



**Expertenwissen teilen und
mit Service-Exzellenz punkten**

5G: Erweiterte und virtuelle Realitäten

Together we can



Expertenwissen an jedem Ort, aktuelle Informationen immer im Blick, gezielte Hilfestellungen aus der Cloud – Augmented Reality macht all dies möglich.

Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) sind keine exotischen Spezialanwendungen mehr, und erst recht keine Spielerei. Diese Technologien tragen dazu bei, Informationen schneller verfügbar und sichtbar zu machen – deshalb zählen sie zum Digitalisierungs-Baukasten, von dem viele Unternehmen schon heute unmittelbar profitieren können. Vodafone unterstützt Sie dabei – mit exakt für Ihre Anforderungen maßgeschneiderten AR/VR-Lösungen und mit dem 5G-Mobilfunknetz, dem bei der Realisierung solcher Lösungen eine zentrale Rolle zukommt.

Trend zu AR/VR-Anwendungen im Business-Umfeld

Ein Wartungstechniker sieht direkt in seinem Blickfeld, wo ein Ersatzteil montiert werden muss. Ein Chirurg bekommt während einer Operation die exakte Lage eines Tumors angezeigt. Bei der Schlusskontrolle gerade produzierter Fahrzeuge sieht der zuständige Mitarbeiter die Toleranz-Werte für Spaltmaße genau an der zu prüfenden Stelle. Dies sind nur drei Beispiele für den praktischen Nutzen von „Augmented Reality“ (AR) im Geschäftsumfeld.

Solche Anwendungen erhalten besondere Relevanz durch Entwicklungen wie den **steigenden Fachkräftemangel**, den **Druck zu höherer Produktivität** und die **zunehmende Komplexität in der Fertigung** – und dies quer über alle Branchen – vom produzierenden Gewerbe über Versorgung und Medizin bis hin zum Dienstleistungssektor und vielen weiteren. Denn die skizzierten Lösungen ermöglichen eine stärkere Kundenzentrierung etwa durch virtualisierte Beratungsangebote oder qualifizierten After-Sales-Service. Oder sie ermöglichen Mitarbeitern, die nicht gezielt dafür trainiert wurden, komplexe Aufgaben zu erledigen. Auch Steigerungen der Mitarbeitereffizienz werden möglich, wenn für die zu erledigende Aufgabe relevante Informationen schneller zur Verfügung stehen und leichter erfassbar werden. Letzteres trifft auch für einfachere Tätigkeiten wie die Kommissionierung von Waren zu.

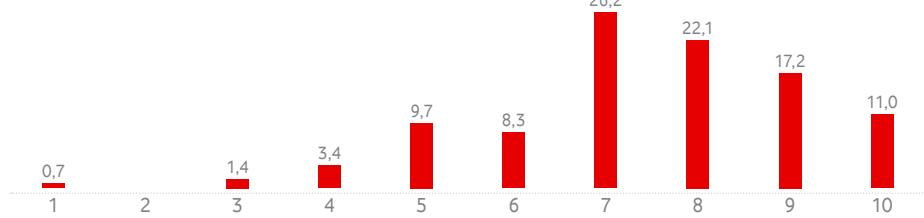
In seiner Präsentation auf der Augmented World Expo (AWE) Europe, die im Oktober 2019 in München stattfand, berichtete Nathan Pettyjohn, Commercial AR/VR Lead bei Lenovo: Mit Smart Glasses und AR habe man im Warenlager **15 bis 35 Prozent mehr Produktivität** beim Kommissionieren erreicht, in der Fertigung sinke die **Fehlerrate auf fast null Prozent**, und im Field Service gehe die **Zeit zum Lösen eines Problems um 30 bis 40 Prozent zurück**. Außerdem habe sich gezeigt, dass neue Mitarbeiter beim aktiven Lernen am Arbeitsplatz nach drei Monaten bereits 80 Prozent der Inhalte verinnerlicht hätten, beim passiven Lernen dagegen nur 20 bis 30 Prozent.

Eine Studie, die IDG Research Services im Auftrag des Technologieunternehmens PTC vorgenommen hat, ergab, dass **fast 75 % der rund 200 befragten deutschen Unternehmen mit mehr als 100 Mitarbeitern bereits Virtual oder Augmented Reality einsetzen oder dies planen** (www.ptc.com/de/resources/augmented-reality/report/ar-vr-studie). **77 %** der Unternehmen, die bereits AR/VR im Einsatz haben, **gaben an, dass diese Projekte den erhofften Erfolg gebracht haben**. Am häufigsten genutzt werden dabei Schritt-für-Schritt-Anleitungen (45 %), gefolgt von Remote Assistance (39%), der Vermittlung von Wissen (38%) und Collaboration-Funktionen (37%).

In wieweit wurden Ihre Erwartungen in den Einsatz von VR/AR (bisher) erfüllt?

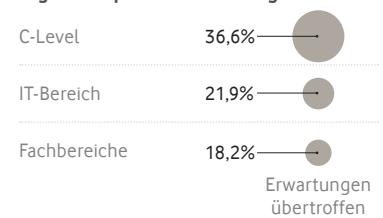
Angaben in Prozent, Skala von 1 „Erwartungen überhaupt nicht erfüllt“ bis 10 „Erwartungen übertragen“. Basis: n = 145

Gesamt



Quelle: PTC

Ergebnis-Split nach Abteilungen



Erwartungen übertragen

2

Augmented Reality und Virtual Reality – was ist der Unterschied?

Die Begriffe **Augmented Reality** und **Virtual Reality** werden oft in einem Atemzug genannt, unterscheiden sich technisch und in ihren Einsatzgebieten jedoch erheblich (siehe Definitionen unten).

Neben ihrer wichtigen Rolle zu Unterhaltungszwecken (etwa für Computerspiele) bietet **Virtual Reality** auch Möglichkeiten im geschäftlichen Umfeld – etwa für Trainings, Simulationen oder Präsentationen. Allerdings erfordern diese Anwendungen recht großen Aufwand wie passende Räumlichkeiten und einen hohen Einsatz an leistungsstarker Hardware. Bei **Augmented Reality** (oft auch als „Mixed Reality“ bezeichnet) sind die technischen Voraussetzungen heute etwas geringer. So lassen sich Mehrwerte und praktischer Nutzen häufig schon mit weniger technischem und finanziellem Aufwand erzielen. Der Schwerpunkt liegt

hier klar auf professioneller Nutzung in Bereichen wie Industrie, Handel oder Medizin. Es gibt auch Anwendungen im privaten Umfeld (etwa bei Sportveranstaltungen), doch diese befinden sich noch in der Minderzahl.

In vielen Fällen ist der Einsatz einer AR-Brille sinnvoll, wie sie etwa Hersteller wie Magic Leap (Magic Leap One) oder Microsoft (Hololens und Hololens 2) anbieten. Doch auch mit Smartphones oder Tablets lassen sich bestimmte Augmented-Reality-Anwendungen nutzen. Sogar Videoprojektionen können für bestimmte AR-Nutzungsszenarien infrage kommen. AR schlägt somit eine Brücke zwischen der realen, physischen und der digitalen Welt. Demgegenüber setzt **Virtual Reality** grundsätzlich eine VR-Brille beziehungsweise ein „Head-mounted Device“ (HMD) voraus und benötigt in der Regel eine besonders angepasste Umgebung.

Virtual Reality (VR)



Augmented Reality (AR)



Definition: Der Nutzer taucht vollständig in eine digital erzeugte, virtuelle Realität ein. Er erlebt dort eine von der realen Umgebung praktisch vollständig isolierte synthetische Realität, die neben visuellen in der Regel auch Audio-Informationen umfasst. Zur Nutzung wird eine VR-Brille benötigt, in der Fachsprache auch als „Head-mounted Device“ (HMD) bezeichnet. Auch die Interaktion mit Inhalten oder Objekten ist virtuell und braucht zusätzliche Tools wie Pointer, Datenhandschuhe oder Ähnliches.

Definition: Der Nutzer sieht eine Anreicherung oder Erweiterung (englisch: Augmentation) der tatsächlichen Realität. Zu diesem Zweck wird eine digitale Zusatz-Ebene über das Bild der realen Welt gelegt. Dies kann technisch durch Einblendung über eine AR-Brille beziehungsweise „Smart Glasses“ erfolgen, aber auch durch Überlagerung von Zusatzinformationen in ein Kamerabild etwa auf einem Smartphone oder Tablet – bis hin zur Projektion der zusätzlichen Informationen auf ein reales Objekt.

Typische (Business-) Anwendungen

- Komplexe Simulationen
- Trainings in virtuellen Umgebungen
- Visualisierungen, begehbarer Modelle (z.B. Architektur)
- Modellierung von Produkten, Prozessen oder Umgebungen
- Marketing-Anwendungen mit Entertainment-Charakter
- Collaboration und virtuelle Meetings

Typische (Business-) Anwendungen

- Unterstützung bei Reparaturen und Wartungen
- Trainings in gemischt realen und virtuellen Umgebungen
- Identifikation von Teilen, Produkten oder Objekten
- Visualisierung von Zusatz- und Referenzinformationen
- Unterstützung bei Navigation und Orientierung
- Integration digitaler Informationen oder Elementen in die reale, physische Welt

Marktbedeutung von AR/VR heute und morgen

Zwischen Experiment und Implementierung

In seiner international angelegten Studie „Augmented and Virtual Reality Survey“, die im Mai/Juni 2018 mit Beteiligung von 603 Unternehmen durchgeführt wurde (ca. 15% aus Deutschland, ca. 30% aus den USA), kommt das Capgemini Research Institute zu folgendem Ergebnis: **Augmented Reality** befindet sich bei fast der Hälfte (45%) der befragten Unternehmen bereits in der Implementierungs-Phase, während es bei **Virtual Reality** erst 36% sind (siehe nebenstehende Grafik).

Außerdem befragte Capgemini die Entscheider, wann sie glauben, dass AR/VR in ihrer Organisation zum „Mainstream“ – also Teil der alltäglichen Geschäftprozesse – werden wird. Für **Augmented Reality** erwarteten dies **48% der Befragten im Zeitraum bis zu zwei Jahren**. Bei den **Virtual-Reality-Projekten** sehen diesen Zustand **43% innerhalb von zwei Jahren** als erreicht an (siehe nebenstehende Grafik). Die Studie sieht mittelfristig mehr Wertschöpfung aus AR-basierten Use Cases als aus VR-Projekten („die Einsatzmöglichkeiten bei kompletter Isolation von der realen Welt sind eingeschränkt“).

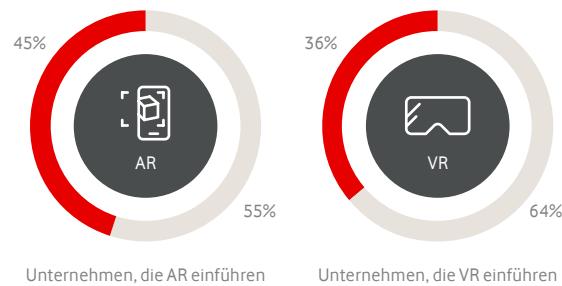
Auf dem Weg zum Massenmarkt

Facebook, das den VR-Brillenhersteller Oculus aufgekauft hat, arbeitet intensiv an **AR- und VR-Diensten und -Inhalten**. Bei der Entwicklung einer kompakten, eleganten VR-Brille kooperiert das Unternehmen mit Ray Ban. Rund zwei Drittel der von Facebook aktuell ausgeschriebenen offenen Stellen sind im Bereich AR und VR angesiedelt. Regelmäßig spekulieren Analysten und Medien auf Basis von Leaks und Patentanmeldungen außerdem, dass auch **Apple an einem AR/VR-Headset arbeite**, das möglicherweise 2022 vorgestellt werden solle. Ein bis zwei Jahre später könnte dann eine deutlich leichtere und elegantere AR-Brille folgen. Letztere setze zum Beispiel auf Brillengläser, die sich abdunkeln, um anderen Personen zu signalisieren, wenn der Nutzer mit einer AR-Anwendung beschäftigt sei. Ein Markteintritt dieser beiden sehr erfolgreichen Anbieter wäre ein wichtiger Faktor, um AR/VR-Technologien im **Massenmarkt** zu verankern.

AR/VR könnte viele Displays vom Markt verdrängen

Manche Marktbeobachter prognostizieren bereits, dass AR/VR-Brillen im Lauf der nächsten zehn Jahre Smartphones und auch andere Displays wie Computerbildschirme oder TV-Geräte weitgehend verdrängen könnten. Vor allem für ihre mobile Nutzung ist jedoch die Akzeptanz der Nutzer ausschlaggebend, die wiederum davon abhängt, dass die Brillen unauffällig, leicht und kompakt sind. Um dies zu erreichen, werden sie keine leistungsstarken Computing- und Grafikfunktionen an Bord haben können. Die **Rechenleistung muss daher ausgelagert werden** – eine ideale Anwendung für das in Mobilfunknetzen zunehmend bereitgestellte Edge Computing (siehe auch Seite 6). Hinzu kommt, dass **realitätsgerechte und komplexe AR/VR-Inhalte** weiter **steigende Datenmengen** bedingen sowie die Notwendigkeit, diese schnell zu transportieren. Hier kommt insbesondere 5G eine wichtige Rolle zu.

Implementierungs-Grad nach Technologie (Basis: Unternehmen, die bereits an AR/VR arbeiten)



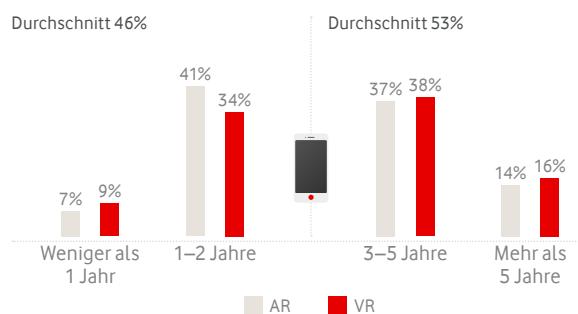
Unternehmen, die AR einführen

Unternehmen, die VR einführen

Hellgrau: Experimental-Phase, rot: Implementierungs-Phase

Quelle: Capgemini Research, Augmented and Virtual Reality Survey, Mai/Juni 2018

Wann wird AR/VR in Ihrer Organisation zum „Mainstream“ zählen?



Quelle: Capgemini Research, Augmented and Virtual Reality Survey, Mai/Juni 2018

„Augmented Reality wird in großem Stil kommen, und wenn sie das tut, werden wir uns fragen, wie wir jemals ohne sie gelebt haben.“

Tim Cook, CEO Apple

Treiber für AR/VR-Anwendungen

Fachkräftemangel

- Verkürzung/Vermeidung von Trainings/Qualifizierungen
- Konservierung von Expertenwissen
- → Erhöhung der Effizienz

Zunehmende Komplexität Fertigung/Produkte

- Vermeidung von Ausfällen/Rückrufen/Nachbesserungen
- Bessere Information und Schulung von Kunden/Partnern
- → Reduktion von Komplexität
- → Senkung von Fehlerraten
- → Steigerung der Qualität

Steigender Kostendruck

- Senkung Fehlerraten/Ausschuss/Nachbesserungsbedarf
- → Erhöhung von Effizienz/Produktivität

Steigende Erwartungshaltung bei Kunden

- Neue Möglichkeiten im Marketing, Pre- und After-Sales
- Effizientere und modernere Kundenkommunikation

Klar belegte Wertschöpfung von AR/VR

Obwohl der Einsatz von AR und VR im Business-Umfeld noch relativ jung ist, gibt es bereits eine Vielzahl von Erfolgsgeschichten.

So hat etwa die **Coca Cola Hellenic Bottling Company (HBC)**, der mit über zwei Millionen Einheiten jährlich drittgrößte Coca-Cola-Abfüller weltweit, in einem ihrer Lager eine AR-Brillen-gestützte Kommissionierungslösung („Vision Picking“) ausgerollt. Damit werden den Mitarbeitern Kommissionier-Positionen, -Orte und -Mengen direkt im Sichtfeld angezeigt. Außerdem können sie den QR-Code der Ware mit der integrierten Kamera einer Datenbrille einscannen und haben so die Hände für die eigentliche Aufgabe frei. Dem Unternehmen zufolge konnte Coca Cola HBC mit dieser AR-Lösung die **Kommissionierungsleistung** bereits nach dem ersten Monat mit Vision Picking **um sechs bis acht Prozent steigern**, bei nahezu 100 Prozent Genauigkeit. Als Konsequenz plant das Unternehmen in kurzer Zeit fünf weitere Standorte mit der Lösung auszustatten. (Quelle: Coca-Cola-Presseinformation vom Mai 2019).

BMW setzt schon seit Längerem in verschiedenen Ländern für komplizierte Reparaturen auf Remote Assistance mit AR-Datenbrillen. Damit werden Service-Techniker vor Ort mit einem oder mehreren Experten des Unternehmens zusammengeschaltet. So brauchen die Techniker nicht auf die Ankunft eines Experten zu warten, sondern können mit seiner Unterstützung gemeinsam an dem Fahrzeug arbeiten und dabei Anweisungen oder unterstützende Dokumente erhalten (Quelle: BMW-Pressemitteilung vom Juli 2016). Ein anderer **namhafter deutscher Premium-Autohersteller** stellte seine hausinterne **Ausbildung von Brandschutzhelfern** auf eine Virtual-Reality-Anwendung um. Die Mitarbeiter trainieren mit einer VR-Brille und adaptierten

Feuerlöscher, in die VR-Controller eingebaut wurden. So haben die Teilnehmer den mehrere Kilo schweren Feuerlöscher in der Hand und bedienen ihn realistisch. Das Trainings-System lässt sich schnell aufbauen und simuliert auch Hitze und Brandgeruch. Es zeigte sich, dass solche multi-immersiven Erlebnisse einen **viel höheren Lerneffekt erzielen als Videos oder Präsentationen**. Gleichzeitig können mehr Personen bei höherer Effizienz ausgebildet werden: Die Feuerlöscher müssen nicht neu aufgefüllt, der Trainingsraum nicht vom Löschschaum gereinigt werden. Dieser Use Case hat sich nach Auskunft der Firma A4VR, welche die Anwendung entwickelt hat, und mit der Vodafone im Bereich AR/VR eng zusammenarbeitet, **bereits nach zwei Monaten amortisiert**. Ein weiteres von A4VR realisiertes Projekt: Für einen großen Hersteller von Baumaschinen hat das Unternehmen eine VR-Präsentation realisiert, mit der Lösungen zum Abstützen von Baugruben virtuell besichtigt werden können. Vorher wurden dazu auf Fachmessen einige Meter tiefe Löcher in den Boden gegraben – doch das hat auf einem Messegelände enge Grenzen. Mit Virtual Reality lassen sich auch realistische, zig Meter breite Baugruben simulieren. Die Mitarbeiter des Messestands konnten auf Tablets sehen, wo die Blicke der Kunden verharren, um darauf basierend die jeweils passende Produktlösung anzubieten.

Solche Use Cases bieten klaren Nutzen und Wertschöpfung. Dennoch basieren sie noch auf einem vergleichsweise jungen Stand der AR/VR-Technik. Zudem sind Übertragungs- und Zugriffszeiten bei ihnen in der Regel nicht zeitkritisch. Hier wird 5G mit seinen höheren Kapazitäten und seiner Echtzeitfähigkeit künftig noch viel weiterreichende Anwendungen und Szenarien ermöglichen.

AR/VR-Anwendungsfelder und ihre Vorteile (priorisiert nach Auswirkungen)

	Remote Assistance (Hilfestellungen durch Experten aus der Cloud) <ul style="list-style-type: none">• Effizienzgewinne• Erhöhte Produktivität• Höhere Sicherheit		Virtuelle Schritt-für-Schritt-Anleitungen für Montage/Wartung <ul style="list-style-type: none">• Höhere Sicherheit durch Reduktion von Fehlerraten• Erhöhte Produktivität• Effizienzgewinne		Visualisierung von Prüfschritten zur Qualitätskontrolle <ul style="list-style-type: none">• Reduktion von Fehlerraten• Höhere Sicherheit• Effizienzgewinne• Erhöhte Produktivität		Darstellung „digitaler Zwillinge“ zur Simulation realer Systeme <ul style="list-style-type: none">• Effizienzgewinne• Höhere Sicherheit• Erhöhte Produktivität• Zeitsparnis
	Präsentation zusätzlicher Blickwinkel / 360°-Sicht auf Objekte <ul style="list-style-type: none">• Höhere Arbeitssicherheit• Effizienzgewinne• Reduktion von Komplexität• Erhöhte Produktivität		Collaboration – Darstellung und Abstimmung virtueller Designentwürfe <ul style="list-style-type: none">• Zeitsparnis• Effizienzgewinne• Erhöhte Produktivität• Reduktion von Komplexität		Virtuelle Besichtigungen, Navigationsunterstützung <ul style="list-style-type: none">• Effizienzgewinne• Erhöhte Produktivität• Reduktion von Fehlerraten• Höhere Sicherheit		Multi-immersive Trainingsunterstützung <ul style="list-style-type: none">• Höhere Sicherheit• Erhöhte Produktivität• Effizienzgewinne

5G als wichtiger AR/VR-Treiber

Im Zusammenhang mit der fünften Mobilfunkgeneration werden AR/VR-Anwendungen regelmäßig als entscheidendes Einsatzfeld für die neue Mobilfunk-Technologie 5G genannt. Das liegt daran, dass bestimmte Anwendungen ohne 5G nur schwer realisierbar wären.

Große Datenmengen: Für komplexe AR/VR-Anwendungen müssen große Datenmengen (etwa komplexe dreidimensionale Computergrafik-Modelle) schnell zum Endgerät transportiert werden. Bisherige Übertragungsverfahren stoßen dabei schnell an Grenzen.

Hoher Bedarf an Rechenleistung: Die Berechnung von VR-Objekten oder AR-Overlays und deren Synchronisation mit Bewegungen oder dem Sichtfeld des Nutzers beziehungsweise Kamerabildern erfordert hohe Rechenleistung, die in mobilen Endgeräten oder kompakten AR/VR-Headsets kaum bereitzustellen ist. Hierfür ist das in 5G-Netzen bei Bedarf leicht realisierbare „Mobile Edge Computing“ prädestiniert.

Geringe Latenzen: Die schnelle Reaktion auf Nutzertbewegungen und die verzögerungsfreie Synchronisation von Grafiken ist ein Musterbeispiel für den Bedarf an geringen Latenzen. Experimente haben gezeigt, dass zu große Verzögerungen zu „Motion Sickness“ (Unwohlsein bis hin zur Übelkeit) beim Anwender führen können. Eine Zielsetzung bei der Entwicklung des 5G-Standards war das „taktile Internet“ – Reaktionsgeschwindigkeiten, welche die menschliche Wahrnehmung als „Echtzeit“ empfindet.

5G-Vorteile im Detail

Maßgeschneidertes Netz

Das sogenannte Network Slicing ist ein wesentliches Highlight der neuen Mobilfunkgeneration. In heutigen Mobilfunknetzen stehen jedem Teilnehmer die gleichen Netzeigenschaften zur Verfügung. 5G dagegen ist intelligent und bietet virtuelle Subnetze. Diese „Network Slices“ (wörtlich: Netzscheiben) stellen exakt die Eigenschaften zur Verfügung, die eine Anwendung benötigt: von rasend schnell über verzögerungsfrei bis hin zu extrem stromsparend. Damit bietet 5G enorme Flexibilität, um verschiedene Anforderungen individuell zu erfüllen.

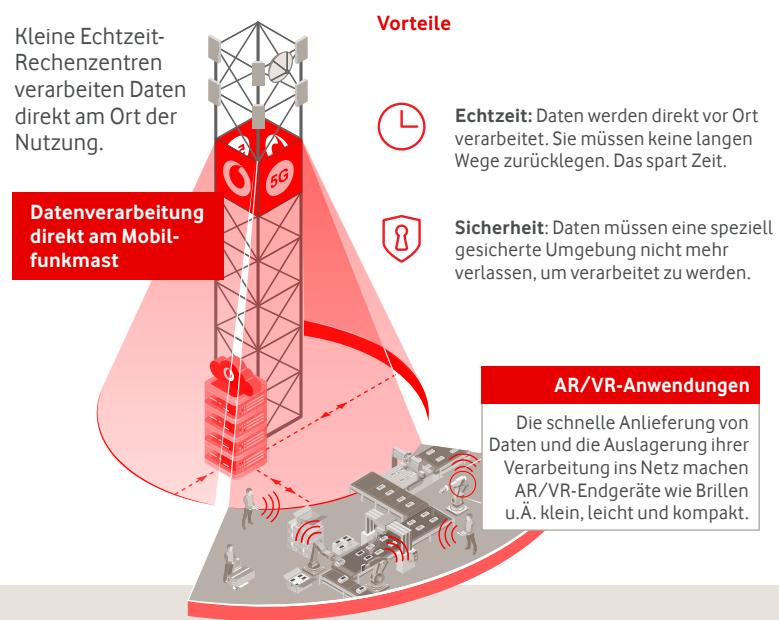
Geschwindigkeitsturbo und Kapazität

5G liefert an allen Standorten höhere Datenraten als LTE. So sind in Ballungsgebieten im 5G-Netz Geschwindigkeiten von bis zu 1 Gigabit pro Sekunde typisch. Große Datenmengen werden in Sekundenschnelle übertragen und verarbeitet. Die hohe Datenrate hebt 5G auf Glasfasnerniveau. Und dazu bietet das 5G-Netz mehr Kapazität als alle bisher verwendeten Netze zusammen – so lassen sich Spitzengeschwindigkeiten auch bei hoher Endgeräte-Dichte erzielen.

Hohe Verfügbarkeit und Sicherheit: Abhängig von der Anwendung – etwa im medizinischen Bereich wie der Unterstützung bei Operationen (siehe auch Seite 10), aber auch in industriellen Produktionsprozessen – erfordern „missionskritische“ AR/VR-Anwendungen garantierter Verfügbarkeit sowie hohe Datensicherheit. Mit „Network Slicing“ kann 5G die dafür erforderliche „Quality of Service“ bereitstellen.

Lokalisierung: In Zukunft wird 5G auch präzisere Mechanismen zur Positionsbestimmung bieten. Dies kann etwa für Inhouse-Navigation, aber auch bei der Synchronisation von Überlagerungen und Realität/Kamerabild nützlich sein.

5G-Technologiebaustein Mobile Edge Computing



Reaktion in Echtzeit

5G-Netze ermöglichen eine minimale Latenz von wenigen Millisekunden. Latenz ist die Verzögerung, mit der Datenpakete transportiert werden. Bei zeitkritischen Anwendungen ist die Latenz oft noch entscheidender als die Datenrate. Zum Vergleich: Bei schnellen Festnetz-Anschlüssen liegt die Latenz im Bestfall noch über 10 Millisekunden. Mobile Edge Computing (siehe Illustration oben) verringert die Latenz zusätzlich. Dabei werden die Daten am „Rande“ des Netzwerks und damit nahe der Anwendung gespeichert und verarbeitet. In privaten 5G-Netzen (etwa auf einem Werksgelände) kann die Verarbeitung auch zwischen unternehmensinternen IT-Systemen und dem Edge-Computing des 5G-Netzes verteilt werden.

Große Anzahl an Geräte-Verbindungen

Bei 5G können sich pro Zelle bis zu 50.000 Geräte mit dem Netz verbinden – etwa Sensoren und Aktoren. Das ist für die Vernetzung von Industrieanlagen und die damit einhergehende Kommunikation zwischen Gegenständen wichtig. Das Internet der Dinge erfordert besonders leistungsfähige Netze.

AR/VR-Einsatzszenarien und -Vorteile mit 5G

Wie dargestellt, erzielen heute im Einsatz befindliche AR/VR-Anwendungen schon Nutzen und Wertschöpfung auch ohne 5G-Netz. Doch das Mobilfunknetz der neuen Generation wird die Möglichkeiten von AR/VR aufgrund seiner Spezifikationen nochmals massiv steigern. Die Endgeräte werden unauffälliger, die Anwendungen weitreichender und der Einsatz von AR auch bei latenzkritischen Szenarien möglich. Das 5G-Netz wird zum Katalysator werden, den AR/VR-Technologie und -Anwendungen für ihren Erfolg benötigen.

Kompakte, leichte Endgeräte

5G wird dazu beitragen, AR/VR-Endgeräte wie Head-mounted Devices mobil zu machen, indem in Zukunft die bislang erforderlichen Kabelverbindungen durch Funkstrecken ersetzt werden, die das robuste und schnelle „5G New Radio“ nutzen. Auch werden die Endgeräte wie AR/VR-Brillen immer kompakter und leichter werden, da 5G mit seiner Kapazität, Latenz und Zuverlässigkeit sowie seiner Architektur die Verarbeitung von Daten im Netz statt im Endgerät ermöglicht. Es ist denkbar, dass in wenigen Jahren Augmented Reality sogar per Kontaktlinsen zugeschaltet werden kann. Dies wird einen massiven Effekt auf die Verbreitung von AR/VR haben.

Komplexe AR/VR-Anwendungen

Zudem wird 5G die Leistung und Komplexität von AR/VR-Anwendungen maßgeblich steigern. Bei der auf Seite 10 beschriebenen Anwendung für den Elektrofahrzeughersteller e.GO zur Endkontrolle montierter Fahrzeuge lässt sich zum Beispiel mit 4G nur ein einziges Fahrzeug in die AR-App

übertragen. Mit 5G wird hingegen die gleichzeitige Übertragung von fünf bis sechs virtuellen Fahrzeugen möglich.

Latenzkritische Einsatzbereiche

So können beispielsweise Rettungsdienste durch aus der Ferne zugeschaltete Fachärzte oder Chirurgen unterstützt werden, die erforderliche Eingriffe oder Versorgungsschritte nicht im Rettungswagen vor Ort, sondern aus einer entsprechenden Leitzentrale fernsteuern. Solche Anwendungen profitieren von der Echtzeit-Fähigkeit von 5G. Grundsätzlich lässt sich sagen: Je höher die Anforderungen der Anwendungen an Rechenleistung, Zuverlässigkeit und Latenz, und je größer die Datenmengen sind, umso stärker kommen die Vorteile von 5G zum Tragen (siehe Übersicht unten). Laut dem Gartner-Report „5G und Next Generation Wireless als Teil von Roadmaps zur Verbesserung des Kundenerlebnisses im Retail“ „zeigte [Gartners] jüngste 5G-Umfrage im Unternehmens-Bereich, dass IoT-Kommunikation die höchste Einsatzwahrscheinlichkeit unter allen Befragten aufweist. Allerdings erzielten 5G-basierte AR/VR-Anwendungen die höchste Erwartungshaltung, als Treiber neuer Einnahmequellen zu wirken.“ Gartners Umfragen ergaben, dass in den nächsten 24 Monaten (also bis Februar 2021) 46% der Einzelhändler entweder eine Virtual- oder Augmented-Reality-Lösung planen. Beide Technologien sind in den letzten 12 Monaten im Gartner Hype Cycle um 15% bis 30% gestiegen. (Gartner: „Include 5G and Next-Generation Wireless in Roadmaps to Elevate In-Store Retail Customer Experience“, Sylvain Fabre, Hanna Karki, Februar 2019).

So spielt 5G seine Stärken bei AR/VR-Anwendungen aus

Primärer 5G-Benefit

Anwendung	hohe Rechenleistung (Edge-Cloud)	große Datenmengen	geringe Latenz	hohe Zuverlässigkeit
Unterstützung bei Montage/Reparatur/Wartung				
Schritt-für-Schritt-Anleitungen	● ● ○ ○	● ● ○ ○	● ● ○ ○	● ● ● ○
Visualisierung von Prozessen/Kontrollschriften	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ● ○
Bild/Video-Dok. zur entfernten Begutachtung	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ○ ○	● ● ● ○
Visualisierung Zusatz-/Referenzinformationen				
Zusätzliche Blickwinkel/360°-Sicht auf Objekte	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ● ○
Simulation realer Systeme, „digitale Zwillinge“	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ○ ○	● ● ● ○
Navigation und Orientierung				
Virtuelle Besichtigungen	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ● ○
Navigationsunterstützung	● ● ● ○	● ● ○ ○	● ● ● ○	● ● ● ○
Virtuelles Zusammenarbeiten				
Virtuelle Abstimmung von Designentwürfen	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ○ ○	● ● ● ○
Hilfestellungen durch Experten aus der Cloud	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ● ○
Marketing, Schulung/Training				
Virtuelles Training	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ● ○
Bereitstellung dig. Handbücher/Videoanleitungen	● ● ○ ○	● ● ● ○	● ● ○ ○	● ● ○ ○
Showrooms mit Virtual Reality, 3D-Modelle	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ● ○	● ● ● ○

● ● ● ● Sehr hohe Relevanz

● ○ ○ ○ Geringe Relevanz

Private 5G-Netze als Grundlage von AR/VR

Wenn AR/VR-Anwendungen von 5G profitieren sollen, ist für manche von ihnen – etwa für die Unterstützung von Reparatur- und Wartungsarbeiten im öffentlichen Raum oder für die Versorgung von Werkstätten mit zielgerichtetem Experten-Support – Zugang zum öffentlichen 5G-Netz zwingend erforderlich. Für unternehmensinterne Anwendungen kommt aber auch häufig die Einrichtung eines eigenen privaten Mobilfunknetzes in Betracht.

Dabei handelt es sich um lokale Mobilfunknetze, die einem Unternehmen auf seinem Fabrikgelände für eine geschlossene Benutzergruppe exklusive Ressourcen zur Verfügung stellen. Ein solches Firmen-Funknetz kann auch komplett vom öffentlichen Mobilfunknetz isoliert sein. Bei der technischen Realisierung gibt es verschiedene Möglichkeiten, in welchem Umfang die lokale Netzinfrastruktur und die Netzkomponenten des öffentlichen Funknetzes zusammenwirken. Unternehmen können sich auf Wunsch entscheiden, die gesamte Infrastruktur „on premise“ vorzuhalten – wahlweise verwaltet durch die eigene IT-Abteilung oder einen erfahrenen Mobilfunkanbieter.

Network Slicing ermöglicht virtuelle lokale Netze

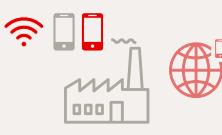
Durch das bereits erwähnte Network Slicing wird es aber auch möglich werden, einem Unternehmen ein exklusives 5G-Teilnetz zur Verfügung zu stellen. So ein virtuelles Teilnetz läuft zwar physisch auf der Infrastruktur des öffentlichen Netzes, bleibt logisch aber vollständig davon getrennt.

Auf diese Weise lassen sich definierte Leistungs- und Qualitätsparameter gewährleisten und dem Kunden gezielt zur Verfügung stellen.

Als dritte Variante kommen zusätzlich hybride Netze zum Einsatz. Bei ihnen arbeiten im Unternehmen betriebene, lokale Netzelemente mit denen des öffentlichen 5G-Netzes zusammen. Der Zugang zu so einem Hybridnetz bleibt einer definierten Teilnehmergruppe vorbehalten, allerdings nutzt das lokale Netz Teile der Infrastruktur des öffentlichen Netzes mit. Welche Lösung sich wofür eignet, hängt von den konkreten Anwendungen, der vorhandenen Netzwerk- und IT-Infrastruktur und weiteren Faktoren ab. Nicht zuletzt ist diese Entscheidung aber auch eine Kostenfrage.

Dabei sollten Unternehmen jedoch die Komplexität beim Betrieb eines Mobilfunknetzes nicht unterschätzen. Wer sich hier auf die Erfahrung eines Netzbetreibers wie Vodafone aus mehr als 25 Jahren Betrieb digitaler Mobilfunknetze verlässt, kann sich im Alltag voll auf sein Kerngeschäft konzentrieren. Dies bietet noch einen weiteren Vorteil: Während ein typisches privates Firmen-Netz immer komplett isoliert ist, kann ein Mobilfunkanbieter nach Bedarf Übergänge ins öffentliche Netz herstellen. So können Mitarbeiter etwa das öffentliche Mobilfunknetz zur allgemeinen Kommunikation nutzen, während ein dedizierter Teil der firmeninternen Vernetzung dient. Diese Kombination liefert dann sozusagen das Beste aus beiden Welten.

Varianten von mobilen privaten Netzen

Isoliert	Hybrid	Virtuell (Slice)
Eigenständiges physikalisches Funknetz auf dem privaten Gelände	Lokale Netzelemente, betrieben in Verbindung mit dem öffentlichen Mobilfunknetz	Zugesicherte Performance-Eigenschaften im öffentlichen Mobilfunknetz
		
Zugang nur für definierte Teilnehmergruppe in einem eigenen Mobilfunknetz	Zugang nur für definierte Teilnehmergruppe in einem eigenen Netz auf Basis des Mobilfunknetzes	Zugesicherte Performance für definierte Teilnehmergruppe im Mobilfunknetz
+ 100% Kontrolle	+ Preisgünstiger, Mitnutzung Mobilfunknetz möglich	+ Größte Flexibilität in der Nutzung
- Kein Roaming, eigenes Core-Netz nötig	- Abhängigkeit vom Mobilfunknetz	- Weniger Kontrolle, Standard-Verfügbarkeit

AR/VR: Voraussetzungen und erste Schritte

Organisatorische/strukturelle Voraussetzungen

Für die technologische Umsetzung von AR/VR-Projekten werden Unternehmen in der Regel auf erfahrene Dienstleister zurückgreifen. Vodafone bietet neben der Bereitstellung der nötigen 5G-Konnektivität auch die Entwicklung und Implementation von AR/VR-Anwendungen als komplette Dienstleistung aus einer Hand an.

So setzt etwa der Elektrofahrzeug-Hersteller e.GO auf AR-basierte Endkontrollen in seiner Fertigung und auf AR-Unterstützung für Werkstätten bei der Wartung seiner Fahrzeuge (diese und weitere Beispiele siehe Seite 10). Doch zusätzlich zu den Voraussetzungen auf den Feldern Telekommunikation und IT müssen Unternehmen auch die

organisatorischen Rahmenbedingungen schaffen, um AR/VR-Anwendungen erfolgreich einsetzen zu können. Dies umfasst beispielsweise die erforderliche Qualifikation der Mitarbeiter und die Einbettung entsprechender Lösungen und Maßnahmen in ein umfassendes Digitalisierungs-Konzept.

Hier ist auch eine entsprechende Innovationskultur im Unternehmen entscheidend. Sie kann etwa durch die Organisation von Entwicklungsaufgaben mit agilen Methoden sowie ein professionelles Change-Management unterstützt werden. Außerdem ist es sehr wichtig, dass sich das Management bei der Entscheidungsfindung gezielt auf die relevanten Use Cases und Business Cases fokussiert.

Der richtige Einstieg in AR/VR-Projekte



Quelle: Capgemini Research, Augmented and Virtual Reality Survey, Mai/Juni 2018

Weitere technische Rahmenbedingungen

Im Detail werden weitere technische Vorbereitungen, abhängig vom konkreten Anwendungsfall, erforderlich – etwa die Digitalisierung beziehungsweise Daten-Aufbereitung und Bereitstellung von Produkt- und Umgebungsinformationen oder die Gewährleistung einer ausreichend genauen Positionierungslösung. Letzteres ist für AR-Anwendungen wichtig, um eine Synchronisierung der visualisierten Zusatzinformationen mit der realen Umgebung zu gewährleisten. Dies lässt sich beispielsweise mit Beacons oder anderen Positionierungs-Technologien, gegebenenfalls aber auch einfach mit aufgeklebten Markierungen realisieren. Welche Daten als Ausgangsbasis benötigt werden, hängt vom einzelnen Projekt, dessen Rahmenbedingungen und Zielen ab. Auch zu diesen Detailaspekten empfiehlt es sich, dass sich Unternehmen von AR/VR-erfahrenen Dienstleistern beraten und begleiten lassen.

Technische Voraussetzungen für AR-Hardware

- Display/Projektion/Einspiegelung mit sehr hoher Auflösung
- ggf. Touchscreen oder Gestenerkennung als Schnittstelle zum Nutzer
- Kameras oder halbdurchlässige Displays/Projektionsflächen
- GPS-Sensor oder andere Lokalisierungs-Technik (zum Beispiel Beacons oder künftig 5G-Netz-basiert)
- Mikrofon
- Kopfhörer
- Leistungsstarke Prozessoren für Berechnungen und Grafik-Erzeugung
- Großer Speicher
- Lange Akkulaufzeiten

Vodafone – Ihr kompetenter Ansprechpartner für AR/VR-Projekte

Erste AR-Projekte bereits erfolgreich implementiert, viele weitere sind in Arbeit

Bei Vodafone steht eine eigene Expertengruppe für die Realisierung von AR/VR-Projekten bereit. Sie integriert die Erfahrung aus dem Aufbau und Betrieb von 5G-Netzen mit der Realisierung von Edge-Cloud- und weiteren IT-Lösungen sowie der Entwicklung und Implementierung von AR/VR-Applikationen. In dieser Abteilung sind bereits Anfragen quer durch eine Vielzahl von Branchen in Bearbeitung. Erste Projekte wurden bereits erfolgreich implementiert und viele weitere befinden sich in der Umsetzung oder Planung.

So umfasst die erfolgreiche Zusammenarbeit von Vodafone und der **e.GO Mobile AG** nicht nur die 5G-basierte Produktion von Elektrofahrzeugen samt der Steuerung von Automated Guided Vehicles (AGVs) und der Realisierung eines digitalen Zwilling als Abbild der gesamten Produktion. Für die Qualitätskontrolle bei der Produktion sowie zur Unterstützung von Werkstätten bei der Wartung der innovativen Fahrzeuge wurde auch eine umfassende AR-Lösung entwickelt.

Die **DFL (Deutsche Fußball Liga)** und Vodafone haben zum Auftakt der Saison 2019/2020 eine zweijährige 5G-Kooperation gestartet. Im Rahmen der Partnerschaft wird eine Echtzeit-App entwickelt, die den Fans im Stadion Informationen und Spieldaten verzögerungsfrei und per Augmented Reality auf dem Smartphone zur Verfügung stellt. Die hierfür entwickelte AR-Präsentation von Informationen lässt sich gut auf Business-Anwendungen übertragen.

Mit einer großen **deutschen Universitätsklinik** arbeitet Vodafone an AR-basierter „Guided Surgery“ und dem Einsatz des Konzepts „digitaler Zwillinge“ für die Visualisierung und Behandlungsplanung von Tumoren. Auch die Navigation von Personal und Patienten innerhalb des Krankenhauses ist Teil des Projekts. Eine **weitere Universitätsklinik** plant die Nutzung von AR zur Verbesserung der Ausbildung von Medizinstudenten und der Weiterbildung von Ärzten.

AR-Anwendungen zur Kundenkommunikation werden zurzeit mit einem großen **deutschen Premiumfahrzeug-Hersteller** entwickelt. Hier gestalten die Partner gemeinsam die Zukunft vernetzter Retail-Lösungen.

Mehrere **produzierende Unternehmen mit vielfältigen Produktpaletten** planen in Kooperation mit Vodafone den Einsatz von AR-Unterstützung bei Reparatur und Wartung.

Auch zur Verbesserung seiner eigenen **Kunden-Betreuung und -Kommunikation** setzt **Vodafone** auf AR. Das hauseigene Experten-Team arbeitet an einer AR-App fürs Smartphone, die Festnetzkunden bei Anschluss und Inbetriebnahme (insbesondere der Verkabelung) von DSL- und Breitbandkabel-Routern unterstützt.



Bild: e.GO Mobile

In der Produktion und im After-Sales setzt e.GO Mobile auch auf AR.



Bild: Magic Leap

Mit großen Universitätskliniken arbeitet Vodafone an „Guided Surgery“.



Bild: Vodafone

Eine AR-App könnte künftig Vodafone-Festnetzkunden unterstützen.

Vodafone steht Geschäftskunden als kompetenter Ansprechpartner für Ihre AR/VR-Projekte zur Verfügung. Unsere Spezialisten erreichen Sie unter augmented.reality@vodafone.com