-Druck verstehen und können beginnen, das Wissen in Ihrem Unterricht anzuwenden.



2. Ausgangssituation: Fragen über Fragen

Die Formulierung einer guten Frage ist fast die Hälfte der Antwort. Eine gute Frage erfordert einen umfassenden Blick auf die Möglichkeiten und Auswirkungen einer neuen Technologie. Eine gute Antwort ist nur ein Ergebnis der Denkweise, die entwickelt wurde, um Fragen richtig und in der richtigen Reihenfolge zu beantworten.

Die Ausgangsfrage lautete: Bieten AR, VR und 3D-Druck einen pädagogischen Mehrwert für die berufliche Bildung, indem sie sich explizit an beruflichen Bildungspersonal richten? Unser Ansatz "Pädagogik vor Technologie" eröffnet viele Möglichkeiten, AR, VR und 3D-Druck im Unterricht und in der praktischen Ausbildung einzusetzen, um die Vermittlung von Lerninhalten und das Erreichen von Lernzielen zu unterstützen.

Der Rahmen, um den Einsatz von AR, VR und 3D-Druck in der Berufsbildung für die Bereiche Chemie, Floristik und Malerhandwerk richtig zu gestalten, war die Erstellung von maßgeschneiderten Online-Trainingsprogrammen, in denen wir unsere Erkenntnisse und Erfahrungen mit AR, VR und 3D-Druck für die praktische Ausbildung teilen. Dabei unterscheiden wir zwischen den folgenden Themen.

Chemie (AR):

1. Welche Hard- und Software kann in der praktischen Ausbildung in der Prozessindustrie für den Arbeits- und Gesundheitsschutz eingesetzt werden?
2. Welche Kommunikations- und Kollaborationsszenarien sind hierfür geeignet?
3. Was bedeutet eine vernetzte digitale Produktion in der chemischen Industrie unter Berücksichtigung einer vorhandenen Automatisierung, von Künstlicher Intelligenz und AR?
4. Wie und welche Art von AR kann in der praktischen Ausbildung eingesetzt werden?

Floristik (AR und 3D-Druck):

1. 3D Druck: Was ist es und wie kann in der Floristik eingesetzt werden?
2. AR und Floristik: Was ist es und wo findet es eine lernhaltige Anwendung?
3. Wie kann ein Blumengeschäft-Besitzer AR und 3D-Druck für das Marketing einsetzen?
4. Wie werden AR und 3D-Druck das Lehren und Lernen in Floristik gestalten?

Malerhandwerk (VR):

1. Was ist VR?
2. Wie kann Virtual Reality im Marketing eingesetzt werden?
3. Wie kann VR im Unterricht für eine praktische Unterweisung wie das Beschichten einer Wand eingesetzt werden?

Um unsere Erkenntnisse und Erfahrungen zu teilen, haben wir eine Website eingerichtet: <http://digi4vet.com/>. Auf dieser Website haben wir die oben genannten Themen in Lernmodulen vorgestellt, einschließlich kurzer Wissensquiz, um zu testen, ob jeweils der Inhalt verstanden wurde.

3. Kurse

Die Integration von AR, VR und 3D-Druck in die praktische Ausbildung lieferte aus erster Hand exklusive Erkenntnisse darüber, was funktioniert und was nicht. Die Szenarien reichen von angeleiteten bis hin zu explorativen Szenarien wie AR-Umgebungen, die keine Softwareprogrammierung erfordern, bis hin zu vollständig programmierten VR-Umgebungen.

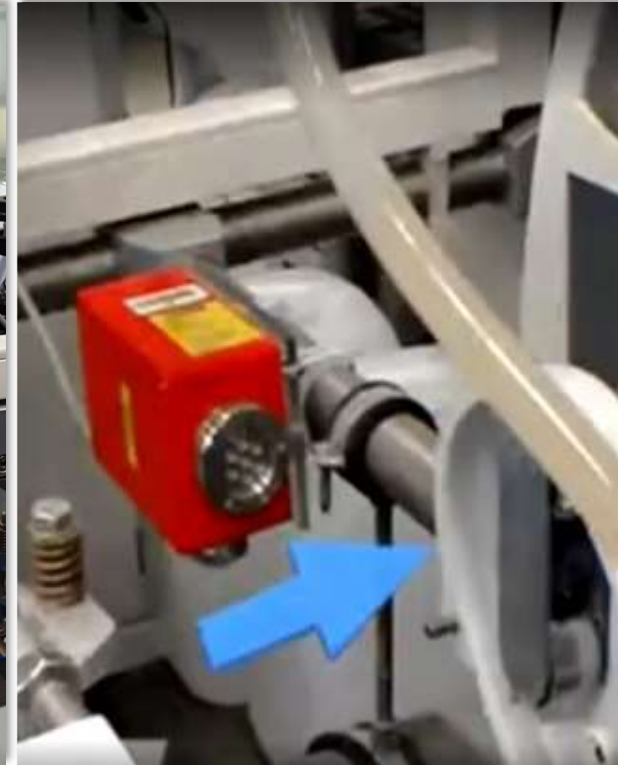
Diese Szenarien wurden in einem strukturierten Prozess mit Praktikern entwickelt, um eine entsprechende pädagogische und technische Lösung zu definieren. Bei allen Szenarien steht die Pädagogik an erster und die Technologie erst an zweiter Stelle. Nachfolgend ein Überblick über die entwickelten, getesteten und evaluierten Szenarien in den Bereichen Chemie, Floristik und des Malerhandwerks.

Chemie: Destillation eines Alkohol-Wasser-Gemisches

1. Problem	Chemikanten überwachen Syntheseprozesse und technische Prozesse in chemischen Anlagen. Um einen Prozess zu starten, können z. B. die Softwarenutzung in der Leitwarte und eine physische Ventilöffnung kombiniert werden. Die Entfernungen und der Lärm in der Anlage verhindern eine rein verbale Kommunikation zwischen den Chemikanten.	
2. Arrangement	Im Chemietechnikum (für Ausbildungszwecke) arbeiten die Auszubildenden in Zweiergruppen. Sie haben die Aufgabe, ein Gemisch aus Ethanol und Wasser zu destillieren. Das AR-Brille wird eingesetzt, wenn eine Echtzeitkommunikation zwischen den beiden Auszubildenden erforderlich ist. Ein Auszubildender sitzt am Computer/im Kontrollraum, der andere arbeitet in der Anlage.	
3. Lösung	Für die Echtzeitkommunikation über die räumliche Distanz (im Technikum) wurde eine sog. Remote Support Lösung für das Peer-Learning gewählt. Ein erfahrener Auszubildender gab von seinem Laptop aus audiovisuelle Anweisungen an einen anderen unerfahrenen Auszubildenden, der eine Microsoft HoloLens 1 trug. Für die Kommunikation zwischen den beiden Auszubildenden wurde die Microsoft „Teams“ App (Laptop) und die „Remote Assist“ App (auf der Microsoft HoloLens 1) verwendet. Der erfahrene Auszubildende konnte alles aus der Ich-Perspektive der anderen Auszubildenden sehen, welche die AR-Brille trug, während sie sich im Chemietechnikum befand. Er wies sie an, die Absorberanlage einzuschalten und die Pumpe zu starten, um die Durchflussmenge einzustellen. Er tat dies verbal und visuell, indem er über seinen Rechner virtuell einfache Hologramme (in Pfeilform), die dann sofort in der AR-Brille sichtbar waren an die entsprechenden technischen Komponenten anbrachte.	
4. Ergebnis	Im gewählten Szenario lag der Schwerpunkt auf der Vermittlung von praktischem Wissen von einem erfahrenen an einen unerfahrenen Auszubildenden. Diese Form ist nützlich, um Routinen zu erlernen. Der Experte gab Anweisungen und konnte in Echtzeit eingreifen. Damit wurden Bedienfehler vermieden. Dieses 1:1-Lernen erfordert keine Softwareprogrammierung. Es eignet sich besonders für die Vermittlung von eher technischem oder Prozesswissen, in Echtzeit und aus der Ferne. Ein positiver Einfluss auf die Lernermotivation sowie auf die Genauigkeit und die Geschwindigkeit der Aufgabenausführung war sichtbar.	

Chemie: Pumpenschlauchwechsel

1. Problem	Zur Sicherstellung des Anlagenbetriebs sind Wartungen. Auszubildende in der Chemieindustrie müssen vor Ort und in Echtzeit geschult werden, um auf ungeplante Ereignisse wie ein beschädigter Pumpenschlauch sofort reagieren zu können.	
2. Arrangement	Im Chemietechnikum wird der Auszubildende vom Ausbilder angeleitet. Der Auszubildende trägt die AR-Brille für die Echtzeitkommunikation (AR-Remote-Support). Der Ausbilder sitzt am Computer/im Kontrollraum und instruiert den Auszubildenden, der im Technikum arbeitet.	
3. Lösung	Für die Echtzeitkommunikation in Distanz wurde ein entsprechendes Szenario (Ausbilder - Auszubildender) ausgewählt. Der Ausbilder gab der Auszubildenden, die eine Microsoft HoloLens 1 trug, in Echtzeit audiovisuelle Anweisungen von seinem Laptop aus. Für die Kommunikation zwischen den beiden wurde die Microsoft „Teams“ App (Laptop) und die „Remote Assist“ App (auf der HoloLens) verwendet. Der Ausbilder konnte alles sehen und der Auszubildenden beim Wechsel des Schlauches einer Pumpe anweisen/unterstützen. Er tat dies verbal und visuell, indem er über seinen Rechner virtuell einfache Hologramme (in Pfeilform), die dann sofort in der AR-Brille sichtbar waren an die entsprechenden technischen Komponenten anbrachte.	
4. Ergebnis	Das gewählte Szenario konzentrierte sich auf die Vermittlung von Handlungswissen durch den Ausbilder an eine eher unerfahrene Auszubildende (1. Ausbildungsjahr). Diese Form ist nützlich, um bei Bedarf technisches Wissen zu vermitteln und um Routinen zu erlernen. Der Experte gab Anweisungen und konnte in Echtzeit eingreifen. So konnte eine angemessene Reaktion auf das unerwartete Ereignis (undichter Pumpenschlauch) erfolgen. Dieses 1:1-Lernen erforderte keine Softwareprogrammierung. Der gesamte Reparaturprozess (ca. 30 Minuten) konnte in Echtzeit und aus der Ferne vom Ausbilder unterstützt werden.	



Chemie: Probenahme

1. Problem	Bei der Synthese chemischer Verbindungen muss die Qualität laufend überprüft werden. Nicht immer ist ein Experte vor Ort, um einen unerfahrenen Auszubildenden (1. Ausbildungsjahr) zu unterstützen.	
2. Arrangement	Im Chemietechnikum wird der Auszubildende vom Ausbilder angeleitet, Proben zu nehmen und aufzubewahren. Der Auszubildende trägt eine AR-Brille für die Echtzeitkommunikation (AR-Remote-Support). Der Ausbilder sitzt am Computer/im Kontrollraum und instruiert den Auszubildenden.	
3. Lösung	Für die Echtzeitkommunikation in Distanz wurde ein entsprechendes Szenario (Ausbilder - Auszubildender) ausgewählt. Der Ausbilder gab der Auszubildenden, die eine Microsoft HoloLens 1 trug, in Echtzeit audiovisuelle Anweisungen von seinem Laptop aus. Für die Kommunikation zwischen den beiden wurde die Microsoft „Teams“ App (Laptop) und die „Remote Assist“ App (auf der HoloLens) verwendet. Der Ausbilder konnte alles sehen und der Auszubildenden beim Wechsel des Schlauches einer Pumpe anweisen/unterstützen. Er tat dies verbal und visuell, indem er über seinen Rechner virtuell einfache Hologramme (in Pfeilform), die dann sofort in der AR-Brille sichtbar waren an die entsprechenden technischen Komponenten anbrachte.	
4. Ergebnis	Das Szenario konzentrierte sich auf die Vermittlung von praktischem Wissen durch den Ausbilder an einen eher unerfahrenen Auszubildenden (1. Ausbildungsjahr). Diese Form ist nützlich, um technisches Wissen zum Erlernen von Abläufen zu vermitteln. Der Experte leitete an und konnte in Echtzeit unterstützen und eingreifen. Zu Dokumentationszwecken (Produktqualität) kann die Sitzung auch aufgezeichnet werden. Dieses 1:1-Lernen erforderte keine Softwareprogrammierung. Der gesamte Prozess (ca. 15 Minuten) konnte in Echtzeit und aus der Ferne vom Ausbilder unterstützt werden.	



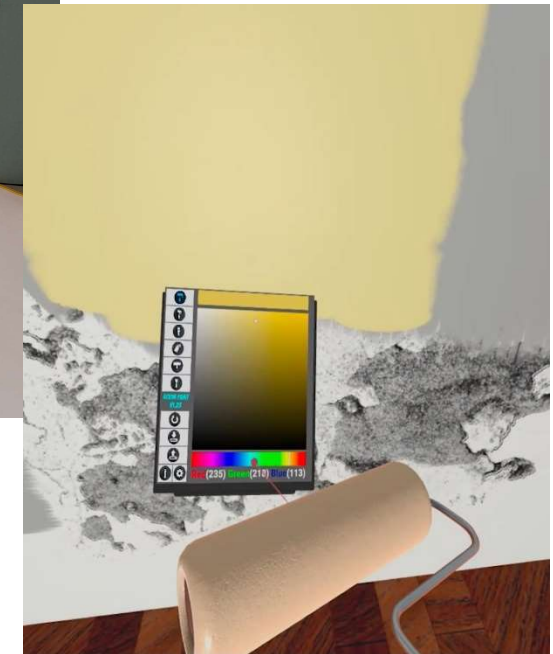
Malerhandwerk: Untergrundvorbereitung

1. Problem	Auszubildende des Malerhandwerks (3. Lehrjahr) müssen in der Lage sein, Mängel wie Risse und Unebenheiten auf verschiedenen Untergründen (z. B. Wand) zu beheben. Auszubildende haben Mühe, die richtigen Werkzeuge und Materialien in der richtigen Reihenfolge anzuwenden.	
2. Arrangement	Der Ausbilder gibt eine Einführung in die Verwendung der VR-Brille (Oculus Quest 1) und erklärt, worauf man beim Verspachteln von Wänden achten muss. Anschließend benutzen die Auszubildenden die VR-Brille für etwa 15 Minuten. Nach der Sitzung wertet der Ausbilder die Leistung aus.	
3. Lösung	Nur ein Auszubildender pro Kleingruppe (2 Personen) trägt nach Einweisung durch den Ausbilder die VR-Brille. Der Ausbilder verfolgt sie auf einem externen Bildschirm (Arbeitsablauf) und kontrolliert die Ergebnisse zusätzlich ("Speicherfunktion Arbeitsergebnis"). Nachdem ein Auszubildender die VR-Brille benutzt hat, benutzt diese der nächste Auszubildende. Dann beginnen beide Lehrlinge eine reale Wand für die Beschichtung z. B. mit Farbe vorzubereiten.	
4. Ergebnis	Die Nutzung VR-Trainingsumgebung konzentrierte sich auf die Vermittlung von praktischem Wissen in einer virtuellen Umgebung. Der Ausbilder leitet zu Beginn an und bewertet am Ende das Ergebnis (Verspachteln Wand und gibt Feedback zu den Arbeitsabläufen, die er/sie während der Ausführung beobachtet). Die VR-Lösung ermöglicht das Training von Arbeitsabläufen, ohne reale Materialien zu verbrauchen. Die gewonnenen Erfahrungen werden später bei der realen Ausführung mit haptischen Erfahrungen kombiniert.	



Malerhandwerk: Beschichtung einer Wand

1. Problem	Auszubildende im Malerhandwerk (3. Lehrjahr) müssen in der Lage sein, eine Wand mit Farbe zu beschichten. Die Auszubildenden haben Mühe, die richtigen Werkzeuge und Materialien in der richtigen Reihenfolge anzuwenden.	
2. Arrangement	Der Ausbilder gibt eine Einführung in die Verwendung der VR-Brille (Oculus Quest 1) und erklärt, worauf man beim Beschichten der Wand mit Farbe achten muss. Dann benutzen die Auszubildenden die VR-Brille für etwa 15 Minuten. Nach der Sitzung wertet der Ausbilder die Leistung aus.	
3. Lösung	Nur ein Auszubildender pro Gruppe trägt die VR-Brille nach Einweisung durch den Ausbilder. Der Ausbilder verfolgt ihn oder sie auf dem Bildschirm (Arbeitsablauf und Einsatz der Werkzeuge - große Rolle, kleine Rolle, Pinsel) und überprüft die Ergebnisse ("Funktion zum Speichern des Arbeitsergebnisses"). Nachdem ein Auszubildender die VR-Brille benutzt hat, benutzt diese der andere Auszubildende. Dann beginnen beide Lehrlinge, das Beschichten mit Farbe an einer realen Wand. Hierbei beachten Sie u.a. die Trocknungszeiten des zuvor aufgetragenen Spachtels (siehe Szenario: „Untergrundvorbereitung“) sowie die Qualität des Untergrundes insgesamt.	
4. Ergebnis	Die Nutzung der VR-Trainingsumgebung konzentrierte sich auf die Vermittlung von praktischem Wissen in einer virtuellen Umgebung. Der Ausbilder leitet zu Beginn an und bewertet am Ende das Ergebnis (Fertigstellung des Farbanstrichs einer Wand und Feedback zu den Arbeitsabläufen, während er/sie die Ausführung beobachtet). Die VR-Lösung bietet ein Training für Arbeitsabläufe, ohne dass reale Materialien verbraucht werden. Die gewonnenen Erfahrungen werden später bei der realen Ausführung mit haptischen Erfahrungen kombiniert.	



Floristik: Raumdekoration

1. Problem	Die Raumplanung komplexer Blumenarrangements, z. B. für eine Hochzeit, erfolgt meist auf dem Papier. Auszubildende haben Schwierigkeiten, die 2D-Planung vom Papier in einen Raum zu übertragen.	
2. Arrangement	Der Ausbilder gibt eine Einführung in die Verwendung der AR-Brille (Microsoft HoloLens) und erklärt, worauf man bei der Raumdekoration achten muss. Anschließend benutzen die Auszubildenden die AR-Brille für etwa 10 Minuten. Nach der Sitzung evaluiert der Ausbilder die virtuelle Raumdekoration der Auszubildenden.	
3. Lösung	Ein Auszubildender trägt die AR-Brille, nachdem er/sie vom Ausbilder in die Nutzung eingewiesen wurde. Der Auszubildende dekoriert einen realen Raum mit digitalen Zwillingen von Blumen, indem er/sie die Floristik-App öffnet. Nach der Fertigstellung übergibt der Auszubildende die AR-Brille dem Ausbilder, um die Ergebnisse zu überprüfen.	
4. Ergebnis	Die AR-Trainingsumgebung konzentriert sich auf die Vermittlung von Handlungswissen. Dies erfolgte sowohl angeleitet als auch explorativ. Der Ausbilder wertet das Ergebnis am Ende aus. Die AR-Lösung ermöglichte das Training von Arbeitsabläufen, ohne echte Blumen zu verwenden. Die gewonnenen Erfahrungen kommen später bei der realen Ausführung zu Anwendung.	



Floristik: Pflanzenpflege

1. Problem	Auszubildende in der Floristik müssen im Botanikunterricht Hunderte von Blumen erlernen, um diese zu klassifizieren, aber auch, um die optimalen Wachstumsparameter zu kennen. Die Anwendung des Wissens in der Ausbildung und die Vorhersage der Auswirkungen verschiedener Wachstumsparameter ist für die Auszubildenden eine Herausforderung.	
2. Arrangement	Der Ausbilder gibt eine Einführung in die Verwendung der AR-Brille (Microsoft HoloLens) und in die Nutzung der Floristik-App mit Beispielen digitaler Zwillinge von Pflanzen: Alocasia Zebrina, Kalanchoe, Blaufarn. Die Auszubildenden benutzen das AR-Brille für etwa 10 Minuten. Nach der Sitzung wertet der Ausbilder die Nutzung der Anwendung aus.	
3. Lösung	Der Auszubildende setzt die AR-Brille auf, nachdem dieser vom Ausbilder in die Nutzung eingewiesen wurde. Er/sie positioniert die drei digitalen Zwillinge im Raum und verändert die Beleuchtung, die Luftfeuchtigkeit und die Temperatur, um die optimalen Bedingungen zu ermitteln. Nach Abschluss der Übung übergibt der Lernende die AR-Brille dem Trainer, damit dieser die Ergebnisse überprüfen kann.	
4. Ergebnis	Die AR-Trainingsumgebung konzentriert sich auf die Vermittlung von Handlungswissen. Dies erfolgte sowohl angeleitet als auch explorativ. Der Ausbilder wertet das Ergebnis am Ende aus. Die AR-Lösung ermöglichte die Schulung von Arbeitsroutinen, ohne dass reale Pflanzen verwendet wurden.	



Floristik: 3D-Druck

1. Problem	Auszubildende der Floristik müssen in der Lage sein, Ideen auf Papier zu skizzieren. Die Entwicklung und Ausführung komplexer technischer Blumenarrangements ist dabei besonders schwierig.
2. Arrangement	Der Ausbilder führt in den sicheren Umgang mit einem 3D-Drucker für den Druck komplexer Blumenarrangements ein.
3. Lösung	Der Ausbilder leitet die Auszubildenden beim Entwerfen und Drucken des 3D-Modells mit dem 3D-Drucker an. Gemeinsam besprechen sie die entworfenen Skizzen und die digitalen Entwürfe.
4. Ergebnis	Die 3D-Druck-Trainingsumgebung konzentriert sich auf die Vermittlung von Handlungswissen. Dies erfolgte sowohl angeleitet als auch explorativ. Der Trainer leitet zu Beginn an und bewertet am Ende das Ergebnis (fertiger 3D-Druck und direktes Feedback während des Entwurfs und des Drucks). Die gemachten Erfahrungen verbinden digitales Wissen mit haptischen Erfahrungen.



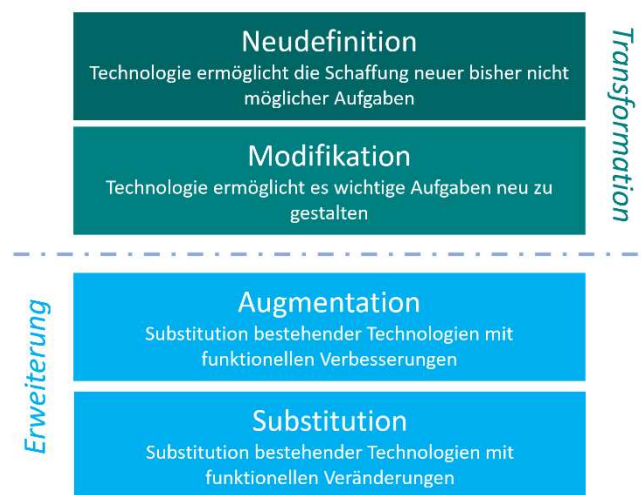
www.prusa3d.com

4. Planung des Technologieeinsatzes

Für die erfolgreiche Einführung einer neuen Technologie in der beruflichen Bildung wird ein dreistufiger Ansatz empfohlen.

SCHRITT 1: Technik reichert an (augmentiert) oder transformiert?

Neue Technologien können vielfältige Auswirkungen haben, die einen substituierenden bis hin zu einem anreichenden Charakter haben. Wenn Technologie bestehende Settings umgestaltet oder die Schaffung neuer Aufgaben ermöglicht ist eine transformative Ebene erreicht. Das SAMR-Modell (Substitution, Augmentation, Modifikation, Neudefinition) bietet hierfür einen Klassifizierungsschema (siehe unten).

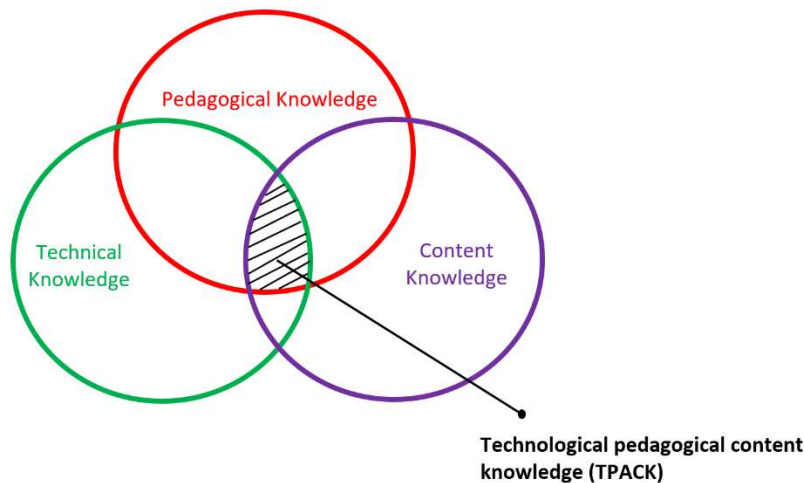


Die Anwendung von AR, VR und 3D-Druck augmentieren einen bestehenden Kurs.

SCHRITT 2: Wie erfolgt ein gelungenes Zusammenspiel von Technologie, Pädagogik und Inhaltevermittlung?

Ein Lehrer oder Ausbilder benötigt Wissen zu:

- Inhalte - Welche Unterrichtsinhalte sind mit AR, VR und 3D-Druck vermittelbar?
- Pädagogische Einsatzmöglichkeiten - Auf welche Weise und in welcher Form möchte sind lernhaltige Szenarios möglich?
- Technologie - Wie soll AR, VR und 3D-Druck eingesetzt werden?



Das "TPACK"-Modell ("technological pedagogical content knowledge" bzw. technisches, pädagogisches und fachbezogenes Wissen) bietet einen Rahmen dafür, worauf es bei der Planung einer Unterrichtseinheit oder eines Kurses zu beachten gibt. Es unterstützt bei der Integration und Harmonisierung von Pädagogik und Technologie während der Unterrichtsplanung und während der eigentlichen Unterrichtsdurchführung. Damit wird die Umsetzung geeigneter und medienbasierter Lehr- und Lernmethoden unterstützt.

SCHRITT 3: Welche Lernziele sollen erreicht werden?

Die Integration von AR, VR und 3D-Druck in eine bestehende Lerneinheit oder Kurs erfordert eine sorgfältige Beschreibung der gewünschten Ergebnisse. Diese können von der Vermittlung von z. B. technischem Wissen bis hin zu einer erweiterten Kommunikation- und Kollaboration im Kurs reichen.

Der Fokus im praktischen Training liegt auf:

- a) Augmented Reality (AR) eher auf Aktivitäten wie: **„klären“** (clarify), **„durchführen“** (carry out), **„integrieren“** (integrate) oder **„beurteilen“** (judge).
- b) Virtual Reality (VR) eher auf Aktivitäten wie: **„erkennen“** (recognize), **„abrufen“** (recall), **„zusammenfassen“** (summarize) oder **„einordnen“** (classify).
- c) 3D Druck eher auf Aktivitäten wie: **„einordnen“** (classify), **„klären“** (clarify), **„durchführen“** (carry out).

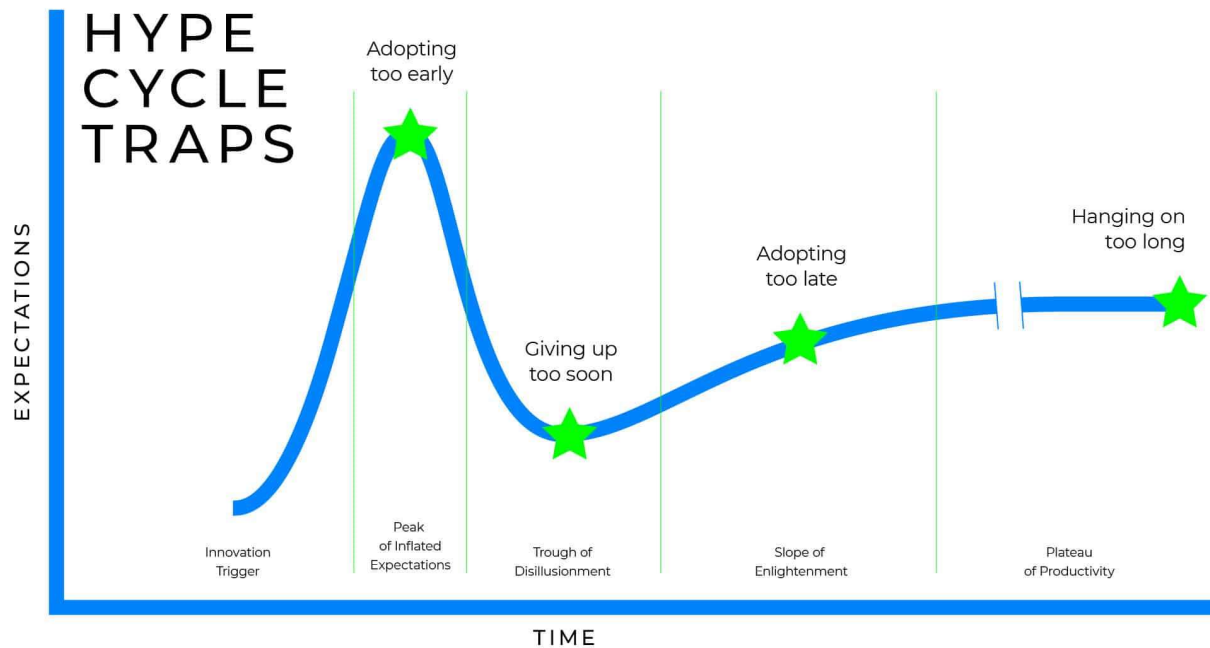


Nach der Definition der erwarteten Wirkung (Augmentation), der Integration des relevanten Wissens (TPACK) und der Klärung der Lernziele kann die Anreicherung der entsprechenden Lernumgebung mit der vorgesehenen Technologie und den daraus resultierenden Kommunikations- und Kollaborationsszenarien vorgenommen werden.

5. Hard- und software

Die Entwicklung von Smart glasses findet in einem sehr dynamischen Umfeld statt. Die Technologie ist nicht neu. In den letzten Jahren wurden die Brillen durch Fortschritte in der Computertechnik und bei den Speichermedien zugänglicher. Ein Engpass besteht jedoch bei der Verfügbarkeit von geeigneten und professionellen Inhalten für Lehr- und Lernumgebungen in Industrie und Handwerk.

Jede neue oder moderne Technologie durchläuft einen Hype-Zyklus. Von hohen Erwartungen beflügelt, geht sie in die Phase der Ernüchterung und erweist sich im besten Fall als produktiv. Das Beratungsunternehmen Gartner veröffentlicht jedes Jahr einen Hype Cycle für neue Technologien. AR und VR waren darin bis 2018 zu finden. Beide Technologien steigen im Hype Cycle von "einer Technologie, die man beobachten sollte" zu einer, die man nutzen sollte. Gartner prognostiziert seither sog. "immersive Arbeitsräume". Der 3D-Druck hat laut Gartner im Jahr 2018 das Plateau der Produktivität erreicht.



Skaleneffekte bestimmen die Dynamik in der Branche. Beim Start des Projekts im Jahr 2018 war die VR-Brille HTC Vive das Maß der Dinge. Im Jahr 2021 dominiert die Oculus Quest 2 (und ihr Vorgänger Oculus Quest 1) den Markt. Diese Brille benötigt keinen externen Computer, sie kann auch komplexe Simulationen verarbeiten und ist mit einem Preis von rund 400 € günstiger als eine Smartwatch.

Entscheidungsfaktoren für eine den Kauf einer VR-Brille sind:

- Preis
- Standalone (externer Computer benötigt oder nicht)
- Batterielaufzeit
- Gewicht
- Steuerung: mit Controller und/oder Stimme
- Verfügbare Lerninhalte

Dies führte zur Auswahl der folgende VR-Brillen für das Projekt:



Neben der Oculus Quest gibt es z. B. die HTC Vive, die Valve Index und die Windows Mixed Reality Brillen.

Bei Brillen für die erweiterte Realität (Augmented Reality oder AR) für Geschäftsanwendungen dominiert die Microsoft HoloLens 2, aber auch kleinere Anbieter wie Realwear und Vuzix bieten Geräte an. Relevante Faktoren für den Kauf einer AR-Brille im Projekt waren:

- Preis
- Batterielaufzeit
- Sichtfeld
- Gewicht
- Kontrolle: Gesten und/oder Sprache
- Verfügbare Lerninhalte

Im Projekt arbeiteten wir mit den folgenden AR-Brillen:

Microsoft HoloLens 1



Microsoft HoloLens 2

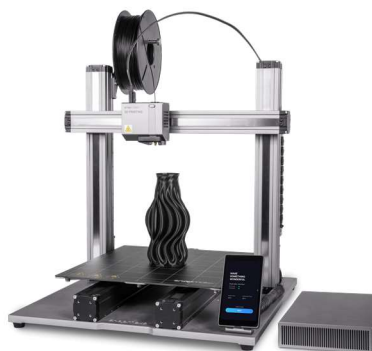


Neben der HoloLens-Brille gibt es für den industriellen Einsatz Vuzix, Realwear und die Google Glass. Magic Leap, nreal und perspektivisch Apple sprechen verstärkt den Konsumentenmarkt an.

Für die Durchführung eines 3D-Druckszenarios in der Floristik wurde ein geeigneter 3D-Drucker verwendet. Dieser ermöglichte den einfachen Druck von 3D-Designs unter Verwendung verschiedener "Kunststoffe" wie PLA (Polymilchsäure), ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol), PETG (Polyethylenterephthalat-Glykol) und TPU (thermoplastisches Polyurethan). Entscheidende Faktoren für die Auswahl des 3D-Druckers sind:

- Preis
- Materialqualität
- Schichtdicke
- Druckgeschwindigkeit
- Verfügbare 3D Modelle / Lerninhalte

In dem Projekt wurde der Snapmaker 2.0 A350 ausgewählt, um z. B. kundenspezifische Vasen oder kundenspezifisch geformte Blumen zu drucken, die neben normalen Blumen in einen Blumenstrauß eingefügt wurden.



6. Didaktische Implikationen

Die Leitfrage im Projekt DIGI4VET lautete: „Gib es einen pädagogischen Mehrwert von AR, VR und 3D-Druck-Anwendungen in der praktischen Ausbildung, in Industrie und im Handwerk?“

In den letzten Jahren wurden die Auswirkungen dieser Technologien auf die Lernenden eher aus technologischer Sicht analysiert. Medienpädagogische Perspektiven sind aus diesem Grund meist unterrepräsentiert. Für die Berufsbildung sind AR, VR und 3D-Druck neue Technologien.

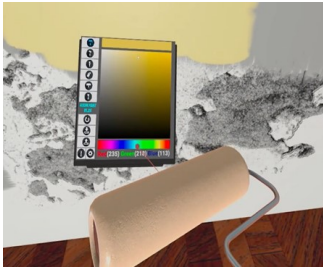
Augmented Reality (AR) dient der Vermittlung von Handlungswissen und technischen Fachwissen durch die Einbindung eines Experten in Echtzeit (sog. Remote Support) oder durch vordefinierte Lernpfade. Darüber hinaus ist eine explorative bzw. selbsterkundende Nutzung durch den Lernenden möglich, durch die Nutzung interaktiver, digitaler Zwillinge von Objekten (Maschinen, Anlagen) um Fachwissen vertieft zu vermitteln.

Virtual Reality (VR) kommt beim Training von Arbeitstätigkeiten zum Einsatz, die an sich oder beim wiederholten Durchführen zu gefährlich oder zu teuer sind.¹ Die Schaffung eigener virtueller Welten sowie die selbstgesteuerte Erkundung unzugänglicher Räume (z.B. simulierte Reisen in die Vergangenheit und im menschlichen Körper) stellen weitere Anwendungsfelder dar. Der explorative Aspekt unterstützt den Erwerb deklarativen Wissens und führt ohne Anleitung zu Lernstrategien nach dem Trial-and-Error-Prinzip.²

3D-Druck kombiniert den Umgang mit digitalen und realen Objekten. Es dient dem Druck benutzerdefinierter 3D-Objekte auf Grundlage eines digitalen 3D-Modells. Es unterstützt kritisches Denken beim Lernenden während der Modellentwurfsphase. Ein unbegleitetes Lernen kann in einem Trial-and-Error Lernen münden. Der 3D-Druck komplexer 3D-Modelle fördert das Verständnis von Prozessen und Abläufen. Dies unterstützt Tätigkeiten für die Schaffung von Einzelstücken sowie mehrerer identischer Stücke.

¹ Buchner et. al, 2020, „Lernen mit immersiver Virtual Reality: Didaktisches Design und Lessons learned“, Zeitschrift für Medienpädagogik 17, 195-216. (DOI: [10.21240/mpaed/jb17/2020.05.01.X](https://doi.org/10.21240/mpaed/jb17/2020.05.01.X))

² Zender et. al, 2020, „HandLeVR: Action oriented Learning in a VR painting simulator“, 46-51, in: Popescu E., Hao T., Hsu TC., Xie H., Temperini M., Chen W. (eds) Emerging Technologies for Education. SETE 2019. Lecture Notes in Computer Science, vol 11984. (DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-38778-5_6)

Chemie (Industrie)	Floristik (Handel)	Malerhandwerk
		
Augmented Reality: Remote support (Fernunterstützung in Echtzeit)	Augmented Reality: interaktiver digitaler Zwilling 3D Druck: Druck von Vasenentwürfen	Virtual Reality: virtueller und interaktiver Malsaal
Vermittlung von fach-/technischen Wissens während der Praxisphase Wandel vom Ausbilder-Auszubildenden Szenario zum Auszubildenden-Auszubildenden Szenario	Vermittlung von Fach-/Handlungswissen vor der eigentlichen Praxisphase Wandel vom ausbildergeführten Lernen hin zum selbstgesteuerten Lernen	Vermittlung von Arbeitsabläufen vor der eigentlichen Praxisphase Wandel vom reinen ausbildergeführten Szenario hin zu einem ausbilderbegleitenden sowie gleichzeitig explorativen Szenario.

In den Beispielszenarien haben wir verschiedene Anwendungsmöglichkeiten erprobt:

AR - Remote training / remote support: Audiovisuelle Echtzeitanleitung des Lernenden im Chemietechnikum (für Ausbildungszwecke), der eine AR-Brille trägt, durch einen Experten. Der Experte, ein Ausbilder oder ein erfahrener Auszubildender kann sagen, dass ein Ventil geöffnet werden muss. Er kann dies aber auch zusätzlich mit einem Hologramm in Form eines Pfeiles dem Lernenden in der Brille visualisieren.

AR – Interaktiver, digitaler Zwilling: Interaktive digitale Zwillinge von Pflanzen ermöglichen es Floristen, ausgewählte Wachstumsbedingungen (Beleuchtung und Temperatur) an der Visualisierung so zu manipulieren, dass die zukünftigen Auswirkungen sofort sichtbar sind. Damit sind optimale und suboptimale Bedingungen identifizierbar und visualisierbar.

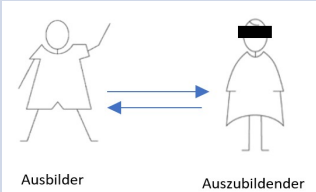
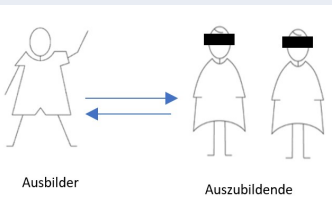
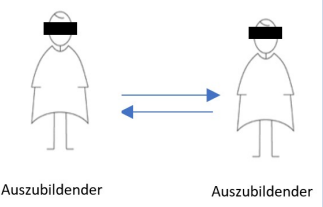
VR – virtueller, interaktiver Malsaal: Auszubildende des Malerhandwerk führen in VR ausgewählte Aufgaben aus, um den Untergrund für eine spätere Beschichtung mit Farbe vorzubereiten. Hierfür kommen verschiedene Werkzeuge zum Einsatz (Spachtel, Malerrolle etc.). Der Ausbilder kann dabei verbal unterstützen, wenn die Interaktionen in Echtzeit auf einen externen Bildschirm sichtbar sind.

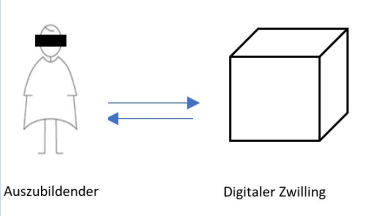
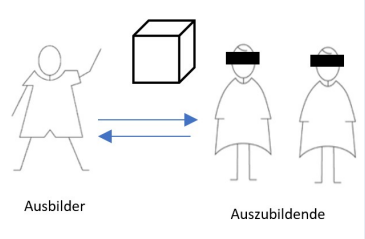
3D Druck- Designentwurf & -überprüfung: Auszubildende der Floristik entwerfen ein 3D Model einer Vase und drucken es anschließend mit einem 3D-Drucker aus.

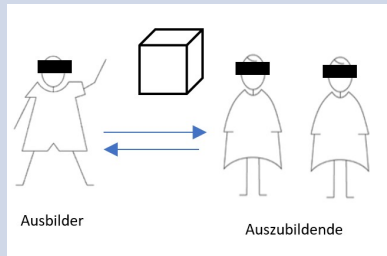
Der Einsatz von AR und VR-Brillen in der praktischen Ausbildung ist eingeschränkt durch die derzeit noch hohen Preise für Hardware und die Erstellung passender Inhalte. Der Einsatz von mindestens 1-2 Brillen im Unterricht resultiert im Lernen an räumlich und zeitlich klar definierten Lernstationen.

Die nachfolgende Tabelle macht die geeignetste Kommunikations- und Kollaborationsform sichtbar (grüne Markierung). Diese variieren von:

- a) Alle sind zur gleichen Zeit im gleichen Raum (direkte und synchrone Kommunikation)
- b) Alle sind zur gleichen Zeit an unterschiedlichen Orten (indirekte und synchrone Kommunikation) und
- c) Alle sind zu unterschiedlichen Zeiten and orten verfügbar (asynchrone Kommunikation)

AR REMOTE TRAINING (CHEMIE)	Direkte, synchrone Kommunikation	Indirekte, synchrone Kommunikation	Asynchrone Kommunikation
	Der Ausbilder gibt dem Auszubildenden audiovisuelle Anweisungen durch den Einsatz des gesprochenen Wortes sowie mittels einfacher Hologramme, während der Durchführung der Destillation im Chemietechnikum (Start Absorberanlage). Der Ausbilder befindet sich im selben Raum wie der Auszubildende.	Hierbei handelt es sich um das gleiche Szenario wie bei der synchronen Kommunikation nur das sich der Ausbilder mit dem Auszubildenden nicht im selben Raum befindet.	Eine aufgezeichnete AR Remote Support Sessions zum Starten des Absorbers dient als Lernvideo für den Auszubildenden.
	Der Ausbilder weist die Auszubildenden einer Kleingruppe einzeln und nacheinander audiovisuell an den Start des Absorbers (Destillationsaufgabe) im Chemietechnikum durchzuführen. AR kommt zur Anwendung, wenn einfache Hologramme verwendet werden, um zu zeigen welche Ventile in welcher Reihenfolgen geöffnet oder geschlossen werden müssen. Der Ausbilder befindet sich im selben Raum wie die Auszubildenden.	Hierbei handelt es sich um das gleiche Szenario wie bei der synchronen Kommunikation nur das sich der Ausbilder mit dem Auszubildenden nicht im selben Raum befindet.	Eine aufgezeichnete AR Remote Support Sessions zum Starten des Absorbers dient als Lernvideo für weitere Auszubildende.
	Ein erfahrener Auszubildender begleitet einen anderen Auszubildenden audiovisuell bei der Durchführung des Starts des Absorbers (Destillationsaufgabe) im Chemietechnikum. Dabei kommen das gesprochen Wort und einfache Hologramme zur Anwendung. Beide befinden sich im selben Raum.	Hierbei handelt es sich um das gleiche Szenario wie bei der synchronen Kommunikation nur das sich der erfahrende Auszubildende mit dem Auszubildenden nicht im selben Raum befinden.	Eine aufgezeichnete AR Remote Support Session (Absorberstart) zwischen zwei Auszubildenden ist als Lernvideo für weitere Auszubildende verfügbar.

AR DIGITALER ZWILLING (FLORISTIK)	Direkte, synchrone Kommunikation	Indirekte, synchrone Kommunikation	Asynchrone Kommunikation
 The diagram shows a stick figure labeled 'Auszubildender' on the left and a 3D cube labeled 'Digitaler Zwilling' on the right. A blue double-headed arrow connects them, indicating interaction.	Der Ausbilder definiert die Funktionalitäten eines digitalen Zwillings (z.B. Pflanze), die ein Softwareprogrammierer für die entsprechende AR-Brille programmiert. Der Auszubildende mit der passenden AR-Brille kann dann mit dem interaktiven digitalen Zwilling interagieren, um z.B. die Parameter Temperatur und Beleuchtung zu ändern. Dies erfolgt vor der eigentlichen Aufgabendurchführung. Der Ausbilder befindet sich im selben Raum und kann bei Bedarf unterstützen.	-	Der Ausbilder definiert die Funktionalitäten eines digitalen Zwillings (z.B. Pflanze), die ein Softwareprogrammierer für die entsprechende AR-Brille programmiert. Der Auszubildende interagiert mit dem interaktiven digitalen Zwilling, um zu verstehen, wie z.B. einen Raum virtuell dekoriert werden kann oder welche Wachstumsparameter bei ausgewählten Pflanzen beachtet werden müssen.
 The diagram shows a stick figure labeled 'Ausbilder' on the left and two stick figures labeled 'Auszubildende' on the right. A blue double-headed arrow connects the trainer to the group of trainees. A 3D cube is positioned above the arrow.	Der Ausbilder definiert die Funktionalitäten eines digitalen Zwillings (z.B. Pflanze), die ein Softwareprogrammierer für die entsprechende AR-Brille programmiert. Jeder Auszubildende einer Kleingruppe hat eine passende AR-Brille und kann mit dem interaktiven, digitalen Zwilling interagieren um z. B. Parameter wie Temperatur und Beleuchtung zu ändern. Dies erfolgt jeweils vor der eigentlichen Aufgabendurchführung. Der Ausbilder befindet sich im selben Raum wie die Auszubildenden und kann diese bei Bedarf unterstützen.	-	Der Ausbilder definiert die Funktionalitäten eines digitalen Zwillings (z.B. Pflanze), die ein Softwareprogrammierer für die entsprechende AR-Brille programmiert. Die Auszubildenden interagieren jeweils mit dem interaktiven digitalen Zwilling vor der eigentlichen Aufgabendurchführung, um zu verstehen, wie z.B. einen Raum virtuell dekoriert werden kann oder welche Wachstumsparameter bei ausgewählten Pflanzen beachtet werden müssen. Hierfür erstellt jeder ein Video aus der Brille heraus. Dieses wird anschließend an den Ausbilder gesendet, der dies für die Evaluation verwendet.

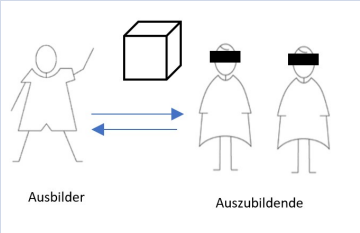
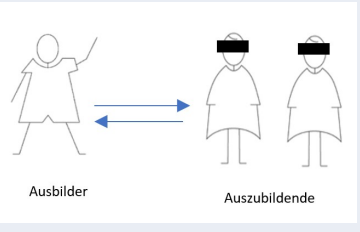


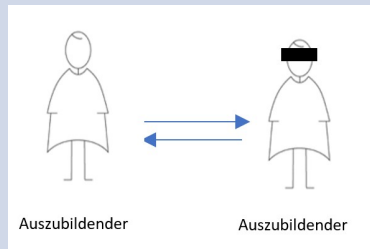
Der Ausbilder definiert die Funktionalitäten eines digitalen Zwillings (z.B. Pflanze), die ein Softwareprogrammierer für die entsprechende AR-Brille programmiert. Jeder Auszubildende einer Kleingruppe hat eine passende AR-Brille. Dadurch können der Ausbilder (mit AR Brille) und die Auszubildenden gleichzeitig und gemeinsam mit dem interaktiven, digitalen Zwilling interagieren um z. B. Parameter wie Temperatur und Beleuchtung zu ändern. Der Ausbilder befindet sich im selben Raum wie die Auszubildenden.

Hierbei handelt es sich um das gleiche Szenario wie bei der synchronen Kommunikation nur dass sich der Ausbilder mit dem Auszubildenden nicht im selben Raum befindet bzw. virtuell anwesend ist.

Der Ausbilder definiert die Funktionalitäten eines digitalen Zwillings (z.B. Pflanze), die ein Softwareprogrammierer für die entsprechende AR-Brille programmiert. Vor der Nutzung probiert er es selbst in der AR-Brille aus.

Die Auszubildenden interagieren jeweils mit dem interaktiven digitalen Zwilling vor der eigentlichen Aufgabendurchführung, um zu verstehen, wie z.B. einen Raum virtuell dekoriert werden kann oder welche Wachstumsparameter bei ausgewählten Pflanzen beachtet werden müssen. Hierfür erstellt jeder ein Video aus der Brille heraus. Dieses wird anschließend jeweils an den Ausbilder gesendet, der dies für die Evaluation verwendet.

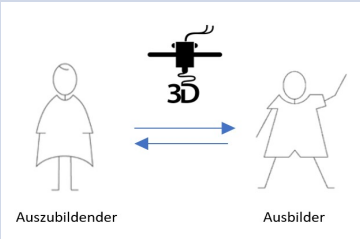
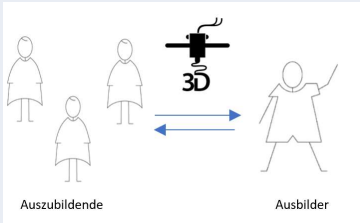
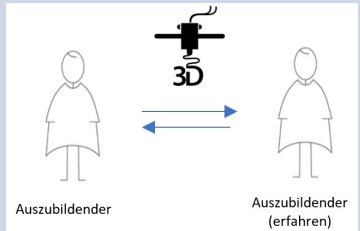
VR (MALERHANDWERK)	Direkte, synchrone Kommunikation	Indirekte, synchrone Kommunikation	Asynchrone Kommunikation
	Der Ausbilder verfolgt die Aktivitäten des Lernenden, z. B. das Beschichten eines Untergrundes (z.B. Wand) mit Farbe in VR auf seinem Computerbildschirm. Der Lernende trägt die VR-Brille und keine Kopfhörer. Ausbilder und Auszubildender befinden sich physisch im selben Raum. Bei Fragen gibt der Ausbilder verbale Hilfestellung.	Der Ausbilder verfolgt die Aktivitäten des Auszubildenden, z. B. das Beschichten eines Untergrundes (z.B. Wand) mit Farbe in VR auf seinem Computerbildschirm. Der Lernende trägt die VR-Brille und keine Kopfhörer. Ausbilder und Auszubildender befinden sich NICHT im selben Raum	Der Auszubildende zeichnet seine Arbeit auf, die er in der VR-Brille verrichtet. Die aufgezeichnete Sitzung wird an den Ausbilder gesendet. Darüber hinaus kann der Ausbilder das Arbeitsergebnis in der VR-App sehen, indem er auf die letzte gespeicherte Sitzung zugreift. Der Ausbilder kann die Leistung des Auszubildenden einsehen und bewerten. Er/sie kann seine/ihre Kommentare aufzeichnen und an den/die Lernende/n senden.
	Lernende arbeiten gemeinsam an einem Projekt (z. B. dem Beschichten eines Untergrundes mit Farbe in VR). Der Ausbilder verfolgt die Aktivitäten der Lernenden auf seinem Computerbildschirm. Ausbilder und Lerner befinden sich physisch im selben Raum. Bei Fragen gibt der Ausbilder verbale Hilfestellung, da er den Arbeitsfortschritt auf einem externen Bildschirm live verfolgen kann.	Der Ausbilder verfolgt die Aktivitäten der Auszubildenden, wie das Beschichten eines Untergrundes (z.B. Wand) mit Farbe in VR auf seinem Computerbildschirm. Die Lernenden tragen jeweils eine VR-Brille und keine Kopfhörer. Ausbilder und Auszubildender befinden sich NICHT im selben Raum	Die Auszubildenden zeichnen ihre Arbeit auf, die sie in der VR-Brille verrichten. Die aufgezeichnete Sitzung wird jeweils an den Ausbilder gesendet. Darüber hinaus kann der Ausbilder das Arbeitsergebnis in der VR-App sehen, indem er auf die letzte gespeicherte Sitzung zugreift. Der Ausbilder kann die Leistung des Auszubildenden einsehen und bewerten. Er/sie kann seine/ihre Kommentare aufzeichnen und an den/die Lernende/n senden.



Ein erfahrener Auszubildender verfolgt die Aktivitäten eines anderen Auszubildenden, wie Beschichten eines Untergrundes (z.B. Wand) in VR auf seinem Computerbildschirm. Der Lernende trägt die VR-Brille und keine Kopfhörer. Beide Auszubildenden befinden sich im selben Raum. Bei Fragen gibt der erfahrene Auszubildende verbale Hilfestellung.

Der erfahrene Auszubildende verfolgt die Aktivitäten der Lernenden, wie das Beschichten eines Untergrundes (z.B. Wand) mit Farbe in VR auf seinem Computerbildschirm. Der Lernende trägt eine VR-Brille und keine Kopfhörer. Beide befinden sich NICHT im selben Raum.

Der Auszubildende zeichnet seine Arbeit auf, die er in der VR-Brille verrichtet. Die aufgezeichnete Sitzung wird an den erfahrenen Auszubildenden gesendet. Darüber hinaus kann der erfahrene Auszubildende das Arbeitsergebnis in der VR-App sehen, indem er auf die letzte gespeicherte Sitzung zugreift. Der erfahrene Auszubildende kann die Leistung des Auszubildenden einsehen und bewerten. Er/sie kann seine/ihre Kommentare aufzeichnen und an den/die Lernende/n senden.

3D-DRUCK (FLORISTIK)	Direkte, synchrone Kommunikation	Indirekte, synchrone Kommunikation	Asynchrone Kommunikation
 Auszubildender Ausbilder	Der Auszubildende zeigt seine Arbeit (z. B. das 3D-Modell einer Vase) als 3D-Objekt dem Ausbilder, bevor er dies ausdruckt. Beide befinden sich im selben Raum. Wenn der Auszubildende Fragen hat, wendet sich der Lehrer persönlich an ihn.	Dies ist das gleiche Szenario wie bei der direkten, synchronen Kommunikation, nur dass der Ausbilder NICHT im Raum ist. Wenn es Fragen gibt, wird der Chat usw. genutzt, bevor das 3D-Modell gedruckt wird.	Der Auszubildende zeigt sein Design (z. B. eine Vase) in 3D vor und nach dem Druck. Er nimmt die Sitzung als Video auf. Der Ausbilder sieht sich die aufgezeichnete Sitzung auf dem Computerbildschirm an und kann die Leistung des Auszubildenden beurteilen. Der Ausbilder kann Kommentare aufzeichnen und sie an den Auszubildenden senden.
 Auszubildende Ausbilder	Die Auszubildenden arbeiten gemeinsam an einem Projekt. Der Ausbilder, der sich ebenfalls im Raum befindet, kann den Arbeitsfortschritt von seinem Computer aus überwachen und bei Bedarf Ratschläge geben. Eine Bewertung kann die Qualität, die Effektivität und die Art und Weise, wie die Auszubildenden zusammenarbeiten, um gemeinsam ein 3D-Objekt für den 3D-Druck zu entwerfen, umfassen.	Dies ist das gleiche Szenario wie bei der direkten, synchronen Kommunikation, nur dass der Ausbilder NICHT im Raum ist. Wenn es Fragen gibt, wird der Chat usw. genutzt, bevor das 3D-Modell gedruckt wird.	Die Auszubildenden zeigen ihr Design (z. B. eine Vase) in 3D vor und nach dem Druck. Jeder nimmt die Sitzung als Video auf. Der Ausbilder sieht sich die aufgezeichneten Sitzungen auf dem Computerbildschirm an und kann die Leistung jeweils beurteilen. Der Ausbilder kann Kommentare aufzeichnen und sie an die Auszubildenden senden.
 Auszubildender Auszubildender (erfahren)	Ein erfahrener Auszubildender leitet den anderen Auszubildenden beim 3D-Design und beim 3D-Druck an. Der erfahrene Auszubildende befindet sich im selben Raum wie der Auszubildende.	Dies ist das gleiche Szenario wie bei der direkten, synchronen Kommunikation, nur dass der erfahrene Auszubildende NICHT im gleichen Raum mit den anderen Auszubildenden ist.	Der Auszubildende nimmt seine Arbeit auf und schickt sie an den erfahrenen Auszubildenden. Der erfahrene Auszubildende kann darauf zugreifen und dies auswerten. Dieser kann seine Kommentare aufzeichnen und sie an den Auszubildenden senden.

Evaluation

Der Einfluss AR, VR und 3D-Druck-Anwendungen in bestehenden Ausbildungsumgebungen wurde anhand von Beobachtungen (Ausbilder) und Fragebögen zur Selbsteinschätzung (Fokus Auszubildende) bewertet. Die Schlüsselfrage war: Wie effektiv war der Einsatz, und welchen Wert hat er?

Die Evaluation erfolgte in 3 Stufen:

Vorher (Welches Vorwissen für Aufgabe X besteht?)

Während (Wie viele Fehler macht ein Auszubildender? Hat der Auszubildende die Aufgaben erledigt? Welches Wissenslevel wurde erreicht?), und

Nachher (Wurden die Lernziele erreicht? Was kann verbessert werden?).



Auszubildender



Ausbilder



Auszubildender

VORHER	WÄHREND	DANACH																																				
 Kursbefragung vor Beginn des Augmented Reality Einsatzes Wie wichtig sind Ihnen Wissen und Fertigkeiten hinsichtlich des Einsatzes von AR/VR? 1 - Sehr gut, 2 - Gut, 3 - OK, 4 - Eher weniger gut Wie hoch ist dein Interesse die Distributions durchzuführen? Sehr großes Interesse, 2 - Großes Interesse, 3 - Interesse, 4 - Kein Interesse	OBSERVATIE (in trainingssessie) Deze tabel is voor meerdere leerlingen voor één belangrijke activiteit of taak. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Activiteit</th> <th rowspan="2">Waarnemer</th> <th colspan="6">Schrijftijd</th> <th rowspan="2">Totale</th> <th rowspan="2">Niveau</th> </tr> <tr> <th>Or</th> <th>Help</th> <th>Step 1</th> <th>Step 2</th> <th>Step 3</th> <th>Step 4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Deelname aan de cursus</td> <td>Maria M. Meester</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Naam</td> <td>Jansen</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Activiteit	Waarnemer	Schrijftijd						Totale	Niveau	Or	Help	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Deelname aan de cursus	Maria M. Meester									Naam	Jansen									Observation: Training VR omgevingen De observatie wordt gedaan door de trainer. De observatie wordt gedaan door de leerling. De observatie wordt gedaan door de leerling. De observatie wordt gedaan door de leerling. Self-evaluation: Periode 1 en 2 If you could run this course again, what advice would you give to achieve a better result? Teacher feedback: What do you think about the assignment that went out to us? Teacher feedback:
Activiteit	Waarnemer			Schrijftijd								Totale	Niveau																									
		Or	Help	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4																															
Deelname aan de cursus	Maria M. Meester																																					
Naam	Jansen																																					
  																																						

Die Evaluationsergebnisse zeigten einen positiven Effekt auf die Erlangung geforderter beruflicher Fähigkeiten während der Arbeitsvorbereitung (VR, AR digitaler Zwilling) und während der Arbeitsausführung (AR Remote Training). Die Auszubildenden zeigten eine erhöhte Lernmotivation.

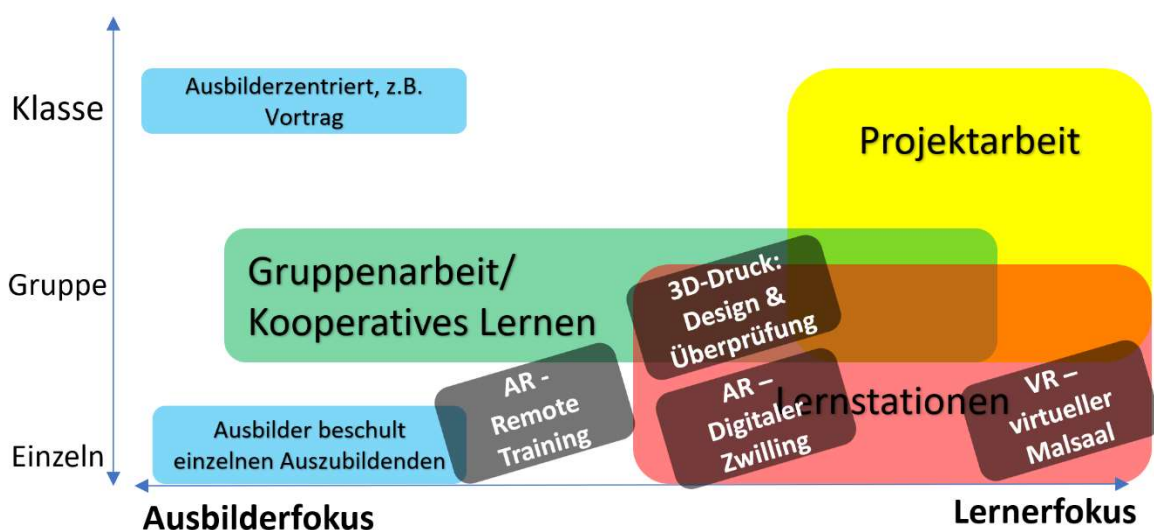
7. Ausgewählte Ergebnisse

Alle erprobten und mit AR, VR und 3D Druck angereicherten Lehr- und Lernformen fördern verstärkt lernerzentrierte Ansätze. Diese reichen von **expertengeführten** (AR Remote Support: Chemie), **expertenbegleiteten** (VR: Malerhandwerk – Untergrundvorbereitung und -beschichtung) bis hin zu **selbstgesteuerten Szenarien** (AR digitaler Zwilling – Raumdekoration und 3D Druck). Die Anwendung digital angereicherter oder rein digitaler Szenarien unterstützt den Wandel des Ausbilders vom Instruktor hin zum Coach. Auszubildende stärken insbesondere den selbstgesteuerten Kompetenzerwerb.

Ein höherer Anteil der Beteiligung des Ausbilders resultiert meist in einem geringeren Programmierungsumfang. Für die Anwendung des AR Remote Trainings ist keine Softwareprogrammierung nötig. Im Gegensatz dazu ist muss für die VR-Umgebung alles programmiert werden.

Die Pilotierung in der praktischen Ausbildung begünstigen eine **synchrone Kommunikation**, die entweder direkt oder indirekt durchgeführt wurden.

Die Wahl der passenden Kommunikations- und Kollaborationsform muss auf die verschiedenen Lehr- und Lernformen praktischer Lernumgebungen abgestimmt sein.



Derzeit gibt es keine maßgeschneiderten Lehr- und Lernmaterialien, um mit AR, VR und 3D-Druck angereicherte Szenarien zu entwickeln, zu testen und zu bewerten. Technische Fragen, der Zugang zu Lerninhalten sowie nicht vorhandene kurs-/schulinterne und medienpädagogische Erfahrungen mit diesen Technologien verhindern bisher einen breiteren Einsatz in der beruflichen Bildung.

8. Lernmodule

Das EU-Projekt „DIGI4VET“ entwickelte ein branchenspezifisches Online-Qualifizierungsprogramm für Lehrkräfte, um AR, VR und 3D-Druck in der praktischen Ausbildung richtig einzusetzen. Der Schwerpunkt lag auf der Entwicklung und Erprobung von Lehr- und Lernszenarien, die einen pädagogischen Mehrwert bieten. Dazu gehörte eine höhere Einbindung der Lernenden durch selbstgesteuertes Lernen und mehr Peer-Learning-Szenarien.

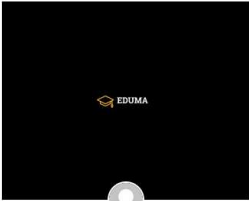
ALL COURSES

[Home](#) > [All courses](#)

Showing 1-4 of 4 results

Newly published

Search our courses



Admin

Lehre und Kursgestaltung mit digitalen Technologien

0 0



Admin

IO 3 – Floristik

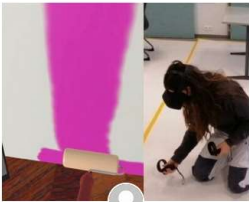
0 0



Admin

IO2 – Chemie

0 0



Admin

IO 4 – Malerhandwerk

0 0

Course categories

Instructors
☐ admin (4)

Price
☒ All (16)
☐ Free (16)
☐ Paid (0)

FILTER RESULTS



IO 3 – Floristik



IO 4 – Malerhandwerk

Lehre und Kursgestaltung mit digitalen Technologien

<http://digi4vet.com/courses/?!lang=de>

9. Ausblick

Der Einsatz digitaler Medien ist in einer Welt, die sich jeden Tag mehr und mehr digitalisiert, eine Selbstverständlichkeit. Dennoch ist menschliches Lernen ein komplexer Prozess, der durch digitale Medien nur verbessert werden kann. Die Kombination des Besten aus der Wirklichkeit und dem Digitalen ist der Schlüssel zu einem modernen Lehren und Lernen.

Das Projekt „DIGI4VET“ hat neue Wege beschritten, indem Elemente der traditionellen und der Medienpädagogik miteinander verbunden wurden. Hinsichtlich des Einsatzes von AR, VR und 3D-Druck haben wir bewiesen, dass bei einer Nutzung lernhaltige Lehr- und Lernszenarien entstehen. Das Bildungspersonal muss sich Fragen stellen zum warum, auf welche Weise und in welcher Form diese Technologien sinnvoll eingesetzt werden können.

Offenheit und Interesse für neue Technologien sind die Grundlage für Förderung der Anwendung immersiver Medien (AR und VR) sowie des 3D-Drucks. Um eine weitere Verbreitung zielgerichtet zu unterstützen müssen der Fokus zuerst auf die Beantwortung didaktische Fragestellungen gelegt werden, um insbesondere den Lernenden einen Mehrwert zu bieten.

Die benötigte Hardware wird von Tag zu Tag einfacher verfügbar und bedienbar. Entsprechende Software und sog. 3D-Warehouses bzw. Onlinebibliotheken für 3D Modelle bieten Zugang zu maßgeschneiderten Inhalten.

Die derzeit begrenzte Verfügbarkeit von AR und VR-Brillen sowie von 3D-Druckern in der praktischen Ausbildung bindet beruflichen Bildungspersonal an bestimmte pädagogische Lehr- und Lernformen. Lernstationen und Gruppenarbeiten sind die Voraussetzung, damit Ausbilder medienpädagogisches Know-How erwerben, das für alle Lernenden gleichzeitig nutzbar ist.

