

B1 AR-Anwendungsszenario Interaktive Instruktionen

PLZ:

Produkt-
entstehung

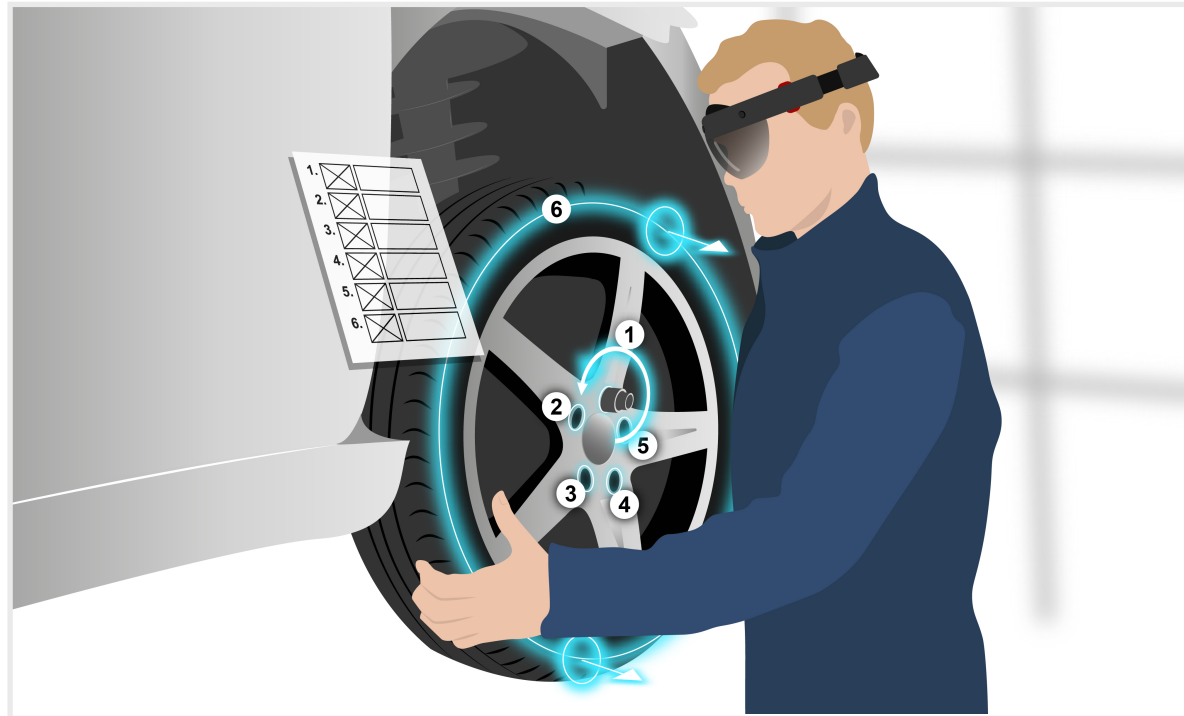
Produktion

Handel

Betrieb

Allgemeine Informationen

Instandhaltungsvorgänge, wie z.B. die Reparatur oder Wartung einer technischen Anlage, werden durch AR-basierte Visualisierungen unterstützt. Dem Anwender werden über ein AR-System, z.B. ein Tablet oder eine Datenbrille, schrittweise Instruktionen zur Tätigkeitsdurchführung eingeblendet. Hierdurch kann auch ungeschultes Personal zur Ausübung komplexer Tätigkeiten befähigt werden. So kann Kunden beispielsweise ein Self-Service ermöglicht werden.



Chancen +

► **Verringerung der Reaktionszeit:**
Durch erhöhte Unabhängigkeit vom Service-Personal des Anbieters kann der Kunde beim Auftreten von Fehlern schneller und flexibler reagieren (Self-Service)

► **Einsparung von Reisekosten und -zeit:**
Reisen nur bei hochkomplexen Problemen notwendig

► **Synergieeffekte:**
Neben der Instandhaltung kann die AR-Applikation für Schulungen genutzt werden

Risiken -

► **Nutzerakzeptanz:**
Kunde ist unter Umständen nicht bereit, Tätigkeiten zu übernehmen, die klassischerweise durch den Anbieter erbracht werden

► **Fehlende Kompetenzen:**
Personal des Kunden mangelt es ggf. an Kompetenz und Erfahrung im Umgang mit AR (z.B. Bedienung von Datenbrillen)

► **Zahlungsbereitschaft:**
Zahlung eines Aufpreises bei Self-Service ggf. schwer zu kommunizieren

Klassifikation

Hohe Ausprägung

Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich	Beschaffung	Entwicklung	Produktion	Logistik
	Handlungsvorgang	Instandhaltung	Außerbetriebnahme	Aus- und Weiterbildung	
	Kollaboration	Informieren	Planen	Ausführen	Kontrollieren
	Wirkebene	Keine Kollaboration	Synchron am gleichen Ort	Synchron an versch. Orten	
Technologie	Ziel der Augmentierung	Asynchron am gleichen Ort	Asynchron an versch. Orten		
	Ortsbezug	Reale Welt		Virtuelle Welt	
	Zeitbezug	Leistungssteigerung	Befähigung	Wahrnehmungssteigerung	
	Realitätsnähe	Nutzer	Objekt	Umgebung	
		Vergangenheit	Gegenwart	Zukunft	Fiktion
		Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität wünschenswert		Möglichst keine Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität	

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung		0	1	2	3
Einsparungen	Personal / Tätigkeiten		●		
	Reisen (Zeit und Kosten)		●		
	Material	●			
Effizienzsteigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung				●
	Geringere Wartezeit		●		
	Verbesserte Fehlererkennung		●		
Qualitätssteigerung	Steigerung der Produktqualität		●		
	Fehlerreduzierung			●	
	Erhöhte Sicherheit			●	
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung				●
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen		●		
	Effiziente Informationsbereitstellung				●
Personal	Flexibler Personaleinsatz				●
	Bessere Personal-Verfügbarkeit			●	
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung		●		
	Verbessertes Verständnis			●	

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

Interaktive Instruktionen könnten Kunden anstatt eines papierbasierten oder digitalen Handbuchs angeboten werden, beispielsweise in Form einer App. So können zusätzliche Einnahmen generiert werden.

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

Bei Vermarktung einer entsprechenden Lösung (bspw. als App) an Kunden wäre ein Marketing-Effekt realistisch. AR-basierte Anleitungen erzeugen ein wesentlich innovativeres Image als bspw. Standard-Handbücher und -Anleitungen.

Standortübergreifende Zusammenarbeit

Da interaktive Instruktionen eher als lokale Lösung konzipiert werden, beinhalten sie grundsätzlich keine Kollaboration. Sie ließe sich aber bei Bedarf bspw. um Remote-Zuschaltungs-Funktionalitäten erweitern.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Die Erstellung von virtuellen Instruktionen ließe sich bspw. auch auf Trainingsszenarien sowie Service-Anwendungen übertragen.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand		0	1	2	3
Aufwände	Entwicklungsaufwände			●	
	Tracking/Positionierung		●		
	3D-Daten-Aufbereitung			●	
	Aufbereitung weiterer Daten				●
	Datenintegration/IT-Anbindung		●		
	Manuelle Datenaktualisierung			●	
	Schulungsaufwände	●			
	Service/Wartung der AR-Hardware			●	
	Anpassung des Produkts		●		

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell ist nicht notwendig, aber möglich (siehe Nutzenaspekte)

Akzeptanz

Instruktionen werden meist nur bedarfsgerecht eingesetzt und dienen der gezielten Problemlösung bzw. Tätigkeitdurchführung. Eine gewisse Akzeptanz sollte daher gegeben sein. MA sollten jedoch eine grundsätzliche Einweisung zum Einsatz der Technik bekommen.

Rechtliche Aspekte

Lösungen dürfen nicht zur Überwachung der MA benutzt werden. Zudem sind Regularien zum Thema Arbeitssicherheit und Zertifizierungen zu beachten.

Datensicherheit

Bei Instruktionen als externem Angebot muss darauf geachtet werden, dass keine kritischen Daten und Information in der AR-Anwendung ersichtlich sind. Bei lediglich internem Einsatz besteht keine spezielle Gefahr, dass Daten nach außen oder an Dritte gehen.

Sprach- und kulturelle Barrieren

Instruktionen müssten u.U. international verständlich aufbereitet sein. Durch den grundsätzlich eher internen Einsatz ergeben sich jedoch keine neuen Herausforderungen. Werden entsprechende Lösungen an Kunden angeboten, ist die Unterstützung verschiedener Sprachen sinnvoll.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

Brillen sind bei Instruktionen sinnvoll, da die Hände frei sind. Je nach Anforderungen kommen Smart Glasses oder auch 3D-AR-Brillen in Frage. Smartphones und Tablets sind eher ungeeignet. Sie bieten sich allerdings aufgrund des besseren Zugangs für Kunden-Lösungen an.

AR-Funktionalitäten

Bei interaktiven Instruktionen steht die automatische Benutzerführung im Fokus. Über animierte dreidimensionale Darstellungen lassen sich Instruktionen sehr gut veranschaulichen. Durch die Integration der Visualisierung in der realen Umgebung können relevante Informationen direkt im relevanten Kontext bereitgestellt werden. Entsprechend wird die notwendige kognitive Leistung zur Überführung der Informationen in den entsprechenden Kontext reduziert. Die Aufmerksamkeit kann zudem auf das wesentliche fokussiert bleiben. Natürliche Benutzereingaben und akustische Ausgaben können die Instruktionen unterstützen.

		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung			●	
	Integration in reale Umgebung				●
	Animierte Inhalte / Darstellung				●
	Funktionale Interaktivität	●			
	Flexible Inhaltsbearbeitung	●			
	Darstellung von Meta-Infos				●
	Personalisierte Ansichten	●			
Interaktion	Einbeziehung des Nutzers	●			
	Natürliche Benutzereingabe			●	
	Akustische Ausgabe			●	
	Haptische Ausgabe	●			
	Integriertes virtuelles Feedback	●			
Vernetzung	Software-Schnittstellen	●			
Weitere	Identifikation / Marker-Erkennung			●	
	Automatisierte Benutzerführung				●
	Ortsunabhängigkeit	●			
	Kollaboration	●			
	Digitale Telemetrie			●	

0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020

Allgemeine Informationen

AR wird dazu eingesetzt, um Akteure in Echtzeit audiovisuell miteinander zu vernetzen und hierdurch Expertenwissen orts- und organisationsübergreifend verfügbar zu machen. Mit Hilfe mobiler Endgeräte wird das Sichtfeld des hilfesuchenden Akteurs an einen Experten gespiegelt. Dieser erhält Einblicke in die Gegebenheiten vor Ort und kann durch Sprachhinweise sowie die Einblendung visueller Instruktionen bei der Problemlösung unterstützen.



Chancen +

- **Ad-hoc-Zuschaltung von Expertenwissen:**
Unmittelbarer Zugriff auf Problemlösekompetenz durch die Zuschaltung von Experten
- **Einsparung von Reisekosten:**
Service-Einsätze sind nur bei schwerwiegenden Problemen nötig
- **Synergieeffekte:**
Remote Assistance eignet sich für unterschiedliche Anwendungskontexte und lässt sich aufwandsarm auf diese übertragen

Risiken -

- **Unzureichende Kompetenzen:**
Der Einsatz von Remote Assistance stellt neue Anforderungen an das Kompetenzprofil des Experten (z.B. Erklärungsvermögen) und des hilfesuchenden Akteurs (z.B. Umgang mit AR-System)
- **Abhängigkeit von einer Internetverbindung:**
Für die Übertragung der Audio- und Videosignale ist eine stabile Internetverbindung erforderlich

Klassifikation

Hohe Ausprägung

Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich	Beschaffung		Entwicklung		Produktion		Logistik	
	Handlungsvorgang	Instandhaltung		Außerbetriebnahme		Aus- und Weiterbildung			
	Kollaboration	Informieren		Planen		Ausführen		Kontrollieren	
	Wirkebene	Keine Kollaboration		Synchron am gleichen Ort		Synchron an versch. Orten			
Technologie		Asynchron am gleichen Ort				Asynchron an versch. Orten			
	Ziel der Augmentierung	Leistungssteigerung		Befähigung		Wahrnehmungssteigerung			
	Ortsbezug	Nutzer		Objekt		Umgebung			
	Zeitbezug	Vergangenheit		Gegenwart		Zukunft		Fiktion	
	Realitätsnähe	Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität wünschenswert				Möglichst keine Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität			

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung		0	1	2	3
Einsparungen	Personal / Tätigkeiten		●		
	Reisen (Zeit und Kosten)				●
	Material	●			
Effizienzsteigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung		●		
	Geringere Wartezeit				●
	Verbesserte Fehlererkennung				●
Qualitätssteigerung	Steigerung der Produktqualität	●			
	Fehlerreduzierung		●		
	Erhöhte Sicherheit	●			
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung	●			
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen			●	
	Effiziente Informationsbereitstellung			●	
Personal	Flexibler Personaleinsatz	●			
	Bessere Personal-Verfügbarkeit			●	
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung				●
	Verbessertes Verständnis		●		

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

Eine Remote Assistenz-Lösung kann Kunden als Ergänzung zu einem Produkt angeboten werden und entsprechend zusätzliche Einnahmen generieren. AR-Geräte könnten zudem diekt mitvertrieben werden.

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

Remote Assistenz-Lösungen als Angebot für Kunden werden am amrkt wahrgenommen. Unter anderem durch den Einsatz der innovativen Technologie AR können sie somit einen Image- und Marketing-Effekt haben. Sie ermöglichen zudem einen effizienteren Service, was enorm wichtig für Kunden ist

Standortübergreifende Zusammenarbeit

Standortübergreifende Zusammenarbeit ist eine Kernfunktionalität von Remote Assistenz-Lösungen. Experten können ortsunabhängig Hilfestellung in Problemfällen geben.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Remote Assistenz umfasst sehr spezifische Funktionalität. Entsprechende Lösungen können in verschiedenen Assistenz-Szenarien eingesetzt werden. Eine Übertragung auf weitere Anwendungsgebiete ist nicht direkt möglich.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand		0	1	2	3
Aufwände	Entwicklungsaufwände		●		
	Tracking/Positionierung	●			
	3D-Daten-Aufbereitung	●			
	Aufbereitung weiterer Daten	●			
	Datenintegration/IT-Anbindung			●	
	Manuelle Datenaktualisierung	●			
	Schulungsaufwände			●	
	Service/Wartung der AR-Hardware		●		
	Anpassung des Produkts	●			

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell ist sinnvoll, da Remote Assistenz-Lösungen Kunden direkten Nutzen stiften. Beispielsweise können entsprechende Lösungen direkt mit einem Produkt an Kunden vertrieben oder in Service-Verträgen als zusätzliche Leistungen verbucht werden.

Akzeptanz

Remote Assistenz bietet speziell Kunden einen direkten Nutzen. Entsprechend ist eine grundsätzliche Akzeptanz vorhanden. Intern ändern sich die Arbeitsweise und die Arbeitswerkzeuge der Experten. Entsprechend müssen die MA frühzeitig in die Veränderungen involviert und darauf vorbereitet werden.

Rechtliche Aspekte

Der Einsatz der AR-Technik beim Kunden vor Ort muss rechtlich abgesichert sein.

Datensicherheit

Es muss sichergestellt werden, dass keine vertraulichen Informationen vom Kunden dokumentiert bzw. für Unbefugte zugänglich werden (bspw. Videomitschnitte oder Screenshots)

Sprach- und kulturelle Barrieren

Remote Assistenz ermöglicht eine globale Kollaboration. Entsprechend sind vielfältige Sprach- und kulturelle Barrieren wahrscheinlich. Diese sind beim Personaleinsatz und durch die Experten selbst zu berücksichtigen.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

Intern reicht eine Standard-Büro-Ausstattung für die Experten aus. Beim Einsatz kommerziell verfügbarer Software fallen entsprechende Lizenzgebühren an. Kunden müssen zudem über AR-Endgeräte verfügen. Je nach Budget und Anforderungen sind AR-Brillen sinnvoll.

AR-Funktionalitäten

Bei der technischen Realisierung Remote Assistenz-Lösung sind die Kollaboration sowie die Aus- und Eingabe von Sprache zur Kommunikation zwei grundlegende Funktionalitäten. Zur Unterstützung des AR-Nutzers (bspw. des Kunden) ist eine Integration von Meta-Informationen, bspw. Anweisungen, Icons oder Pfeilen, in die Umgebung wichtig. Animierte Inhalte sowie die flexible Bearbeitung der dargestellten Inhalte können die Assistenz zusätzlich verstärken. Software-Schnittstellen können hilfreich sein, bspw. zur direkten Anbindung an CRM-Systeme, Datenbanken oder weitere IT-Infrastruktur.

		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung	●			
	Integration in reale Umgebung				●
	Animierte Inhalte / Darstellung		●		
	Funktionale Interaktivität	●			
	Flexible Inhaltsbearbeitung		●		
	Darstellung von Meta-Infos				●
Interaktion	Personalisierte Ansichten	●			
	Einbeziehung des Nutzers	●			
	Natürliche Benutzereingabe	●			
	Akustische Ausgabe				●
	Haptische Ausgabe	●			
	Integriertes virtuelles Feedback	●			
Vernetzung	Software-Schnittstellen		●		
	Identifikation / Marker-Erkennung	●			
Weitere	Automatisierte Benutzerführung		●		
	Ortsunabhängigkeit			●	
	Kollaboration				●
	Digitale Telemetrie	●			

0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: *Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020*

E1 AR-Anwendungsszenario Remote-Meetings

PLZ:

Produkt-
entstehung

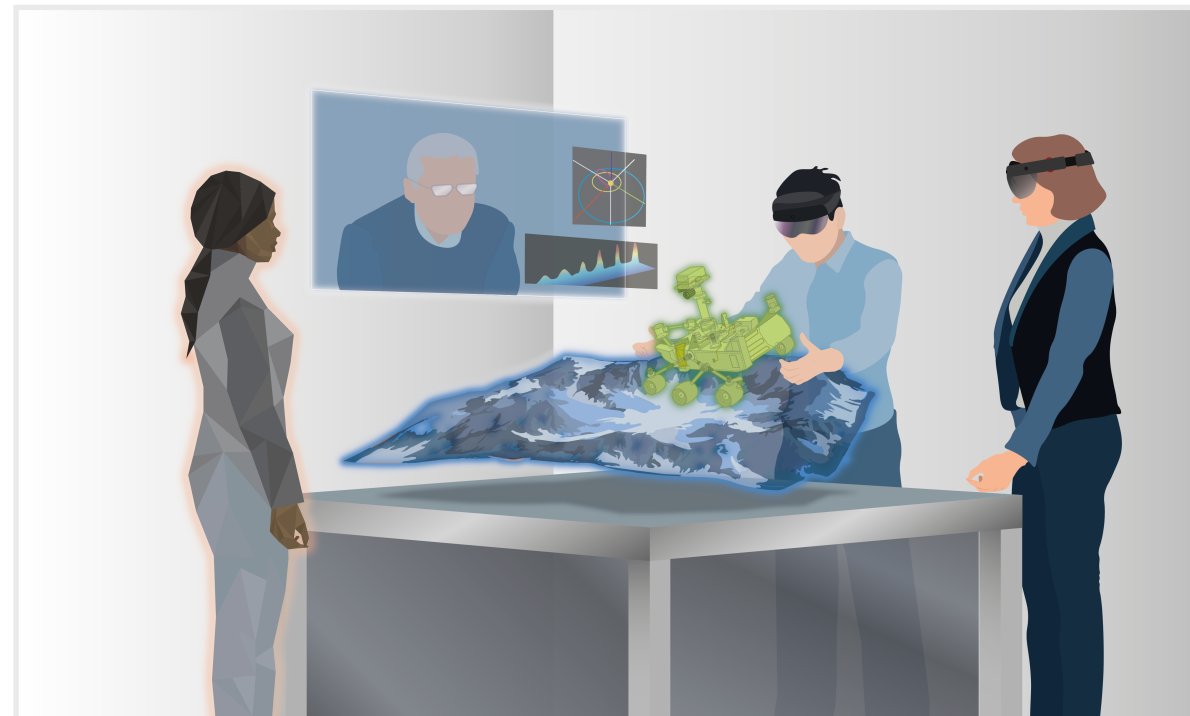
Produktion

Handel

Betrieb

Allgemeine Informationen

AR ermöglicht die Durchführung Remote-Meetings. Geografisch getrennte Personengruppen können sich virtuell zusammenschalten. Dank AR könne sich physisch anwesende Personen gegenseitig sehen. Sie bekommen zudem weitere Meeting-Teilnehmer als 3D-Avatare dargestellt. So kann gemeinsam an 3D-Inhalten gearbeitet oder digitale Informationen diskutiert werden. Über realitätsnahe Avatare und die Echtzeit-Wiedergabe von Mimik kann der Eindruck des Beisammenseins verstärkt werden.



Chancen +

► **Einsparung von Reisekosten und -zeit:**
Durch die Möglichkeit von effizienten und effektiven Remote-Meetings sind persönliche Treffen oft nicht mehr notwendig. Dies spart Zeit und Kosten und trägt zudem zum Klimaschutz bei.

► **Effizienzsteigerung:**
Remote-Meetings können ortsunabhängig aufwandsarm durchgeführt werden. Die Anreise entfällt und die benötigte Zeit für ein Meeting wird reduziert. Dies sorgt für eine Effizienzsteigerung.

Risiken -

► **Mangelnder persönlicher Kontakt:**
Der mangelnde persönliche Kontakt kann für eine Entfremdung der Teilnehmer sorgen. Remote-Meetings verleiten dazu, lediglich über fachliche Themen zu sprechen. Smalltalk vor und nach dem Meeting und in der Kaffeepause entfällt meist.

► **Verzicht auf physische Materialien:**
Remote-Meetings finden meist lediglich basierend auf digitalen/virtuellen Daten statt. Der Verzicht auf physische Prototypen bspw. kann die Möglichkeiten der Meetings einschränken.

Klassifikation

Hohe Ausprägung Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich	Beschaffung	Entwicklung	Produktion	Logistik	
	Handlungsvorgang	Instandhaltung		Außerbetriebnahme	Aus- und Weiterbildung	
	Kollaboration	Informieren	Planen	Ausführen	Kontrollieren	
	Wirkebene	Keine Kollaboration		Synchron am gleichen Ort	Synchron an versch. Orten	
		Asynchron am gleichen Ort		Asynchron an versch. Orten		
Technologie	Ziel der Augmentierung	Reale Welt		Virtuelle Welt		
		Leistungssteigerung	Befähigung		Wahrnehmungssteigerung	
		Nutzer	Objekt		Umgebung	
		Zeitbezug	Vergangenheit	Gegenwart	Zukunft	Fiktion
		Realitätsnähe	Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität wünschenswert		Möglichst keine Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität	

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung		0	1	2	3
Einsparungen	Personal / Tätigkeiten	●			
	Reisen (Zeit und Kosten)				●
	Material		●		
Effizienzsteigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung		●		
	Geringere Wartezeit		●		
	Verbesserte Fehlererkennung		●		
Qualitätssteigerung	Steigerung der Produktqualität		●		
	Fehlerreduzierung		●		
	Erhöhte Sicherheit	●			
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung	●			
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen		●		
	Effiziente Informationsbereitstellung			●	
Personal	Flexibler Personaleinsatz		●		
	Bessere Personal-Verfügbarkeit			●	
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung		●		
	Verbessertes Verständnis		●		

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

Remote Meetings dienen vor allem der internen und externen Kommunikation. Sie bieten keine praktikablen Möglichkeiten für Geschäftsmodelle.

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

Remote Meetings können neben dem internen Einsatz auch zur Kommunikation in unternehmensübergreifenden Projekten sowie mit Kunden genutzt werden. Entsprechend kann ein gewisser Image-Effekt erzielt werden.

Standortübergreifende Zusammenarbeit

Bei Remote Meetings steht eine standortübergreifende Zusammenarbeit im Fokus. Entsprechend ist dieses Potential stark ausgeprägt.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Die Funktionalität von Remote Meeting-Lösungen kann eine gute Basis für verschiedene weitere Kollaborationslösungen darstellen. Die grundsätzliche Kommunikation und Interaktion kann um spezifische Funktionalitäten erweitert werden. So kann beispielsweise gemeinsam an einem 3D-Modell gearbeitet oder eine Validierung durchgeführt werden.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand		0	1	2	3
Aufwände	Entwicklungsaufwände			●	
	Tracking/Positionierung	●			
	3D-Daten-Aufbereitung		●		
	Aufbereitung weiterer Daten	●			
	Datenintegration/IT-Anbindung			●	
	Manuelle Datenaktualisierung	●			
	Schulungsaufwände		●		
	Service/Wartung der AR-Hardware		●		
	Anpassung des Produkts	●			

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell ist nicht notwendig.

Akzeptanz

Remote Meetings sind vor allem mit AR-Brillen sinnvoll. Kommunikationspartner können so als 3D-Avatare wahrgenommen werden und sich im Raum bewegen. Entsprechend müssen die AR-Brillen über einen gewissen Zeitraum getragen werden. MA sollten auf das Tragen von AR-Brillen vorbereitet und im Umgang mit der Technik geschult werden.

Rechtliche Aspekte

Der Einsatz von AR-Endgeräten während Meetings muss rechtlich abgesichert sein. Ansonsten sind keine besonderen rechtlichen Aspekte zu berücksichtigen.

Datensicherheit

Remote Meetings können ohne die Einbindung spezieller Daten stattfinden. MA werden allerdings digital repräsentiert und es findet eine Kommunikation über das Internet statt. Diese muss entsprechend abgesichert sein.

Sprach- und kulturelle Barrieren

Instruktionen müssten u.U. international verständlich aufbereitet sein. Durch den grundsätzlich eher internen Einsatz ergeben sich jedoch keine neuen Herausforderungen.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

Für Remote Meetings ist entsprechende Hardware notwendig. Diese kann beispielsweise als feste Ausstattung in Meeting-Räumen bereitgestellt werden. Ein regelmäßiger Einsatz der Lösung ist in diesem Fall sinnvoll, um die Hardware entsprechend auszulasten und die Investition zu rechtfertigen.

AR-Funktionalitäten

Bei Remote Meetings stehen die Kollaboration und damit verbunden die Ortsunabhängigkeit, akustische Ein- und Ausgabe sowie die dreidimensionale Darstellung von Avataren im Vordergrund. Die Einbeziehung des Nutzers und natürliche Benutzereingaben ermöglichen zudem ein immersives Erlebnis, das eine virtuelle Präsenz erzeugt. Software-Schnittstellen können helfen, zu besprechende Inhalte aus IT-Systemen direkt in das Remote Meeting zu integrieren. Die Integration von Inhalten in die reale Umgebung kann dies verstärken. Meta-Infos sowie eine gewisse funktionale Interaktivität können inhaltlich für ein Meeting relevant sein.

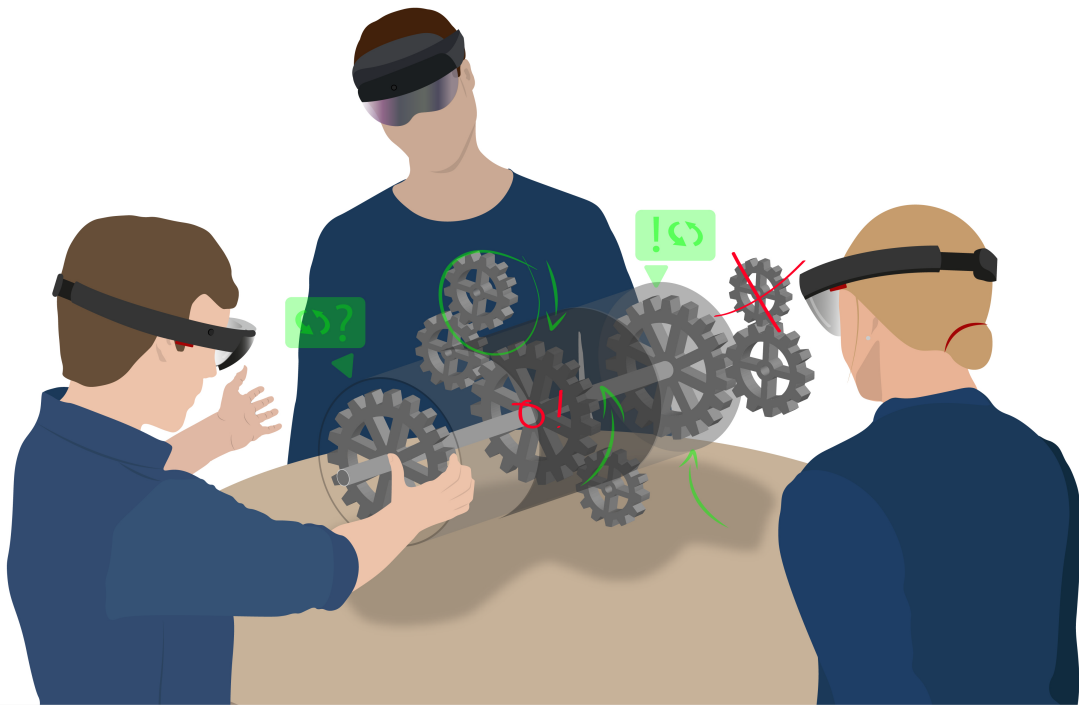
		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung				●
	Integration in reale Umgebung		●		
	Animierte Inhalte / Darstellung	●			
	Funktionale Interaktivität		●		
	Flexible Inhaltsbearbeitung	●			
	Darstellung von Meta-Infos		●		
	Personalisierte Ansichten	●			
Interaktion	Einbeziehung des Nutzers			●	
	Natürliche Benutzereingabe			●	
	Akustische Ausgabe				●
	Haptische Ausgabe	●			
	Integriertes virtuelles Feedback	●			
Vernetzung	Software-Schnittstellen			●	
Weitere	Identifikation / Marker-Erkennung	●			
	Automatisierte Benutzerführung	●			
	Ortsunabhängigkeit			●	
	Kollaboration				●
	Digitale Telemetrie	●			

0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020

Allgemeine Informationen

Zur Unterstützung der Produktentwicklung werden mittels AR Produkt- und Designentwürfe evaluiert. Mit dem Ziel, Änderungskosten durch frühes Ergebnisfeedback zu reduzieren, werden die Entwürfe möglichst realitätsnah dargestellt und u.a. im Hinblick auf Form, Farbe und Anmutung diskutiert. Durch die Verwendung virtueller Modelle können Änderungen schneller visualisiert, der Bau physischer Prototypen reduziert und dadurch Zeit und Kosten gespart werden.



Chancen +

- **Veranschaulichung von Entwürfen:**
Mit AR können noch in der Entwicklung befindliche Entwürfe realitätsgetreu visualisiert und unter Berücksichtigung der realen Bausituation beurteilt werden
- **Gemeinsame Diskussionsgrundlage:**
Die drei-dimensionale Visualisierung mittels AR schafft eine einheitliche, intuitiv verständliche Diskussionsbasis für die an der Entwicklung beteiligten Akteure

Risiken -

- **Hoher Aufwand:**
In Abhängigkeit der Zielsetzung sind mit dem Design Review hohe Aufwände für die Aufbereitung der virtuellen Modelle erforderlich (z.B. Darstellungsqualität, Positioniergenauigkeit)
- **Schwer quantifizierbare Vorteile:**
Mehrwerte aus dem Einsatz von AR sind teils schwer monetär zu quantifizieren (z.B. Verbesserung der Konstruktionsqualität, vereinfachte Kommunikation)

Klassifikation

Hohe Ausprägung Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich	Beschaffung		Entwicklung		Produktion		Logistik	
	Handlungsvorgang	Instandhaltung		Außerbetriebnahme		Aus- und Weiterbildung			
	Kollaboration	Informieren		Planen		Ausführen		Kontrollieren	
	Wirkebene	Keine Kollaboration		Synchron am gleichen Ort		Synchron an versch. Orten		Asynchron am gleichen Ort	
Technologie	Ziel der Augmentierung	Reale Welt		Asynchron an versch. Orten		Virtuelle Welt			
	Ortsbezug	Leistungssteigerung		Befähigung		Wahrnehmungssteigerung			
	Zeitbezug	Nutzer		Objekt		Umgebung			
	Realitätsnähe	Vergangenheit		Gegenwart		Zukunft		Fiktion	
		Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität wünschenswert				Möglichst keine Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität			

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung		0	1	2	3
Einsparungen	Personal / Tätigkeiten	●			
	Reisen (Zeit und Kosten)			●	
	Material				●
Effizienzsteigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung		●		
	Geringere Wartezeit		●		
	Verbesserte Fehlererkennung			●	
Qualitätssteigerung	Steigerung der Produktqualität				●
	Fehlerreduzierung			●	
	Erhöhte Sicherheit		●		
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung		●		
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen	●			
	Effiziente Informationsbereitstellung			●	
Personal	Flexibler Personaleinsatz	●			
	Bessere Personal-Verfügbarkeit	●			
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung	●			
	Verbessertes Verständnis				●

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

AR-basierte Produktvalidierung wird im Rahmen eines Entwicklungsprojekts eingesetzt. Ein eigenes Geschäftsmodell ist nicht sinnvoll bzw. notwendig.

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

Interaktive, immersive Produktvalidierung direkt beim Kunden vor Ort stellt aktuell noch eine Innovation dar. Sie würde daher einen Image- und Marketing-Effekt und entsprechend einen Vorteil gegenüber der Konkurrenz erzeugen.

Standortübergreifende Zusammenarbeit

AR-basierte Produktvalidierung hat den großen Vorteil, dass sie standortübergreifend eingesetzt werden kann und somit auch die effiziente Zusammenarbeit mit geografisch getrennten Kunden ermöglicht.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Die für die Validierung erstellten 3D-Modelle und Produktinformationen können unter anderem im Bereich des Marketings und Vertriebs eingesetzt werden. Beispielsweise können Produkte Online oder in AR-Apps dreidimensional präsentiert werden.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand		0	1	2	3
Aufwände	Entwicklungsaufwände				●
	Tracking/Positionierung			●	
	3D-Daten-Aufbereitung				●
	Aufbereitung weiterer Daten		●		
	Datenintegration/IT-Anbindung			●	
	Manuelle Datenaktualisierung			●	
	Schulungsaufwände	●			
	Service/Wartung der AR-Hardware	●			
	Anpassung des Produkts	●			

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell muss nicht erarbeitet werden. Die Anwendung wird im Rahmen von beauftragten Entwicklungsprojekten eingesetzt.

Akzeptanz

Der interne oder externe Kunde muss mit AR für eine gewisse, eher kurze Zeit während der Validierung arbeiten. Um ein gutes Produkterlebnis und eine unbeeinflusste Validierung zu ermöglichen, sollte eine gute Usability gegeben sein. Grundsätzlich müssen Kunden für diese Art der Validierung offen sein und neues ausprobieren wollen.

Rechtliche Aspekte

Es sind keine besonderen rechtlichen Aspekte zu berücksichtigen.

Datensicherheit

Aufgrund der standortübergreifenden Validierung mit meist externen Kunden muss eine gute Datensicherheit gegeben sein. Produktinformationen dürfen nach außen geraten und durch Dritte einsehbar sein.

Sprach- und kulturelle Barrieren

Es findet eine verbal Kommunikation mit Kunden statt, die unter Umständen eine andere Sprache sprechen. Entsprechend muss eine gemeinsame Sprache gegeben sein. Animationen von Produktfunktionen etc. sind meist visuell und stellen keine Herausforderung dar.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

Der Kunde muss entweder über passende AR-Hardware verfügen oder sie für die Laufzeit des Entwicklungsprojekts gestellt bekommen. Im zweiten Fall muss ausreichend Hardware für den Verleih vorhanden sein. Spezielle Lizenzkosten sind nicht pauschal notwendig.

AR-Funktionalitäten

Bei der technischen Realisierung einer AR-basierten Validierung stehen vor die dreidimensionale Darstellung und die Integration von virtuellen Prototypen in die reale Umgebung im Fokus. Über Animationen lassen sich zudem Funktionalitäten und Besonderheiten sehr gut präsentieren. Für eine effiziente Validierung sind zudem kollaborative Funktionalitäten wichtig sowie die Möglichkeit für den Kunden, Feedback direkt dreidimensional an den virtuellen Prototypen zu geben. Flexible Inhaltsbearbeitung und Meta-Informationen können die Validierung, speziell von Varianten, unterstützen. Ebenso sind die Einbeziehung des Kunden und natürliche Benutzereingaben oft hilfreich.

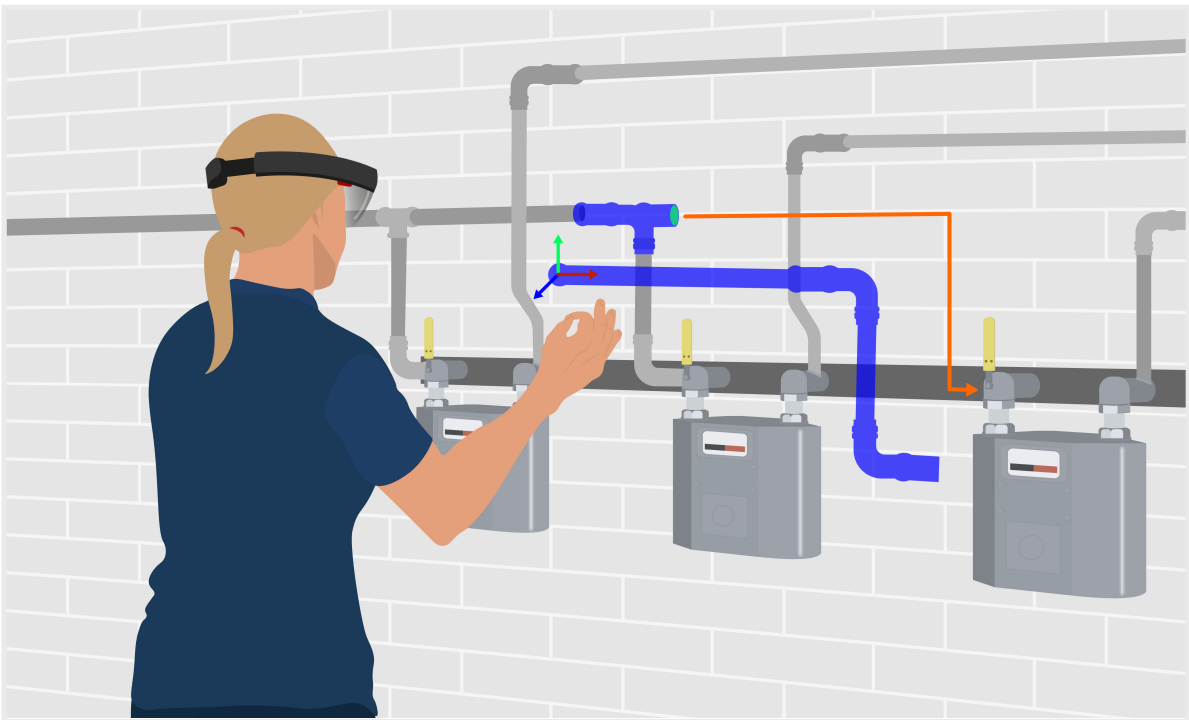
		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung				●
	Integration in reale Umgebung				●
	Animierte Inhalte / Darstellung				●
	Funktionale Interaktivität		●		
	Flexible Inhaltsbearbeitung			●	
	Darstellung von Meta-Infos			●	
Interaktion	Personalisierte Ansichten	●			
	Einbeziehung des Nutzers			●	
	Natürliche Benutzereingabe			●	
	Akustische Ausgabe		●		
	Haptische Ausgabe		●		
	Integriertes virtuelles Feedback				●
Vernetzung	Software-Schnittstellen		●		
Weitere	Identifikation / Marker-Erkennung		●		
	Automatisierte Benutzerführung		●		
	Ortsunabhängigkeit			●	
	Kollaboration				●
	Digitale Telemetrie		●		

0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020

Allgemeine Informationen

AR dient als immersives Modellierungswerkzeug. Der Anwender erhält die Möglichkeit, virtuelle Geometrien zu erzeugen, in Größe, Form und Farbe zu verändern und mit Objekten und Umgebungen der realen Welt in Bezug zu setzen (Kontextualisierung der Modelle). An der Schnittstelle zwischen Entwicklung und Fertigung können z.B. Kabel- und Rohrleitungen unter Berücksichtigung der Bausituation konfiguriert und unmittelbar in Auftrag gegeben werden



Chancen +

- **Visuelle Verifizierung:**
Durch die Einbeziehung der bestehenden Bausituation können Baugruppen passgenau modelliert und hinsichtlich ihrer Größe, Form und Lage unmittelbar verifiziert werden
- **Zeitersparnisse:**
Durch die Vermeidung von Fehlern und dem damit verbundenen Entfall aufwändiger Nacharbeiten kann die Zeit bis zur Produktion des Bauteils verringert werden

Risiken -

- **Komplexität der Modellierung:**
Aufgrund der beschränkten Interaktionsmöglichkeiten in AR ergeben sich Mehrwerte primär dann, wenn vordefinier-te Geometrien verwendet werden können, die sich entsprechend der Bausituation konfigurieren lassen
- **Ungeeignete Modellierungsumgebung:**
Einflüsse aus der Arbeitsumgebung können die Modellierung erschweren (z.B. beengter Raum, dunkles Licht)

Klassifikation

Hohe Ausprägung

Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich	Beschaffung		Entwicklung	Produktion		Logistik
	Handlungsvorgang	Instandhaltung		Außerbetriebnahme		Aus- und Weiterbildung	
	Kollaboration	Informieren		Planen	Ausführen		Kontrollieren
	Wirkebene	Keine Kollaboration		Synchron am gleichen Ort		Synchron an versch. Orten	
Technologie	Ziel der Augmentierung	Asynchron am gleichen Ort		Asynchron an versch. Orten			
	Ortsbezug	Reale Welt		Virtuelle Welt			
	Zeitbezug						
	Realitätsnähe						
		Leistungssteigerung		Befähigung		Wahrnehmungssteigerung	
		Nutzer		Objekt		Umgebung	
		Vergangenheit		Gegenwart	Zukunft		Fiktion
		Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität wünschenswert				Möglichst keine Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität	

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung		0	1	2	3
Einsparungen	Personal / Tätigkeiten	●			
	Reisen (Zeit und Kosten)	●	●		
	Material		●		
Effizienzsteigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung	●			
	Geringere Wartezeit	●			
	Verbesserte Fehlererkennung	●			
Qualitätssteigerung	Steigerung der Produktqualität			●	
	Fehlerreduzierung		●		
	Erhöhte Sicherheit	●	●		
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung		●		
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen	●	●		
	Effiziente Informationsbereitstellung		●		
Personal	Flexibler Personaleinsatz	●			
	Bessere Personal-Verfügbarkeit	●			
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung	●	●		
	Verbessertes Verständnis		●		

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

Modellierung wird vor allem für interne Zwecke verwendet und bedarf daher keines Geschäftsmodells. Lediglich im Fall der Bereitstellung an Kunden oder Dritte wäre ein Geschäftsmodell nötig.

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

Im Fall der internen Nutzung ergibt sich kein spezieller Effekt. Lediglich durch die kollaborative Einbeziehung von Kunden und Partnern in die AR-Anwendung würde ein Effekt erzeugt.

Standortübergreifende Zusammenarbeit

Eine gemeinsame Modellierung ist grundsätzlich möglich. Diese macht vor allem für gemeinsame Reviews Sinn. Die gemeinsame Bearbeitung von Modellen ist eher nicht sinnvoll und steigert die technische Komplexität enorm.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Teilweise ließen sich Modellierungs-Funktionalitäten auf kreative Anwendungen, beispielsweise 3D-Brainstormen, übertragen. Grundsätzlich sind die Funktionalitäten jedoch sehr spezifisch mit geringem Zusatznutzen.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand		0	1	2	3
Aufwände	Entwicklungsaufwände				●
	Tracking/Positionierung	●			
	3D-Daten-Aufbereitung	●			
	Aufbereitung weiterer Daten	●			
	Datenintegration/IT-Anbindung			●	
	Manuelle Datenaktualisierung	●			
	Schulungsaufwände				●
	Service/Wartung der AR-Hardware		●		
	Anpassung des Produkts	●			

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell ist nicht notwendig, aber möglich (siehe Nutzenaspekte)

Akzeptanz

MA müssen u.U. über längeren Zeitraum mit einer Brille arbeiten. Dies stellt eine Umstellung dar. Zudem ist auf entsprechenden Tragekomfort zu achten, um die notwendige Akzeptanz zu erzielen. Die Funktionalität ist sehr komplex. MA müssen daher zum Einsatz der Anwendung geschult werden. Der Mehrwert der 3D-Modellierung muss überzeugen.

Rechtliche Aspekte

Anwendungen dürfen nicht zur Überwachung der MA benutzt werden. Zudem sind Regularien zum Thema Arbeitssicherheit und Zertifizierungen zu beachten.

Datensicherheit

Aufgrund des meist internen Einsatzes gehen keine Daten nach außen oder an Dritte. Grundsätzlich ist aufgrund der sensiblen detaillierten Produktdaten aber auf hohe Datensicherheit zu achten.

Sprach- und kulturelle Barrieren

Die Anwendung wird meist von einzelnen Personen eingesetzt. Funktionalitäten und Menüs sollten jedoch mehrsprachig angeboten werden, um einen flexiblen Einsatz zu ermöglichen.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

Brillen sind bei 3D-Modelleierung notwendig, um eine dreidimensionale Interaktion und Wahrnehmung zu ermöglichen. Entsprechend müssen komplexere und teurere AR-Brillen eingesetzt werden. Smart Glasses, Smartphones und Tablets sind nicht geeignet.

AR-Funktionalitäten

Bei der technischen Realisierung einer Anwendung zur 3D-Modellierung stehen die dreidimensionale Darstellung sowie natürliche Benutzereingaben im Mittelpunkt. Die Darstellung von Meta-Infos sowie personalisierte Ansichten können das Verständnis für verschiedene Rollen verbessern und Wissen bündeln. Zudem sind Software-Schnittstellen in IT-Systeme wichtig. So können Produktmodelle beispielsweise direkt ins PLM-System überführt werden. Eine Integration in die reale Umgebung ist oft hilfreich, wenn eine Erweiterung oder Anpassung eines bestehen Produkts stattfindet oder das Modell im Kontext betrachtet werden soll.

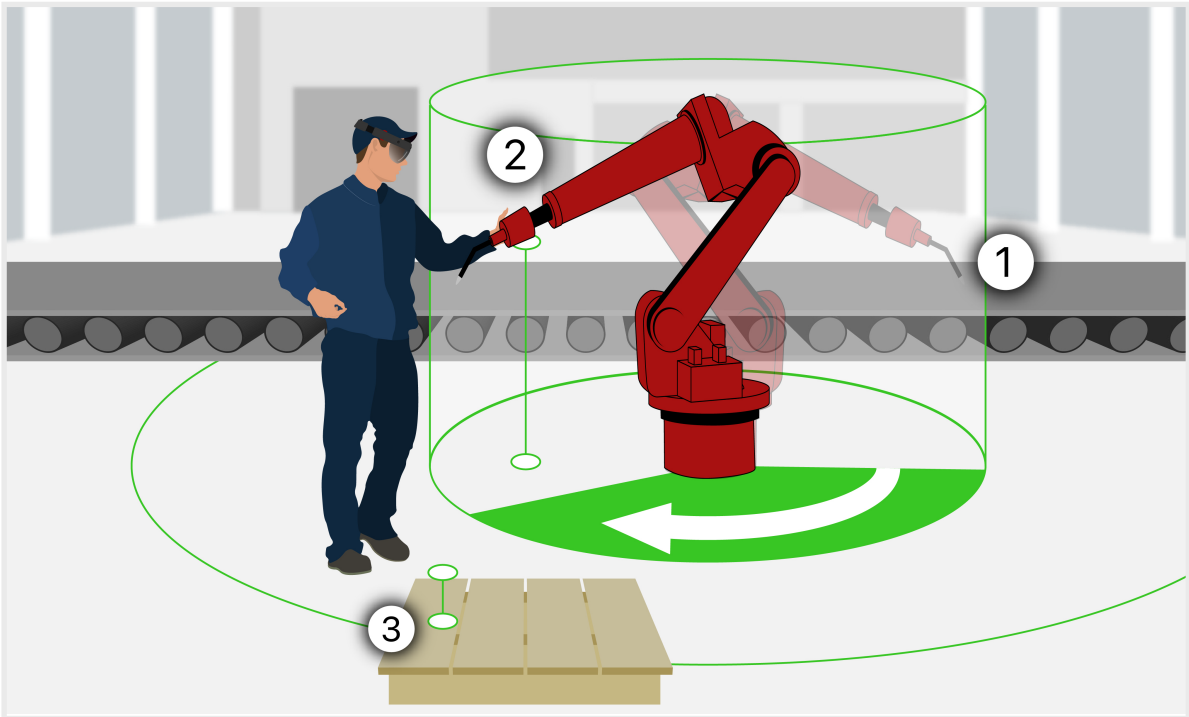
		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung				●
	Integration in reale Umgebung			●	
	Animierte Inhalte / Darstellung	●			
	Funktionale Interaktivität	●			
	Flexible Inhaltsbearbeitung	●			
	Darstellung von Meta-Infos			●	
	Personalisierte Ansichten			●	
Interaktion	Einbeziehung des Nutzers	●			
	Natürliche Benutzereingabe				●
	Akustische Ausgabe	●			
	Haptische Ausgabe	●			
	Integriertes virtuelles Feedback	●			
Vernetzung	Software-Schnittstellen			●	
Weitere	Identifikation / Marker-Erkennung	●			
	Automatisierte Benutzerführung	●			
	Ortsunabhängigkeit	●			
	Kollaboration			●	
	Digitale Telemetrie	●			

0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020

Allgemeine Informationen

Durch AR wird die Planung von Prozessen vereinfacht, indem Arbeitsvorgänge visualisiert und virtuell erprobt werden. Hierzu zählen die Unterstützung von Programmiertätigkeiten durch die Visualisierung von Bewegungs- und Verfahrensabläufen (z.B. Kinematik von Robotersystemen) sowie die simulationsgestützte Evaluierung von Prozesssequenzen (z.B. Montageabfolgen) und Maschinenprogrammen (z.B. CNC-Fertigungsprozesse).



Chancen +

- **Verringerung der kognitiven Belastung:**
Die Einbeziehung der realen Arbeitsumgebung in den Planungsprozess führt zu einer kognitiven Entlastung (In-Situ-Simulation)
- **Intuitive Planung:**
Die Planung erfolgt unmittelbar im realen Arbeitskontext durch die intuitive Interaktion mit den jeweiligen Systemen, wodurch Anforderungen an die Qualifikation verringert werden

Risiken -

- **Einschränkung durch das AR-System:**
In Abhängigkeit der Eigenschaften des AR-Systems können visuelle Einschränkungen den Planungsprozess beeinträchtigen (z.B. Verdeckung)
- **Unzureichende Mehrwerte:**
Bei ausreichender Erfahrung und Expertise liefert die Veranschaulichung mittels AR ggf. zu geringe Mehrwerte, um den hohen Aufwand zu rechtfertigen

Klassifikation

Hohe Ausprägung

Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich	BeschaffungEntwicklungProduktionLogistik			
	Handlungsvorgang	InstandhaltungAußerbetriebnahmeAus- und Weiterbildung			
	Kollaboration	InformierenPlanenAusführenKontrollieren			
	Wirkebene	Keine KollaborationSynchron am gleichen OrtSynchron an versch. OrtenAsynchron am gleichen OrtAsynchron an versch. Orten			
Technologie	Ziel der Augmentierung	LeistungssteigerungBefähigungWahrnehmungssteigerung			
	Ortsbezug	NutzerObjektUmgebung			
	Zeitbezug	VergangenheitGegenwartZukunftFiktion			
	Realitätsnähe	Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität wünschenswertMöglichst keine Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität			

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung		0	1	2	3
Einsparungen	Personal / Tätigkeiten				
	Reisen (Zeit und Kosten)				
	Material				
Effizienzsteigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung				
	Geringere Wartezeit				
	Verbesserte Fehlererkennung				
Qualitätssteigerung	Steigerung der Produktqualität				
	Fehlerreduzierung				
	Erhöhte Sicherheit				
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung				
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen				
	Effiziente Informationsbereitstellung				
Personal	Flexibler Personaleinsatz				
	Bessere Personal-Verfügbarkeit				
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung				
	Verbessertes Verständnis				

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

Eine AR-basierte Prozessplanung könnte als Service für an Kunden verkaufte Produkte (bspw. Roboter-Arme) angeboten werden. Über ein entsprechendes Geschäftsmodell könnten zusätzliche Einnahmen generiert werden.

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

Bei einem Angebot als Service für Kunden wäre ein Marketing-Effekt sehr wahrscheinlich. Beim internen Einsatz würde sich kein nennenswerter Effekt ergeben.

Standortübergreifende Zusammenarbeit

Eine AR-basierte Prozessplanung könnte durch eine Zuschaltung von weiteren Personen kollaborativ genutzt werden. Die Personen könnten bspw. in die Perspektive des AR-Nutzers eintauchen. Eine Kombination mit einer VR-Anwendung wäre ebenfalls denkbar, aber technisch weitaus komplexer.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Prozessplanungs-Funktionalitäten bieten keine wesentlichen Möglichkeiten der Übertragbarkeit.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand		0	1	2	3
Aufwände	Entwicklungsaufwände				
	Tracking/Positionierung				
	3D-Daten-Aufbereitung				
	Aufbereitung weiterer Daten				
	Datenintegration/IT-Anbindung				
	Manuelle Datenaktualisierung				
	Schulungsaufwände				
	Service/Wartung der AR-Hardware				
	Anpassung des Produkts				

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell ist für den internen Einsatz nicht notwendig, aber beim Angebot als Service möglich (siehe Nutzenaspekte).

Akzeptanz

MA müssen u.U. über einen längeren Zeitraum mit AR-Brille arbeiten. Dies stellt eine Umstellung dar. Zudem ist auf entsprechenden Tragekomfort zu achten, um die notwendige Akzeptanz zu erzielen. MA müssen im Umgang mit der Technik geschult werden, da die Funktionalität eher komplex ist. Zudem besteht die Gefahr, dass sich MA überwacht fühlen.

Rechtliche Aspekte

Lösungen dürfen nicht zur Überwachung der MA benutzt werden. Zudem sind Regularien zum Thema Arbeitssicherheit und Zertifizierungen zu beachten.

Datensicherheit

Aufgrund des meist internen Einsatzes gehen keine Daten nach außen oder an Dritte. Beim Angebot als Service dürfen dagegen keine Daten gespeichert werden und für den Service-Anbieter einsehbar sein.

Sprach- und kulturelle Barrieren

Die Funktionalität muss international verständlich sein. Durch den grundsätzlich eher internen Einsatz ergeben sich jedoch keine neuen Herausforderungen.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

AR-Brillen sind bei der Prozessplanung sinnvoll, da die Hände frei sind und eine 3D-Wahrnehmung vorliegt. Sie müssen intern verfügbar sein und u.U. als Leihgabe für Kunden angeboten werden können.

AR-Funktionalitäten

Bei der technischen Realisierung einer Prozessplanungs-Anwendung sind eine dreidimensionale Darstellung sowie die flexible Bearbeitung der Inhalte von großer Bedeutung. Ebenso sind die Einbeziehung des Nutzers sowie natürliche Benutzerinteraktion wichtig, bspw. für Ergonomie-Tests. Über digitale Telemetrie können automatisiert Analysen durchgeführt werden. Oft ist die Integration in eine bestehende Umgebung, Anlage oder ein Produkt hilfreich, ebenso wie eine funktionale Interaktivität sowie Software-Schnittstellen zum Testen von Funktionalitäten. Weitere Funktionalitäten wie die Ausgabe von Audio oder Meta-Infos können die Prozessplanung unterstützen.

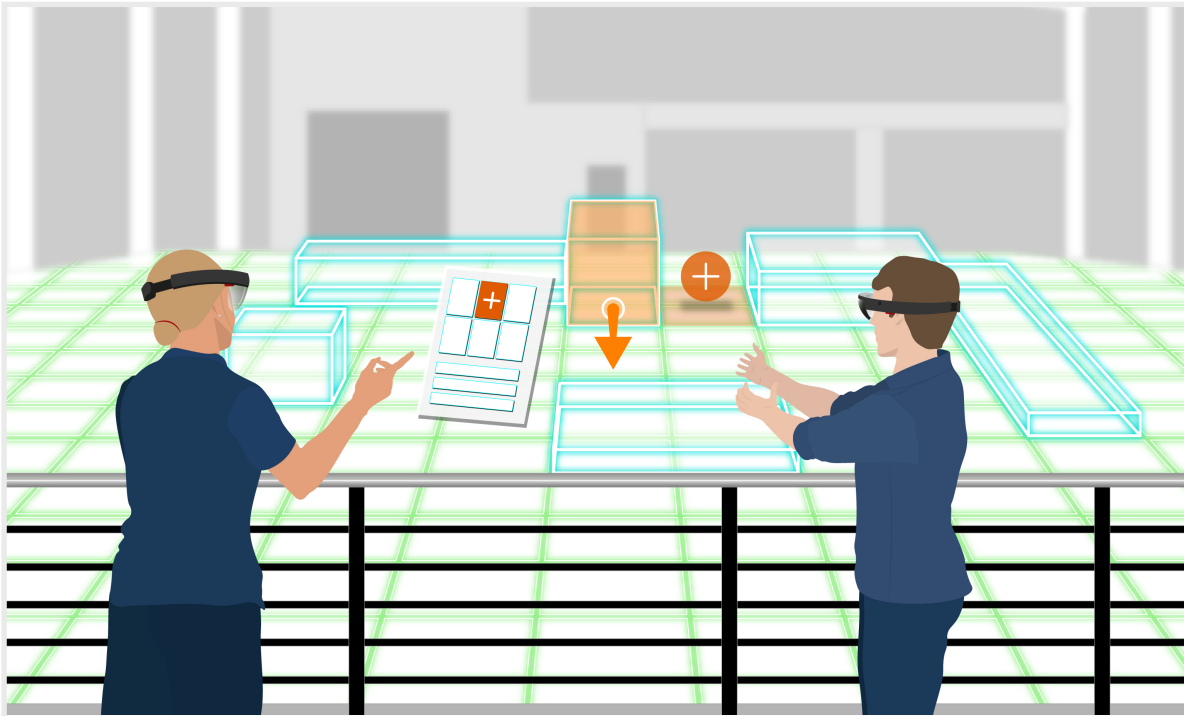
		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung				
	Integration in reale Umgebung				
	Animierte Inhalte / Darstellung				
	Funktionale Interaktivität				
	Flexible Inhaltsbearbeitung				
	Darstellung von Meta-Infos				
Interaktion	Personalisierte Ansichten				
	Einbeziehung des Nutzers				
	Natürliche Benutzereingabe				
	Akustische Ausgabe				
	Haptische Ausgabe				
	Integriertes virtuelles Feedback				
Vernetzung	Software-Schnittstellen				
	Identifikation / Marker-Erkennung				
Weitere	Automatisierte Benutzerführung				
	Ortsunabhängigkeit				
	Kollaboration				
	Digitale Telemetrie				

0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020

Allgemeine Informationen

Zur Erhöhung der Planungssicherheit und Verkürzung der Planungszeit wird AR dazu verwendet, verschiedene Anordnungen von Produktionssystemen zu visualisieren und ihre Einpassung in bestehende Fertigungsumgebungen zu analysieren (z.B. Modifikationen am Fertigungslayout). Unter Einbeziehung dreidimensionaler Menschmodelle ermöglicht AR zudem die Berücksichtigung von ergonomischen Aspekten bei der Produktionssystemplanung



Chancen +

► Veranschaulichung der Planung:

Die unmittelbare Visualisierung in der Fertigungsumgebung reduziert die kognitive Belastung für den Übertrag der abstrakten Planungsergebnisse auf die Realität

► Reduzierung von Planungsfehlern:

Durch die Einbeziehung der bestehenden Fertigungsumgebung in den Planungsprozess wird das Risiko für Fehleinschätzungen und Planungsfehler verringert

Risiken -

► Hoher Aufwand:

Insbesondere bei der kompletten Neuplanung der Fertigung entstehen hohe Aufwände für die Erstellung der virtuellen Inhalte, speziell wenn Modelldaten nicht verfügbar sind

► Unzureichende Mehrwerte:

Bei ausreichender Erfahrung und Expertise liefert die Veranschaulichung mittels AR ggf. zu geringe Mehrwerte, um den hohen Aufwand zu rechtfertigen

Klassifikation

Hohe Ausprägung

Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich	Beschaffung		Entwicklung		Produktion		Logistik	
	Handlungsvorgang	Instandhaltung		Außerbetriebnahme		Aus- und Weiterbildung			
	Kollaboration	Informieren		Planen		Ausführen		Kontrollieren	
	Wirkebene	Keine Kollaboration		Synchron am gleichen Ort		Synchron an versch. Orten		Asynchron am gleichen Ort	
Technologie	Ziel der Augmentierung		Leistungssteigerung		Befähigung		Wahrnehmungssteigerung		
	Ortsbezug		Nutzer		Objekt		Umgebung		
	Zeitbezug		Vergangenheit		Gegenwart		Zukunft		Fiktion
	Realitätsnähe		Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität wünschenswert				Möglichst keine Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität		

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung		0	1	2	3
Einsparungen	Personal / Tätigkeiten	●			
	Reisen (Zeit und Kosten)	●			
	Material			●	
Effizienzsteigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung		●		
	Geringere Wartezeit			●	
	Verbesserte Fehlererkennung	●			●
Qualitätssteigerung	Steigerung der Produktqualität				●
	Fehlerreduzierung				●
	Erhöhte Sicherheit		●		
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung				●
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen	●			
	Effiziente Informationsbereitstellung		●		
Personal	Flexibler Personaleinsatz	●			
	Bessere Personal-Verfügbarkeit	●			
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung	●			
	Verbessertes Verständnis				●

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

Eine AR-basierte Produktionssystemplanung könnte als Service für an Kunden verkaufte Anlagen angeboten werden. Über ein entsprechendes Geschäftsmodell könnten zusätzliche Einnahmen generiert werden.

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

Bei einem Service-Angebot wäre ein Marketing-Effekt sehr wahrscheinlich. Beim internen Einsatz würde sich kein nennenswerter Effekt ergeben.

Standortübergreifende Zusammenarbeit

Eine AR-basierte Produktionssystemplanung könnte durch eine Zuschaltung von weiteren Personen kollaborativ genutzt werden. Die Personen könnten bspw. in die Perspektive des AR-Nutzers eintauchen. Eine Kombination mit einer VR-Anwendung wäre ebenfalls denkbar, aber technisch weitaus komplexer.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Teilfunktionalitäten ließen sich auf andere Anwendungsfälle übertragen, bspw. das Platzieren von Maschinen in Räumlichkeiten für Validierungs-Aktivitäten oder Produktpräsentationen. Die zu erstellenden 3D-Modelldaten wären ebenso für andere Anwendungen wiederverwendbar.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand		0	1	2	3
Aufwände	Entwicklungsaufwände				●
	Tracking/Positionierung			●	
	3D-Daten-Aufbereitung			●	
	Aufbereitung weiterer Daten			●	
	Datenintegration/IT-Anbindung		●		
	Manuelle Datenaktualisierung		●		
	Schulungsaufwände			●	
	Service/Wartung der AR-Hardware		●		
	Anpassung des Produkts		●		

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell ist nicht notwendig, aber möglich, wenn die Lösung für Kunden angeboten werden soll (siehe Nutzenaspekte).

Akzeptanz

MA müssen u.U. über längeren Zeitraum mit Brille arbeiten. Dies stellt eine Umstellung dar. MA müssen u.U. im Umgang mit der Technik geschult werden. Zudem ist auf entsprechenden Tragekomfort zu achten, um die notwendige Akzeptanz zu erzielen. Zudem besteht die Gefahr, dass sich MA überwacht fühlen.

Rechtliche Aspekte

Lösungen dürfen nicht zur Überwachung der MA benutzt werden. Zudem sind Regularien zum Thema Arbeitssicherheit und Zertifizierungen zu beachten.

Datensicherheit

Aufgrund des meist internen Einsatzes gehen keine Daten nach außen oder an Dritte. Beim Angebot als Service dürfen dagegen keine Daten gespeichert werden und für den Service-Anbieter einsehbar sein.

Sprach- und kulturelle Barrieren

Grundsätzliche Herausforderungen bzgl. Sprach- und kultureller Barrieren bestehen eher nicht. Die Funktionalitäten sollten jedoch international verständlich und einsetzbar sein.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

AR-Brillen sind bei der Produktionssystemplanung sinnvoll, da die Hände frei sind und eine 3D-Wahrnehmung vorliegt. Sie müssen intern verfügbar sein und u.U. als Leihgabe für Kunden angeboten werden können.

AR-Funktionalitäten

Für eine AR-basierte Produktionssystemplanung sind vor eine dreidimensionale Darstellung sowie die Einbziehung des Nutzers und natürliche Benutzereingaben wichtig. So kann eine realistische Simulation von Abläufen auch unter Einbeziehung des Menschen in der realen Umgebung erfolgen, was ein enormer Vorteil von AR ist. Über animierte Inhalte sowie eine flexible Inhaltsbearbeitung können interaktive Aspekte überprüft und getestet werden. Weitere Funktionalitäten wie akustische und haptische Ausgaben, automatisierte Benutzerführung oder Kollaboration können die Produktionssystemplanung unterstützen.

		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung				●
	Integration in reale Umgebung				●
	Animierte Inhalte / Darstellung				●
	Funktionale Interaktivität	●			
	Flexible Inhaltsbearbeitung				●
	Darstellung von Meta-Infos	●			
	Personalisierte Ansichten	●			
Interaktion	Einbeziehung des Nutzers				●
	Natürliche Benutzereingabe				●
	Akustische Ausgabe			●	
	Haptische Ausgabe			●	
	Integriertes virtuelles Feedback	●			
Vernetzung	Software-Schnittstellen	●			
	Identifikation / Marker-Erkennung			●	
Weitere	Automatisierte Benutzerführung			●	
	Ortsunabhängigkeit			●	
	Kollaboration			●	
	Digitale Telemetrie				●

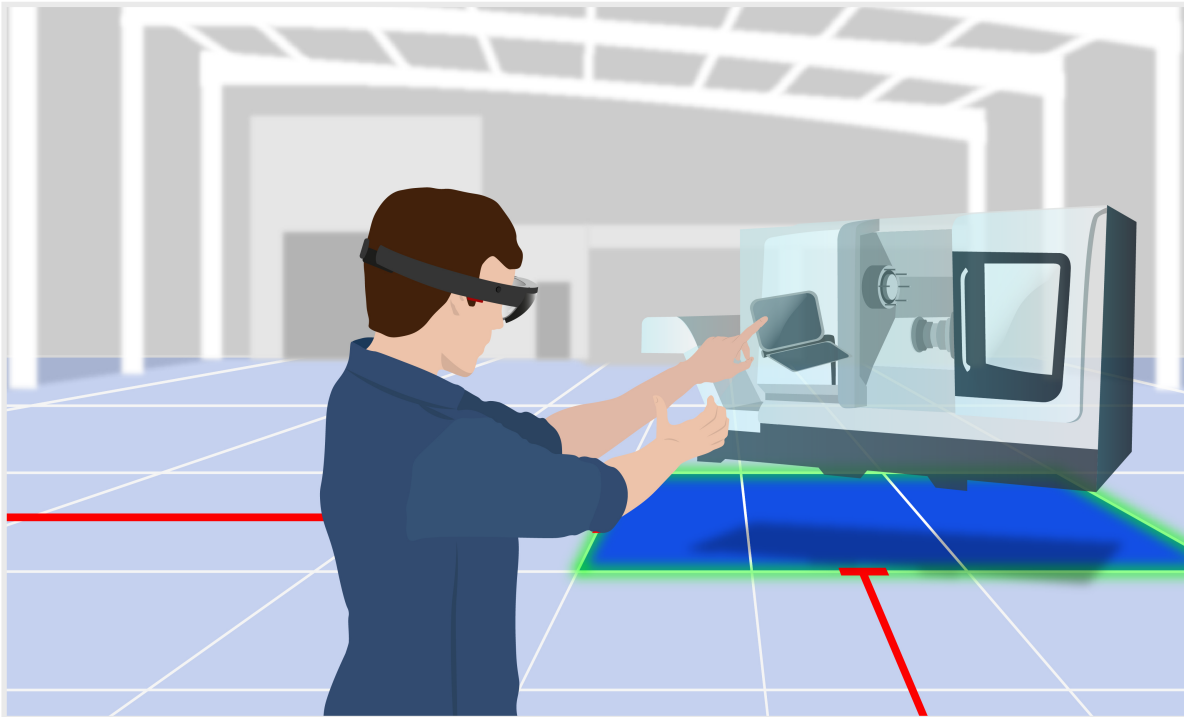
0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020

H1 AR-Anwendungsszenario See-Before-You-Buy

Allgemeine Informationen

AR ermöglicht es, Produkte noch vor dem Kauf als virtuelle Modelle maßstabsgetreu in der geplanten Einsatzumgebung zu visualisieren („in situ“). Hierdurch können kaufentscheidende Aspekte frühzeitig evaluiert werden, u.a. der tatsächliche Platzbedarf, etwaige Kollisionen mit Objekten und die Zugänglichkeit zu Anschlüssen in der Umgebung. So lässt sich insbesondere bei komplexen Investitionsgütern das Risiko für Fehlentscheidungen reduzieren.



Chancen +

- **Verbesserte Investitionsentscheidungen:** Die Visualisierung der Verkaufsobjekts in der Einsatzumgebung ermöglicht es, Planungsfehler zu verringern und Entscheidungen zu fundieren
- **Synchronisation von Vertrieb und Entwicklung:** Informationen aus der Einsatzumgebung des Kunden können unmittelbar in der Entwicklung Berücksichtigung finden (z.B. Anpassungsbedarfe)

Risiken -

- **Schwankende Einsatzumgebung:** Heterogene Einflüsse in der Einsatzumgebung des Kunden können die Visualisierung beeinträchtigen (z.B. Lichtverhältnisse, Verdeckung durch Bestandsobjekte)
- **Hoher Aufwand für virtuelle Inhalte:** Auch wenn vielfach auf Modelldaten aus der Entwicklung zurückgegriffen werden kann, sind erhebliche Aufwände für die Aufbereitung der Inhalte erforderlich

Klassifikation

Hohe Ausprägung Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich	Beschaffung	Entwicklung	Produktion	Logistik
	Handlungsvorgang	Instandhaltung	Außerbetriebnahme	Aus- und Weiterbildung	
	Kollaboration	Informieren	Planen	Ausführen	Kontrollieren
	Wirkebene	Keine Kollaboration	Synchron am gleichen Ort	Synchron an versch. Orten	
Technologie	Ziel der Augmentierung	Asynchron am gleichen Ort	Asynchron an versch. Orten		
	Ortsbezug	Reale Welt	Virtuelle Welt		
	Zeitbezug	Leistungssteigerung	Befähigung	Wahrnehmungssteigerung	
	Realitätsnähe	Nutzer	Objekt	Umgebung	
		Vergangenheit	Gegenwart	Zukunft	Fiktion
		Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität wünschenswert		Möglichst keine Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität	

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung		0	1	2	3
Einsparungen	Personal / Tätigkeiten		●		
	Reisen (Zeit und Kosten)			●	
	Material			●	
Effizienzsteigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung		●		
	Geringere Wartezeit			●	
	Verbesserte Fehlererkennung			●	
Qualitätssteigerung	Steigerung der Produktqualität	●			
	Fehlerreduzierung	●			
	Erhöhte Sicherheit	●			
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung	●			
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen	●			
	Effiziente Informationsbereitstellung				●
Personal	Flexibler Personaleinsatz		●		
	Bessere Personal-Verfügbarkeit			●	
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung		●		
	Verbessertes Verständnis				●

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

See-before-you-buy-Lösungen können als eigenständige AR-Anwendungen direkt Kunden angeboten werden, bspw. über App Stores. Allerdings handelt es sich um Vertriebs-Apps, die kostenlos sein sollten. Durch eine Integration der Geschäftsabwicklung direkt in die Anwendung könnten jedoch neue Vertriebskanäle eröffnet werden.

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

See-before-you-buy hat definitiv einen Image- und Coolness-Effekt, da entsprechende Anwendungen direkt von Kunden genutzt werden und potentielle Kunden zum Kauf eines Produkts bewegen können.

Standortübergreifende Zusammenarbeit

Durch eine kollaborative Anwendung könnten Vertriebsmitarbeiter oder auch Techniker aus der Ferne mit dem potentiellen Kunden über das Produkt sprechen und mögliche Fragen klären. Dies sorgt für einen effizienteren Vertrieb.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Visualisierungsfunktionalitäten sowie aufbereitete Modelle können unter anderem für Produktpräsentationen sowie Validierung eingesetzt werden. Ebenso könnte Zusatznutzen für Schulungsanwendungen entstehen.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand		0	1	2	3
Aufwände	Entwicklungsaufwände			●	
	Tracking/Positionierung		●		
	3D-Daten-Aufbereitung				●
	Aufbereitung weiterer Daten		●		
	Datenintegration/IT-Anbindung			●	
	Manuelle Datenaktualisierung			●	
	Schulungsaufwände				●
	Service/Wartung der AR-Hardware		●		
	Anpassung des Produkts	●			

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell ist möglich, aber nicht sinnvoll.

Akzeptanz

Der Einsatz einer entsprechenden Lösung ist jedem (Kunden) selbst überlassen. Der Einsatz der Lösung ist meist kurzzeitig und einmalig. Kunden erhalten zudem ein besonderes und effizienteres Einkaufserlebnis. Entsprechend bestehen eher geringe Risiken einer fehlenden Akzeptanz.

Rechtliche Aspekte

In industriellen Einsatzszenarien sind grundsätzlich Regularien zum Thema Arbeitssicherheit und Zertifizierungen zu beachten. Bei Privatkunden muss vor allem Privatsphäre gewahrt werden.

Datensicherheit

Es ist sicherzustellen, dass keine Informationen über die Situation beim Kunden vor Ort und dessen Pläne an Dritte gelangen.

Sprach- und kulturelle Barrieren

Mögliche Erklärungen eines Produkts, die speziell bei eigenständigen Kunden-Anwendungen für App Stores relevant sind, sollten auf verschiedenen Sprachen angeboten werden, um einen internationalen Einsatz der AR-Anwendung zu gewährleisten.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

In den meisten Fällen werden die Geräte der Kunden als Hardware verwendet (bspw. Smartphones). In diesem Fall entstehen keine Hardware-Kosten. In anderen Fällen kann es nötig sein, Kunden AR-Brillen zur Verfügung zu stellen.

AR-Funktionalitäten

Besonders wichtig sind eine dreidimensionale Darstellung eingebettet in der realen Umgebung an beliebigen Orten. Animationen und funktionale Interaktivität unterstützen das virtuelle Austesten und Überprüfen eines Produkts ebenso wie akustische Ausgaben sowie die interaktive Einbeziehung des Nutzers. Automatisierte Benutzerführung kann zur Erklärung gewisser Produktdetails eingesetzt werden. In anderen Fällen können über Kollaboration Experten oder Techniker zur gemeinsamen Diskussion oder Klärung von Fragen hinzugezogen werden.

		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung				●
	Integration in reale Umgebung				●
	Animierte Inhalte / Darstellung				●
	Funktionale Interaktivität				●
	Flexible Inhaltsbearbeitung			●	
	Darstellung von Meta-Infos			●	
Interaktion	Personalisierte Ansichten	●			
	Einbeziehung des Nutzers				●
	Natürliche Benutzereingabe				●
	Akustische Ausgabe				●
	Haptische Ausgabe			●	
	Integriertes virtuelles Feedback			●	
Vernetzung	Software-Schnittstellen			●	
	Identifikation / Marker-Erkennung			●	
Weitere	Automatisierte Benutzerführung			●	
	Ortsunabhängigkeit				●
	Kollaboration			●	
	Digitale Telemetrie			●	

0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020

Allgemeine Informationen

Zur Unterstützung des Vertriebs werden mittels AR kaufentscheidende Informationen unmittelbar an dem Verkaufsobjekt visualisiert. Auf diese Weise lassen sich Zusammenhänge verdeutlichen, die mit dem bloßen Auge nicht sichtbar sind („Röntgenblick“). Dies trägt zu einem tieferen Verständnis bei und erlaubt es, gezielt neue Features, Wirkprinzipien und Unterschiede zu konkurrierenden Produkten in der Kommunikation mit dem Kunden darzustellen.



Chancen +

- **Verbesserte Kommunikation im Vertrieb:** Durch die visuelle Unterstützung können verkaufs-relevante Aspekte im Verkaufsgespräch interaktiv veranschaulicht und verständlich gemacht werden
- **Interaktive Produktkataloge:** Klassische Printkataloge können um virtuelle Informationen angereichert werden, wodurch sich der Kunde anschaulich, orts- und personenunabhängig informieren kann

Risiken -

- **Abhängigkeit von kompatibelem AR-System:** Die Visualisierung erfordert ein kompatibles AR-System, das nicht allen Kunden zwangsläufig zur Verfügung steht (z.B. für virtuelle Produktkataloge)
- **Hoher Aufwand für virtuelle Inhalte:** Auch wenn vielfach auf Modelldaten aus der Entwicklung zurückgegriffen werden kann, sind erhebliche Aufwände für die Aufbereitung und Annotation erforderlich

Klassifikation

Hohe Ausprägung Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich	Beschaffung	Entwicklung	Produktion	Logistik
	Handlungsvorgang	Instandhaltung	Außerbetriebnahme	Aus- und Weiterbildung	
	Kollaboration	Informieren	Planen	Ausführen	Kontrollieren
	Wirkebene	Keine Kollaboration	Synchron am gleichen Ort	Synchron an versch. Orten	
Technologie	Ziel der Augmentierung	Leistungssteigerung	Befähigung	Wahrnehmungssteigerung	
	Ortsbezug	Nutzer	Objekt	Umgebung	
	Zeitbezug	Vergangenheit	Gegenwart	Zukunft	Fiktion
	Realitätsnähe	Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität wünschenswert		Möglichst keine Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität	

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung		0	1	2	3
Einsparungen	Personal / Tätigkeiten	●			
	Reisen (Zeit und Kosten)			●	
	Material			●	
Effizienzsteigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung		●		
	Geringere Wartezeit		●		
	Verbesserte Fehlererkennung	●			
Qualitätssteigerung	Steigerung der Produktqualität	●			
	Fehlerreduzierung	●			
	Erhöhte Sicherheit		●		
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung	●			
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen	●			
	Effiziente Informationsbereitstellung				●
Personal	Flexibler Personaleinsatz	●			
	Bessere Personal-Verfügbarkeit	●			
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung		●		
	Verbessertes Verständnis				●

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

Eine Produktpräsentation dient dazu, Kunden Produkte besser erklären zu können und sie letztendlich zum Kauf zu bewegen. Ein spezielles Geschäftsmodell für die AR-Anwendung an sich ist nicht sinnvoll.

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

Eine AR-basierte Produktpräsentation hat definitiv einen Image- und Coolness-Effekt, da entsprechende Anwendungen direkt von Kunden genutzt werden und potentielle Kunden zum Kauf eines Produkts bewegen können.

Standortübergreifende Zusammenarbeit

Durch eine kollaborative Anwendung könnten Vertriebsmitarbeiter oder auch Techniker aus der Ferne mit dem potentiellen Kunden bei sich vor Ort über das Produkt sprechen und mögliche Fragen aus der Ferne klären. Dies sorgt für einen effizienteren Vertrieb.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Visualisierungsfunktionalitäten sowie aufbereitete Modelle und Animationen können unter anderem für See-before-you-buy sowie Validierung eingesetzt werden. Ebenso könnte Zusatznutzen für Schulungsanwendungen entstehen.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand		0	1	2	3
Aufwände	Entwicklungsaufwände			●	
	Tracking/Positionierung			●	
	3D-Daten-Aufbereitung				●
	Aufbereitung weiterer Daten			●	
	Datenintegration/IT-Anbindung		●		
	Manuelle Datenaktualisierung		●		
	Schulungsaufwände		●		
	Service/Wartung der AR-Hardware		●		
	Anpassung des Produkts		●		

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell ist möglich, aber nicht sinnvoll.

Akzeptanz

In den meisten Fällen wird eine entsprechende Lösung durch einen Vertriebsmitarbeiter angeleitet oder sogar bedient (im Falle von Handhelds). Wird eine Brille eingesetzt, wird diese eher kurzzeitig und einmalig getragen. Entsprechend besteht eines geringes Risiko mangelnder Akzeptanz.

Rechtliche Aspekte

Es sind keine besonderen Aspekte zu beachten.

Datensicherheit

Aufgrund des meist internen Einsatzes durch Vertriebsmitarbeiter bestehen lediglich grundsätzliche Anforderungen an die Datensicherheit. Es gehen keine Daten an Dritte.

Sprach- und kulturelle Barrieren

Mögliche integrierte Erklärungen eines Produkts sollten auf verschiedenen Sprachen angeboten werden, um einen internationalen Einsatz der AR-Anwendung zu gewährleisten. Vertriebsmitarbeiter sollten die relevanten Sprachen der Kunden beherrschen.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

Die für die Anwendung zu verwendenden AR-Geräte sollten im Vertrieb verfügbar sein und jeweils vom Kunden eingesetzt werden können. Je nach Anzahl parallel verwendeter Anwendungen müssen entsprechend viele Geräte verfügbar sein.

AR-Funktionalitäten

Besonders wichtig sind eine dreidimensionale Darstellung eingebettet in der realen Umgebung an beliebigen Orten. Durch Animationen werden spezielle Eigenschaften und Funktionalitäten veranschaulicht. Dies kann durch akustische Ausgaben unterstützt werden. Weitere Funktionalitäten wie Meta-Infos, eine flexible Bearbeitung des Inhalts sowie funktionale Interaktivität können zusätzlich der Produktpräsentation beitragen. Gleiches gilt für haptische Ausgaben und die kollaborative Zuschaltung von weiteren Personen.

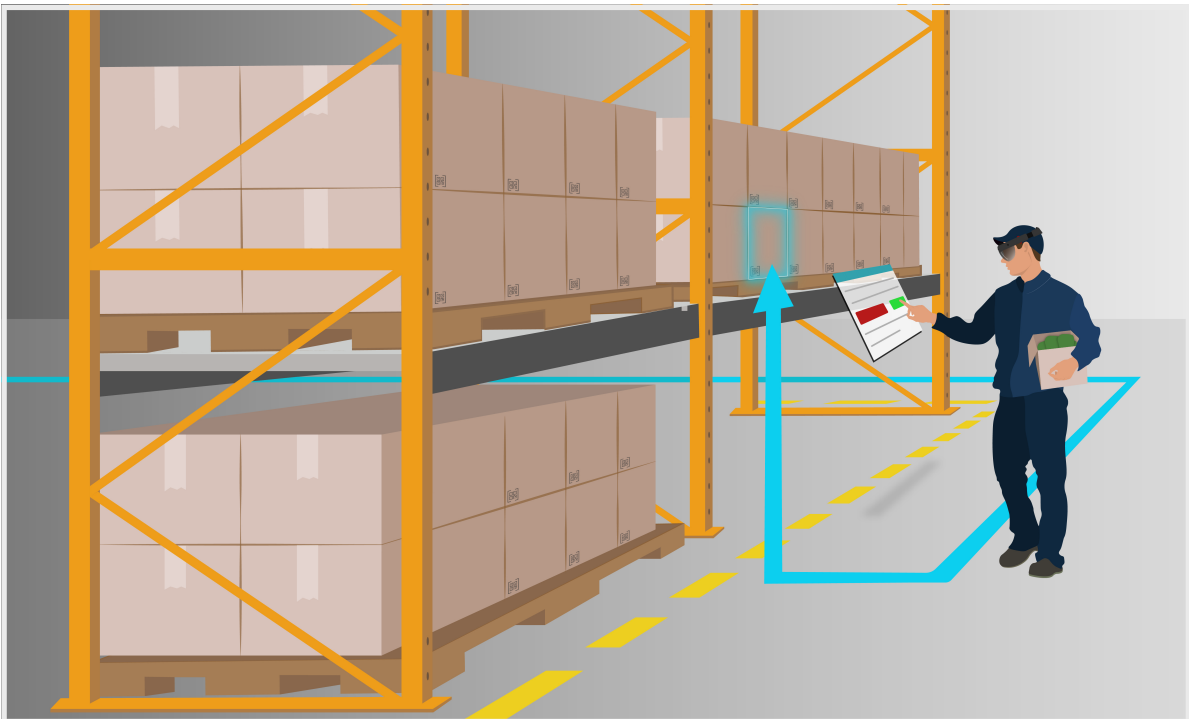
		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung				●
	Integration in reale Umgebung				●
	Animierte Inhalte / Darstellung				●
	Funktionale Interaktivität		●		
	Flexible Inhaltsbearbeitung		●		
	Darstellung von Meta-Infos		●		
Interaktion	Personalisierte Ansichten	●			
	Einbeziehung des Nutzers		●		
	Natürliche Benutzereingabe		●		
	Akustische Ausgabe			●	
	Haptische Ausgabe			●	
	Integriertes virtuelles Feedback	●			
Vernetzung	Software-Schnittstellen	●			
	Identifikation / Marker-Erkennung			●	
Weitere	Automatisierte Benutzerführung	●			
	Ortsunabhängigkeit			●	
	Kollaboration			●	
	Digitale Telemetrie	●			

0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020

Allgemeine Informationen

Mittels AR werden dem Anwender Instruktionen zur Durchführung von Kommissioniertätigkeiten bereitgestellt. Hierzu zählen auftragsspezifische Informationen zu der Art und Anzahl der zu entnehmenden Ware, deren Lagerort sowie der kürzesten Route zu diesen. Durch die unmittelbare Überlagerung der Instruktionen mit der Umgebung lassen sich Suchzeiten (z.B. zu Waren und Lagerort) verringern und Fehler im Kommissionierprozess reduzieren.



Chancen +

- **Verkürzung der Kommissionierzeit:**
Durch AR lassen sich nicht-wertschöpfende Totzeiten (z.B. Informationssuche, Reaktionszeit) reduzieren
- **Reduzierung von Kommissionierfehlern:**
Visuelle Unterstützung verringert Fehler im Kommissionierprozess (z.B. Verwechslung bei der Entnahme)
- **Flexiblerer Mitarbeitereinsatz:**
Verkürzte Einarbeitungszeit für ungeübte Mitarbeiter erhöht

Risiken -

- **Mangelnde Ergonomie:**
Ergonomische Ein-schränkungen von AR-Systemen (z.B. Halten des Handheld-Systems, Gewicht von Datenbrillen) können sich bei der längerfristigen Nutzung im Kommissionierprozess als nachteilig erweisen
- **Hoher Initialaufwand:**
Neben den für die Umsetzung von AR erforderlichen Kosten ist eine durchgängige Digitalisierung der Prozesse erforderlich

Klassifikation

Hohe Ausprägung Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich	Beschaffung		Entwicklung		Produktion		Logistik
	Handlungsvorgang	Instandhaltung		Außerbetriebnahme		Aus- und Weiterbildung		
	Kollaboration	Informieren		Planen		Ausführen		Kontrollieren
	Wirkebene	Keine Kollaboration		Synchron am gleichen Ort		Synchron an versch. Orten		
Technologie		Asynchron am gleichen Ort		Asynchron an versch. Orten				
		Reale Welt		Virtuelle Welt				
	Ziel der Augmentierung	Leistungssteigerung		Befähigung		Wahrnehmungssteigerung		
	Ortsbezug	Nutzer		Objekt		Umgebung		
	Zeitbezug	Vergangenheit		Gegenwart		Zukunft		Fiktion
	Realitätsnähe	Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität wünschenswert		Möglichst keine Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität				

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung		0	1	2	3
Einsparungen	Personal / Tätigkeiten				
	Reisen (Zeit und Kosten)				
	Material				
Effizienzsteigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung				
	Geringere Wartezeit				
	Verbesserte Fehlererkennung				
Qualitätssteigerung	Steigerung der Produktqualität				
	Fehlerreduzierung				
	Erhöhte Sicherheit				
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung				
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen				
	Effiziente Informationsbereitstellung				
Personal	Flexibler Personaleinsatz				
	Bessere Personal-Verfügbarkeit				
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung				
	Verbessertes Verständnis				

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

AR-basierte Kommissionierung findet grundsätzlich intern statt. Daher besteht keine Möglichkeit eines Geschäftsmodells.

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

Aufgrund des internen Einsatzes ergibt sich kein diekter Effekt. Entsprechende Anwendungen können jedoch im Recruiting einen Vorteil gegenüber der Konkurrent bieten und neue Mitarbeiter locken.

Standortübergreifende Zusammenarbeit

Standortübergreifende Zusammenarbeit ist nicht relevant für die Kommissionierung, da es sich um eine lokale Assistenz-Anwendung handelt.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Es bestehen keine Übertragungsmöglichkeiten und kein direkter Zusatznutzen.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand		0	1	2	3
Aufwände	Entwicklungsaufwände				
	Tracking/Positionierung				
	3D-Daten-Aufbereitung				
	Aufbereitung weiterer Daten				
	Datenintegration/IT-Anbindung				
	Manuelle Datenaktualisierung				
	Schulungsaufwände				
	Service/Wartung der AR-Hardware				
	Anpassung des Produkts				

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell ist nicht notwendig.

Akzeptanz

MA müssen u.U. über einen längeren Zeitraum mit einer Brille arbeiten. Dies stellt eine Umstellung dar. MA müssen zudem im Umgang mit der Technik geschult werden, da speziell die Interaktion für die meisten neu ist. Zudem ist auf entsprechenden Tragekomfort zu achten, um die notwendige Akzeptanz zu erzielen. Außerdem besteht die Gefahr, dass sich MA überwacht fühlen. Dem muss entgegengewirkt werden.

Rechtliche Aspekte

Lösungen dürfen nicht zur Überwachung der MA benutzt werden. Zudem sind Regularien zum Thema Arbeitssicherheit und Zertifizierungen zu beachten.

Datensicherheit

Aufgrund des meist internen Einsatzes gehen keine Daten nach außen oder an Dritte.

Sprach- und kulturelle Barrieren

Instruktionen müssten u.U. international verständlich aufbereitet sein. Durch den grundsätzlich eher internen Einsatz ergeben sich jedoch keine neuen Herausforderungen.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

Brillen sind bei der Kommissionierung sinnvoll, da die Hände frei sind. Je nach Anforderungen kommen Smart Glasses oder auch komplexere und teurere AR-Brillen in Frage. Smartphones und Tablets sind eher ungeeignet.

AR-Funktionalitäten

Bei der Kommissionierungsunterstützung steht die automatische Benutzerführung im Vordergrund. Dazu ist bei der Kommissionierung eine Identifikation von Behältern erforderlich. Die Lösung muss dabei meist mobil und somit ortsunabhängig eingesetzt werden können. Eine Integration der Visualisierung in die Umgebung kann genutzt werden, ist aber oft nicht erforderlich. Eine 2D-Darstellung reicht zudem meist aus. Über digitale Telemetrie kann der Kommissioniervorgang automatisiert dokumentiert und analysiert werden.

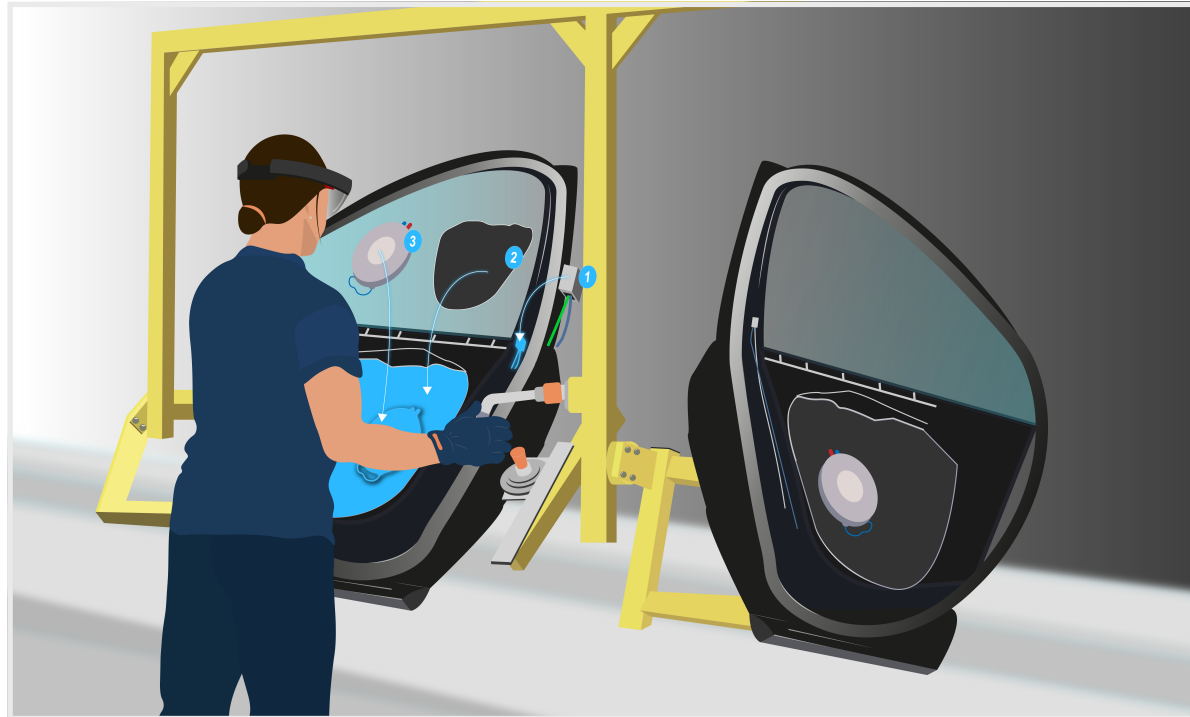
		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung				
	Integration in reale Umgebung				
	Animierte Inhalte / Darstellung				
	Funktionale Interaktivität				
	Flexible Inhaltsbearbeitung				
	Darstellung von Meta-Infos				
	Personalisierte Ansichten				
Interaktion	Einbeziehung des Nutzers				
	Natürliche Benutzereingabe				
	Akustische Ausgabe				
	Haptische Ausgabe				
	Integriertes virtuelles Feedback				
Vernetzung	Software-Schnittstellen				
Weitere	Identifikation / Marker-Erkennung				
	Automatisierte Benutzerführung				
	Ortsunabhängigkeit				
	Kollaboration				
	Digitale Telemetrie				

0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020

Allgemeine Informationen

Der Einsatz von AR unterstützt Montage-tätigkeiten, indem auftragspezifische Ar-beitsanweisungen sowie Dokumentati-onsprotokolle digital verfügbar gemacht werden. Gegenüber statischen papierba-sierten Anweisungen ermöglicht AR es, die Montageinformationen kontextsensitiv und intuitiv verständlich bereitzustellen, wodurch die Informationsaufnahmezeit verringert sowie die Montagequalität durch die Vermeidung von Fehlern gesteigert werden.



Chancen +

- **Beschleunigung der Montagetätigkeit:**
Die kontextsensitive Visualisierung der Montageinstruktionen verkürzt die Zeit zur Informationsaufnahme und damit die Montagetätigkeit als solche
- **Steigerung der Montagequalität:**
Die präzise Informationsdarstellung vermeidet Montagefehler
- **Aufbau von Feedbackregelkreisen:**
Informationsrückführung zur Prozess- und Produktoptimierung

Risiken -

- **Unzureichende Montagekomplexität:**
AR stiftet erst dann Nutzen, wenn die Montagetätigkeiten hinreichend komplex sind (z.B. Variantenmontage mit wechselnden Montageumfängen)
- **Beeinträchtigungen durch das AR-System:**
In Abhängigkeit von seiner Beschaffenheit kann das AR-System die Durchführung der Montagetätigkeiten erschweren (z.B. Sichtfeld, Verkabelung)

Klassifikation

Hohe Ausprägung Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich	Beschaffung	Entwicklung	Produktion	Logistik
	Handlungsvorgang	Instandhaltung	Außerbetriebnahme	Aus- und Weiterbildung	
	Kollaboration	Informieren	Planen	Ausführen	Kontrollieren
	Wirkebene	Keine Kollaboration	Synchron am gleichen Ort	Synchron an versch. Orten	Asynchron am gleichen Ort
Technologie	Ziel der Augmentierung	Leistungssteigerung	Befähigung	Wahrnehmungssteigerung	
	Ortsbezug	Nutzer	Objekt	Umgebung	
	Zeitbezug	Vergangenheit	Gegenwart	Zukunft	Fiktion
	Realitätsnähe	Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität wünschenswert	Möglichst keine Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität		

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung		0	1	2	3
Einspa-rungen	Personal / Tätigkeiten				
	Reisen (Zeit und Kosten)				
	Material				
Effizienz-steigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung				
	Geringere Wartezeit				
	Verbesserte Fehlererkennung				
Qualitäts-steigerung	Steigerung der Produktqualität				
	Fehlerreduzierung				
	Erhöhte Sicherheit				
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung				
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen				
	Effiziente Informationsbereitstellung				
Personal	Flexibler Personaleinsatz				
	Bessere Personal-Verfügbarkeit				
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung				
	Verbessertes Verständnis				

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

Eine Montageunterstützung könnte Kunden als Ergänzung zu einem Pro- dukt angeboten werden und entsprechend zusätzliche Einnahmen gene- rieren

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

Da Montage vor allem intern stattfindet, ist ein öffentlicher Coolness-Ef- fekt unwahrscheinlich. Bei Vermarktung der Lösung an Kunden wäre ein Marketing-Effekt aber realistisch.

Standortübergreifende Zusammenarbeit

Da eine Montageunterstützung eher als lokale Lösung konzipiert ist, bein- haltet sie grundsätzlich keine Kollaboration. Sie ließe sich aber bei Bedarf bspw. um Remote-Zuschaltungs-Funktionalitäten erweitern.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Die Erstellung von virtuellen Instruktionen ließe sich bspw. auch auf Trai- ningsszenarien und virtuelle Anleitungen für Kunden sowie Service-An- wendungen übertragen.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand		0	1	2	3
Aufwände	Entwicklungsaufwände				
	Tracking/Positionierung				
	3D-Daten-Aufbereitung				
	Aufbereitung weiterer Daten				
	Datenintegration/IT-Anbindung				
	Manuelle Datenaktualisierung				
	Schulungsaufwände				
	Service/Wartung der AR-Hardware				
	Anpassung des Produkts				

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell ist nicht notwendig, aber möglich (siehe Nutzenas- pekte)

Akzeptanz

MA müssen u.U. über längeren Zeitraum mit Brille arbeiten. Dies stellt eine Umstellung dar. MA müssen u.U. im Umgang mit der Technik geschult werden. Zudem ist auf entsprechenden Tragekomfort zu achten, um die notwendige Akzeptanz zu erzielen. Zudem besteht die Gefahr, dass sich MA überwacht fühlen, speziell beim Einsatz digitaler Telemetrie.

Rechtliche Aspekte

Lösungen dürfen nicht zur Überwachung der MA benutzt werden. Spezi- ell beim Einsatz von digitaler Telemetrie ist dies ein kritischer Aspekt. Zudem sind Regularien zum Thema Arbeitssicherheit und Zertifizierun- gen zu beachten.

Datensicherheit

Aufgrund des meist internen Einsatzes gehen keine Daten nach außen oder an Dritte.

Sprach- und kulturelle Barrieren

Instruktionen müssten u.U. international verständlich aufbereitet sein. Durch den grundsätzlich eher internen Einsatz ergeben sich jedoch keine neuen Herausforderungen.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

Brillen sind bei Anleitungen sinnvoll, da die Hände frei sind. Je nach Anforderungen kommen Smart Glasses oder auch komplexere und teu- rere AR-Brillen in Frage. Smartphones und Tablets sind eher ungeeignet.

AR-Funktionalitäten

Bei der technischen Realisierung einer Montageunterstützung können animierte Darstellungen eingesetzt werden, die anhand von 3D-Modellen eingebettet in der realen Montageumgebung Schritt-für-Schritt die Mon- tagetätigkeiten anleiten. Alternativ kann eine Anleitung anhand von 2D-Grafiken etc. erfolgen, die geringere bzw. andere Datenaufbereitungs- aufwände erfordern. Dabei kann die Darstellung von zusätzlichen Me- ta-Informationen hilfreich sein. Eine digitale Telemetrie ist möglich und kann für die Qualitätskontrolle oder auch die Anlyse und Optimierung der Montage-Abläufe verwendet werden.

		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung				
	Integration in reale Umgebung				
	Animierte Inhalte / Darstellung				
	Funktionale Interaktivität				
	Flexible Inhaltsbearbeitung				
	Darstellung von Meta-Infos				
Interaktion	Personalisierte Ansichten				
	Einbeziehung des Nutzers				
	Natürliche Benutzereingabe				
	Akustische Ausgabe				
	Haptische Ausgabe				
	Integriertes virtuelles Feedback				
Vernetzung	Software-Schnittstellen				
Weitere	Identifikation / Marker-Erkennung				
	Automatisierte Benutzerführung				
	Ortsunabhängigkeit				
	Kollaboration				
	Digitale Telemetrie				

0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020

Allgemeine Informationen

Mit Hilfe von AR werden Daten aus unterschiedlichen Quellen kontextspezifisch visualisiert. Hierzu zählen u.a. Echtzeitdaten aus Sensoren (z.B. Diagnosedaten), Prozessparameter (z.B. eingestellte Vorschubgeschwindigkeit) oder aggregierte Leistungskennzahlen (z.B. Prozessfähigkeitsindizes). Potentiale ergeben sich durch die Flexibilisierung der Informationsbereitstellung durch die räumliche Entkopplung von festinstallierten Displays.



Chancen +

- **Räumliche Flexibilisierung:**
Informationen können losgelöst von stationären Displays visualisiert werden, wodurch sich Laufwege und -zeiten einsparen lassen
- **Kontextualisierung:**
Die kontextspezifische Informationsvisualisierung ermöglicht eine präzisere, intuitiv verständliche Darstellung von Zusammenhängen und damit eine kognitive Entlastung

Risiken -

- **Mangelnde Praktikabilität:**
Die Informationsdarstellung setzt voraus, dass der Anwender ein mobiles Endgerät bei sich führt, was sich in der Praxis als umständlich erweisen kann
- **Ergonomische Nachteile:**
Die Mehrwerte aus der kontextsensitiven Informationsdarstellung müssen die ergonomischen Nachteile durch das Halten bzw. Tragen des AR-Systems übersteigen

Klassifikation

Hohe Ausprägung Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich	Beschaffung Entwicklung Produktion Logistik			
	Handlungsvorgang	Instandhaltung	Außerbetriebnahme	Aus- und Weiterbildung	
	Kollaboration	Informieren	Planen	Ausführen	Kontrollieren
	Wirkebene	Keine Kollaboration	Synchron am gleichen Ort	Synchron an versch. Orten	
Technologie	Ziel der Augmentierung	Asynchron am gleichen Ort		Asynchron an versch. Orten	
		Reale Welt		Virtuelle Welt	
		Leistungssteigerung	Befähigung	Wahrnehmungssteigerung	
		Nutzer	Objekt	Umgebung	
	Realitätsnähe	Vergangenheit	Gegenwart	Zukunft	Fiktion

Kontext	Einsatzbereich	Beschaffung Entwicklung Produktion Logistik			
	Handlungsvorgang	Instandhaltung	Außerbetriebnahme	Aus- und Weiterbildung	
	Kollaboration	Informieren	Planen	Ausführen	Kontrollieren
	Wirkebene	Keine Kollaboration	Synchron am gleichen Ort	Synchron an versch. Orten	
Technologie	Ziel der Augmentierung	Asynchron am gleichen Ort		Asynchron an versch. Orten	
		Reale Welt		Virtuelle Welt	
		Leistungssteigerung	Befähigung	Wahrnehmungssteigerung	
		Nutzer	Objekt	Umgebung	
	Realitätsnähe	Vergangenheit	Gegenwart	Zukunft	Fiktion

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung					
Einsparungen	Personal / Tätigkeiten	0	1	2	3
	Reisen (Zeit und Kosten)	0	1	2	3
	Material	0	1	2	3
Effizienzsteigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung	0	1	2	3
	Geringere Wartezeit	0	1	2	3
	Verbesserte Fehlererkennung	0	1	2	3
Qualitätssteigerung	Steigerung der Produktqualität	0	1	2	3
	Fehlerreduzierung	0	1	2	3
	Erhöhte Sicherheit	0	1	2	3
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung	0	1	2	3
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen	0	1	2	3
	Effiziente Informationsbereitstellung	0	1	2	3
Personal	Flexibler Personaleinsatz	0	1	2	3
	Bessere Personal-Verfügbarkeit	0	1	2	3
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung	0	1	2	3
	Verbessertes Verständnis	0	1	2	3

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

Eine AR-basierte Datenvisualisierung kann sowohl intern eingesetzt werden als auch als zusätzlicher Service mit einem Produkt vertrieben werden. Im zweiten Fall können über entsprechende Geschäftsmodelle zusätzliche Einnahmen generiert werden.

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

Eine AR-basierte Datenvisualisierung als Service für ein Produkt würde einen guten Image und Marketing-Effekt erzeugen. Mit entsprechenden Angeboten könnte man sich von der Konkurrenz abheben.

Standortübergreifende Zusammenarbeit

Eine standortübergreifende Zusammenarbeit steht nicht im Fokus der Datenvisualisierung. Dennoch könnten Personen hinzugeschaltet werden, aus der Distanz in die Perspektive des AR-Nutzers eintauchen und beratend teilnehmen.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Die Visualisierung von Daten an einem Produkt könnte für Marketing- oder Präsentationszwecke wiederverwendet werden. Ebenso können entsprechende Visualisierungen bspw. in Remote-Assistenz-Lösungen verwendet werden.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand					
Aufwände	Entwicklungsaufwände	0	1	2	3
	Tracking/Positionierung	0	1	2	3
	3D-Daten-Aufbereitung	0	1	2	3
	Aufbereitung weiterer Daten	0	1	2	3
	Datenintegration/IT-Anbindung	0	1	2	3
	Manuelle Datenaktualisierung	0	1	2	3
	Schulungsaufwände	0	1	2	3
	Service/Wartung der AR-Hardware	0	1	2	3
	Anpassung des Produkts	0	1	2	3

Geschäftsmodell

Beim sinnvollen Einsatz der Datenvisualisierung als externer Service ist ein Geschäftsmodell notwendig.

Akzeptanz

Datenvisualisierungen können auch über Smartphones und Tablets eingesetzt werden. Entsprechend ist eine gewisse Akzeptanz bzgl. der Geräte bereits gegeben in den meisten Fällen. Dennoch müssen die Visualisierungs-Lösungen einen klaren Mehrwert bieten, um den Einsatz von AR zu rechtfertigen.

Rechtliche Aspekte

Es sind keine speziellen rechtlichen Aspekte zu beachten. Die Visualisierung sollte lediglich nur für autorisierte Personen einsetzbar sein.

Datensicherheit

Da teilweise sensible Daten visualisiert werden, ist Datensicherheit von großer Bedeutung. Die Daten sollten nicht für Dritte zugänglich sein und die Visualisierung nur von autorisierten Personen verwendet werden können.

Sprach- und kulturelle Barrieren

Da grundsätzlich eher Werte und grafische Elemente dargestellt werden, sind Sprach- und kulturelle Barrieren nicht von besonderer Bedeutung.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

Für eine Datenvisualisierung reichen grundsätzlich Smartphones und Tablets aus. Diese Geräte sind in Unternehmen oft schon vorhanden. Es müssen keine kostenintensiven Hardware-Beschaffungen erfolgen. Lizenzkosten können im Einzelfall durch den Einsatz von Software Developments bei der Entwicklung entstehen.

AR-Funktionalitäten

Für die AR-basierte Datenvisualisierung sind vor allem die Integration der Visualisierung in die reale Umgebung, also passend am physischen Produkt bzw. der Maschine, sowie die Anbindung von Software-Schnittstellen zum Auslesen der Daten relevant. Animationen, Meta-Infos und personalisierte Ansichten können die Darstellung unterstützen und das Verständnis erhöhen. Zur passgenauen Positionierung ist zudem eine Marker-Erkennung hilfreich. Dreidimensionale Modelle können bspw. für die Visualisierung von Daten im Inneren einer Maschine eingesetzt werden, um eine Innenansicht zu erzeugen. Die Lösungen sollten zudem ortsungebunden jeweils an den relevanten Maschinen eingesetzt werden können.

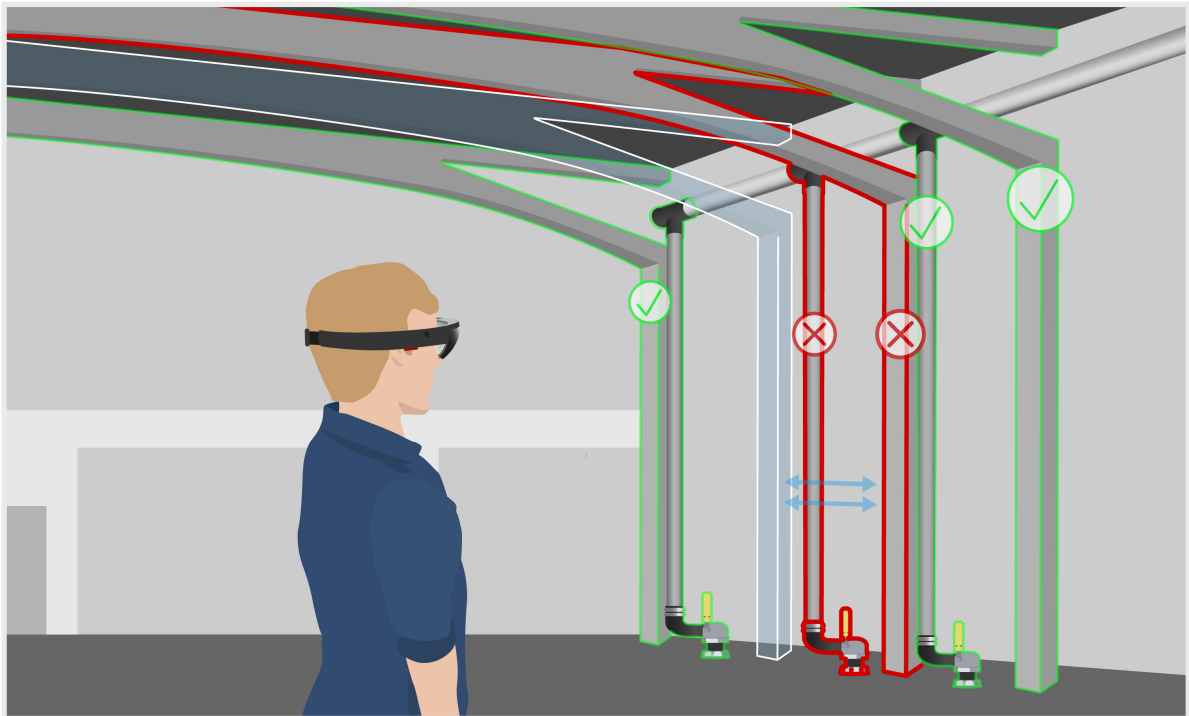
		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung	0	1	2	3
	Integration in reale Umgebung	0	1	2	3
	Animierte Inhalte / Darstellung	0	1	2	3
	Funktionale Interaktivität	0	1	2	3
	Flexible Inhaltsbearbeitung	0	1	2	3
	Darstellung von Meta-Infos	0	1	2	3
Interaktion	Personalisierte Ansichten	0	1	2	3
	Einbeziehung des Nutzers	0	1	2	3
	Natürliche Benutzereingabe	0	1	2	3
	Akustische Ausgabe	0	1	2	3
	Haptische Ausgabe	0	1	2	3
	Integriertes virtuelles Feedback	0	1	2	3
Vernetzung	Software-Schnittstellen	0	1	2	3
	Identifikation / Marker-Erkennung	0	1	2	3
Weitere	Automatisierte Benutzerführung	0	1	2	3
	Ortsunabhängigkeit	0	1	2	3
	Kollaboration	0	1	2	3
	Digitale Telemetrie	0	1	2	3

0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020

Allgemeine Informationen

Mit Hilfe von AR werden physische Objekte mit den ihnen hinterlegten Plandaten abgeglichen. Ziel ist die Schaffung von Konsistenz, indem Abweichungen identifiziert und darauf aufbauend die Plandaten korrigiert werden. Beispiele sind die Validierung von Simulationsergebnissen durch die Überlagerung realer Versuchsreihen mit virtuellen Berechnungsdaten und die Abnahme von Bauleistungen durch den Abgleich des Bauobjekts mit seinen Bauplänen.



Chancen +

► **Verbesserte Erkennung von Abweichungen:**
Durch die Überlagerung physischer Objekte mit ihren Plandaten können Abweichungen intuitiv und unmittelbar wahrgenommen werden

► **Vereinfachte Kommunikation:**
Die Visualisierung-en bilden eine gemeinsame und allgemeinver-ständliche Diskussionsbasis für alle am Prozess beteiligten Akteure

Risiken -

► **Hohe Anforderungen an die Genauigkeit:**
Um Abweichungen präzise erkennen zu können, müssen die virtuellen Darstellungen hohen Anforderungen an die Positionierungsgenauigkeit genügen

► **Hoher Aufwand:**
Mit den Anforderungen an die Genauigkeit der Darstellungen sind hohe Aufwände für die technische Realisierung verbunden (abhängig von der Komplexität der Anwendung)

Klassifikation

Hohe Ausprägung Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich	Beschaffung		Entwicklung		Produktion		Logistik	
	Handlungsvorgang	Instandhaltung		Außerbetriebnahme		Aus- und Weiterbildung			
	Kollaboration	Informieren		Planen		Ausführen		Kontrollieren	
	Wirkebene	Keine Kollaboration		Synchron am gleichen Ort		Synchron an versch. Orten		Asynchron am gleichen Ort	
Technologie	Ziel der Augmentierung	Reale Welt		Virtuelle Welt					
	Ortsbezug	Leistungssteigerung		Befähigung		Wahrnehmungssteigerung			
	Zeitbezug	Nutzer		Objekt		Umgebung			
	Realitätsnähe	Vergangenheit		Gegenwart		Zukunft		Fiktion	
		Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität wünschenswert		Möglichst keine Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität					

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung		0	1	2	3
Einsparungen	Personal / Tätigkeiten	●			
	Reisen (Zeit und Kosten)	●			
	Material	●			
Effizienzsteigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung		●		
	Geringere Wartezeit	●			
	Verbesserte Fehlererkennung			●	
Qualitätssteigerung	Steigerung der Produktqualität		●		
	Fehlerreduzierung			●	
	Erhöhte Sicherheit	●			
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung			●	
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen	●			
	Effiziente Informationsbereitstellung			●	
Personal	Flexibler Personaleinsatz	●			
	Bessere Personal-Verfügbarkeit	●			
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung	●			
	Verbessertes Verständnis	●			

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

Ein Modelldatenabgleich ist vor allem für interne Zwecke und benötigt bzw. ermöglicht daher kein Geschäftsmodell.

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

Aufgrund des internen Einsatzes bietet ein Modelldatenabgleich keine entsprechenden Effekte nach außen.

Standortübergreifende Zusammenarbeit

Eine standortübergreifende Zusammenarbeit ist für den Modelldatenabgleich nicht interessant. Modell und reales Objekt werden vor Ort mittels AR abgeglichen, weitere Personen können dazu nicht beitragen.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Lösungen zur Positionierung der Modelle in der realen Umgebung und zur passenden Überlagerung mit dem physischen Objekt können bspw. für die Qualitätskontrolle eingesetzt werden, da sehr ähnliche Anforderungen vorhanden sind.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand		0	1	2	3
Aufwände	Entwicklungsaufwände			●	
	Tracking/Positionierung				●
	3D-Daten-Aufbereitung			●	
	Aufbereitung weiterer Daten		●		
	Datenintegration/IT-Anbindung				●
	Manuelle Datenaktualisierung		●		
	Schulungsaufwände	●			
	Service/Wartung der AR-Hardware		●		
	Anpassung des Produkts		●		

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell ist im Normalfall nicht möglich (siehe Nutzenaspekte)

Akzeptanz

Ein Modelldatenabgleich erfordert eine Visualisierung vor Ort an einem physischen Objekt und kann entsprechend nicht von einem festen Arbeitsplatz durchgeführt werden. MA müssen klar den Mehrwert der Lösung sehen bzw. vermittelt bekommen, um die zusätzlichen Aufwände zu akzeptieren.

Rechtliche Aspekte

Lösungen dürfen nicht zur Überwachung der MA benutzt werden. Zudem sind Regularien zum Thema Arbeitssicherheit und Zertifizierungen zu beachten.

Datensicherheit

Aufgrund des meist internen Einsatzes gehen keine Daten nach außen oder an Dritte. Da jedoch finale Konstruktionsdaten relevant sind, ist grundsätzlich auf Datensicherheit zu achten.

Sprach- und kulturelle Barrieren

Es handelt sich um eine nicht-kollaborative Anwendung ohne spezielle textuelle oder sprachliche Informationen. Entsprechend ist lediglich darauf zu achten, dass die Funktionalitäten barrierefrei nutzbar sind.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

Es kommen sowohl AR-Brillen als auch Handheld-Geräte in Frage. Entsprechend unterscheiden sich die nötigen Kosten. Lizensierbare Software Development Kits können im Einzelfall die Entwicklungsaufwände reduzieren, bspw. für den eigentlichen Modellabgleich.

AR-Funktionalitäten

Für einen Modelldatenabgleich sind vor allem eine passgenau dreidimensionale Darstellung eingebettet in der realen Umgebung wichtig. Entsprechend müssen die realen Objekte identifiziert und deren Position genau bestimmt werden. Die Modelldaten sollten direkt aus IT-Systemen erhalten werden. Zudem ist aufgrund des mobilen Einsatzes Ortsunabhängigkeit wichtig. Über integriertes Feedback können Erkenntnisse direkt dreidimensional vermerkt und dokumentiert werden. Meta-Infos unterstützen den Abgleich.

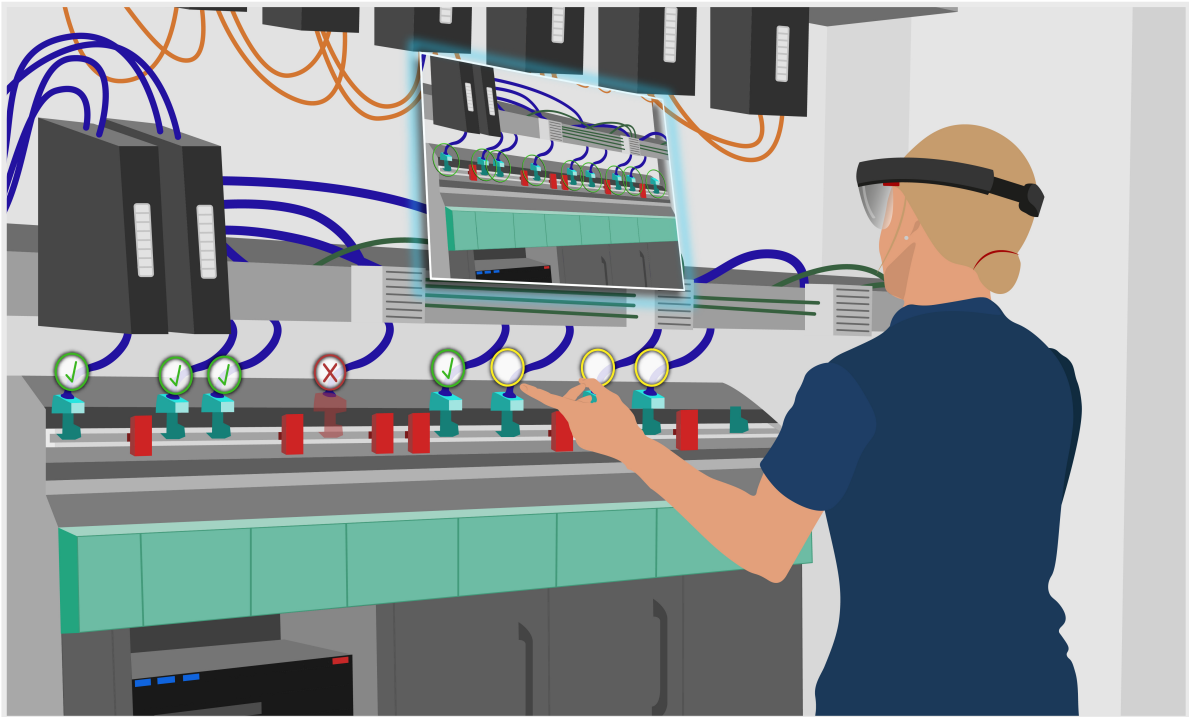
		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung				●
	Integration in reale Umgebung				●
	Animierte Inhalte / Darstellung	●			
	Funktionale Interaktivität	●			
	Flexible Inhaltsbearbeitung	●			
	Darstellung von Meta-Infos		●		
Interaktion	Personalisierte Ansichten	●			
	Einbeziehung des Nutzers	●			
	Natürliche Benutzereingabe	●			
	Akustische Ausgabe	●			
	Haptische Ausgabe	●			
	Integriertes virtuelles Feedback			●	
Vernetzung	Software-Schnittstellen			●	
Weitere	Identifikation / Marker-Erkennung				●
	Automatisierte Benutzerführung	●			
	Ortsunabhängigkeit			●	
	Kollaboration	●			
	Digitale Telemetrie	●			

0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020

Allgemeine Informationen

Mittels AR werden Soll-Ist-Abgleiche zum Zweck der Qualitätssicherung unterstützt. Im Vordergrund steht die Identifikation von Abweichungen zwischen Bau- und Planständen. Durch die orts- und lagekorrekte Positionierung der Informationen können prüfrelevante Merkmale und etwaige Abweichungen unmittelbar an den relevanten Bauteilen hervorgehoben werden. Zu den Vorteilen zählen eine verkürzte Informationssuche sowie eine verlässlichere Fehlererkennung.



Chancen +

- **Verringerung von Such- und Prüfzeiten:** Durch die kontextsensitive Bereitstellung der prüfrelevanten Informationen verringern sich die Zeiten für die Informationssuche und den Prüfvorgang selbst
- **Verbesserte Fehlererkennung:** Die visuelle Überlagerung des Bauteils und seines Sollzustands erhöht die Wahrscheinlichkeit, Abweichungen zum Ist-Zustand korrekt als solche zu erkennen

Risiken -

- **Verdeckung der Sicht:** Die Überlagerung des physischen Bauteils mit einer virtuellen Kontur kann die Sicht auf dieses und damit den Prüfvorgang selbst beeinträchtigen
- **Aufwände durch Individualisierung:** Prüfmerkmale sind vielfach abhängig von unternehmensindividuellen Vorgaben, dadurch können hohe Aufwände für die Individualisierung entstehen

Klassifikation

Hohe Ausprägung Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich	Beschaffung	Entwicklung	Produktion	Logistik
	Handlungsvorgang	Instandhaltung	Außerbetriebnahme	Aus- und Weiterbildung	
	Kollaboration	Informieren	Planen	Ausführen	Kontrollieren
	Wirkebene	Keine Kollaboration	Synchron am gleichen Ort	Synchron an versch. Orten	
Technologie	Ziel der Augmentierung	Asynchron am gleichen Ort	Asynchron an versch. Orten		
	Ortsbezug	Reale Welt	Virtuelle Welt		
	Zeitbezug	Leistungssteigerung	Befähigung	Wahrnehmungssteigerung	
	Realitätsnähe	Nutzer	Objekt	Umgebung	
		Vergangenheit	Gegenwart	Zukunft	Fiktion

	Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität wünschenswert	Möglichst keine Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität
--	--	--

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung		0	1	2	3
Einsparungen	Personal / Tätigkeiten				
	Reisen (Zeit und Kosten)				
	Material				
Effizienzsteigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung				
	Geringere Wartezeit				
	Verbesserte Fehlererkennung				
Qualitätssteigerung	Steigerung der Produktqualität				
	Fehlerreduzierung				
	Erhöhte Sicherheit				
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung				
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen				
	Effiziente Informationsbereitstellung				
Personal	Flexibler Personaleinsatz				
	Bessere Personal-Verfügbarkeit				
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung				
	Verbessertes Verständnis				

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

Eine Qualitätskontrolle ist vor allem für interne Zwecke und benötigt bzw. ermöglicht daher kein Geschäftsmodell.

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

Aufgrund des internen Einsatzes bietet eine AR-basierte Qualitätskontrolle keine speziellen Effekte nach außen.

Standortübergreifende Zusammenarbeit

Eine standortübergreifende Zusammenarbeit ist für die Qualitätskontrolle grundsätzlich eher nicht relevant. In Einzelfällen kann jedoch das Hinzuziehen eines Experten hilfreich sein.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Lösungen zur Positionierung der Daten und Modelle in der realen Umgebung und zur passenden Überlagerung mit einem physischen Objekt können bspw. für den Modelldatenabgleich eingesetzt werden, da sehr ähnliche Anforderungen vorhanden sind.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand		0	1	2	3
Aufwände	Entwicklungsaufwände				
	Tracking/Positionierung				
	3D-Daten-Aufbereitung				
	Aufbereitung weiterer Daten				
	Datenintegration/IT-Anbindung				
	Manuelle Datenaktualisierung				
	Schulungsaufwände				
	Service/Wartung der AR-Hardware				
	Anpassung des Produkts				

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell ist im Normalfall nicht möglich (siehe Nutzenaspekte)

Akzeptanz

Eine Qualitätskontrolle kann in vielen Fällen am ursprünglichen Arbeitsplatz eines Kontrolleurs durchgeführt werden. MA müssen jedoch klar den Mehrwert der Lösung sehen bzw. vermittelt bekommen, um den Einsatz zusätzlicher Technik zu akzeptieren.

Rechtliche Aspekte

Lösungen dürfen nicht zur Überwachung der MA benutzt werden. Zudem sind Regularien zum Thema Arbeitssicherheit und Zertifizierungen zu beachten.

Datensicherheit

Aufgrund des meist internen Einsatzes gehen keine Daten nach außen oder an Dritte. Da jedoch finale Konstruktionsdaten relevant sind, ist grundsätzlich auf Datensicherheit zu achten.

Sprach- und kulturelle Barrieren

Es handelt sich um eine nicht-kollaborative Anwendung ohne spezielle textuelle oder sprachliche Informationen. Entsprechend ist lediglich darauf zu achten, dass die Funktionalitäten barrierefrei nutzbar sind.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

Je nach genauem Einsatzszenario kommen sowohl AR-Brillen als auch Handheld-Geräte in Frage. Entsprechend unterscheiden sich die nötigen Kosten. Lizenzierbare Software Development Kits können im Einzelfall die Entwicklungsaufwände reduzieren.

AR-Funktionalitäten

Bei der technischen Realisierung einer Qualitätskontrolle ist eine Darstellung eingebettet in der realen Umgebung sehr hilfreich. Dazu wird eine Identifikations- bzw. Tracking-Lösung benötigt. Daten sollten idealerweise direkt aus den IT-Systemen kommen. Je nachdem, was überprüft wird, sollte eine 3D-Darstellung eingesetzt werden. Personalisierte Ansichten, eine automatische Benutzerführung sowie die Darstellung von Meta-Infos können die Kontrolle unterstützen und vereinfachen. Abhängig vom Einsatzszenario kann eine ortsunabhängige AR-Lösung notwendig sein. Virtuelles Feedback kann zur Dokumentation von Fehlern verwendet werden.

		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung				
	Integration in reale Umgebung				
	Animierte Inhalte / Darstellung				
	Funktionale Interaktivität				
	Flexible Inhaltsbearbeitung				
	Darstellung von Meta-Infos				
Interaktion	Personalisierte Ansichten				
	Einbeziehung des Nutzers				
	Natürliche Benutzereingabe				
	Akustische Ausgabe				
	Haptische Ausgabe				
	Integriertes virtuelles Feedback				
Vernetzung	Software-Schnittstellen				
Weitere	Identifikation / Marker-Erkennung				
	Automatisierte Benutzerführung				
	Ortsunabhängigkeit				
	Kollaboration				
	Digitale Telemetrie				

0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020

S1 AR-Anwendungsszenario Schulung zur Verständnisverbesserung

PLZ:

Produkt-
entstehung

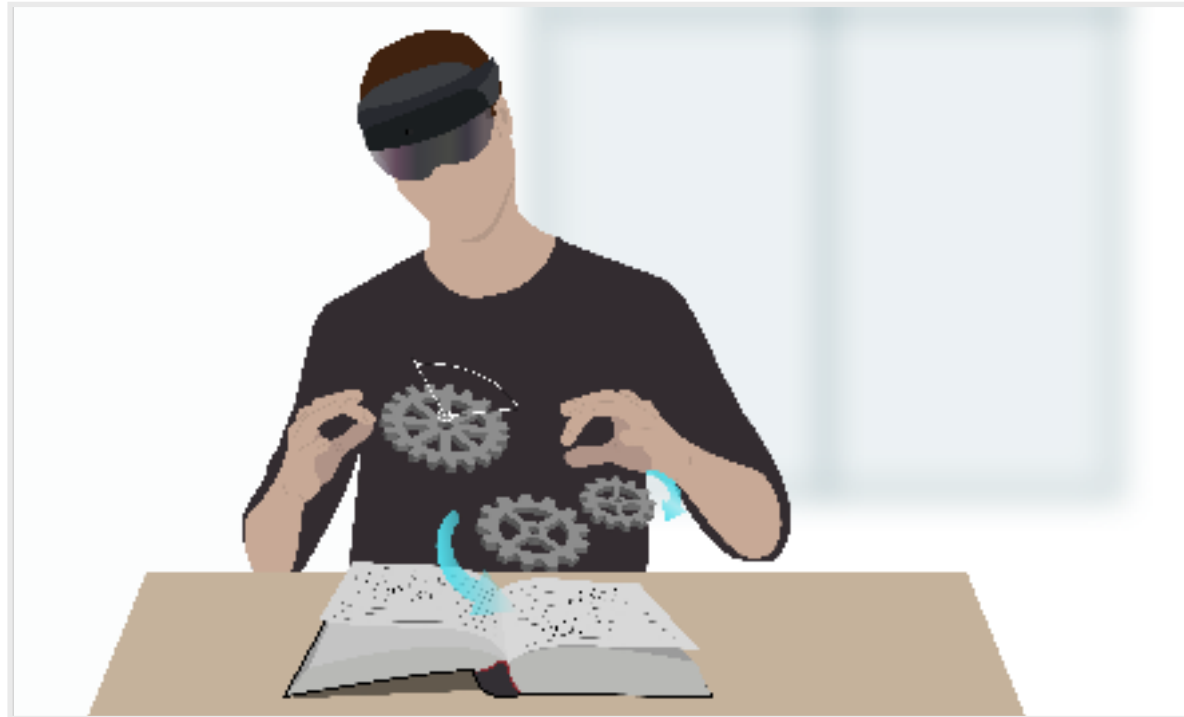
Produktion

Handel

Betrieb

Allgemeine Informationen

Der Einsatz von AR zielt auf die Unterstützung der Wissensvermittlung in der Aus- und Weiterbildung ab. Durch die orts- und lagekorrekte Positionierung virtueller Modelle werden komplexe Sachverhalte veranschaulicht und im relevanten Kontext verständlich gemacht. Es lassen sich sowohl konventionelle Lernmedien (z.B. Fachbücher) als auch spezifische Objekte (z.B. Baugruppen) mit interaktiven, virtuellen Informationen anreichern.



Chancen +

► **Verbesserter Lernerfolg:** Die anschauliche und interaktive Visualisierung komplexer Zusammenhänge beschleunigt und verbessert das Verständnis

► **Ortsungebundenes Lernen:** Die hohe Flexibilität in der Darstellung virtueller Lerninhalte verringert die Abhängigkeit von definierten Lernorten

► **Synergieeffekte:** Schulungsanleitungen lassen sich für die interne Weiterbildung adaptieren

Risiken -

► **Unzureichende Akzeptanz:** AR muss von den Schulungsteilnehmern mit häufig heterogenen Kompetenzen und aus unterschiedlichen Altersstrukturen als Lernmedium akzeptiert werden

► **Fehlender persönlicher Kontakt:** Bei rein virtuellen Schulungen kann der fehlende persönliche Kontakt zum Trainer zu einer unzureichenden Individualisierung und zu Frustration führen

Klassifikation

Hohe Ausprägung

Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich	Beschaffung	Entwicklung	Produktion	Logistik	
	Handlungsvorgang	Instandhaltung	Außerbetriebnahme		Aus- und Weiterbildung	
	Kollaboration	Informieren	Planen	Ausführen	Kontrollieren	
	Wirkebene	Keine Kollaboration	Synchron am gleichen Ort		Synchron an versch. Orten	
		Asynchron am gleichen Ort			Asynchron an versch. Orten	
Technologie	Ziel der Augmentierung	Reale Welt			Virtuelle Welt	
		Leistungssteigerung		Befähigung		Wahrnehmungssteigerung
		Nutzer		Objekt		Umgebung
		Vergangenheit	Gegenwart	Zukunft	Fiktion	
		Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität wünschenswert			Möglichst keine Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität	

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung		0	1	2	3
Einsparungen	Personal / Tätigkeiten	●			
	Reisen (Zeit und Kosten)	●			
	Material			●	
Effizienzsteigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung	●			
	Geringere Wartezeit	●			
	Verbesserte Fehlererkennung	●			
Qualitätssteigerung	Steigerung der Produktqualität	●			
	Fehlerreduzierung	●			
	Erhöhte Sicherheit	●			
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung		●		
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen				●
	Effiziente Informationsbereitstellung				●
Personal	Flexibler Personaleinsatz	●			
	Bessere Personal-Verfügbarkeit	●			
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung	●			
	Verbessertes Verständnis	●			

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

Ein Geschäftsmodell ist möglich, wenn Schulungsmaterialien extern an Kunden angeboten bzw. vermarktet werden. Dann kann eine AR-Anwendung als zusätzliche Unterstützung angeboten werden und zusätzliche Einnahmen generieren.

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

AR-basierte Schulungsinhalte können Image-, Coolness- und Marketing-Effekte erzielen. Beim internen Einsatz kann das Unternehmen für potentielle Bewerber interessanter werden. Bei externen Schulungsangeboten kann AR den Unterschied zur Konkurrenz ausmachen und einen Wettbewerbsvorteil bieten.

Standortübergreifende Zusammenarbeit

Grundsätzlich reichen lokale Lösungen. Die Zuschaltung von Experten und Trainern kann jedoch zur Klärung von Fragen und Details hilfreich sein und den Lernerfolg und die Wissensvermittlung verbessern.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Angefertigte Modelle und Animationen etc. können auch für Vertriebsanwendungen, bspw. zur Produktpräsentationen, oder für Instruktionen verwendet werden.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand		0	1	2	3
Aufwände	Entwicklungsaufwände			●	
	Tracking/Positionierung			●	
	3D-Daten-Aufbereitung				●
	Aufbereitung weiterer Daten		●		
	Datenintegration/IT-Anbindung		●		
	Manuelle Datenaktualisierung			●	
	Schulungsaufwände	●			
	Service/Wartung der AR-Hardware		●		
	Anpassung des Produkts	●			

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell ist nicht notwendig, aber möglich (siehe Nutzenaspekte)

Akzeptanz

Je nach konkreter Anwendung können Brillen oder auch Handhelds eingesetzt werden. Entsprechend unterschiedlich kann die Akzeptanz sein. Beim Einsatz von Smartphones und Tablets ist eine große Akzeptanz zu erwarten. Beim Einsatz von Brillen muss der Nutzen klar erkennbar sein oder entsprechend vermittelt werden.

Rechtliche Aspekte

Grundsätzlich sind Regularien zum Thema Arbeitssicherheit und Zertifizierungen zu beachten.

Datensicherheit

Speziell, wenn Lösungen an Kunden herausgegeben werden, ist auf eine gute Datensicherheit zu achten. Dritte dürfen keine Einsicht in kritische Daten und Modelle erhalten. Teilweise können entsprechende Verträge nötig sein zur Regelung des Umgangs mit den Daten.

Sprach- und kulturelle Barrieren

Schulungsinhalte sollten im Idealfall international verständlich aufbereitet sein, um flexibel eingesetzt oder vermarktet werden zu können.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

Beim internen Einsatz sollte eine gewisse Menge an AR-Geräten vorhanden sein, um die Lösung gut skalieren und mehrere Personen parallel schulen zu können. Bei der Vermarktung an Kunden müssen entweder AR-Geräte mitvermarktet werden oder Kunden über entsprechende Geräte verfügen.

AR-Funktionalitäten

Bei einer AR-basierten Schulung zur Verständnisverbesserung stehen vor allem eine dreidimensionale Darstellung sowie Animationen im Fokus. Je nach Szenario müssen die Inhalte in die reale Umgebung eingebettet werden, wozu eine Identifikation bzw. ein Tracking benötigt wird. Meta-Infos, akustische Ausgaben und personalisierte Ansichten können das Verständnis (für einzelne Personengruppen) verstärken. Die Anwendungen sollten zudem meist flexibel und ortsunabhängig einsetzbar sein. Kollaboration und die Einbeziehung des Nutzers können in Einzelfällen sinnvoll sein.

		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung				●
	Integration in reale Umgebung				●
	Animierte Inhalte / Darstellung				●
	Funktionale Interaktivität	●			
	Flexible Inhaltsbearbeitung	●			
	Darstellung von Meta-Infos				●
Interaktion	Personalisierte Ansichten				●
	Einbeziehung des Nutzers		●		
	Natürliche Benutzereingabe	●			
	Akustische Ausgabe				●
	Haptische Ausgabe	●			
	Integriertes virtuelles Feedback	●			
Vernetzung	Software-Schnittstellen	●			
	Identifikation / Marker-Erkennung				●
Weitere	Automatisierte Benutzerführung				●
	Ortsunabhängigkeit				●
	Kollaboration				●
	Digitale Telemetrie	●			

0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020

Allgemeine Informationen

AR dient als Lernmedium, um den Anwen-der bei der Erlernung von Tätigkeiten zu unterstützen. Mittels Schritt-für-Schritt-Anleitungen werden Tätigkeitssequenzen unmittelbar an physischen Lernobjekten visualisiert. Die multisensual erfassbaren Lerninhalte ermöglichen eine höhere Im-mersion in die Lernszenerie, wodurch sich Potentiale im Hinblick auf einen schnellen Wissenserwerb und einen nach-haltigeren Wissenserhalt ergeben.



Chancen +

- **Verbesserte Lernkurve:**
Die intuitive Ansprache mehrerer Sinnesmodalitäten führt zu schnelleren und nachhaltigeren Lerneffekten, ggf. Begeis-terung
- **On-the-Job-Training:** AR begünstigt ein ortsungebundenes Training in regulären Arbeitsumgebungen abseits von zentra-len Schulungswerkstätten
- **Synergieeffekte:** Schulungsanleitungen lassen sich für die interne Weiterbildung weiternutzen

Risiken -

- **Unzureichende Akzeptanz:**
AR muss von den Schulungsteilnehmern mit häufig heteroge-nen Kompetenzen und aus unterschiedlichen Altersstrukturen als Lernmedium akzeptiert werden
- **Fehlender persönlicher Kontakt:**
Bei rein virtuellen Schulungen kann der fehlende persönliche Kontakt zum Trainer zu einer unzureichenden Individualisie-rung und zu Frustration führen

Klassifikation

Hohe Ausprägung

Geringe Ausprägung

Kontext	Einsatzbereich
	Handlungsvorgang
	Kollaboration
	Wirkebene

Beschaffung	Entwicklung	Produktion	Logistik
Instandhaltung	Außerbetriebnahme	Aus- und Weiterbildung	
Informieren	Planen	Ausführen	Kontrollieren
Keine Kollaboration		Synchron am gleichen Ort	Synchron an versch. Orten
Asynchron am gleichen Ort		Asynchron an versch. Orten	
Reale Welt		Virtuelle Welt	

Technologie	Ziel der Augmentierung
	Ortsbezug
	Zeitbezug
	Realitätsnähe

Leistungssteigerung	Befähigung	Wahrnehmungssteigerung	
Nutzer	Objekt	Umgebung	
Vergangenheit	Gegenwart	Zukunft	Fiktion
Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität wünschenswert		Möglichst keine Unterscheidbarkeit zwischen Realität und Virtualität	

Nutzenpotenziale

0: Keine ..., 1: Geringe ..., 2: Mittlere ..., 3: Hohe Ausprägung		0	1	2	3
Einspa-rungen	Personal / Tätigkeiten				
	Reisen (Zeit und Kosten)				
	Material				
Effizienz-steigerung	Schnellere Tätigkeitsdurchführung				
	Geringere Wartezeit				
	Verbesserte Fehlererkennung				
Qualitäts-steigerung	Steigerung der Produktqualität				
	Fehlerreduzierung				
	Erhöhte Sicherheit				
Wissens-transfer	Kognitive Entlastung				
	Verbesserte Mitarbeiterqualifikationen				
	Effiziente Informationsbereitstellung				
Personal	Flexibler Personaleinsatz				
	Bessere Personal-Verfügbarkeit				
Extern für Kunden	Schnellere Service-Bearbeitung				
	Verbessertes Verständnis				

Möglichkeit eines Geschäftsmodells

Schulungen zur Tätigkeitsdurchführung können sowohl intern als auch extern für Kunden angeboten werden. Im externen Fall können zusätzliche Geschäftsmodelle erarbeitet oder Schulungen als Service zum Produkt angeboten werden.

Image-/Coolness-/Marketing-Effekt

AR-basierte Schulungen können gute Effekte erzielen. Potentiellen Mitar-beiterInnen können über die innovativen Trainings- und Weiterbildungs-angebote gelockt werden. Durch externe Schulungsangebote können Unternehmen sich zudem von der Konkurrenz abheben.

Standortübergreifende Zusammenarbeit

Schulungen können lokal und ohne Kollaboration durchgeführt werden. Durch eine Remote-Zuschaltung von Trainern und Experten können die Angebote jedoch angereichert werden, um bspw. Fragen zu klären oder komplexe Sachverhalte zu besprechen.

Übertragbarkeit / Zusatznutzen

Die Erstellung von Schulungsanwendungen und entsprechenden Visuali-sierungen ließe sich auch auf Instruktions-Lösungen, Service-Anwen-dungen oder auch Produktpräsentationen für Kunden übertragen.

Zu berücksichtigende Aspekte

0: Kein ..., 1: Geringer ..., 2: Mittlerer ..., 3: Hoher Aufwand		0	1	2	3
Aufwände	Entwicklungsaufwände				
	Tracking/Positionierung				
	3D-Daten-Aufbereitung				
	Aufbereitung weiterer Daten				
	Datenintegration/IT-Anbindung				
	Manuelle Datenaktualisierung				
	Schulungsaufwände				
	Service/Wartung der AR-Hardware				
	Anpassung des Produkts				

Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell ist nicht notwendig, aber sinnvoll, wenn die AR-Lö-sung an externe Kunden angeboten wird.

Akzeptanz

Je nach konkreter Anwendung können Brillen oder auch Handhelds eingesetzt werden. Entsprechend unterschiedlich kann die Akzeptanz sein. Der Einsatz von Brillen ist speziell bei handwerklichen Tätigkeiten sinnvoll. Aufgrund des vermeintlich hohen Nutzens und der eher kurzen Einsatzdauer ist eine ausreichende Akzeptanz zu erwarten.

Rechtliche Aspekte

Lösungen dürfen nicht zur Überwachung der MA benutzt werden. Zudem sind Regularien zum Thema Arbeitssicherheit und Zertifizierun-gen zu beachten.

Datensicherheit

Speziell, wenn Lösungen an Kunden herausgegeben werden, ist auf eine gute Datensicherheit zu achten. Dritte dürfen keine Einsicht in kritische Daten und Modelle erhalten. Teilweise können entsprechende Verträge nötig sein zur Regelung des Umgangs mit den Daten.

Sprach- und kulturelle Barrieren

Instruktionen müssten u.U. international verständlich aufbereitet sein. Durch den grundsätzlich eher internen Einsatz ergeben sich jedoch keine neuen Herausforderungen.

Lizenzkosten- und Hardwarekosten

Beim internen Einsatz sollte eine gewisse Menge an AR-Geräten vorha-nen sein, um die Lösung gut skalieren und mehrere Personen parallel schulen zu können. Bei der Vermarktung an Kunden müssen entweder AR-Geräte mitvermarktet werden oder Kunden über entsprechende Geräte verfügen.

AR-Funktionalitäten

Für eine Schulung zur Tätigkeitsdurchführung bedarf es vor allem einer automatisierten Benutzerführung sowie animierten Inhalten zur anschauli-chen Anleitung der durchzuführenden Arbeitsschritte. Die Lösung sollte zudem ortsunabhängig einsetzbar sein. Je nach Anforderung können drei-dimensionale Darstellungen eingebettet in der realen Umgebung verwen-det und Meta-Infos ergänzend angezeigt weden. Weitere Funktionalitäten wie personalisierte Ansichten, sowie akustische Ausgaben können die Schulungsinhalte anreichern bzw. aufwerten. Gleiches gilt für Kollaborati-onsfunktionalitäten (s. Nutzenpotentiale).

		0	1	2	3
Darstellung	Dreidimensionale Darstellung				
	Integration in reale Umgebung				
	Animierte Inhalte / Darstellung				
	Funktionale Interaktivität				
	Flexible Inhaltsbearbeitung				
	Darstellung von Meta-Infos				
Interaktion	Personalisierte Ansichten				
	Einbeziehung des Nutzers				
	Natürliche Benutzereingabe				
	Akustische Ausgabe				
	Haptische Ausgabe				
	Integriertes virtuelles Feedback				
Vernetzung	Software-Schnittstellen				
Weitere	Identifikation / Marker-Erkennung				
	Automatisierte Benutzerführung				
	Ortsunabhängigkeit				
	Kollaboration				
	Digitale Telemetrie				

0: Keine Relevanz (Keinen Mehrwert) 1: Geringe Relevanz (In Einzelfällen nützlich) 2: Erhöhte Relevanz (Kann Mehrwert erzielen) 3: Hohe Relevanz (Notwendig)

Basierend auf: RÖLTGEN, D.; DUMITRESCU, R.: *Classification Of Industrial Augmented Reality Use Cases. Procedia CIRP, Volume 91, Elsevier, Amsterdam, 2020*