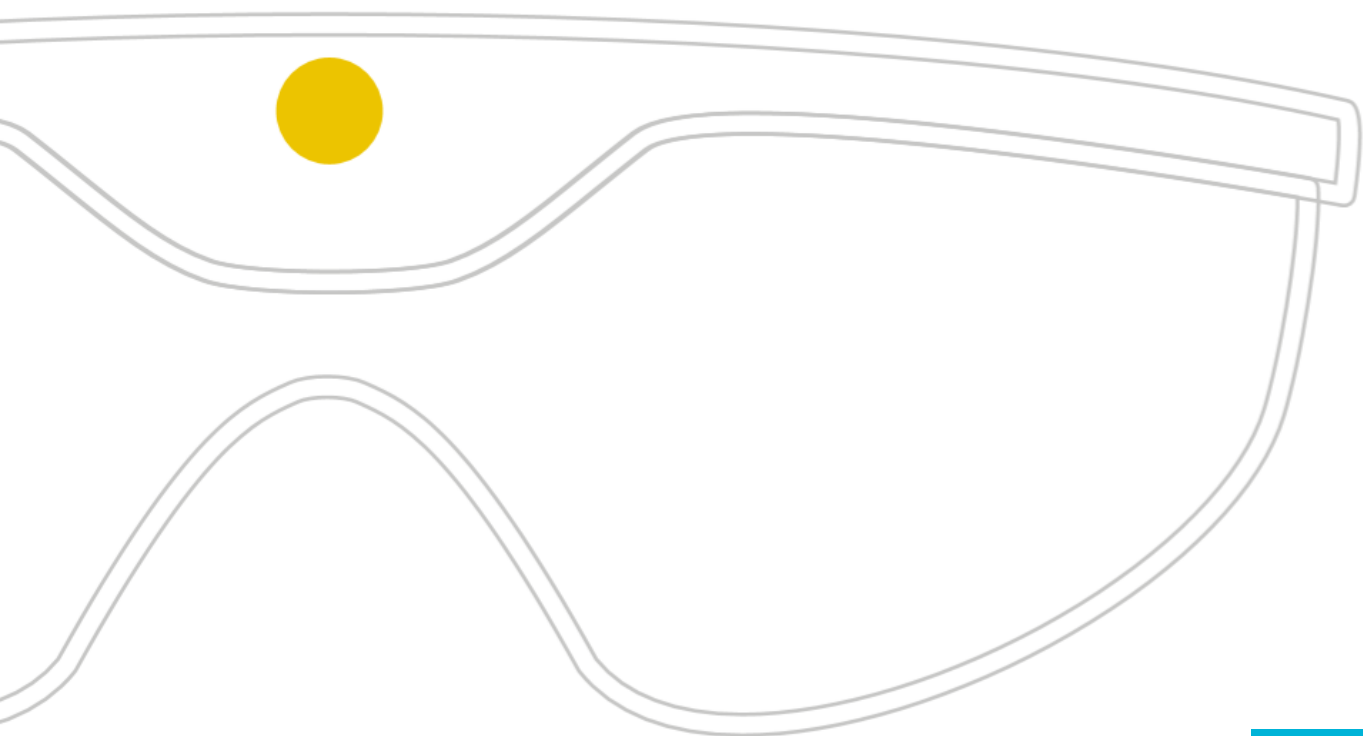


DIDAKTISCHE LEITLINIEN

Für betriebliche Ausbilder und Berufsschullehrer

Wann macht der Einsatz von Augmented Reality Sinn?



Augmented Reality – eine neue Lehr- und Lernmethode





Augmented Reality (AR) als eine neue Technologie ist vielversprechend. Bisher gibt es wenige oder keine Erfahrungen bei betrieblichen Ausbildern und Berufsschullehrern, um das Potential für den theoretischen Unterricht und für die praktische Ausbildung realistisch zu bewerten. Dies resultiert insbesondere aus dem derzeit immer noch hohen Preis der entsprechenden Hardware (Augmented-Reality-Brillen bzw. Smart Glasses) sowie aus der derzeit geringen Menge des zur Verfügung stehenden passenden Unterrichtsmaterials. Weitere hemmende Faktoren sind die eigene maßgeschneiderte Herstellung von Inhalten sowie das Nichtvorhandensein entsprechender Erfahrungswerte zur Bestimmung des didaktischen Mehrwertes beim Einsatz von Anwendungen der Augmented Reality, wie z. B. entsprechende Simulationen.

Das vorliegende Whitepaper stellt eine praktische Handlungsanleitung dar und bietet Lesern Antworten auf drängende Fragen wie:

- Wo macht der Einsatz von AR Sinn und wo nicht? (Entscheidungsparameter)
- Welche AR-Brille soll zum Einsatz kommen? (Checkliste relevanter Hardwareparameter)
- Welche Beispielszenarien bieten im Theorieunterricht und im Praxisunterricht einen didaktischen Mehrwert?

Die vorgestellten Ergebnisse basieren auf den Erkenntnissen aus Befragungen von Ausbildern und Lehrern (siehe Anhang).

WAS IST AUGMENTED REALITY?

AR verbessert die aktuelle Wahrnehmung der Realität, indem digitale Daten und Bilder der physischen Welt überlagert werden. Im Gegensatz dazu ersetzt Virtual Reality (VR) die reale Welt durch eine simulierte. Für beide Arten von digital angereicherten oder vollständig simulierten Realitäten wurde der Begriff Mixed Realities (MR) geprägt.

WO LIEGT DER NUTZEN?

AR ermöglicht es Nutzern, das Physische und das Digitale gleichzeitig zu verarbeiten. Das verbessert die Fähigkeit, Informationen präziser und schneller aufzunehmen, Entscheidungen schneller zu treffen sowie Aufgaben schneller und effizienter zu erledigen. AR-angereicherte Lehr- und Lernszenarien können auf theoretische und praktische Trainingsumgebungen angewendet werden, wenn ein ausschließlich technologiekonzentrierter Ansatz vorgegeben wird und die didaktischen Anforderungen in den Mittelpunkt gestellt werden („didactics first, technology second.“).

Der Einsatz von AR kann zu motivierten Lernenden führen, die in kürzerer Zeit bessere Lernergebnisse erzielen. Die folgenden Fragen zur AR-Nutzung in theoretischen und praktischen Lehr- und Lernumgebungen müssen im Vorfeld beantwortet werden:

- Was soll visualisiert werden (didaktische Bedürfnisse)?
- Welche Augmented-Reality-Brille ist geeignet?
- Wie kann ich die relevante Visualisierung erstellen oder woher kann ich die Visualisierung beziehen?
- Wo kann ich mehr über Augmented Reality erfahren?

WAS SIND GEEIGNETE ANWENDUNGSFELDER?

Augmented Reality hat eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten, wie die Visualisierung von und die Interaktion mit (Echtzeit-)Daten sowie der Schaffung von Fehlersimulationen. AR hilft, existierende

Daten und Informationen mehr auf einer visuellen Ebene zu erfassen, um z. B. zu verstehen, wie etwas funktioniert oder nicht funktioniert. Vielversprechend ist auch die Nutzung für instruktionsbasierte Szenarien, bei dem Handlungsanleitungen visualisiert werden (Sprache, Text, Simulation etc.). Berufsbildung ist im Allgemeinen ein vielversprechendes Feld für AR.

In eher theoretischen Trainingsumgebungen kann AR zur Visualisierung von Informationen verwendet werden. In mehr praxisorientierten Umgebungen eignen sich eher instruktionsbasierte Szenarien und Fehlersimulationen. So ist z. B. die Reparatur eines kaputten Automotors ein praktisches Lernszenario. Das Lernen erfolgt schrittweise über Anweisungen (Text, Sprache, Visualisierung). Durch den Einsatz von AR-Brillen besteht die Möglichkeit, das Wissen über die Reparatur eines kaputten Automotors in die entsprechenden Fähigkeiten zu übertragen.

Darüber hinaus ist der Lerneffekt unter Auszubildenden als hoch einzuschätzen, indem Fehler an einem Automotor mit einer AR-Brille ausschließlich digital simuliert werden. Die Behebung der digitalen Fehler unterstützt den Transfer von Wissen und Fähigkeiten in eine spätere reale Anwendungssituation (Reparatur Automotor).

AR hilft zu verstehen, wie etwas funktioniert. Mit einer breiteren Verfügbarkeit von AR-Hard und AR-Software sowie Inhalten wird eine Verschiebung von z. B. „Wie funktioniert ein Verbrennungsmotor im Allgemeinen?“ hin zu „Wie funktioniert der Motor des Porsche Panamera?“ erwartet.

Brauche ich Augmented Reality eigentlich?



Eigentlich nicht, außer als Erstanwender bzw. Early Adopter besteht Interesse am sowie Spaß im Umgang mit neuesten Technologien. Darüber hinaus ist es der Wunsch, das bisherige Repertoire an Lehr- und Lernmethoden weiter anzureichern, um Auszubildende zusätzlich zu motivieren.

Die Einführung einer neuen Technologie in bestehende Lehr- und Lernumgebungen steht Hindernissen gegenüber, wie die Verfügbarkeit von AR-Hardware (Kosten) und AR-Inhalten (Erstellung neuer und Anpassung bestehender Inhalte) sowie die Auswahl der richtigen Lehr- und Lernmethode. AR hat Vorteile für den Einsatz in Selbstlernphasen und bei der Arbeit von Auszubildenden an Lernstationen.

Um das Potential von AR in Lehr- und Lernprozessen wie auch im Theorie- und Praxisunterricht richtig auszuschöpfen, sind folgende Regeln einzuhalten:

Passung der Augmented Reality in bestehende Lehr- und Lernmethoden besteht bei:

- Erläuterung Funktionsweise sichtbarer und nicht-sichtbarer Bestandteile einer Maschine oder Apparatur,
- Funktionsweise nicht-sichtbarer chemischer, biologischer oder physikalischer Prozesse,
- Arbeit mit gefährlichen Substanzen,
- Arbeit mit teurer Ausstattung,
- Fehlerbasiertem Lernen an technischer Ausstattung („Fehlersimulation“) und
- Ermöglichung individueller Anweisungen an viele Auszubildende zur gleichen Zeit

Trifft nur EIN Punkt zu, ist der Einsatz der Augmented Reality sinnvoll.

Definition der Lernhaltigkeit – Visualisierung allgemeiner Funktionsprinzipien wie der Elektromotor beim Auto oder spezifischer Prozesse, wie die Funktionsweise eines Elektromotors bei Tesla Model S.

Ergänzung bzw. Anreicherung bestehender Lehr- und Lernmethoden:

- Demonstration/Simulation – Präsentation von Visualisierungen von z. B. technischen Prinzipien und Naturgesetzen
- Vermittlung theoretischen Wissens – Präsentation von Visualisierungen von z. B. technischen Prinzipien und Naturgesetzen
- Projektlernen – Instruktionen und Simulation von Aufgaben
- Bewertung erworbener Kompetenzen – Instruktionen und (Fehler-)Simulationen um Fähigkeiten zu testen

Auswahl der AR-Brillen – Parameter: Preis, Gewicht, unterstützte Softwareplattformen, Kompatibilität mit Standard-Office-Software (Paint 3D), mit Verbindungskabel zu Computer oder nicht, Sichtfeld, Batterielaufzeit (siehe S. 7) oder Tablet/Smartphone-basierte AR

Planung Lernszenario

- Vielfalt der Lernpfade beachten, um stetige Motivation der Lernenden zu gewährleisten
- Lernumgebung: Präsentation durch Ausbilder und Lehrer sowie Übertragung des in der AR-Brille Sichtbaren über einen Beamer an die Wand oder individuelle Lernerfahrung in Lernstationen

Messung der Wirkung unter Lernenden – höhere Motivation (erfasst über Umfragen und Gespräche) und/oder zu erwartende bessere Testergebnisse.

Bevorzugte Art der Erlernung des Umgangs mit AR bzw. AR-Brillen im Theorie- und Praxisunterricht: Ausbilder-/Lehrerworkshops sowie Verwendung fertiger Lehr- und Lernmaterialien; weniger Hospitationen bevorzugt.





Welche Brillen sind für Augmented Reality geeignet?

Die Anzahl der zur Verfügung stehenden Augmented-Reality-Hersteller und -Brillen ist unübersichtlich. Um die richtigen AR-Brillen auszuwählen, müssen entsprechende Erfahrungen vorliegen. Entsprechende Angebote für die Anwendung in der beruflichen Bildung sollten auf den Webseiten der Hersteller oder in den Social-Media-Kanälen zur Verfügung stehen. Dem ist derzeit nicht so.

Eine Alternative zu AR-Brillen sind Smartphones oder Tablets, die für die Nutzung der Augmented Reality optimiert wurden. Diese eignen sich am besten für einen Einsatz in theoretischen Lernsituationen, da immer nur eine Hand frei ist. In praktischen Lehr- und Lernsituationen sollten jedoch beide Hände frei sein. Aus diesem Grund sind AR-Brillen die erste Wahl.

Die nachfolgenden Faktoren sollten bei Überlegungen zum Kauf von AR-Brillen beachtet werden:

- Preis
- Gewicht
- Funktioniert eigenständig oder nur in Verbindung mit Rechner (Aktionsradius eingeschränkt)
- Konnektivität (WLAN, Mini USB etc.)
- Kompatibilität mit Standard-Office-Software (Paint 3D etc.)
- Unterstützte Software-Plattformen (Unity etc.)
- Zugriff auf Objektdatenbanken (frei verfügbare 3D-Objekte oder gebührenpflichtig)
- Batterielaufzeit
- Möglichkeit Kopfbewegungen des Nutzers abzubilden bzw. zu "tracken"
- Sichtfeld (z. B. 130 °)
- Kontrolle/Navigation über Handbewegung , Stimme, Augen etc.
- Kamera (Megapixel)
- Audiofunktion
- Garantie
- Kundendienst

Liste verfügbarer Modelle (Auswahl, Stand 2018)



Microsoft: HoloLens 1 + 2

(<https://www.microsoft.com/en-us/hololens>)

Google: Google Glass 2

(<https://x.company/glass/>)

Meta: Meta 2

(<http://www.metavision.com/>)

Epson: Epson Moverio BT-200

(<https://epson.com/For-Work/Wearables/Smart-Glasses/c/w420>)

Vuzix: Vuzix M100 Smart Glasses

(<https://www.vuzix.com/Products/m100-smart-glasses>)

Sony: Sony SmartEyeglass

(<https://developer.sonymobile.com/products/smarteyeglass/>)

Daqri: Daqri Smart Glasses

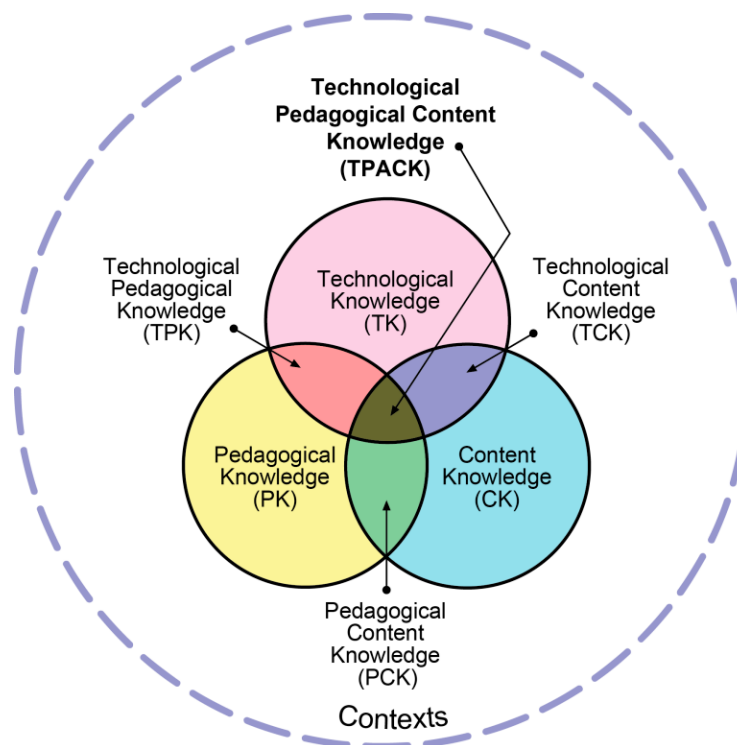
(<https://daqri.com/products/smart-glasses/>)

Magic Leap: Magic Leap One Glasses

(<https://www.magicleap.com/>)

Strategische Anwendung der Augmented Reality – Vier Beispiele aus dem Bereich der beruflichen Bildung

Für die Einführung von Augmented Reality im Theorie- und Praxisunterricht eignet sich das sog. TPACK-Modell. Das Modell basiert auf der Idee, dass Inhalt (was vermittelt wird) und Pädagogik (wie es vermittelt wird) die Grundlage für die Anwendung jeder Technologie sein muss, um das Lernen unter Auszubildenden zu verbessern.



www.tpack.org/ (21.01.2018)

Der Bereich, wo sich die drei Kreise überschneiden und sich Technologie, Pädagogik und Wissen miteinander verbinden, ist der gewünschte Zustand.

Technologisches Wissen, um mit AR im Theorie- und Praxisunterricht zu arbeiten, erfordert z. B. die richtige Verwendung von AR-Hardware und die Berücksichtigung der vorhandenen Infrastruktur (WLAN etc.).

Pädagogisches Wissen bedeutet Wissen über Lehr- und Lernmethoden, wie z. B. der Vorbereitung auf den Unterricht und der Beurteilung von Auszubildenden, zu haben.

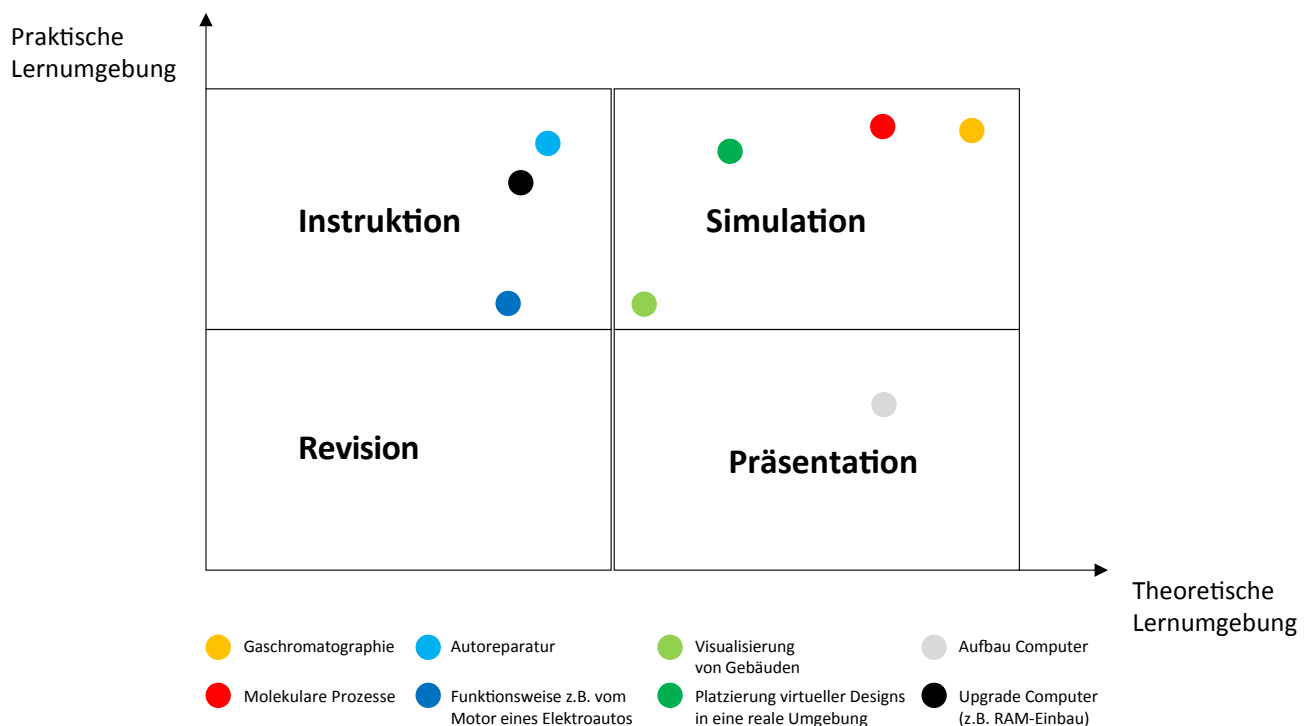
Inhaltliches Wissen bezieht sich auf das Wissen von Ausbildern und Lehrern über den zu lernenden und zu unterrichtenden Stoff.

Um das inhaltsbezogene, technologische und pädagogische Wissen (TPACK) zu kombinieren, müssen die relevanten Kurse, Inhalte und didaktischen Methoden ausgewählt werden.

Die folgende Grafik gibt einen Überblick mit Beispielen aus den Bereichen Automotive, Architektur, Chemie und IT, wo das Vermitteln bestimmter Prinzipien oder Arbeitsschritte die größten Vorteile bietet. Für die Anwendung im Bereich Automotive (z. B. Autoinspektion) sind unterrichtsbasierte Szenarien in praktischen Trainingsumgebungen die beste Lehr- und Lernmethode.

Im Bereich IT (z. B. Wechsel des RAM-Speichers eines Computers) sind arbeitsschrittbasierende Anweisungen die beste Wahl. Im Vergleich dazu sind für den Bereich der Architektur Simulationen am Sinnvollsten. Für den Einsatz in der Chemie, z. B. im analytischen Labor, bieten Fehlersimulationen (Gaschromatographie: richtige Messung) den größten Mehrwert zur Erreichung der Lernziele.

Kurz gesagt, die Vorteile der Verwendung der Augmented Reality liegen mehr bei lern- und simulationsbasierten Lernszenarien, wenn sie existierende Lehr- und Lernmethoden bereichern und nicht zu deren Kannibalisierung führen.



Nachfolgend vier Beispiele, um AR in die Ausbildung zu integrieren:

Planung des Einsatzes von AR-Visualisierungen im Bereich der Chemie (Praxisunterricht)

- Lernszenario: Fehlersimulation zur Richtung Anwendung der Gaschromatographie (GC)
- Lerninhalte: Funktionsweise GC-Apparatur – Messprinzipien und Simulation verschiedener Fehler (unterschiedliche Lernpfade)
- Lehr- und Lernmethoden: Gruppenarbeit/Lernstationen
- Messung der Wirkung: Kurzes Quiz, Protokolle, Präsentation

Planung des Einsatzes von AR-Visualisierungen im Bereich Automotive (Praxisunterricht)

- Lernszenario: Instruktionen zur Reparatur eines Elektromotors
- Lerninhalte: Funktionsweise Elektromotor – Allgemeine Prinzipien sowie Reparatur ausgewählter Teile (Instruktion (Sprache, Text, Visualisierung) oder Zuschaltung eines Remoteexperten)
- Lehr- und Lernmethoden: Einzelarbeit/Lernstationen
- Messung der Wirkung: Kurzes Quiz, Funktionsweise Motor

Planung des Einsatzes von AR-Visualisierungen im Bereich Architektur (Theorieunterricht)

- Lernszenario: Erstellung eines virtuellen Designs und anschließende Einbettung in eine realistische Umgebung
- Lerninhalte: Erstellung eines virtuellen Designs mit der entsprechenden Software und anschließende Einbettung in eine realistische Umgebung
- Lehr- und Lernmethoden: Einzelarbeit/Lernstationen
- Messung der Wirkung: Kurzes Quiz, Präsentation

Planung des Einsatzes von AR-Visualisierungen im Bereich IT (Theorieunterricht)

- Lernszenario: Aufbau Computer
- Lerninhalte: Präsentation Computeraufbau/-komponenten
- Lehr- und Lernmethoden: Einzelarbeit/Lernstationen
- Messung der Wirkung: Kurzes Quiz

Interesse an weiteren Informationen
zum Einsatz von Augmented Reality
in der beruflichen Bildung?

Interesse an 3D Modellen bzw.
AR-Anwendungen für den Theorie-
und Praxisunterricht?

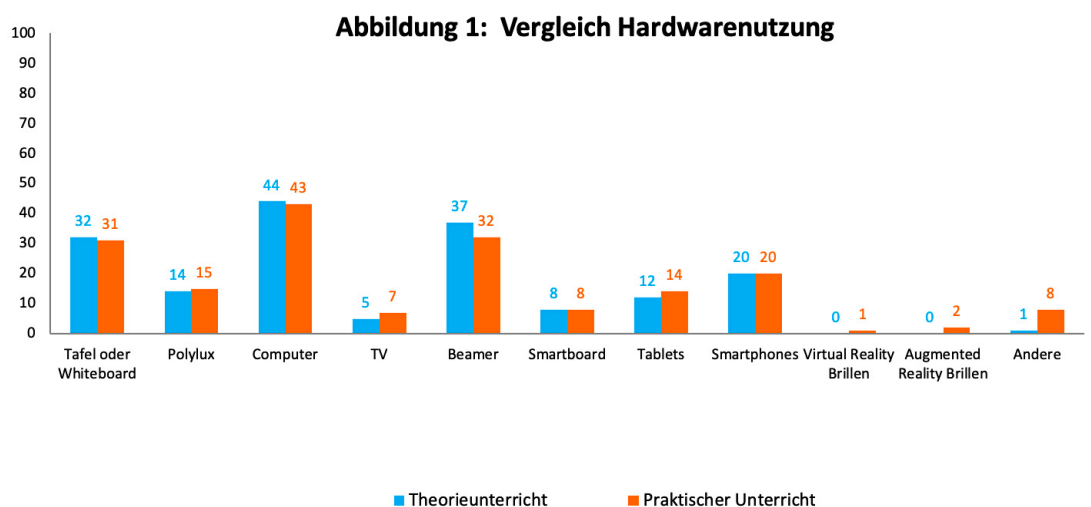
www.AR4VET.com



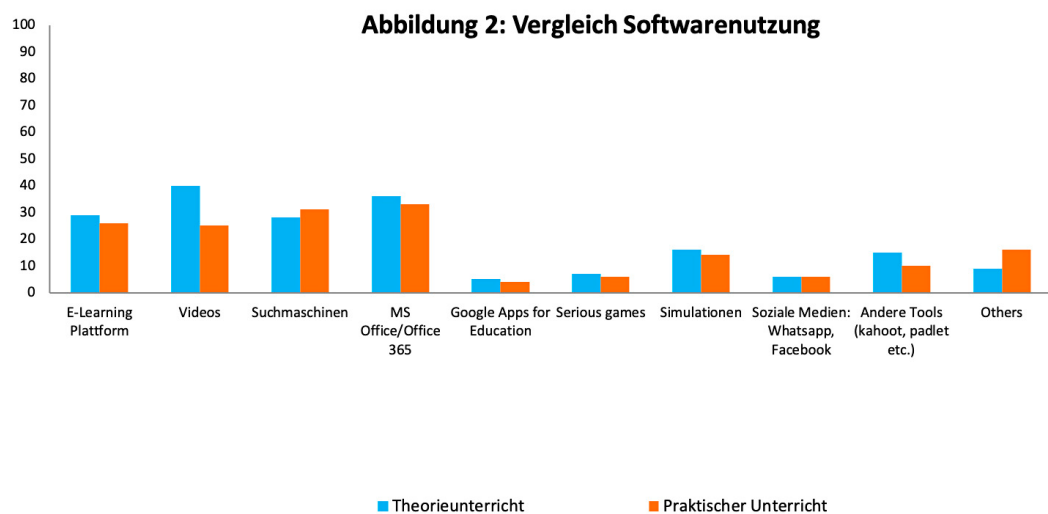
Umfrageergebnisse zu Anforderungen an Augmented Reality in der beruflichen Bildung

Die Branchenumfrage wurde im Herbst 2017 in fünf EU-Ländern (Zypern, Finnland, Deutschland, Niederlande und Slowenien) unter rund 100 (betrieblichen) Ausbildern und Lehrern sowie Führungskräften im Bereich der Berufsbildung durchgeführt. Die Anforderungen an die Verwendung von Augmented Reality (AR) als eine Methode, die neue Lehr- und Lernszenarien erst schafft oder anreichert, unterscheiden sich stark zwischen den Bereichen IT, Automotive, Architektur und Chemie.

Ausgangspunkt (Schritt 1) war die Analyse des aktuellen Einsatzes von Hard- und Software im Theorie- und Praxisunterricht. Überraschenderweise gab es keinen wirklichen Unterschied zwischen dem Einsatz von Hardware und Software in der Theorie und der Praxis (Grafik 1 und 2). Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass bewährte Geräte und Programme in beiden Trainingsarten hybrid eingesetzt werden. Dieser hybride Ansatz bei der Nutzung vorhandener Infrastruktur spiegelt sich im umfangreichen Einsatz von Computern, Kreidetafeln und Whiteboards sowie Beamern und dem Aufkommen neuer Geräte, wie z.B. Tablets und Smartboards, wieder. VR- und AR-Brillen wurden nur in praktischen Trainingsumgebungen verwendet.

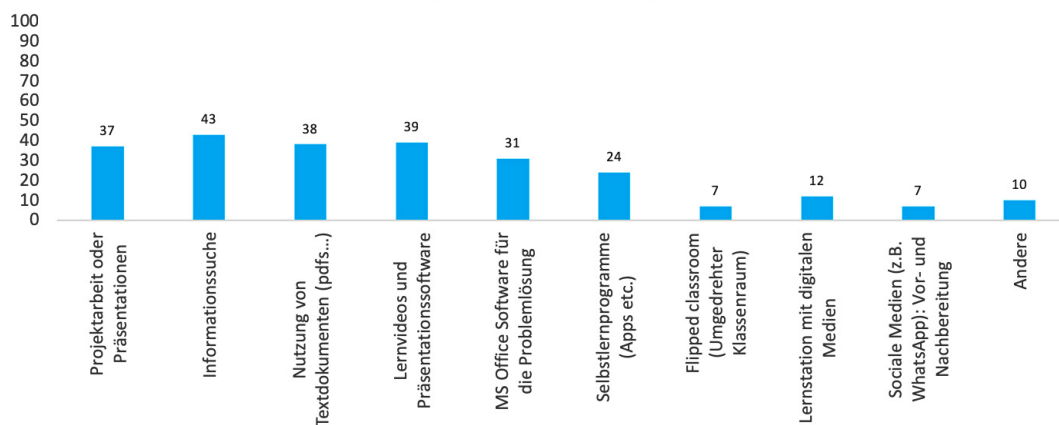


Der Einsatz von Standardsoftware, wie z. B. MS Office/Office 365, in Verbindung mit Videos, Suchmaschinen und E-Learning-Plattformen definiert die Anwendung von Software für die Bereiche Recherche, Visualisierung und für „Storage Learning“-Zwecke (z. B. e-Learning). Zusätzliche, frei verfügbare Software wie WhatsApp und Kahoot wird für spezielle Einzelanforderungen verwendet, wie Abbildung 2 zeigt.



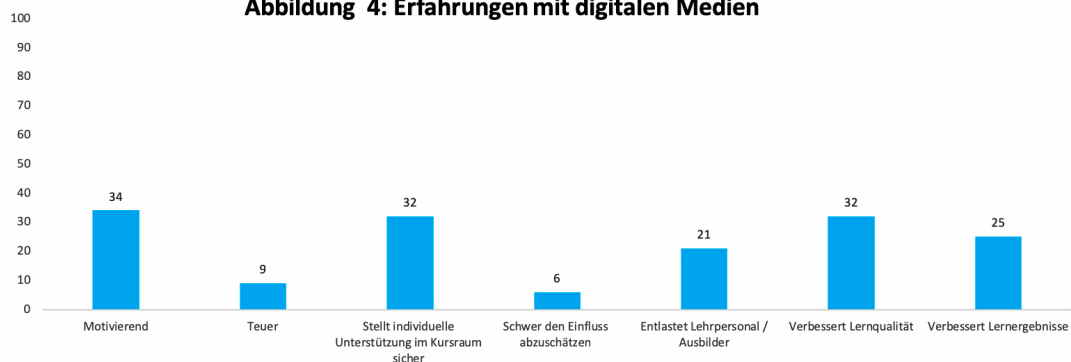
Der Blick auf die Kontexte, in denen digitale Medien im Unterricht eingesetzt werden, zeigt, dass Recherche, Präsentation und die Lösung von Aufgaben dominieren. Lernstationen werden eher weniger genutzt (Abbildung 3). Dies liegt möglicherweise daran, dass die Software allen Lernenden auf ihren relevanten Geräten zur Verfügung steht. Der Lernstation-Ansatz ist nur für neue oder teure Geräte wie VR- und AR-Brillen möglich.

**Abbildung 3: Anwendungsbereich digitaler Medien in der Ausbildung
(Theorieunterricht)**



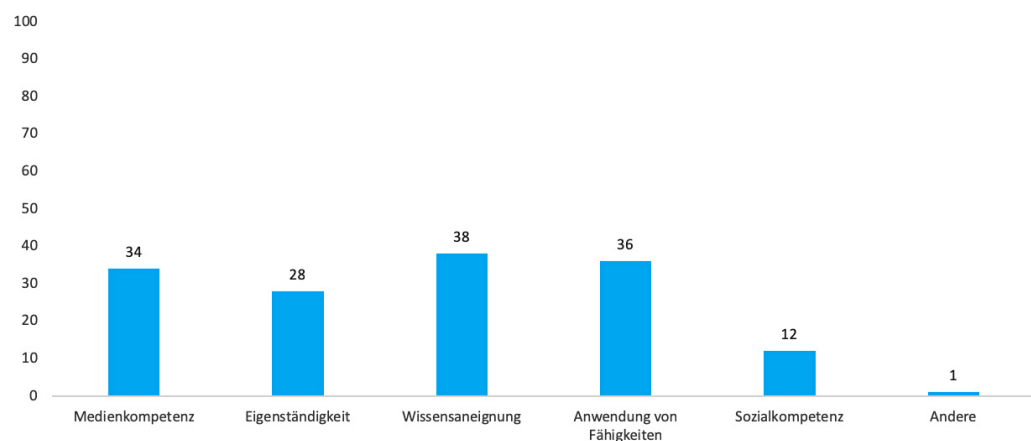
Der Einsatz neuer Lehr- und Lernmethoden wie AR baut auf bestehenden Erfahrungen mit digitalen Medien auf. Überraschenderweise wird die derzeitige Verwendung als sehr positiv eingestuft und der Einfluss auf die Lernqualität und die Lernergebnisse als positiv bewertet (Abbildung 4).

Abbildung 4: Erfahrungen mit digitalen Medien



Der Nutzen für Ausbilder und Lehrer bei der Anwendung digitaler Medien wird hauptsächlich im Bereich der Wissensaneignung, der Anwendung von Fähigkeiten und der Erlangung von Medienkompetenz (Abbildung 5) gesehen. Das Abstellen auf Wissen und die Anwendung entsprechender Fähigkeiten sind sehr wichtig bei der Einführung einer neuen Lehr- und Lernmethode, da die Wirkung kognitiv und praktisch gemessen werden kann.

Abbildung 5: Welches Wissen und Fähigkeiten werden bei Ausbildern/Lehrern, bei der Nutzung digitaler Medien unterstützt?



In Schritt 2 wurde neue Hardware, mit dem Fokus auf den **didaktischen Mehrwert**, für die Felder Präsentation, Unterweisung der Lernenden, (Fehler-)Simulation und Revisionsbedarf analysiert. Der Mehrwert der Augmented Reality wird eher für den Bereich der (Fehler-)Simulation gesehen, weniger in der Präsentation und im Unterricht, wo der Einsatz von Hardware wie Computern, Smartphones, Smartboards und Tablets dominiert (Abbildung 6).

Abbildung 6: Zusätzlicher Hardwaregebrauch für:

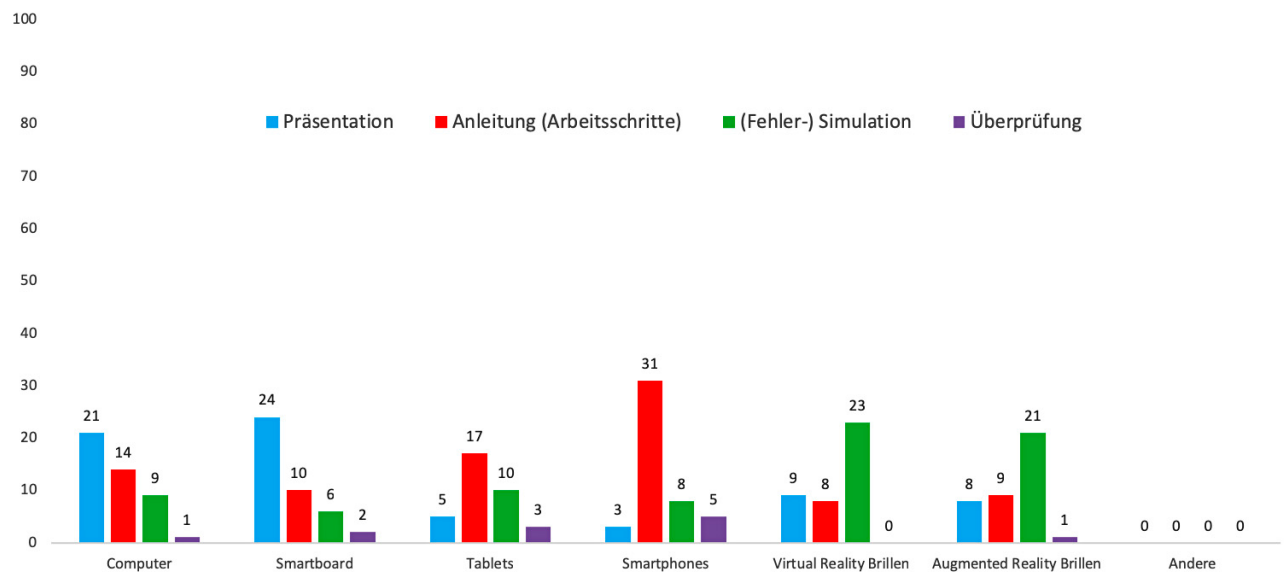
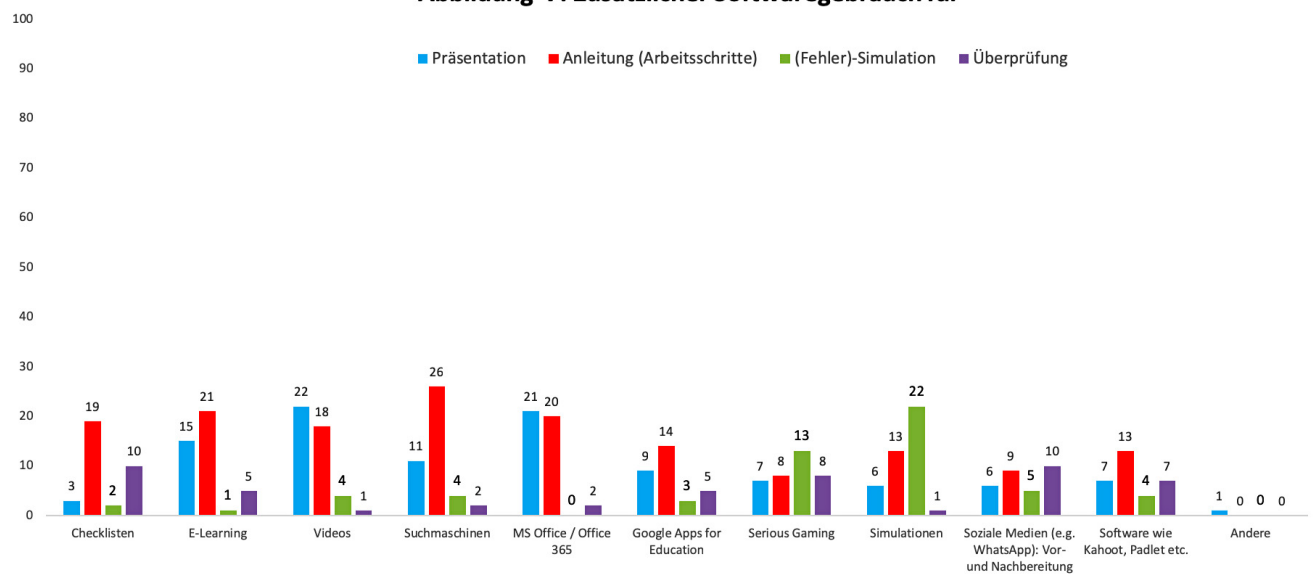


Abbildung 7: Zusätzlicher Softwaregebrauch für

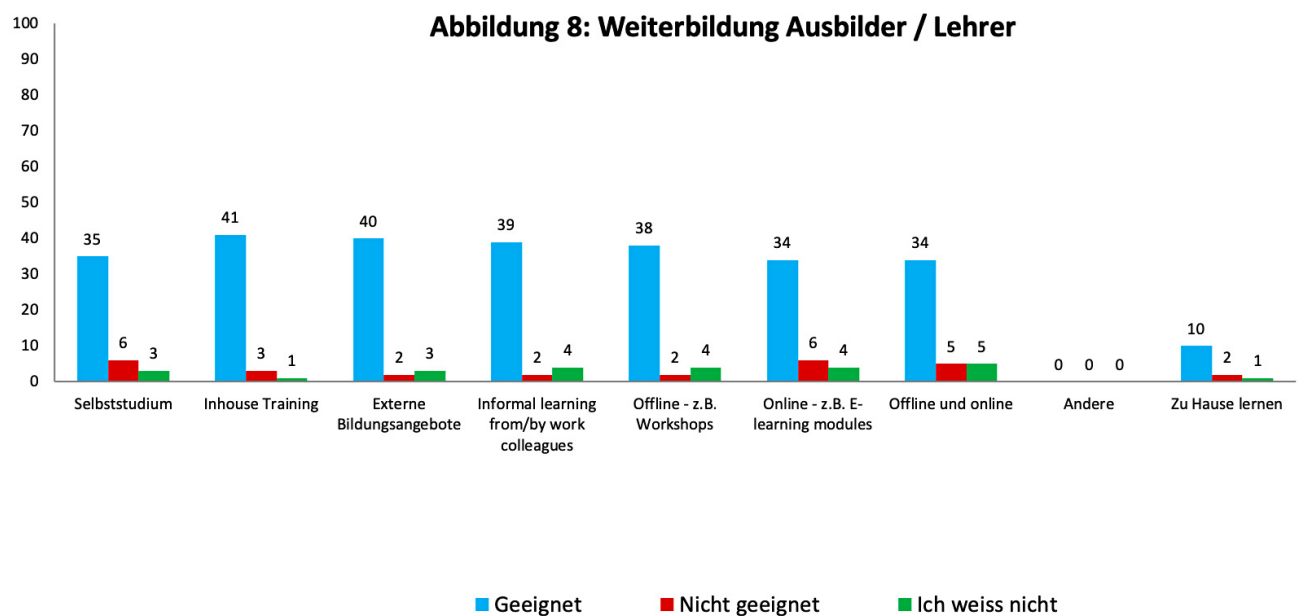


Beim Fokus auf die Bereiche der (Fehler-)Simulation (Abbildung 7) und des Serious Gaming stellt die bestehende Software, wie z. B. MS Office/Office 365, keine Alternative da. Dies zeigt, dass derzeit eine Lücke besteht, die nicht bedient wird. AR-bezogene Software könnte diese Lücke füllen.

Die Visualisierungsbedarfe sind breitgefächert. Dies liegt daran, dass viele Ausbilder und Lehrer noch keine AR-Brille benutzt haben. Mit entsprechender Vorstellungskraft wurden Bereiche identifiziert, in denen ein Mehrwert zu gegenwärtigen Lehr- und Lernmethoden erwartet wird.

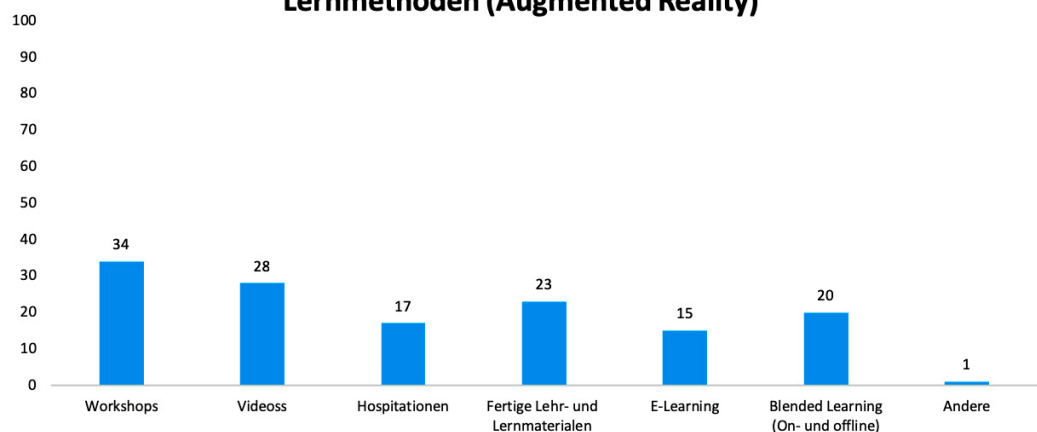
Felder	Visualisierung für	Bevorzugte Lehr- und Lernform
Architektur	Einbinden eines 3D-Designs in reale Umgebung, Zusammenbau und Reparatur (z. B. Regal) mit Instruktionen vom Spezialisten Zeigen, wie Gebäude aussehen kann	Simulation Instruktion
Automotive	Inspektion und Reparatur von Automotoren, Lokalisieren von Autokomponenten im Auto oder Werkstatt	Instruktion
Chemie	Funktionsweise molekularer Prozesse und technischer Ausstattung (z. B. Gaschromatographie)	Simulation
IT	Aufbau Computer, Programmierung, Datenbanken, Algorithmen, Funktionweise Firewall	Präsentation Instruktion Simulation

In einem dritten Schritt wurden die **Qualifikationsanforderungen** und -formen für Ausbilder und Lehrer analysiert, um mit Augmented Reality als neue Lehr- und Lernmethode richtig umzugehen (Abbildung 8).



Workshops, Videos und fertige Lehr- und Lernmaterialien sowie Blended-Learning-Angebote (Abbildung 9) stellen gewünschte Formen dar, um mit der Augmented Reality erstmalig umzugehen. Dieser eher praktische und hybride Ansatz zeigt, dass AR in erster Linie haptisch und visuell erfahren werden muss.

Abbildung 9: Art des Wissenstransfers neue Lehr- und Lernmethoden (Augmented Reality)



Arthur C. Clarke sagte einmal, dass „jede ausreichend fortgeschrittene Technologie nicht von Magie zu unterscheiden ist“. Die Verwendung von Augmented Reality im Praxis- und Theorieunterricht ist immer noch magisch für Ausbilder und Lehrer, da AR eine neue Technologie ist. Jedoch kann der Umgang mit Magie erlernt werden. AR4VET unterstützt Ausbilder und Lehrer beim Umgang mit der Magie der Augmented Reality.

Contact

Sächsische Bildungsgesellschaft für Umweltschutz
und Chemieberufe Dresden mbH
Gutenbergstraße 6
01307 Dresden

Jens Hofmann

Tel +49 351 4445-768
Mail j.hofmann@sbgdd.de
Web www.AR4VET.com



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.