



# Best Practice Guide



Kofinanziert durch das  
Programm Erasmus+  
der Europäischen Union

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.

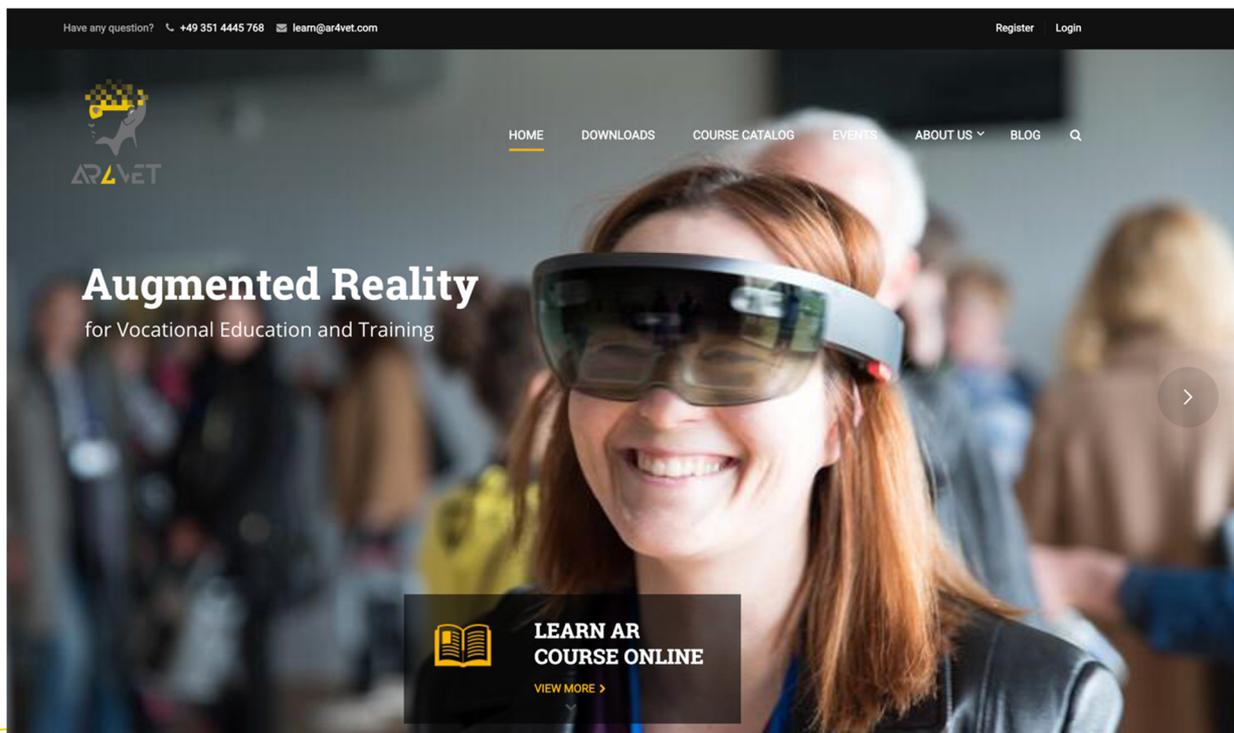
## 1. Vorwort

Es war eine aufregende Zeit, seit wir im September 2016 zum ersten Mal, zum Einsatz von Augmented Reality (AR) in der Berufsausbildung, diskutiert haben. Heute, beinahe drei Jahre später, sind AR-Brillen leistungsfähiger und preiswerter geworden. Ein Problem ist jedoch genauso relevant wie damals: das Erstellen von Inhalten für relevante oder im besten Fall maßgeschneiderte AR-Erfahrungen. Das erfordert vom berufspädagogischen Personal, wie Lehrer und Ausbilder, Klarheit über Unterstützung zur Erreichung der definierten Lernergebnisse, insbesondere im Hinblick auf den didaktischen Mehrwert.

Wir geben Ihnen, mit diesem Best-Practice Guide, einen exklusiven Einblick in unsere Erfahrungen im Umgang mit AR. Wir zeigen, was unserer Meinung nach gut funktioniert und was eher wenig gut funktioniert. Der Guide ist angereichert mit Beispielen aus praktischen Erprobungen in Labor- und Werkstattumgebungen, für die chemische Industrie, den Automobilbau, IT und Architektur. Ein Fokus liegt dabei insbesondere auf der Verwendung bzw. der Anreicherung passender Kommunikations- und Kollaborationsszenarien.

Sie werden feststellen, dass AR Ihnen zu Beginn vielleicht ein wenig wie Zauberei erscheinen mag, aber wenn Sie damit gearbeitet haben, werden Sie sehen, dass es recht einfach ist AR anzuwenden, wenn die richtigen Schritte befolgt werden. Wir erklären Ihnen nun Schritt für Schritt was Sie beachten müssen.

**Genießen Sie Ihre exklusive AR-Erfahrung und bleiben immer auf dem Laufenden mit AR4VET.com**



Have any question? +49 351 4445 768 learn@ar4vet.com Register Login

AR4VET

HOME DOWNLOADS COURSE CATALOG EVENTS ABOUT US BLOG

# Augmented Reality

for Vocational Education and Training

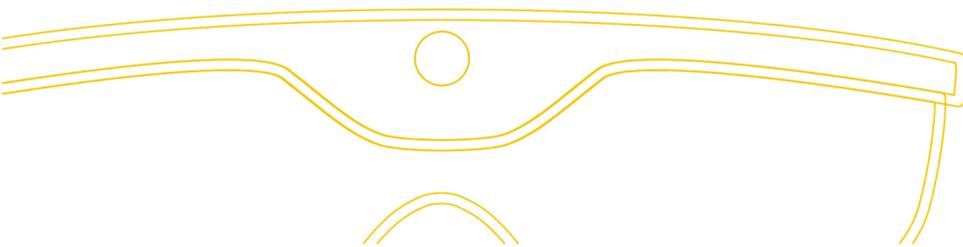
LEARN AR COURSE ONLINE

VIEW MORE >



## Struktur

1. VORWORT.....	1
2. AUSGANGSSITUATION: FRAGEN ÜBER FRAGEN .....	3
3. KURSE .....	4
ZUSAMMENFASSUNG .....	10
4. HARD- UND SOFTWARE .....	10
5. DIDAKTISCHE RICHTLINIEN .....	13
REMOTE INSTRUCTION (REMOTE TRAINING / EXPERTENBASIERTES ECHTZEITTRAINING).....	16
ABSTRAKTE PROZESSE DURCHFÜHREN .....	16
UNTERWEISUNG IM KLASSENRAUM .....	16
UNMITTELBARE ANLEITUNG .....	16
DESIGN .....	16
6. COPYRIGHT .....	18
7. SCHLUSSFOLGERUNGEN .....	19
8. AUSBLICK.....	20



## 2. Ausgangssituation: Fragen über Fragen

Meist ist es schwieriger, die richtigen Fragen zu stellen als die richtigen Antworten zu geben. Ersteres erfordert eine umfassende Sicht auf die Möglichkeiten und Auswirkungen einer neuartigen Technologie. Letzteres ist lediglich ein Ergebnis der zuvor entwickelten Denkweise zum Finden der richtigen Fragen und der korrekten Reihenfolge dieser Fragen.

Die Ausgangsfrage, die sich uns stellte, war die folgende: Inwiefern kann Augmented Reality (AR) einen Mehrwert in der Berufsausbildung darstellen, bei explizitem Fokus auf Lehrer und Ausbilder?

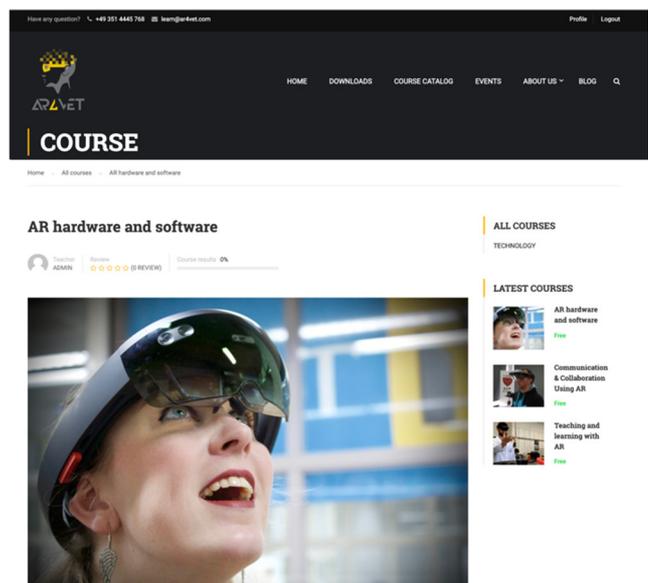
Der Ansatz: "Didaktik vor Technologie" eröffnet vielfältige Möglichkeiten, um AR in der theoretischen, wie auch in der praktischen Ausbildung, einzusetzen und so die Bereitstellung von Lerninhalten und das Erreichen von Lernzielen zu unterstützen.

Der Bezugsrahmen, AR richtig in der Berufsbildung einzusetzen bestand darin, eine Aufgabe für praxisbezogene Lernphasen zu erstellen, bei dem wir unsere Erkenntnisse und Erfahrungen mit AR in Unterricht teilen. Wir unterscheiden dabei zwischen den untenstehenden Themen.

1. Wie ist die Ausgangssituation, wenn wir Augmented Reality in der beruflichen Ausbildung einführen wollen?
2. Was ist Augmented Reality und welche Hardware und Software ist verfügbar? Was sind die praktischen Vorteile und Nachteile des Einsatzes in der Berufsausbildung?
3. Didaktische Richtlinien für die Arbeit mit AR in der Berufsausbildung: Was sind mögliche Unterrichtsaufgaben und Lernszenarien (didaktische Arbeitsformen) beim Einsatz von AR im Unterricht? Welche organisatorischen Vorgehensweisen können basierend auf den momentan verfügbaren, begrenzten Ressourcen genutzt werden?
4. Wie können Lerninhalte für Augmented Reality entwickelt werden und was sind die Vorteile und Nachteile? Welche urheberrechtlichen Aspekte müssen bei der Nutzung von (3D) Materialien aus dem Internet beachtet werden? Wie sind die Regelungen zum Urheberrecht?
5. Eine Lernplattform für Lehrer und Ausbilder, auf der sie diese mit den Möglichkeiten und Grenzen von Augmented Reality in der Berufsausbildung vertraut machen können. Auf dieser Plattform zeigen wir eine Reihe von Praxisbeispielen, bei denen AR in verschiedenen Formen und in verschiedenen berufspraktischen Kursen eingesetzt wurde.

Um unsere Erkenntnisse und Erfahrungen mit anderen zu teilen, wurde die Webseite erstellt: <http://ar4vet.com/>

Auf dieser Webseite werden die obigen Module in Lernmodule präsentiert, inklusive kurzer Wissensquizze zum vermittelten Inhalt.



## 3. Kurse

### 3.1. Augmented Reality in der Chemieausbildung: Chemisches Labor

**1. Problem** Auszubildende im 3. und 4. Ausbildungsjahr müssen mit der Messungenauigkeit bestimmter Laborgeräte umgehen können. Die Automatisierung von Laborprozessen erfordert bspw., dass der/die Chemielaborant/-in Proben in ein Messgerät einführt und die Ergebnisse sowohl dokumentiert als auch kritisch analysiert. Dies ist ebenso der Fall bei der Arbeit mit dem Gaschromatographen zum Separieren und somit Analysieren von Gasmischungen. Den Auszubildenden fällt es häufig schwer, die Messergebnisse zu interpretieren, da sie die Parameter, welche Qualität und Genauigkeit der Ergebnisse beeinflussen, nicht beachten.

**2. Setting** Auszubildende arbeiten bei der Analyse verschiedener Gemische im Labor für einen Tag in Zweiergruppen zusammen. Der Einsatz von Augmented Reality muss integrativ erfolgen und die existierenden Abläufe im Labor unterstützen.

**3. Lösung** Entwicklung einer schematischen Visualisierung eines Gaschromatographen, um Auszubildenden dabei zu helfen, die Funktionsweise dieser "black box" zu verstehen. Zusätzlich werden die häufigsten auftretenden Effekte auf die Messergebnisse gezeigt. Es wird eine Veränderung der Länge der sogenannten "Säule" simuliert. Eine längere Säule erzeugt qualitativ und quantitativ bessere Messergebnisse. Innerhalb der Innenwände der Säule reagieren die Gas-Komponenten gemäß ihrer Polarität. Auszubildende nutzen die programmierte Visualisierung mit einer Länge von ca. 5 Min. an der Lernstation Gas-Chromatografie und AR nach einer Einweisung durch den Ausbilder. Die Visualisierung wird vor und, falls gewünscht, nach Ausführung der Messung genutzt. Wenn ein Auszubildender mit der Nutzung fertig ist, nutzt der andere es.

**4. Ergebnis** Auszubildende erwerben Wissen durch Fehlersimulation. Dies ist besonders hilfreich für fortgeschrittene Nutzer zur Schulung kritischen Denkens bei der Beurteilung von Messergebnissen. Eine zu häufige Nutzung führt zu Gewöhnungseffekten und hat keinen oder einen eher geringeren Effekt auf die Motivation der Lernenden und die Qualität der Messungen.



### 3.2. Augmented Reality in der Chemie-Ausbildung: Chemietechnikum (Trainingsanlage)

**1. Problem** Auszubildende im ersten Ausbildungsjahr zum Chemikanten müssen Routine im Betrieb verfahrenstechnischer Grundoperationen erwerben. Chemische Versuchsanlagen sind hierbei hochgradig automatisiert, so dass die Auswirkungen des Vorgehens auf die Reaktionsparameter klar sein müssen.

**2. Setting** Auszubildende arbeiten im Chemietechnikum in Zweiergruppen, bspw. für einen Tag an einer bestimmten Aufgabe, wobei sie die chemische Komponente X synthetisieren. Die Nutzung von Augmented Reality muss integrativ und in Echtzeit erfolgen, um sie beim zeitlichen Ablauf der Vorgänge zu begleiten.

Die Komplexität der Vorgänge macht es nahezu unmöglich, diese zu programmieren. Daher wurde hier das sog. Remote-Training gewählt. Hierfür ist kein Programmieraufwand nötig, da lediglich die AR Brille (z.B. Microsoft HoloLens) und eine Remote-Training-App (z.B. Remote Assist von Microsoft) benötigt werden.

**3. Lösung** Der Ausbilder verbindet sich von seinem Computer aus mit dem Auszubildenden, der die AR Brille trägt. Der Ausbilder sieht durch die Kamera in der Brille, was der Auszubildende sieht, auf seinen Computerbildschirm. Das ermöglicht dem Ausbilder, in Echtzeit audiovisuelle Anweisungen für aufeinanderfolgende, komplexe Aufgaben, wie bspw. das Wechselns eines Filters, zu geben.

**4. Ergebnis** Auszubildende erwerben Handlungswissen während der Remote-Training-Session. Diese Form ist eher für Auszubildende des 1. Lehrjahres geeignet, um routinierter in den Abläufen zu werden. Die Nutzung motiviert den Lernenden darüber hinaus, die Aufgabe effizienter durchzuführen und die Anleitung durch den Ausbilder verhindert das Entstehen von Fehlermustern bei der Arbeit in chemischen Anlagen. Anzahl und Umfang von Anwendungsszenarien sind lediglich durch die Vorstellungskraft der Benutzer Grenzen gesetzt.



### 3.3. Augmented Reality Nutzung im Bereich Architektur

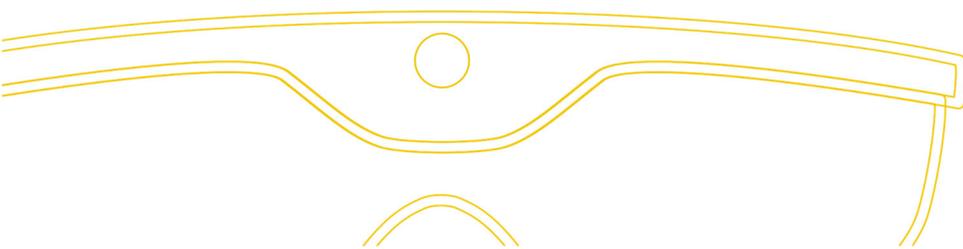
**1. Problem** Bei der gemeinsamen Arbeit an einer Designaufgabe wird bereits in der frühen Designphase das Modell von den Designern (Auszubildenden) bewertet. Dies inkludiert auch die Einbindung der Meinung des Kunden/Lehrers, ohne hierfür reale Modelle zu erstellen.

**2. Setting** Die Designteams müssen einen Unterrichtsraum oder ein Büro mit neuen Möbeln in einer echten Umgebung (Unterrichtsraum oder Büro) gestalten.

Die Design Teams nutzen SketchUp oder 4D Cinema, um verschiedene Objekte zu entwerfen, die den Anforderungen entsprechen.

**3. Lösung** AR-Brillen werden genutzt, um das Design in der realen Umgebung zu evaluieren. Nachdem ein Designteam eine geeignete Lösung gefunden hat, lassen sie sich vom Kunden (Lehrer) ein Feedback geben. Das Design wird daraufhin angepasst und dem Kunden (Lehrer) für die abschließende Bewertung präsentiert.

**4. Ergebnis** Auszubildende lernen durch die Nutzung von AR zusammenzuarbeiten und sich gegenseitig positives Feedback, während des kreativen Entwicklungsprozesses zu geben. Daneben lernen sie den Umgang mit AR für betriebswirtschaftliche Zwecke, um durch die Einbindung von Kunden in einer frühen Phase des Entwicklungsprozesses eine höhere Kundenzufriedenheit zu erreichen.



### 3.4. Augmented Reality in der Automobilindustrie

#### 1. Problem

Auszubildende im ersten Ausbildungsjahr führen einen Vorabinspektionscheck an einem Pkw durch. Wichtig ist dabei die Überprüfung der Scheinwerfereinstellungen. Die Auszubildenden lernen, wie eine korrekte Scheinwerfereinstellung aussieht und wie das Scheinwerferausrichtgerät bedient wird. Im Szenario 1 ist der Auszubildende in der Auto-Werkstatt (Schule), im Szenario 2 ist der Auszubildende im Rahmen seiner praktischen Ausbildung am Arbeitsplatz und der Lehrer bewertet seine Arbeit durch einen Videoanruf.



#### 2. Setting

**Szenario 1**  
In der Schulwerkstatt wird ein Kundenauto vorgefahren. Das Scheinwerferausrichtgerät wird vorbereitet. Ein Auszubildender erhält die Vuzix M300 Smart Glass. Die Smart Glass wird mit dem Internet verbunden. Eine Bluetooth Maus erleichtert die Bedienung der Brille, ist jedoch nicht obligatorisch. Ein Lehrer steht bereit, um bei Bedarf zu helfen und zu unterweisen.

**Szenario 2**  
Am Arbeitsplatz befindet sich das Kundenfahrzeug in der Werkstatt, das Ausrichtgerät ist vorbereitet und der Auszubildende setzt die Vuzix M300 Smart Glasses auf, welche mit dem Internet verbunden sind. Wenn kein WLAN am Arbeitsplatz verfügbar ist, kann er sein Smartphone als mobilen Hotspot benutzen. Der Lehrer ist in der Schule bereit, um die Arbeit des Auszubildenden via Video-Anruf zu bewerten.

#### 3. Solution

Der Auszubildende startet die Video-Instruktionen der vorliegenden Aufgabe mit einem QR-Code. Mithilfe des Videos kann der Auszubildende selbstständig arbeiten, er kann das Video so oft wie benötigt erneut wiedergeben sowie pausieren, um ein klareres Bild von bestimmten Arbeitsphasen zu bekommen. Er kann die Durchführung der Ausrichtung so oft üben, wie er nötig, um die Aufgabe sicher zu bewältigen.

Der Auszubildende hat am Arbeitsplatz das Video angesehen und die Aufgabe geübt. Er verbindet er sich via Video-Anruf mit dem Lehrer (mit Pointn-App), welche auf den Smart Glass installiert ist. Der Lehrer verfügt über dieselbe App auf seinem Computer/Tablet/Smartphone. Er kann sehen, was der Auszubildende tut, er kann dem Auszubildenden mit seiner Stimme oder durch das Hinzufügen von Pointern auf dem Bildschirm Anweisungen geben.



#### 4. Ergebnis

Der Auszubildende weiß, wie das Ausrichtgerät vorbereitet wird und erkennt mögliche Problem. Anschließend fährt der in seinem eigenen Tempo mit seinen Lernaufgaben fort.

Der Lehrer sah live, was der Auszubildende tat und konnte seine Leistung aus der Distanz bewerten. Der Pointer Anruf-Ordner wird für späteren Gebrauch abgespeichert.

### 3.5. Augmented Reality in IT (Firewall Attack)

Auszubildende mit Kenntnissen im Bereich Netzwerke müssen wissen, was Firewall-Angriffe sind und wie diese abzuwehren sind. Ein Szenario besteht darin, Auszubildende in der Nutzung von AR Brillen im Falle eines DDoS Angriffs zu schulen.

#### 1. Problem

Vergleichbare Szenarien wurde für Port Scanning und Brute Force getestet. Der Dreiklang aus Setting-Lösung-Ergebnis sind vergleichbar zu DDoS.

#### DDoS-Attack (Denial of Service)

#### 2. Setting

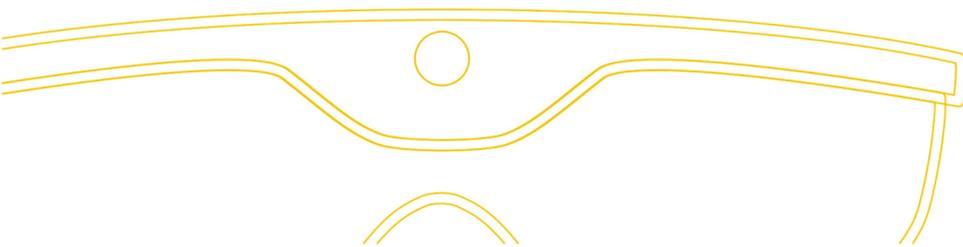
Der Auszubildende trägt die Brille im Unterricht und bekommt ein Menü zu sehen, in dem er das DDoS Szenario auswählt. Ein Lehrer steht bereit, um bei Bedarf zu helfen und zu unterweisen.

#### 3. Solution

Der Auszubildende interagiert mit dem DDoS Angriff und absolviert am Ende ein Quiz mithilfe der Brille, so dass er und der Lehrer den Lernerfolg evaluieren können.

#### 4. Outcome

Der Auszubildende weiß, was ein Denial-of-Service-Angriff ist, welche Services davon betroffen sind und wie er die Firewall korrekt konfigurieren kann, um diesen und zukünftige Angriffe abzuwehren.



### 3.6. Augmented Reality in der IT (Hardwarereparatur)

#### 1. Problem

Schüler bekommen die Aufgabe, verschiedene Hardware-Fehlfunktionen zu beheben. Sie müssen dazu ein Problem definieren, mögliche Lösungen mit Kollegen diskutieren und ihre Leistung evaluieren.

#### 2. Setting

Die Schüler arbeiten in Zweier- oder Dreiergruppen. Der Lehrer ist lediglich Beobachter oder Tutor. Wir simulieren eine Situation, in der wir versuchen, Probleme effizienter zu lösen, indem wir von verschiedenen Orten aus zusammenarbeiten. Ein Schüler arbeitet an der Reparatur der Hardware, während der andere versucht, ihn dabei aus der Entfernung zu unterstützen.

#### 3. Solution

Der Schüler versucht zunächst eine Lösung zu finden, indem er Handbücher liest oder in vorbereiteten E-Books bzw. im Web nach Informationen sucht. Wenn keine Lösung gefunden wird, nimmt er die HoloLens Brille und verbindet sich mit seinen Teammitgliedern durch Nutzung der Remote Assist App, die auch Teil des Kommunikationssystems Microsoft Teams ist. Der Auszubildende am anderen Standort bekommt eine Echtzeitsicht des Problems und kann den Fehler effizient beheben, indem er wichtige Punkte markiert. Der Lehrer beobachtet den Prozess und spricht mit beiden Schülern, während sie das Problem lösen.

#### 4. Ergebnis

Schüler arbeiten zusammen und tauschen ihre Meinungen, Lösungen und Überlegungen aus. Sie lernen, wie man ein Problem beschreibt und wie man es diskutiert, sowie darüber hinaus wie man seine Leistung evaluiert. Mithilfe der HoloLens Brille erfahren sie eine Situation in Echtzeit und mit Remote-Unterstützung. Sie lernen nicht nur, Hardwareprobleme zu beheben, sondern auch zu kommunizieren und zusammenzuarbeiten.

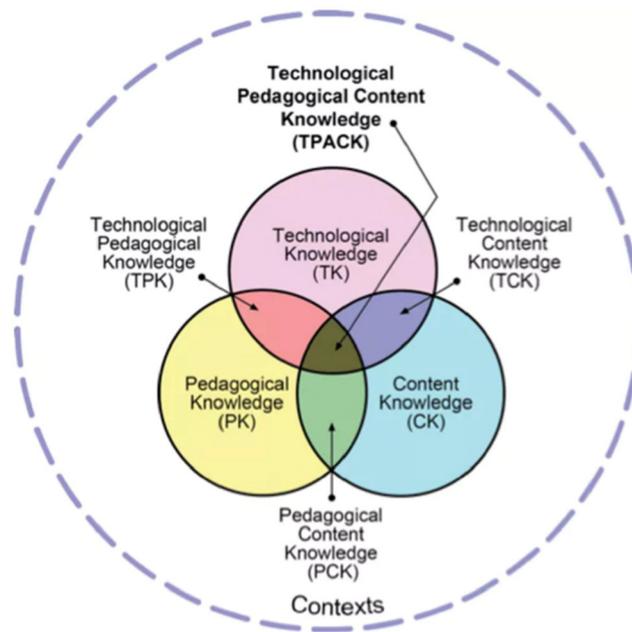


### 3.7 Zusammenfassung

Um eine neue Technologie erfolgreich in die Berufsausbildung zu implementieren, müssen Lehrer bzw. Ausbilder über Kenntnisse in den folgenden Bereichen verfügen:

- Inhalt – Welche Unterrichtsinhalte sollen mit AR vermittelt werden?
- Pädagogische Einsatzmöglichkeiten – wie und in welcher Form soll AR verwendet werden?
- Technologie – Wie sollte AR verwendet werden?

Wir haben uns bei unserem Design am TPACK-Modell (Matthew Koehler und Punya Mishra) orientiert<sup>1</sup>.



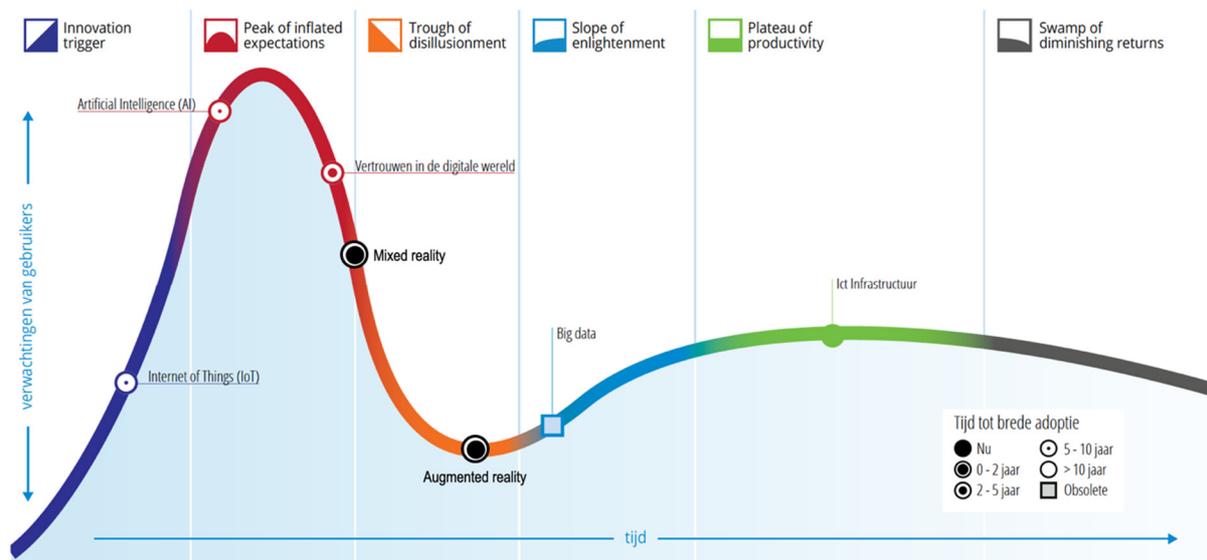
Die Ergebnisse unserer Befragung von Lehrern und Führungskräften in der beruflichen Ausbildung haben gezeigt, dass es erhebliche Unterschiede zwischen den Befragten gibt. Der Gebrauch von Videos, Beamern, Smartboards und Computern sind der Mehrheit der Befragten bekannt. Für Virtual Reality war dies weitaus weniger der Fall und Augmented Reality war unbekannt bzw. Neuland. Viele Lehrer und Führungskräfte waren bereit die Möglichkeiten von AR zu testen. Dies bildete die Basis für die Lernmodule des EU-Projekts AR4VET.

## 4. Hard- und Software

Augmented Reality stellte zu Beginn unseres Projekts eine neue Technologie dar. Am bekanntesten war dabei die Google Glass, die jedoch keinen Durchbruch erzielte. Mit der Einführung der HoloLens von Microsoft nahm das Interesse an dieser Technologie zu. Die HoloLens ist eine sogenannte Augmented Reality (AR) und Mixed Reality (MR) Brille. Während AR die Umgebung in Echtzeit mit virtuellen Objekten anreichert, geht MR noch einen Schritt weiter und erlaubt es, mit den virtuellen Objekten zu interagieren. Man stelle sich vor, dass man eine Maschine in 3D baut und sie virtuell auf einen echten Tisch platziert, an ihr arbeitet und in Echtzeit Veränderungen an ihr vornimmt. Dies ist Mixed Reality.

<sup>1</sup> Das TPACK Modell ist ein eher strategischer Ansatz. In Verbindung mit dem SAMR Modell können die Operationalisierung bzw. die einzelnen Implementierungsschritte geplant werden. Der SAMR-Ansatz unterscheidet vier Level der Integration von Technologie: Substitution, funktionale Erweiterung, Modifizierung und Neugestaltung des Lernprozesses. Die ersten beiden Items erweitern die Lehr- und Lernerfahrung, die letzteren zwei führen zur einer Transformation.

Mittlerweile haben die hohen Erwartungen, in Bezug auf Augmented Reality, nachgelassen. Dennoch wird die breite Nutzung von AR innerhalb von 2 bis 5 Jahren zunehmen (Quelle: Gartner). Für Mixed Reality gilt, dass diese sich ähnlich wie Augmented Reality verhalten wird. Nachdem die Erwartungen sich angepasst haben und die Technologie sich weiterentwickelt, beispielsweise mit der HoloLens 2, der Google Glass 2 und von Apple AR sowie die Verfügbarkeit von neuen, wahrscheinlich preiswerteren Asiatischen Anbietern (z.B. nreal), wird Mixed Reality ebenfalls stark genutzt werden. Schulen bzw. Bildungseinrichtungen werden deshalb nachziehen müssen.



Um die Möglichkeiten von AR in der Ausbildung zu untersuchen, haben wir verschiedenen AR Brillen miteinander verglichen. Für den Bildungsbereich am bedeutsamsten waren bei diesem Vergleich die folgenden Parameter:

- Kaufpreis,
- verkabelt oder kabellos,
- Sichtfeld,
- Tragekomfort,
- Steuerung; mit Gesten, Stimme, oder mithilfe eines Kontrollgeräts,
- Verfügbare Software / Lerninhalte und Entwicklungsmöglichkeiten.

Basierend auf diesem Vergleich wurden drei AR-Brillen ausgewählt, die tatsächlich in der Ausbildung getestet wurden.

Diese waren:

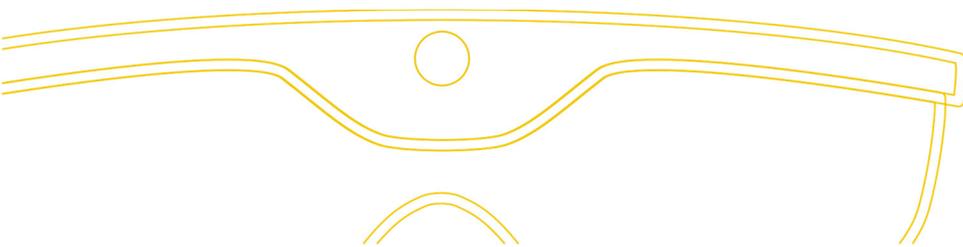
Vuzix M300



Meta 2



HoloLens



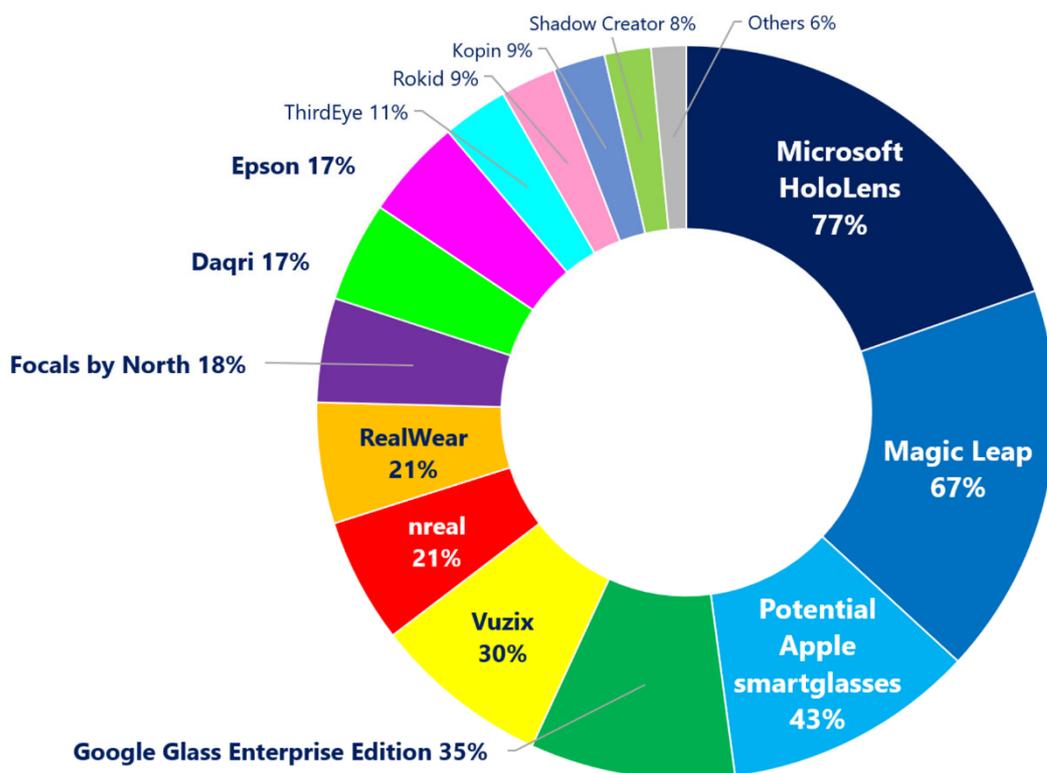
Generell ist festzustellen, dass die HoloLens von Microsoft von uns in allen Bereichen bevorzugt wurde. Allerdings stellte der Preis hier einen großen Nachteil dar, was bedeutet, dass viele Bildungseinrichtungen nicht in der Lage sein werden, eine größere Anzahl dieser Brillen zu erwerben. Die HoloLens hat auch den großen Vorteil, dass sie kabellos ist und ihren eigenen Prozessor hat und auf Windows 10 läuft. Der Tragekomfort wird ebenfalls als Negativpunkt gewertet. Dies wird sich sicher mit der Einführung der HoloLens 2 ändern.

Im Hinblick auf den Komfort ist die Vuzix M300 Testsieger. Diese AR-Brille ist leicht und komfortabel. Einen Nachteil im Vergleich zur HoloLens stellt die Tatsache dar, dass die Vuzix hauptsächlich als Augmented Reality Brille benutzt werden kann. Informationen werden über die Realität projiziert (Overlay), während die HoloLens sehr gut mit Mixed Reality genutzt werden kann, wobei virtuelle Information und 3D-Objekte manipuliert werden können.

Die Meta 2 hat den großen Nachteil, dass sie per Kabel angeschlossen werden muss und man daher stets mit einem schweren Computer verbunden ist. In einer Werkstatt, beispielsweise einer Autowerkstatt, zu arbeiten, gestaltet sich als schwierig. Außerdem ist der Anbieter der Meta 2 insolvent gegangen, hat aber einen Neustart versucht (Juni 2019).

Darüber hinaus ist die Geschwindigkeit, mit der sich der AR-Brillen Markt entwickelt, ein weiterer wichtiger Faktor.

Die folgende Grafik gibt einen Überblick über den AR/MR-Smart-Brillen-Markt (Quelle: zdnet.com). Bitte beachten, dass Mehrfachantworten möglich waren.

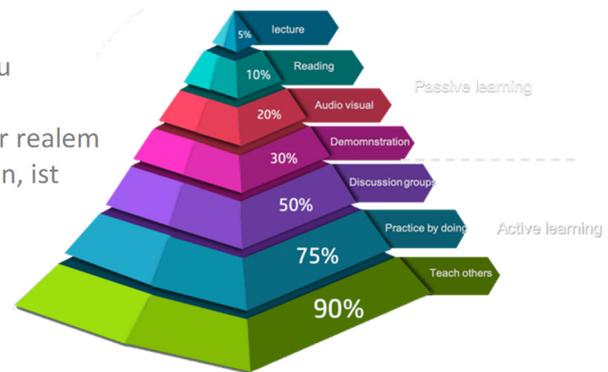


## 5. Didaktische Richtlinien

Die wichtigste Frage in unserem Projekt war: "Warum sollte Augmented Reality in der Berufsausbildung eingesetzt werden?", oder "Welchen Mehrwert bietet AR?"

Eine erste wichtige Beobachtung ist, dass der Einsatz von AR im Unterricht zu großem Enthusiasmus und einer höheren Lernmotivation führt. Allerdings war unser Projekt zu kurz, um zu untersuchen, ob dieser Effekt langfristig anhalten wird.

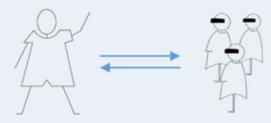
Die Möglichkeit, Schüler und Auszubildenden die Erfahrung einer realen (beruflichen) Situation im Klassen- und Praxisraum zu bieten, ist ein starkes Argument für den Einsatz von AR im Unterricht darzustellen. Es scheint nun möglich, verschiedene Fehlersimulationen in einer relativ günstigen und sicheren Umgebung, im Theorie- und Praxisunterricht, durchzuführen. Auch wenn dies weiter untersucht werden muss, hat sich herausgestellt, dass der Lerneffekt durch den praktischen Umgang zu besseren Lernergebnissen und Wissenstransfer führt.

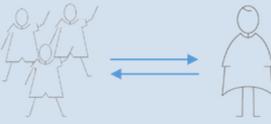
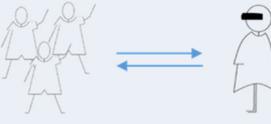


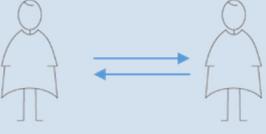
Der Mehrwert des Einsatzes von AR in der Berufsausbildung liegt auch in der Tatsache begründet, dass AR allmählich in den verschiedenen Berufsbereichen, für welche die Projektpartner ausbilden, Verbreitung findet. Dazu zählen insbesondere Remote-Training und das Design verschiedener Produkte.

Wir können daher die Frage, ob es sinnvoll ist, AR einzusetzen, bejahen. Beim Einsatz im Klassenraum und in einer praktischen Lehr- und Lernumgebung sehen wir uns jedoch mit dem Problem konfrontiert, dass die benötigte Hardware relativ teuer ist und nur eine oder zwei AR-Brillen pro Klasse erworben werden können. Dies erfordert Organisationsformen, die in Gruppen oder mit Lernstationen arbeiten. Dies beinhaltet eine Gruppe mit maximal 5 Schülern, die mit den verfügbaren AR-Brillen arbeiten. Indem die AR-Brillen mit einem Projektor verbunden werden, ist es möglich, auch größeren Gruppen ermöglichen zu sehen, was die Träger sehen. Im folgenden Diagramm sind die am besten geeigneten Formen grün markiert.

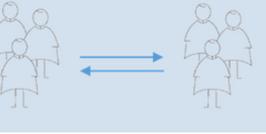
1) Ausbilder ↔ Auszubildender	Direkte synchrone Kommunikation	Indirekt synchrone Kommunikation	Asynchrone Kommunikation
	Der Ausbilder gibt dem Auszubildenden direkte Erklärungen und Anweisungen.	n.a.	n.a.
	Der Ausbilder gibt dem Auszubildenden direkte Erklärungen und Anweisungen. Der Auszubildende kann dem Ausbilder und die Beispiele zum Thema über die AR-Brille sehen.	Ausbilder und Auszubildender befinden sich nicht im selben Raum. Der Auszubildende ist an seinem Praktikumsplatz und bekommt Erklärungen und Anweisungen von seinem Ausbilder.	Der Ausbilder hat die Unterrichtsaufgabe mit AR-Beispielen aufgezeichnet. Der Auszubildende absolviert den Kurs, wenn er am geeigneten Ort Zeit hat.
	Der Ausbilder zeigt das korrekte Vorgehen in einer simulierten Situation und projiziert das, was er sieht, mithilfe eines Projektors auf einen Bildschirm. Der Auszubildende schaut zu.	Analog zu direkter synchroner Kommunikation, allerdings befinden sich Auszubildender und Ausbilder nun nicht mehr am selben Ort.	n.a.
	Der Ausbilder zeigt beispielsweise wie man mit einem virtuellen Objekt umgeht. Beide sind in der Lage, das Unterrichtsobjekt aus ihrer eigenen Perspektive zu sehen.	Der Auszubildende ist an seinem Platz und hat ein Problem mit einem Motor und zeigt dieses durch seine AR-Brille. Der Ausbilder hat denselben Motor vor sich und zeigt, wie das Problem gelöst werden kann.	n.a.

2) Ausbilder ↔ mehrere Auszubildende	Direkte synchrone Kommunikation	Indirekte synchrone Kommunikation	Asynchrone Kommunikation
	Der Ausbilder gibt den Auszubildenden direkte Erklärungen und Anweisungen.	n.a.	n.a.
	Der Ausbilder gibt einer Gruppe von Auszubildenden direkte Erklärungen und Anweisungen. Die Auszubildenden können den Ausbilder und Beispiele zum Thema über die AR-Brille sehen. Z.B. unterrichtet der Ausbilder zum Thema molekulare Strukturen und bewegt sich um das virtuelle Modell herum.	Der Ausbilder unterrichtet und die Auszubildenden befinden sich nicht im selben Raum. Die Auszubildenden bekommen Remote-Anweisungen und Erklärungen und können den Ausbilder sowie das beispielhafte Modell zu molekularen Strukturen bei sich vor Ort sehen.	Der Ausbilder hat die Unterrichtsaufgabe mit AR-Beispielen aufgezeichnet. Die Auszubildenden absolvieren den Kurs, wenn er am geeigneten Ort Zeit hat.
	Der Ausbilder zeigt das korrekte Vorgehen in einer simulierten Situation und projiziert das, was er sieht, mithilfe eines Projektors auf einen Bildschirm. Die Auszubildenden schauen zu.	Analog zu direkter synchroner Kommunikation, allerdings befinden sich Auszubildende und Ausbilder nun nicht mehr am selben Ort.	Analog zur indirekten synchronen Kommunikation, allerdings hat der Ausbilder nun die Unterrichtseinheit mit der AR-Brille aufgezeichnet. Auszubildende können den Inhalt von beliebigen Orten und zu beliebigen Zeiten aufrufen und bearbeiten.
	Der Ausbilder zeigt beispielsweise wie man mit einem virtuellen Objekt umgeht. Alle Auszubildenden mit AR-Brille sind in der Lage, das Unterrichtsobjekt aus ihrer eigenen Perspektive zu sehen.	Die Auszubildenden sind an ihren Plätzen und haben ein Problem mit einem Motor und zeigen dieses durch ihre AR-Brillen. Der Ausbilder hat denselben Motor vor sich und zeigt, wie das Problem gelöst werden kann.	n.a.

3) mehrere Ausbilder ↔ Auszubildender	Direkte synchrone Kommunikation	Indirekte synchrone Kommunikation	Asynchrone Kommunikation
	Eine Gruppe von Ausbildern / Prüfern bewertet die praktische Prüfung eines Auszubildenden.	n.a.	n.a.
	Eine Gruppe von Ausbildern / Prüfern bewertet die praktische Prüfung eines Auszubildenden in einer simulierten Situation. Die Ausbilder sind in der Lage auf einem Bildschirm oder Endgerät zu verfolgen, was der Auszubildende beobachtet sowie wie der Auszubildende reagiert und handelt.	Analog zu direkter synchroner Kommunikation, allerdings befinden sich Auszubildender und Ausbilder/Prüfer nun nicht mehr am selben Ort. Z.B. wenn der Auszubildende eine praktische Aufgabe durchführt und seine Prüfung in der Trainingswerkstatt oder -labor ablegt.	n.a.
	n.a.	n.a.	n.a.
	n.a.	n.a.	n.a.

4) Auszubildender ↔ Auszubildender	Direkte synchrone Kommunikation	Indirekte synchrone Kommunikation	Asynchrone Kommunikation
	Zwei Auszubildende arbeiten gemeinsam an einem Arbeitsauftrag.	n.a.	n.a.
	Zwei Auszubildende arbeiten gemeinsam an einem Arbeitsauftrag. Ein Auszubildender trägt eine AR-Brille. Der andere Auszubildende beobachtet auf einem anderen Gerät, was er oder sie tut.	Analog zu direkter synchroner Kommunikation, allerdings befinden sich die Auszubildenden nun nicht mehr am selben Ort. Bspw. trägt ein Auszubildende die AR-Brille während seines Praktikums und zeigt einem anderen Auszubildenden auf einem Gerät eine Lernsituation aus der Praxis. Eine direkte Interaktion ist so möglich.	Analog zur indirekten synchronen Kommunikation, allerdings ist nun keine Interaktion möglich.
	Zwei Auszubildende arbeiten gemeinsam an einem Arbeitsauftrag. Beide tragen AR-Brillen. Z.B. haben beide Auszubildenden ein Objekt (Stuhl oder ähnlich) entworfen und diskutieren das entworfenen Modell.	Analog zu direkter synchroner Kommunikation, allerdings befinden sich die beiden Auszubildenden nun nicht mehr am selben Ort.	n.a.

5) Auszubildender ↔ Mehrere Auszubildende	Direkte synchrone Kommunikation	Indirekte synchrone Kommunikation	Asynchrone Kommunikation
	Ein Auszubildender präsentiert vor einer Gruppe von Auszubildenden.	n.a.	n.a.
	Ein Auszubildender präsentiert vor einer Gruppe von Auszubildenden. Die Auszubildenden können ihn / sie sowie die Beispiele zum Thema über die AR-Brille sehen. Z.B. macht ein Auszubildender eine Präsentation zu einem Design (Möbel), die die anderen Schüler virtuell im Klassenraum sehen können.	Analog zu direkter synchroner Kommunikation, allerdings befinden sich die Auszubildenden nun nicht mehr am selben Ort.	Analog zur indirekten synchronen Kommunikation, allerdings ist nun keine Interaktion möglich.
	Ein Auszubildender präsentiert vor einer Gruppe von Auszubildenden, die alle AR-Brillen tragen. Z.B. macht ein Auszubildender eine Präsentation über ein Design (Möbel). Alle anderen Auszubildenden können das Design der Schüler virtuell verfolgen.	n.a.	n.a.
	Ein Auszubildender trägt eine AR-Brille und macht eine Präsentation für eine Gruppe von Auszubildenden, indem er / sie mittels eines Laptops und Beamers projiziert, was er / sie sieht.	Analog zu direkter synchroner Kommunikation, allerdings befinden sich die anderen Auszubildenden nun nicht mehr am selben Ort.	n.a.

6) Mehrere Auszubildende ↔ mehrere Auszubildende	Direkte synchrone Kommunikation	Indirekte synchrone Kommunikation	Asynchrone Kommunikation
	Eine Gruppe von Auszubildenden macht eine Präsentation für eine andere Gruppe von Auszubildenden.	n.a.	n.a.
	Eine Gruppe von Auszubildenden macht eine Präsentation für eine andere Auszubildendengruppe mit AR-Brillen. Die Auszubildenden können die Präsentierenden sowie auch die Beispiele zum Thema über ihre AR-Brillen sehen.	Analog zu direkter synchroner Kommunikation, allerdings befinden sich die anderen Auszubildenden nun nicht mehr am selben Ort.	Analog zur indirekten synchronen Kommunikation, allerdings ist nun keine Interaktion möglich.
	Wie oben, allerdings tragen nun alle Auszubildenden AR-Brillen. Da jeder eine AR-Brille trägt, ist mehr Interaktion möglich.	n.a.	n.a.



In den beispielhaften Unterrichtseinheiten haben wir verschiedene Anwendungsmöglichkeiten getestet.

***Remote Instruction (Remote training / Expertenbasiertes Echtzeittraining)***

Im Rahmen einer Unterrichtseinheit, zur Reparatur von Computern, gibt ein Auszubildender einem anderen aus der Distanz und in Echtzeit Anweisungen. Der andere tauscht den Prozessor aus und folgt dabei den audiovisuellen Anweisungen der AR-Brille bzw. des zugeschalteten Experten.

***Abstrakte Prozesse durchführen***

Mittels einer Visualisierung, durch AR, bekommt ein einzelner Auszubildender Anweisungen, wie ein Cyber-Angriff auf eine Firewall verhindert werden kann.

***Unterweisung im Klassenraum***

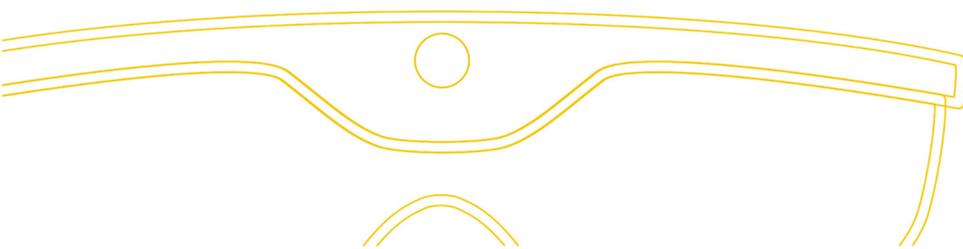
Ein Chemieausbilder leitet einen Auszubildenden vor der Arbeit im Umgang mit einem Gaschromatographen an. Der Auszubildende sieht den Vorgang mithilfe der AR Brille.

***Unmittelbare Anleitung***

Bei der Ausrichtung von Scheinwerfern in einer Autowerkstatt bekommen Auszubildende direkte Erklärungen und Anweisungen, über die AR-Brille, zur durchzuführenden Arbeit.

***Design***

Auszubildende entwerfen Möbel mit der Software SketchUp und nutzen die HoloLens, um zu sehen, ob die Möbel in die Umgebung passen, in der sie aufgestellt werden sollen. Die HoloLens wird sowohl von den Auszubildenden genutzt, um das Design fertigzustellen als auch vom Ausbilder, um das Design zu beurteilen.

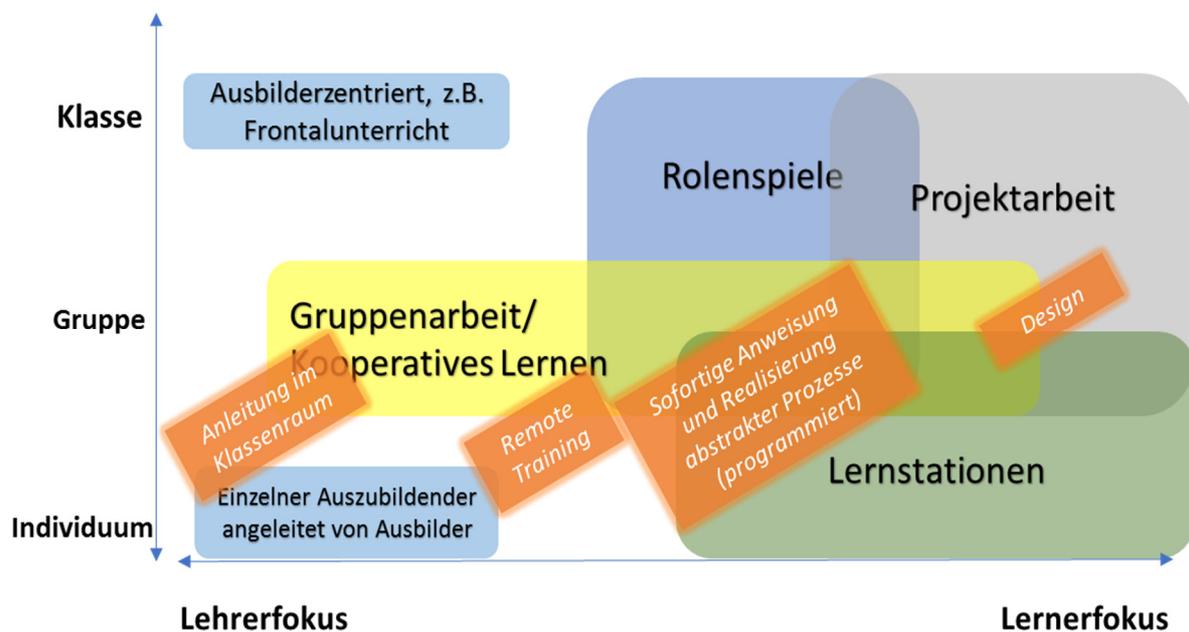


### **Alle getesteten Formen haben funktioniert. Einige Erkenntnisse:**

Für Remote Instruction und Design benutzen die Auszubildenden selbst AR, der Ausbilder selbst muss keine AR-Inhalte entwickeln. Allerdings muss er sicherstellen, dass die Technologie reibungslos funktioniert und dass die Auszubildenden damit umgehen können.

- Für andere Unterrichtsformen ist es notwendig, AR Lerninhalte zu entwickeln. Im Falle der Vuzix, die in der Autowerkstatt genutzt wurde, ist die Vorbereitungszeit und der Schwierigkeitsgrad begrenzt. Für den Chemieunterricht und die Firewall-Aufgabe mussten viele Visualisierungen erstellt werden und sowohl der Zeitaufwand als auch die erforderlichen Kenntnisse hierfür sind eher hoch.

Die Auswahl der richtigen Kommunikations- und Kollaborationsform muss an die unterschiedlichen Lehr- und Lernformen, im Theorie- und Praxisunterricht, angepasst werden.



### **Entwicklung von Lernmaterialien**

Momentan existieren wenige bis keine sofort einsatzbereiten Lerninhalte für AR in der beruflichen Bildung. Beispielweise gibt es keine Modelle von Automotoren. Das bedeutet, dass vieles intern entwickelt werden muss. Dies gestaltet sich nach wie vorher recht komplex. Um gute Animationen zu erzeugen, sind Programmierkenntnisse in Unity erforderlich. Hierbei handelt es sich um etwas, was Ausbilder in der Regel nicht beherrschen und was darüber hinaus zeitaufwändig ist. Es ist allerdings auch möglich, Auszubildenden mit Präsentationssoftware direkte Instruktionen mit AR vorzuführen. In diesem Fall sind **keine Programmierkenntnisse** erforderlich.

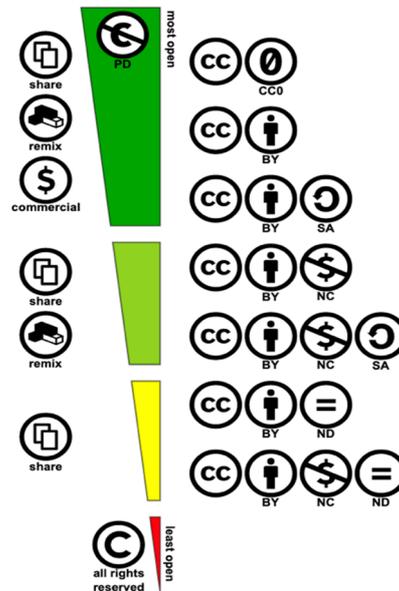
Unterrichtseinheiten, in denen Schüler selbst Content erstellen, zum Beispiel mit der Open Source Software SketchUp, sind einfach in der Durchführung und erfordern sowohl auf Seiten der Auszubildenden als auch des Ausbilders nur geringe technische Kenntnisse. Für das Remote Training werden gewisse Technik-Kenntnisse benötigt, dennoch gilt, dass diese Form einfach umzusetzen ist. Allerdings wird auch erwartet, dass recht schnell Software zum einfachen Erstellen und Manipulieren

von 3D Modellen auf den Markt kommen wird. Somit werden auch Ausbilder, die nicht über Programmierkenntnisse verfügen, in der Lage sein, Inhalte zu erstellen. Natürlich können interaktive 3D-Lerninhalte auch über spezialisierte Agenturen erstellt werden, die Kosten hierfür sind jedoch immens und dies ist somit nur realisierbar, wenn Schulen und / oder Unternehmensnetzwerke kooperieren.

Bei bereits im Internet verfügbaren Modellen ist stets die Frage zu stellen, inwiefern diese verwendet werden können und in welchem Ausmaß Urheberrechte bzw. Schutzrechte gelten.

## 6. Copyright

In unserem Blended Learning Schulungsprogramm für Lehrer und Ausbilder ist ein Kapitel dem Copyright gewidmet. Wir möchten, dass Lehrer und Ausbilder sich bewusst sind, welche Inhalte existieren und zu welchen Konditionen diese genutzt werden können, um Lernmaterialien für AR zu erstellen. Untenstehend findet sich ein schematischer Überblick, was bereits im Kurs, auf ar4vet.com, abgedeckt wird.



## 7. Schlussfolgerungen

Das AR4VET-Projekt hat zahlreiche Einblicke in die Möglichkeiten zur Implementierung von AR in der beruflichen Ausbildung, in verschiedenen EU-Ländern, geliefert. Es war eine lehrreiche Erfahrung für alle Beteiligten und wir konnten eine Orientierungshilfe für Lehrer und Ausbilder, die mit Augmented Reality arbeiten möchten, bereitstellen. Die Ergebnisse sind in gebündelter Form auf der Webseite AR4VET.COM einzusehen.

Im Hinblick auf den Mehrwert von AR wurde gezeigt, dass AR eine Erweiterung des für Lehrer und für Ausbilder verfügbaren, didaktischen Repertoires darstellt. Die Lehrkraft muss sich jedoch die Frage stellen, warum, auf welche Art und in welcher Form AR sinnvoll eingesetzt werden kann. Es ist nicht ausreichend, sich nur auf die erhöhte Motivation zu berufen, da diese mit der Zeit bzw. mit mehrmaliger Nutzung des gleichen AR-Szenarios abnehmen wird.

Die verfügbare AR - Hard- und Software entwickelt sich gegenwärtig in einem rasanten Tempo. Es wird erwartet, dass die Preise sinken und dass zügig hochwertige Lerninhalte auf den Markt kommen. Unternehmen wie Electude sind bereits dabei, 3D-Simulationen zu entwickeln, die auch für AR-Brillen und insbesondere für die HoloLens geeignet sind.

Die HoloLens ist momentan die beste und vielseitigste Brille. Von Nachteil sind allerdings der Tragekomfort sowie der Preis.

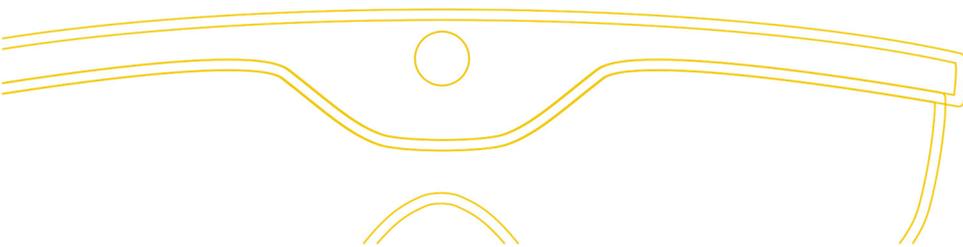
Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit von AR-Brillen im Unterricht sind Lehrkräfte auf bestimmte didaktische Arbeitsweisen angewiesen, bei denen die Lernende in Gruppen arbeiten, wobei jeweils nur eine Gruppe die AR Brille benutzen kann. Eine Ausnahme stellt dabei das Szenario dar, wenn eine AR Brille in Verbindung mit einem Projektor benutzt wird.



## 8. Ausblick

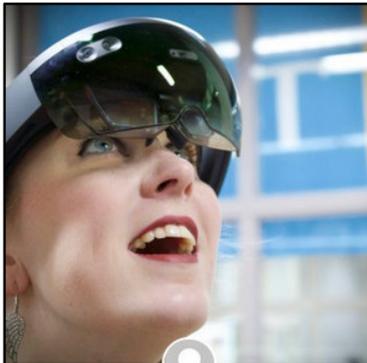
Wir sind äußerst enthusiastisch, was den Einsatz von AR in der beruflichen Bildung betrifft. Wir sind davon überzeugt, dass diese Technologie mittelfristig im Theorie- und besonders im Praxisunterricht (Labor, Werkstatt etc.) eingeführt werden wird. Wir möchten Sie nun ermutigen, lieber Leser, eine AR-Brille in die Hand zu nehmen und diese auszuprobieren. Nutzen Sie die Erkenntnisse aus diesem Best Practice Guide, um ihre eigenen, mit AR angereicherten Kursplan zu erstellen und werfen regelmäßig Sie einen Blick auf [ar4vet.com](http://ar4vet.com).

**STAY AWESOME, BECOME „AR“-SOME.**



ALLES WISSENSWERTE ZUM EINSATZ VON AUGMENTED REALITY IN DER AUSBILDUNG

MASSGESCHNEIDERTE ONLINE-TRAININGSPROGRAMME



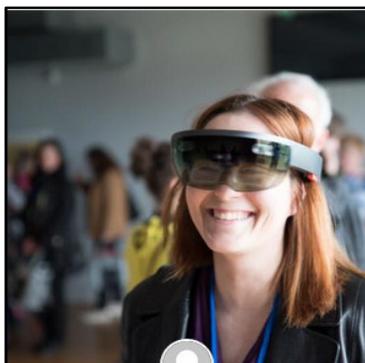
Admin

**AR hardware and software**



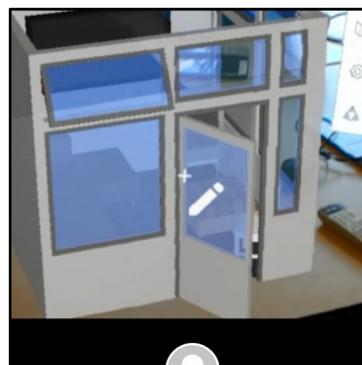
Admin

**Communication & Collaboration Using AR**



Admin

**Producing AR Media**



Admin

**Copyright**



Admin

**Teaching and learning with AR**

