



Output 2 aus dem MixTec-Projekt

Technische Analyse des Einsatzes von VR/AR in der beruflichen Weiterbildung (CVET)

Inhalt

INHALT	2
AUSGANGSSITUATION	3
ZIELGRUPPEN.....	3
<i>Das Verhältnis von Zielgruppen und Technologien.....</i>	4
ANWENDUNGSBEREICH	4
TECHNOLOGISCHER RAHMEN.....	7
<i>Virtual Reality.....</i>	7
<i>Augmented Reality.....</i>	8
TECHNISCHE ANALYSE	9
DAS VERHÄLTNIS VON ANWENDUNGSBEREICH UND TECHNOLOGIE	9
<i>Remote-Support mit AR-Brille.....</i>	9
<i>Sicherheitstraining mit VR-Headset.....</i>	9
<i>Interaktive Inbetriebnahme mit AR am Tablet</i>	9
<i>Wartungsprozess-Übung mit VR am Laptop</i>	9
ALLGEMEINE ANGABEN ZUR UMFRAGE.....	12
ANALYSE DER ZIELGRUPPE.....	13
VOR- UND NACHTEILE FÜR DEN EINSATZ VON XR	15
FAZIT	15
<i>Wann lassen sich die Kosten für XR-Anwendungen rechtfertigen?.....</i>	16

Ausgangssituation

Zunächst möchten wir uns mit folgender Ausgangsfrage beschäftigen:

Wie kann XR¹ in der Instruktion/Weiterbildung von technischen Fachkräften für KMU genutzt werden?

Prinzipiell kann man XR-Anwendungen in die zwei Hauptkategorien von **Virtual Reality** und **Augmented Reality** einteilen. In Virtual Reality Anwendungen werden dabei reale Situationen komplett simuliert und der Nutzer kann in diesen Simulationen mit der virtuellen Umwelt interagieren. In Augmented Reality Anwendungen hingegen findet eine Verschmelzung der realen Welt mit virtuellen Elementen statt. Hier wird durch vorher definierte Marker die reale Situation über ein digitales Endgerät (Tablet, Smartphone, AR-Brille) um kontextsensitive Informationen angereichert (z.B. die Einblendung der Position einer Wartungsklappe am realen Gerät).

Die beiden Grundvarianten der XR-Anwendungen können in Unterkategorien eingeteilt werden. Diese werden einerseits von der Kombination aus Technologie und Endgeräte bestimmt, z.B.

- Virtual Reality mit Headset oder am Laptop
- Augmented Reality mit AR-Brille oder am Tablet

und andererseits vom jeweiligen Einsatzzweck abhängen, z.B.

- AR-Support Call über Videotelefonie oder AR-App als interaktive Aufbauanleitung im Tablet.

Daraus ergeben sich folgende Klärungsbedarfe:

- **Zielgruppen** für die Nutzung
- **Anwendungsbereich** für das Training
- **Technologische Rahmenbedingungen** der eingesetzten XR
- **Verhältnis von Technologie und Anwendungsbereich**
- **Verhältnis von Technologie und Zielgruppe**
- **Anbieter von Soft- und Hardware**

Zielgruppen

Welche Zielgruppen kommen in Frage und wie vielversprechend ist das Angebot einer XR-Applikation für die jeweiligen Zielgruppen?

Unserer Auffassung nach bieten sich sinnvolle Einsatzzwecke von XR für jede Zielgruppe aus einem technisch-handwerklichen Gewerbe. Ob diese Einsatzzwecke auch zur einer positiven Kosten-Nutzen-

¹ Wir verstehen „Extended Reality“ (XR) als Oberbegriff für alle Formen von Virtual Reality und Augmented Reality, also z.B. auch für 2-D Virtual Reality oder Augmented Reality auf dem Tablet.

Kalkulation führen kann, ist jedoch noch zu klären. Folgend werden die Zielgruppen mit möglichen Anwendungsfeldern exemplarisch aufgelistet.

Zielgruppe	Anwendungsfelder
Auszubildende	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Basisfertigkeiten und -prozesse erlernen (z.B. korrekte Werkzeugnutzung, Sicherheitstraining, ...) ▪ Übungen und Assessment von Lerninhalten mit automatisiertem Feedback
Techniker/Fachkräfte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weiterbildungsinhalte (neue Techniken, Prozesse, Gerätehandhabung) ▪ Troubleshooting und Maintenance mit Hilfe einer AR-Anwendung ▪ Aufbauanleitung/Inbetriebnahme für Geräte
Meister/Ingenieure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weiterbildungsinhalte (neue Techniken, Prozesse, Gerätehandhabung) ▪ Remote Troubleshooting über AR-Call zur lokalen Fachkraft ▪ XR-Anwendung als Ressource für Service und Vertrieb

Das Verhältnis von Zielgruppen und Technologien

Plant man den Einsatz einer digitalen Unterstützung für eine bestimmte Zielgruppe, so lohnt es sich, im Vorfeld deren digitale Kompetenz und ihre generelle Affinität zu digitalen Anwendungen zu untersuchen. Folgende Fragen sollten in dieser Betrachtung herangezogen werden:

- Werden digitale Inhalte von der Zielgruppe eher als Motivationsverstärker oder -dämpfer wahrgenommen?
- Hat die Zielgruppe bereits Erfahrungen mit der Nutzung der Hardware (Smartphones, VR-Headsets, AR-Brillen, etc.) oder wird eine Anlernphase nötig werden?
- Wie wird die allgemeine digitale Kompetenz der Zielgruppe eingeschätzt? Konkret: Kann davon ausgegangen werden, dass sich die Zielgruppe auch schnell mit neuen digitalen Anwendungen und der zugehörigen Hardware zurechtfindet oder nicht?
- Gibt es bestimmte Hardware, mit der die Zielgruppe bereits besonders gut vertraut ist, z.B. tägliche Nutzung eines Laptops, oder sind es „Digital Natives“ mit Smartphone und Tablets?

Als Faustregel kann folgendes festgehalten werden:

Je weniger die Beschäftigung mit digitalen Inhalten und der dazugehörigen Hardware die Zielgruppe motivieren wird, desto mehr sollte die Entscheidung für die eingesetzte Technologie von der Passung zur Zielgruppe und nicht von der Passung zum Einsatzzweck abhängig gemacht werden.

Anwendungsbereich

Welche Anwendungsfelder gibt es und welche Art von XR ist praktikabel für den jeweiligen Einsatz?

Prinzipiell gilt auch für diese Frage, dass die XR eine vielfältige Breite an möglichen Einsatzfeldern bietet. Von kompletten Virtual Reality Anwendungen über spezielle Augmented Reality Apps bis hin zu angereicherten Remote Support Calls können breite Einsatzszenarien in technischen Arbeitsbereichen

gefunden werden. In der Folge werden die aus unserer Sicht vielversprechendsten Einsatzwecke und offenen Fragen aufgeführt.

Nr.	Anwendungsbereich	Anmerkungen / Beispiele
1	Wissensvermittlung (im Gegensatz zu Kompetenzentwicklung) und automatisiertes Assessment in der Erstausbildung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut geeignet für die Visualisierung von 3D-Modellen ▪ Assessment möglich in Kombination von realer Ausführung und AR-Unterstützung (automatisiertes Feedback schwierig/teuer) ▪ Mehrwert zu „normalem“ E-Learning bzw. anderen klassischen Unterrichtsformen fraglich ▪ Wissen wird in den meisten Fällen einfacher/besser durch andere Medien vermittelt
2	Weiterbildung für neue Techniken/Geräte/Prozesse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kennenlernen einer neuen Aufgabe über VR-Anwendung oder AR-Anwendung → virtuelle Bedienungsanleitung ▪ Für sicherheitsrelevante Tätigkeiten VR oder 2D-VR (am Laptop) gut geeignet
3	Inbetriebnahme und Wartung von Geräten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Virtuelle Aufbauanleitung (Ikea-Anleitung in XR) ▪ AR-Anwendungen um Schritt für Schritt Instruktionen zu folgen
4	Ad-Hoc Troubleshooting und Remote Support	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Über AR-Support-Calls mit der Möglichkeit in einem Video-Call ein Problem durch einen Remote-Support-Techniker direkt zu lösen ▪ Hier eignen sich AR-Brillen wohl am besten (Hände frei und Hinweise direkt im Sichtfeld) ▪ Möglichkeit, kritische Prozessschritte im Moment der Durchführung hervorzuheben (z.B. in diesem Moment auf die richtige Zuordnung eines Steckers achten) ▪ Laien können ggf. höherwertige/komplexere technische Tätigkeiten ausführen

Wenn man sich die oben genannten Anwendungsbereiche ansieht und sie in Bezug auf die Frage der Eignung für Weiterbildungen, Training und Ausbildung näher betrachtet, dann ist es wichtig bestimmte Unterscheidungen zu machen. So können in Bezug auf den Lernprozess folgende Kriterien (vgl. Rauner, 2011) zur Unterscheidung herangezogen werden:

Kompetenzniveau

- Nominell (oberflächliches begriffliches Wissen)
- Funktional (elementaren Fachkenntnissen und Fertigkeiten)
- Prozessual (Bezüge zu betrieblichen Arbeitsprozessen)
- Gestaltung (Berücksichtigung betrieblicher und gesellschaftlicher Rahmen)

Lernbereich

- Anfängeraufgaben

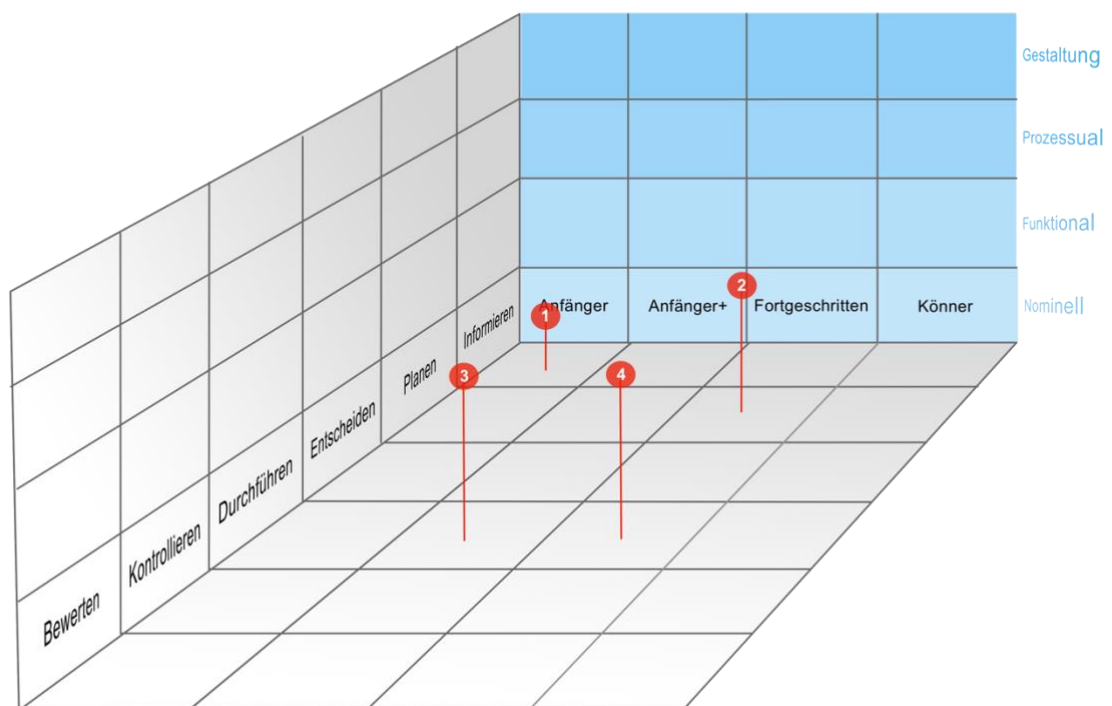


- Fortgeschrittene Anfängeraufgaben (Anfänger+)
- Fortgeschritteneaufgaben
- Könneraufgaben

Handlungsdimension

- Informieren
- Planen
- Entscheiden
- Durchführen
- Kontrollieren
- Bewerten

In der folgenden Grafik werden die oben genannten beispielhaften Anwendungsbereiche auf der Kriterienmatrix angeordnet. Auffällig ist, dass keiner der geeigneten Anwendungsbereiche über eine funktionale Kompetenz hinausgeht. Es ist daher anzunehmen, dass die vielversprechenden Einsatzfelder für XR nicht in der Kompetenzentwicklung, sondern eher in der Anleitung und angeleiteten Umsetzung liegen.



Technologischer Rahmen

Welche Möglichkeiten und Beschränkungen gehen mit den verschiedenen XR-Varianten einher?

Prinzipiell kann man XR-Anwendungen in die zwei Hauptkategorien von Virtual Reality und Augmented Reality einteilen. In Virtual Reality Anwendungen werden dabei reale Situationen komplett simuliert und der Nutzer kann in diesen Simulationen mit der virtuellen Umwelt interagieren. In Augmented Reality Anwendungen hingegen findet eine Verschmelzung der realen Welt mit virtuellen Elementen statt. Hier wird durch vorher definierte Marker die reale Situation über ein digitales Endgerät (Tablet, Smartphone, AR-Brille) um kontextsensitive Informationen angereichert (z.B. die Einblendung der Position einer Wartungsklappe am realen Gerät).

Die beiden Grundvarianten der XR-Anwendungen können in Unterkategorien eingeteilt werden. Diese werden einerseits von der Kombination aus Technologie und Endgeräte bestimmt, z.B.

- Virtual Reality mit Headset oder am Laptop
- Augmented Reality mit AR-Brille oder am Tablet

und andererseits vom jeweiligen Einsatzzweck abhängen, z.B.

- AR-Support Call über Videotelefonie oder AR-App als interaktive Aufbauanleitung im Tablet.

Für die hier relevante Fragestellung reicht es jedoch, die beiden Grundformen lediglich zusammenfassend zu vergleichen und deren Vor- und Nachteile aufzuführen.

Virtual Reality

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none">▪ Sehr reales Erleben von simulierten Situationen▪ Vor allem für sicherheitsrelevante Themen gut geeignet▪ Auch das Erleben von Umweltfaktoren (Höhe, Lärm, Bewegung) gut simulierbar▪ Sowohl am Headset einsetzbar als auch am Laptop (allerdings mit weniger intensivem Erleben der Simulation)▪ Eine Entwicklung mit der Entwicklungsumgebung „Unity“ erlaubt den Einsatz auf nahezu allen Hardware-Endgeräten	<ul style="list-style-type: none">▪ Hoher Entwicklungsaufwand, da eine gesamte virtuelle Welt kreiert wird▪ Schneller Verschleiß der Hardware und Unzuverlässigkeit der VR-Headsets▪ Es kann lange dauern, die Nutzung der VR-Headsets zu lernen▪ Einsatz als 2D-VR am Laptop hebt einen wichtigen Vorteil von VR (das komplette Eintauchen in eine Simulation) auf▪ Für Headset-VR Anwendungen braucht es die Hardware. Ist diese nicht vor Ort, ist ein Einsatz nicht möglich▪ Nur zur Übung geeignet, kann nicht in den Arbeitsprozess integriert werden (Asynchron und nicht kontextsensitiv)▪ Rechenintensive Anwendung, daher sind auch für 2D-VR entweder leistungsstarke Laptops oder gute Internetverbindung bei serverseitiger Bereitstellung notwendig

- Headset-VR Anwendungen können bei längerer Nutzung Schwindel verursachen

Augmented Reality

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sehr gut geeignet in Kombination mit einer Unterstützung von außen über Telefon- oder Datenleitung ▪ Kostengünstige Produktion von Inhalten/Anwendungen ▪ Viele Endgeräte können direkt genutzt werden (Smartphone, Tablet) ▪ Können ortsunabhängig bereitgestellt werden ▪ Einbettung in den Arbeitsprozess gut möglich (direkte oder nahezu direkte Verknüpfung von Instruktion und Anwendung) ▪ Es gibt viele Anbieter von Basis-Plattformen für die Erstellung und Bereitstellung von AR-Anwendungen ▪ Kann schneller erlernt werden bei einer Anwendung über Smartphone und Tablet 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sind zwar kontextsensitiv, können aber nur mit viel Aufwand automatisch auf Veränderungen in der realen Welt reagieren ▪ Funktionieren nur in Kombination mit der realen Umgebung → keine Lernsimulation möglich ▪ Benötigen Referenzpunkte in der realen Umgebung (z.B. QR-Code) um höherwertige Integration mit der Umwelt zu erreichen ▪ AR-Anwendungen ohne Brille verlieren den großen Vorteil, die Hände frei zu haben ▪ Die Nutzung von AR-Brillen ist zwar schneller erlernbar als von VR, braucht aber trotzdem ihre Zeit

Zusätzlich gibt es für beide XR-Varianten übergreifende Fragen, die den Mehrwert bzw. die Kosten-Nutzen-Bilanz beeinflussen können. Dazu gehören unter anderem folgende Punkte:

- Welche Kosten entstehen für die Programmierung/Bereitstellung der Anwendungen? Z.T. müssen die Software-Anbieter nicht nur einmalig bezahlt werden, sondern über Abonnement-Verträge immer wieder
- Wie gut/schlecht können die Anwendungen überarbeitet, angepasst oder erweitert werden?
- Software-Hardware-Beschränkungen: Gibt es Einschränkungen in Bezug auf die Nutzung der Software mit bestimmter Hardware (z.B. nur bestimmte Anwendungen für die AR-Brille eines bestimmten Anbieters)?
- Sind bereits 3D-Modelle für die relevanten Geräte/Werkstücke vorhanden? Falls nicht, erhöht sich der Entwicklungsaufwand enorm.

Technische Analyse

Das Verhältnis von Anwendungsbereich und Technologie

Welche XR-Varianten passen am besten zu welchem Anwendungsbereich?

In Bezug auf die Passung von Anwendungsbereich und XR Form gibt es einige Kombinationen, die problemlos passen. Für andere Anwendungsbereiche spielt die Zielgruppe eine wichtige Rolle bei der Beurteilung, ob sie passend sind. In der Folge werden daher einige passende Fallbeispiele für eine sinnvolle Kombination von Anwendungsbereich und Technologie kurz ausgeführt.

Remote-Support mit AR-Brille

Ein erfahrener Ingenieur am Hauptsitz des Unternehmens bietet über einen Video-Call Support zur Reparatur eines Geräts an einem entfernten Standort an. Dabei wird eine technisch versierte Fachkraft, die jedoch nicht über das nötige Expertenwissen verfügt, durch den zugeschalteten Remote-Support durch den Reparaturprozess begleitet. Die Nutzung einer AR-Brille bietet sich für diesen Einsatzzweck gut an, da die lokale Fachkraft die Instruktionen des Remote-Supports direkt umsetzen kann und beide Teilnehmende dasselbe sehen können. Durch die Möglichkeit, das Bild für die lokale Fachkraft im direkten Sichtfeld einblenden zu können, kann der Remote-Support nicht nur den Prozess und die nötigen Handlungsschritte beschreiben, sondern auch direkt für die lokale Fachkraft sichtbar machen.

Sicherheitstraining mit VR-Headset

Eine neue Fachkraft soll notwendige Sicherheitsmaßnahmen erlernen, z.B. Wartung in großen Höhen. Hier wird der Fachkraft über ein VR-Headset die komplette Wartungssituationen mit dem Erleben des hohen eigenen Standpunkts, der Bewegung des Umfelds und der Windgeräusche im VR-Erlebnis simuliert. Die Fachkraft übt den Wartungsvorgang in einer sicheren Umgebung, aber unter realitätsnahen Umgebungsbedingungen. Bei Fehlern ist die Fachkraft geschützt und wird so besser auf den ersten realen Einsatz vorbereitet.

Interaktive Inbetriebnahme mit AR am Tablet

Für den Aufbau und die Inbetriebnahme eines neuen Gerätes hat der Hersteller eine virtuelle Bedienungsanleitung zur Verfügung gestellt. Die Fachkraft des Kunden nutzt dafür ein eigenes Tablet und wird Schritt für Schritt durch den Aufbau des Gerätes geführt. Dabei wird ein kleiner QR-Code am Gerät selbst als Referenzpunkt am Anfang mit dem Tablet gescannt. Danach kann die Fachkraft sich am Tablet die nächsten Handlungsschritte und die Position im realen Raum vor Ort anzeigen lassen und Schritt für Schritt selbst durchführen. Kritische Handlungsschritte oder mögliche Fehlerquellen können so direkt während des Aufbauprozesses mit Hinweisen hervorgehoben werden.

Wartungsprozess-Übung mit VR am Laptop

Für die Wartungsschritte an einer neuen Maschine soll ein Mitarbeiter aus dem Field-Service bereits im Vorfeld vorbereitet werden. Hierzu wird der Fachkraft auf seinem Laptop ein 2D-VR-Programm zur Verfügung gestellt. Die Fachkraft kann dann in seinem eigenen Tempo die nötigen Wartungsschritte verinnerlichen und in der Simulation einüben. Dabei können zwar nicht die realen Handgriffe (z.B. das

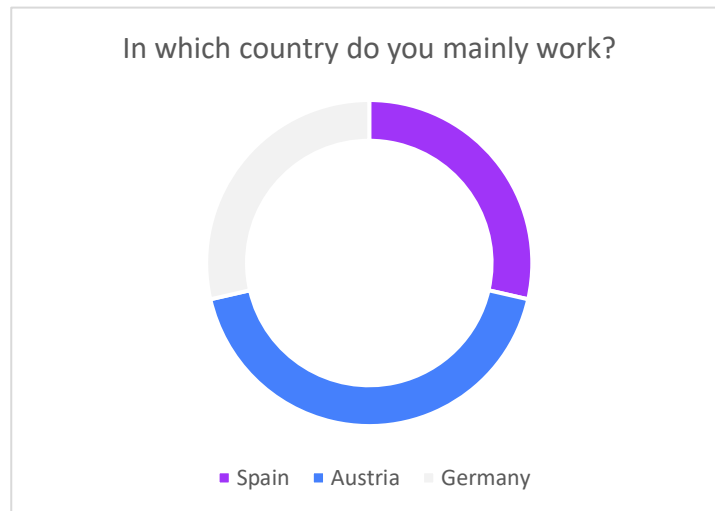
Lösen einer Schraube) geübt werden, aber die Fachkraft kann die Reihenfolge und die kritischen Punkte im Wartungsprozess bereits im Vorfeld identifizieren und die reale Wartung damit besser vorbereiten.

Abschließend ergibt sich daraus eine erste Kombinationstabelle der verschiedenen XR-Formen und häufiger Anwendungsbereiche.

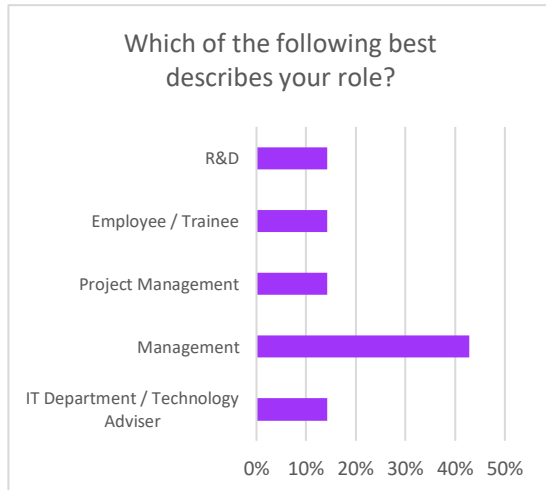
	Virtual Reality		Augmented Reality	
	Geeignet für	Ungeeignet für	Geeignet für	Ungeeignet für
Mit Headset / Brille	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sicherheitstrainings ▪ Simulation von Umweltbedingungen ▪ Übung von Handlungsabläufen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unterstützung von Arbeitsprozessen ▪ Einsatz im Feld ▪ Aufbauanleitung/ Inbetriebnahme ▪ Remote-Support 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Remote-Support ▪ Unterstützung von Arbeitsprozessen ▪ Interaktive Bedienungsanleitung / Wartungsanleitung ▪ Synchrone Anleitung und Umsetzung ▪ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sicherheitstrainings ▪ Simulation von Umweltbedingungen ▪ Übung von Handlungsabläufen ▪
Mit Laptop / Tablet	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sicherheitstrainings ▪ Übung von Handlungsabläufen ▪ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Remote-Support ▪ Simulation von Umweltbedingungen ▪ Unterstützung von Arbeitsprozessen ▪ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einsatz im Feld ▪ Remote-Support ▪ Interaktive Bedienungsanleitung / Wartungsanleitung ▪ Schneller Support auf dem eigenen Gerät ▪ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sicherheitstrainings ▪ Simulation von Umweltbedingungen ▪ Übung von Handlungsabläufen

Allgemeine Angaben zur Umfrage

Um einen besseren Überblick über die relevanten Technologien, die Anwendungsfelder und die Vor- und Nachteile verschiedener XR-Technologien zu gewinnen wurde eine Befragungsstudie durchgeführt. Die Befragung wurde auf Deutsch, Englisch und Spanisch angeboten und im Netzwerk des Mix-Tec Projektes verteilt².

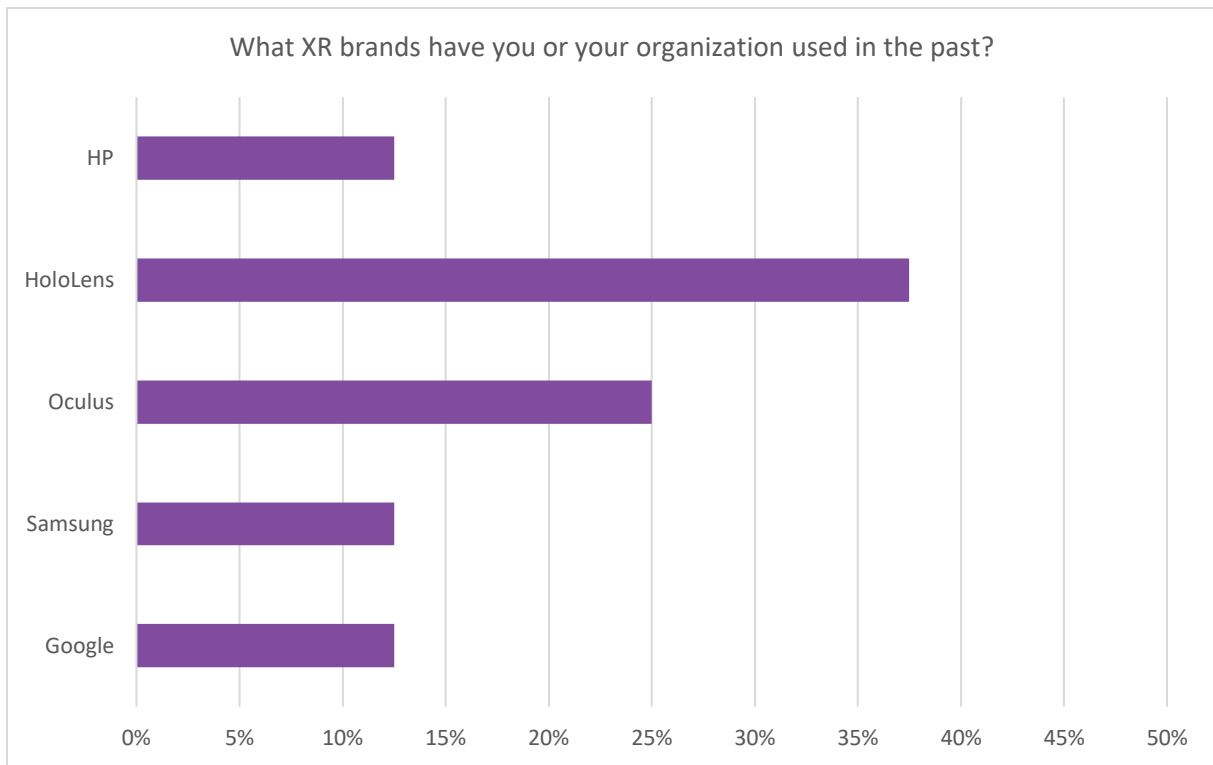


Die Teilnehmenden waren vor allem Personen aus kleinen und mittelständigen Unternehmen, die dort im Management arbeiten.



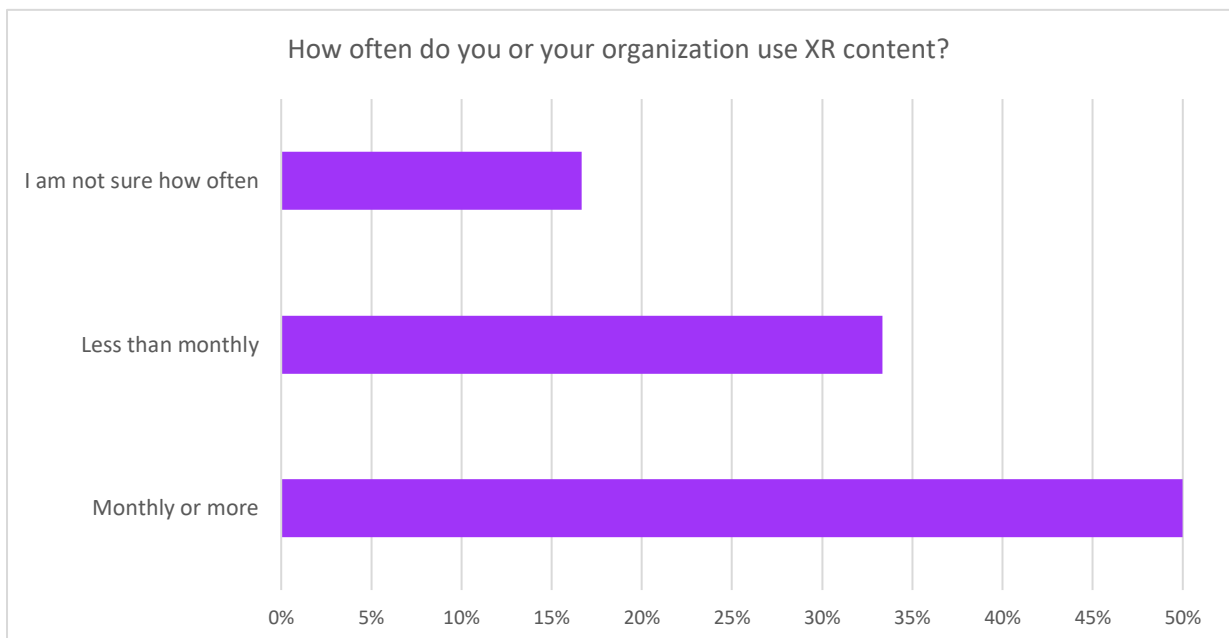
Die meistgenutzten XR-Marken scheinen die HoloLens und Oculus Rift zu sein:

² Aufgrund der Mehrsprachigkeit der Antworten wurden die Ergebnisse in Englisch aufgearbeitet und werden hier auch in dieser Sprache in den Ergebnisgrafiken dargestellt. Insgesamt haben 18 Personen an der Studie teilgenommen, somit können die Ergebnisse nur einen kursorischen Überblick über die relevanten Themen geben.



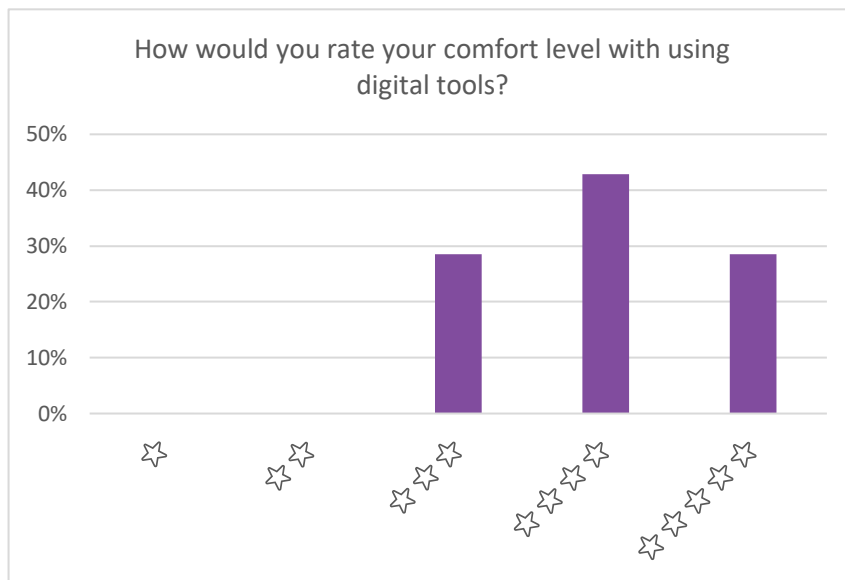
Analyse der Zielgruppe

In Bezug auf die Verbreitung von XR Technologien in den teilnehmenden Organisationen, konnte eine relativ hohe Nutzungsquote festgestellt werden. Diese ist zwar vermutlich nicht repräsentativ für die Verbreitung von XR in KMUs im Allgemeinen, zeigt aber, dass die Stichprobe konkrete und reale Erfahrungen in der Nutzung von XR aufweisen kann.



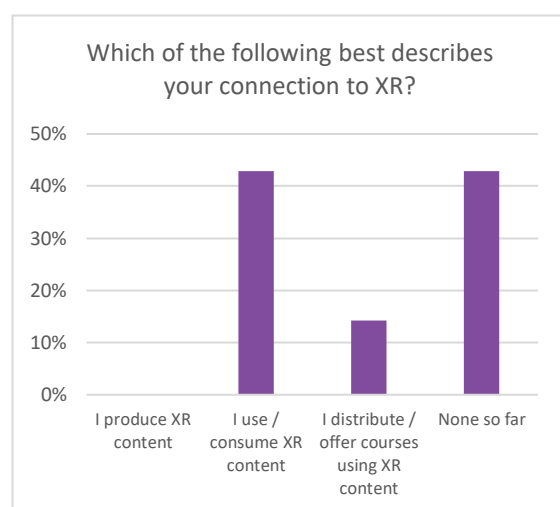
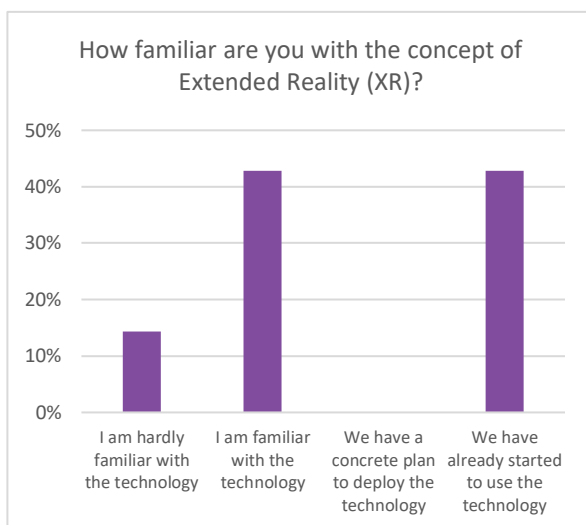
Um einen besseren Überblick über den Zugang der Teilnehmenden zu der Technologie zu finden, wurden einige Fragen gesammelt, die die Gruppe besser einschätzen zu können. Zusammenfassend kann folgendes festgehalten werden:

- Alle Teilnehmer haben bereits XR-Apps verwendet
- Die Teilnehmer sind überdurchschnittlich vertraut mit der Nutzung digitaler Werkzeuge im Allgemeinen
- Die meisten Teilnehmer sind in einer Organisation tätig, die XR regelmäßig nutzt



Insgesamt können die XR-Nutzer aus unserer Stichprobe in zwei Gruppen eingeordnet werden:

Scoper	Distributer
<ul style="list-style-type: none"> ▪ hat Kenntnisse über die Technologie ▪ Hat keine konkreten Pläne, sie in Zukunft zu nutzen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hat Kenntnis von der Technologie ▪ Verbraucht/verteilt, aber schafft nicht



Vor- und Nachteile für den Einsatz von XR

Im Rahmen der durchgeführten Befragung konnten folgende Elemente als vorteilhafte Eigenschaften von XR-Anwendungen identifiziert werden:

Item	Rating
Enables participants to safely learn hazardous operations	★★★★★
Awakens participants' enthusiasm and commitment to learning	★★★★☆
Possibility to look at unclear content more often	★★★★☆
Makes difficult concepts easier to learn	★★★★☆
Encourages creativity in participants	★★★★☆
Allows participants to attend from anywhere	★★★★☆
Lower travel cost in comparison to face-to-face trainings	★★★★☆
Eliminates distractions during lesson	★★★☆☆

Im Rahmen der durchgeführten Befragung konnten folgende Elemente als potenziell schädliche Eigenschaften von XR-Anwendungen identifiziert werden:

Item	Rating
Requires customized didactics to work	★★★☆☆
Not enough content yet	★★★☆☆
Difficult to implement	★★★☆☆
May cause dizziness	★★★☆☆
Too expensive	★★★☆☆
Too difficult to handle during training	★★★☆☆
May cause headaches	★★★☆☆
Could be a distraction	★★★☆☆
Too much like a game	★★★☆☆
It isolates participants	★★★☆☆

Fazit

Zusammenfassend können als Analyse aus den Antworten der Stichprobe folgende Software als hilfreich in der Erstellung von XR-Inhalten aufgelistet werden:

- Fokus auf Vuforia Studio in Kombination mit Thingworx
 - Hohe Kosten; für KMU schwer realisierbar
- Dynamics 365 Fernunterstützung

- Microsoft Abonnement
- In Kombination mit MS Teams

Als Anwendungsfelder werden folgende Fälle als passend identifiziert:

- Visualisierung von Daten aus IoT-Plattformen
- Schritt-für-Schritt-Anleitungen erstellen
- VR - gefährliche und teure Operationen
- AR/MR - Unterstützung in Echtzeit (Fernhilfe)

Wann lassen sich die Kosten für XR-Anwendungen rechtfertigen?

Mögliche Anbieter von XR-Anwendungen	Kosten-Nutzen-Überlegung
KMU: Fokus auf die Bereitstellung von XR-Anwendungen für die eigenen Mitarbeiter und Kunden. Für die interne Weiterbildung, die Unterstützung des Field-Service oder für Service Angebote an den Kunden (Remote-Support, virtuelle Wartungs- und Bedienungsanleitungen, etc.).	Die Anwendungen müssen wegen der relativ geringen Zahl von Einsätzen hohe Einsparungen an anderer Stelle (Reisekosten, Stillstandszeiten, Schulungen) ermöglichen. VR wird nur finanzierbar sein, wenn die Gerätedaten bereits als 3D-Dateien vorliegen. Ggf. eigenständige Programmierung.
Ausbildungszentren: Fokus auf die Bereitstellung von XR-Anwendungen für Auszubildende unterschiedlicher Arbeitgeber (hohe Anzahl an Teilnehmern, generalistische Inhalte, Lernen und Wissensvermittlung im Fokus, Leistungsabfrage und Assessment)	Auch höhere Kosten, z.B. für VR, sind vertretbar, wenn die Anwendungen, z.B. in Standardschulungen / -lerneinheiten, Wissen eindringlicher oder leichter verstehbar vermitteln können. Wichtig ist leichte Änderbarkeit, wenn Inhalte angepasst werden sollen.
Branchenverbände: Fokus auf die Bereitstellung von XR-Anwendungen für Weiterbildung von Mitgliedern und Marketingzwecke (hoher Schauwert, generalistische Inhalte, direkt sichtbarer Weiterbildungsnutzen)	Wichtig sind Anwendungen, die ohne zusätzliche Hardware (Headsets, Datenbrillen etc.) eingesetzt werden können, um möglichst viele Interessenten zu erreichen.

(IT-Dienstleister / Agenturen: Fokus auf die Programmierung und Bereitstellung von XR-Anwendungen für verschiedene Kunden. Auf Auftragsbasis oder im Abo-Modell)