

Wie wird die XR- Welt im Jahr 2035 aussehen?

XR-Szenarien | Entwicklung von Hardware & KI |
Privatsphäre & Produkte | Treiber & Inhibitoren

Herausgeber

Bitkom e. V.
Albrechtstraße 10
10117 Berlin
T 030 27576-0
bitkom@bitkom.org
www.bitkom.org

Ansprechpartner

Dr. Sebastian Klöß | Leiter Märkte & Technologien
T 030 27576-210 | s.kloess@bitkom.org

Verantwortliches Bitkom-Gremium

AK Augmented & Virtual Reality

Titelbild

© MontyLov – unsplash.com

Copyright

Bitkom 2025

Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung im Bitkom zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und / oder Aktualität, insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte, auch der auszugsweisen Vervielfältigung, liegen beim Bitkom.

1	Einleitung	5
2	XR im Alltag 2035 – beschrieben anhand fiktiver Personas	7
	Wie wird ein XR-geprägter Tag einer Jugendlichen bzw. eines Jugendlichen im Jahr 2035 aussehen?	7
	Wie wird ein XR-geprägter Tag einer berufstätigen Erwachsenen bzw. eines berufstätigen Erwachsenen 2035 aussehen?	10
	Wie wird der XR-geprägte Tag einer Person im Ruhestand 2035 aussehen?	13
3	Welche XR-Hardware werden wir im Jahr 2035 nutzen?	16
4	Welche Rolle wird künstliche Intelligenz bei XR im Jahr 2035 spielen?	19
5	Welche physischen Produkte und Gegenstände werden durch virtuelle ersetzt bzw. ergänzt worden sein?	21
6	Wie werden sich Marken verändert haben, um in einer XR-Welt 2035 noch relevant zu sein?	24
7	Vor welchen Privatsphäre-Herausforderungen werden wir in einer XR-Welt 2035 stehen? Wie könnten sie gelöst sein?	26

8	Treiber der XR-Zukunft 2035	29
	Technologisch	29
	Gesellschaftlich	30
	Politisch	31
	Ökonomisch	32
9	Inhibitoren der XR-Zukunft 2035	34
	Technologisch	34
	Gesellschaftlich	35
	Politisch	36
	Ökonomisch	37
10	Handlungsempfehlungen für Organisationen: XR erfolgreich einführen und nutzen	39
11	Autorinnen und Autoren	41

1 Einleitung

Unser Leben, unsere Arbeit und Freizeitgestaltung unterliegen einem dauernden Wandel, der durch technologische und gesellschaftliche Entwicklungen geprägt wird. Technologien wie Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), Mixed Reality (MR) und ihre Erweiterung in Extended Reality (XR) können dazu beitragen, unser Leben zu bereichern und auch zu verändern. Doch wie tiefgreifend werden diese Technologien unseren Alltag bis 2035 verändern? Welche Chancen und Herausforderungen ergeben sich aus ihrer zunehmenden Integration in unsere Lebenswelt?

Unser Leitfaden, entwickelt von führenden Expertinnen und Experten aus dem Bitkom-Arbeitskreis Augmented & Virtual Reality, nimmt diese Fragen in den Fokus. Er beleuchtet, wie XR-Technologien gesellschaftliche, wirtschaftliche und technologische Entwicklungen bis 2035 verändern könnten – und welche Rahmenbedingungen ihre Anwendung und Verbreitung fördern oder behindern.

Wir haben uns zum Ziel gesetzt, realistische Szenarien zu entwickeln, die aufzeigen, wie XR-Technologien verschiedene Lebensbereiche revolutionieren könnten. Dabei betrachten wir sowohl die Potenziale als auch die Herausforderungen: von Bildung und Arbeitswelt über Gesundheit und Freizeit bis hin zu ethischen und rechtlichen Fragen. Der Leitfaden basiert auf einer interdisziplinären Perspektive, die Erkenntnisse aus Technologie, Gesellschaft und Wirtschaft miteinander verbindet.

Ein wichtiger Ansatz unserer Arbeit ist die Veranschaulichung der Zukunft durch sogenannte Personas. Diese fiktiven Charaktere – wie die 16-jährige Mia, die berufstätige, alleinstehende 46-jährige Susanne, oder Alex, 38, mit Familie und nicht zuletzt der verwitwete Rentner Günther – geben Einblick in mögliche Alltagssituationen im Jahr 2035. Durch diese Szenarien wird erlebbar, wie XR-Technologien unser Leben bereichern könnten, sei es durch immersives Lernen, kreative Arbeitswelten oder neue Formen sozialer Interaktion.

Doch wie realistisch sind solche Szenarien? Um das zu beantworten, betrachten wir in unserem Leitfaden auch die **Treiber und Hemmnisse** für die Entwicklung von XR-Technologien in den vier Bereichen Technologie, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft.

- **Technologisch** ermöglichen Fortschritte bei KI und Hardware die Entwicklung leistungsfähiger, leichter und alltagstauglicher XR-Devices, während intuitivere Bedienkonzepte die Akzeptanz fördern. Gleichzeitig stellen physikalische und sensorische Grenzen sowie fehlende Standards Herausforderungen dar, die es zu überwinden gilt.
- **Ökonomisch** treibt der Druck zur Innovation in Unternehmen die Weiterentwicklung voran, insbesondere in Bereichen wie Produktdesign, Schulung oder Datenvisualisierung. Gleichzeitig bleiben die hohen initialen Kosten und die Unsicherheit über den langfristigen ROI Hemmnisse, die das Wachstum bremsen könnten.

- **Politisch** bieten klare Datenschutzregelungen und Förderprogramme für digitale Innovationen eine stabile Grundlage, während bürokratische Hürden und eine uneinheitliche Regulierung in Europa die Einführung von XR verzögern könnten.
- **Gesellschaftlich** fördert eine steigende Technologieakzeptanz, besonders bei älteren Zielgruppen, die Verbreitung von XR. Dennoch könnten Datenschutzbedenken, mangelnde Kenntnisse und die Angst vor dem Verlust physischer Interaktion als Hindernisse wirken.

Uns ist wichtig, eine kritische Distanz zu XR-Technologien zu wahren und auch mögliche Risiken bewusst zu machen. Die Verletzung der Privatsphäre, gezielte Manipulation, Datenmissbrauch oder Täuschung sind reale Risiken, die es durch technologische, regulatorische und gesellschaftliche Maßnahmen zu minimieren gilt.

Diese vielfältigen Faktoren verdeutlichen, dass die Zukunft von XR-Technologien von einem komplexen Zusammenspiel aus Innovation, Medienkompetenz, gesellschaftlicher Akzeptanz und Regulierung abhängt, um XR nachhaltig und ethisch verantwortlich zu gestalten.

Mit diesem Leitfaden möchten wir nicht nur informieren, sondern auch zum Nachdenken und zur Diskussion anregen. Wir laden ein, mit uns einen fundierten Blick in die XR-Zukunft 2035 zu werfen – eine Zukunft, die wir schon heute aktiv mitgestalten können.

2 XR im Alltag 2035 – beschrieben anhand fiktiver Personas

Wie wird ein XR-geprägter Tag einer Jugendlichen bzw. eines Jugendlichen im Jahr 2035 aussehen?

Mia, 16 Jahre alt, Gymnasiastin in Berlin

Mia wird um 7:30 Uhr durch sanftes Sonnenlicht und leise Musik geweckt, die von einem intelligenten Projektionssystem in ihrem Zimmer erzeugt werden. Nach dem Aufwachen setzt sie ihre AR-Brille auf, die ihr aktuelle Informationen wie das Wetter, ihren persönlichen Kalender und Nachrichten in einem virtuellen Fenster im Raum anzeigt. Während einige Jugendliche den Tag mit einem motivierenden Workout beginnen, genießt Mia ein entspanntes Erwachen mit ihrer Lieblingsmusik und einem virtuellen Blick auf einen ruhigen Ort. Alternativ nutzt sie die Brille, um soziale Medien zu durchstöbern oder Nachrichten zu lesen, wobei Inhalte direkt in ihrem Sichtfeld eingeblendet werden.

Nach dem Frühstück mit ihren Eltern und ihrem Bruder loggt sich Mia in ihr virtuelles Klassenzimmer ein. Heute steht Geschichte auf dem Programm. Die Klasse unternimmt eine VR-gestützte Zeitreise ins antike Rom. Sie interagiert mit historischen Figuren und erlebt bedeutende historische Ereignisse hautnah. Später im Chemieunterricht experimentiert sie in einem virtuellen Labor, das komplexe Reaktionen sicher, verständlich und ressourcenschonend erlebbar macht. In der anschließenden Englischstunde trifft sich Mias Klasse virtuell mit ihrer Austauschklasse einer Londoner Schule. Das ganze Schuljahr über finden regelmäßig solche Treffen statt, um die gelernte Sprache mit gleichaltrigen Muttersprachlern zu verbessern und einen kulturellen Austausch zu fördern.

Am Tag darauf wird Mia Präsenzunterricht in der Schule haben. Das erste Stück des Schulweges fährt sie mit dem Fahrrad. An einer Kreuzung wäre es fast zu einer gefährlichen Kollision mit einem abbiegenden Auto gekommen. Zum Glück hat sie rechtzeitig einen Warnhinweis in ihrer AR-Brille erhalten: Sie konnte dadurch gerade noch rechtzeitig ausweichen. Den letzten Teil des Schulwegs schiebt sie ihr Rad, um gemeinsam mit ihren Freundinnen und Freunden quatschen zu können. Sie tauschen den neuesten Gossip aus und schauen dafür in ihren AR-Brillen die neuesten Nachrichten aus ihrem Freundeskreis an. Das funktioniert viel besser als heute mit dem Smartphone, weil ihre Hände frei bleiben und sie ihren Blick weiter auf den Schulweg richten können. Mias beste Freundin hat wieder ihr virtuelles Haustier dabei. Sie alle können in ihrer AR-Brille den kleinen Löwen sehen, der neben ihnen herläuft, immer wieder voraussprintet, auf

Mauern hüpfen oder um ihre Beine streichen. Andere Mitschüler nutzen diese Zeit, um sich zu entspannen und die reale Welt ohne digitale Einflüsse zu erleben.

In der Schule unterstützt XR dann den Unterricht. Beispielsweise wird in der Geografiestunde dank Augmented Reality das Windsystem der Erde und der Einfluss der Erdrotation auf die Windströme leichter verständlich. In Physik können Stromkreise leichter erklärt werden.

Nach der Schule trifft sich Mia zunächst in einem immersiven virtuellen Raum mit Freundinnen und Freunden. Heute beschließen sie, sich in einem virtuellen Abenteuerpark im Regenwald zu treffen. Zwischen riesigen Bäumen können sie sich austauschen und gemeinsam spielen. Wie nebenbei erfahren sie etwas über das Ökosystem der Regenwälder. Danach schalten sie in den AR-Modus um. Nun sieht Mia ihre Freundinnen und Freunde direkt bei sich im Zimmer. Gemeinsam nehmen sie ein kurzes Video auf und tauschen danach den neuesten Klatsch und Tratsch aus. Währenddessen bastelt Mia an ihrem DIY-Projekt weiter. Dafür blendet ihr die AR-Brille eine Schritt-für-Schritt-Anleitung direkt in ihrem Sichtfeld ein.

An einem anderen Nachmittag widmet sich Mia ihrer Leidenschaft für Sport. Mit ihrer AR-Brille absolviert sie ein personalisiertes Training mit Echtzeit-Feedback oder nimmt an einem E-Sport-Turnier in einer immersiven Umgebung teil, bei dem ihr Team gegen internationale Gegner antritt.

Nach dem Abendessen schaut Mia gemeinsam mit ihrer Familie einen Film, der in einer 360-Grad-Umgebung gezeigt wird. Dadurch fühlt sich die Familie, als wäre sie Teil des Geschehens. Anschließend übt Mia Klavierspielen mit ihrer AR-Brille. Diese ermöglicht es ihr, virtuell neben einem Meisterpianisten zu sitzen und dessen Anweisungen in Echtzeit zu folgen. Vor dem Schlafengehen nutzt Mia eine VR-basierte Meditationssitzung, um den Tag entspannt abzuschließen. Ihre Umgebung passt sich dabei automatisch an und schafft eine beruhigende Atmosphäre für eine erholsame Nachtruhe.

Thesen

Im Jahr 2035 wird die tägliche Erfahrung Jugendlicher durch die Integration von Extended-Reality-Technologien signifikant erweitert. Diese Entwicklung wird das Lernen, die sozialen Interaktionen und die Freizeitgestaltung grundlegend transformieren und individuell zugeschnittene Erfahrungen bieten, die das Potenzial haben, den Alltag in vielerlei Hinsicht zu verbessern.

Bei allem ist XR nur eine Ergänzung zu komplett analogen Kontakten und Freizeitbeschäftigungen und auch zu digitalen Angeboten, wie wir sie heute schon kennen. Unser Leben wird nicht komplett in XR stattfinden. XR wird vielmehr ein Werkzeug und ein Medium neben weiteren sein.

Unterstützung beim Lernen und Lehren: XR-Technologie wird es den Lernenden erlauben, sich in jede Umgebung oder jedes Szenario zu versetzen, das für ihr Lernen relevant ist. Außerdem werden sie Lerninhalte realistisch in genau der Geschwindigkeit üben und wiederholen können, die zu ihnen passt. Selbst physikalische oder chemische Experimente lassen sich so gefahrlos zu Hause durchführen und begreifen. XR – in Kombination mit künstlicher Intelligenz – könnte auch maßgeschneiderte Lernpfade bieten, die sich in Echtzeit an die Fortschritte und Bedürfnisse der

Lernenden anpassen. Schwierige Konzepte könnten durch zusätzliche Simulationen oder interaktive Tutorials besser erklärt werden, während Schülerinnen und Schüler, die schon weiter sind, durch komplexere Herausforderungen gefördert werden.

Immersive soziale Interaktion: Die Integration von sozialen Medien und Kommunikationstools in XR-Umgebungen führt zu einer neuen Ära der sozialen Interaktion, die räumliche Grenzen überwindet und realitätsnahe Erlebnisse in virtuellen Räumen ermöglicht. Der soziale Treffpunkt wird sich als Ergänzung zum realen Raum vom (heutigen) digitalen in den virtuellen Raum ausweiten. Entsprechend wird sich die tägliche Kommunikation von 2D-Chat-, Video- und Audiointeraktionen zu immersiven Unterhaltungen entwickeln. Der soziale Treffpunkt unter Freunden, gesellschaftliche Aktivitäten und Zeitvertreib durch Gaming, Sport, Medienkonsum wird sich noch stärker auf VR/AR-gestützte Anwendungen verlagern. Gegenüber digitalen 2D-Interaktionsformen kann AR/VR ein immersives Echtheitsgefühl erzeugen. Es bietet den Eindruck, mit Freundinnen und Freunden, die sich an anderen Orten befinden, ein tatsächliches Vor-Ort-Erlebnis zu haben.

Neue Dimensionen der Freizeitgestaltung: XR-Technologien schaffen neuartige Freizeitmöglichkeiten, indem sie physische und digitale Welten verschmelzen. Dies reicht von sportlichen Aktivitäten über künstlerischen Ausdruck bis hin zu Meditation und Entspannung, wobei persönliche Vorlieben und Interessen im Vordergrund stehen. Physische Orte für die Freizeitgestaltung werden um virtuelle Inhalte erweitert werden. Das wird für Einkaufszentren genauso gelten wie für Museen, Konzerthäuser und Freizeitparks.

XR-Technologie wird zugänglich sein: Die XR-Devices werden vielfältiger sein als heute, sie werden verfügbarer sein und sie werden günstiger sein. Auch ein Low-Cost-Einstieg wird möglich sein, der die Technologie Jugendlichen und dem Bildungssystem zugänglich macht. Die digitalen Geräte werden zur Infrastruktur von Bildungsanbietern gehören.

Unerwünschte soziale Interaktionen werden bleiben, aber besser handelbar sein: Vom physischen Schulgelände haben sich Beleidigungen und Mobbing heute in den digitalen Raum erweitert. Künftig wird es auch in XR zu Mobbing kommen können. Durch die Immersion können Mobbingopfer das Mobbing unmittelbarer und persönlicher empfinden als Beleidigungen über Text. Zugleich besteht bereits heute die Möglichkeit, in virtuellen Umgebungen eine Zone um den eigenen Avatar zu definieren, bei der selbst bestimmt werden kann, wer sie betreten darf. Und unerwünschte Avatare lassen sich komplett ausblenden. Im Jahr 2035 werden solche Möglichkeiten weiter verfeinert sein.

XR ist eine Ergänzung und kein Ersatz: XR-Technologien sind lediglich ein weiteres Tool im Leben von Jugendlichen. Sie werden weder den Austausch mit Freundinnen und Freunden in der Schule, auf der Straße oder im Verein ersetzen, noch werden sie alle heute gängigen digitalen Kanäle (Chats, Sprach- und Videonachrichten etc.) ersetzen. Ebenso wenig werden sie gängige Medien wie Bücher, Musik oder Videos ersetzen, weder in der Freizeit noch in der Schule. Stattdessen wird XR eine hilfreiche Ergänzung des Bestehenden sein und dabei insbesondere die Stärke ausspielen, komplette Immersion zu ermöglichen oder die physische Umwelt um reale Inhalte zu ergänzen.

Wie wird ein XR-geprägter Tag einer berufstätigen Erwachsenen bzw. eines berufstätigen Erwachsenen 2035 aussehen?

Persona 1: Susanne, 46 Jahre, alleinlebende Fachangestellte, lebt in Oberschwaben

Als Vorbereitung auf den Tag nutzt Susanne einen interaktiven XR-Kalender, um ihren Tag zu planen: Diese Anwendung projiziert einen 3D-Kalender in den Raum, der nicht nur Termine, sondern auch vorbereitende Informationen zu jeder Besprechung anzeigt, einschließlich Themen, Teilnehmerprofilen und vorbereitenden Dokumenten, die durch einfache Gesten interaktiv erkundet werden können. Bei der Wahl des richtigen Outfits für den Tag hilft Susanne ein Spiegel, der ihr mögliche Outfits realistisch auf den Körper projiziert. Dabei berücksichtigt er ihren Kalender und auch die Wettervorhersage.

Heute muss Susanne von der Kleinstadt, in der sie lebt, ins Unternehmensbüro in der nahen Großstadt fahren. Dank XR kann sie die Fahrtzeit im Zug produktiver nutzen als früher. Mit ihrer XR-Brille arbeitet sie schon auf dem Weg ungestört, ohne dass andere Personen im Zug auf ihren Bildschirm schauen können. Auf dem Rückweg nach Hause nutzt sie ihr XR-Device oft dafür, um ihr Spanisch zu verbessern, sich zu entspannen oder um spannende Informationen zur Umgebung, durch die sie fährt, anzeigen zu lassen. Bei allen Anwendungen kann sie frei wählen, ob sie komplett in die virtuelle Anwendung eintaucht oder ob sie weiter die Umgebung im Zug sieht, diese aber um digitale Inhalte erweitert wird.

An anderen Tagen arbeitet Susanne aus ihrem Homeoffice. Durch XR wird es zu einer direkten Erweiterung des Unternehmensbüros und der Homeoffices ihrer Kolleginnen und Kollegen. Über XR betritt Susanne im eigenen Zuhause eine vollständig anpassbare virtuelle Arbeitsumgebung. Diese ist nicht nur frei von Ablenkungen, sondern auch auf ihre persönlichen Produktivitätsvorlieben zugeschnitten. Je nach Stimmung kann sie zwischen ihrem physischen Arbeitszimmer und inspirierenden Landschaften umschalten, beispielsweise einem ruhigen Strandcafé, einer Berglandschaft, der Tiefsee oder der Marsoberfläche.

Mit Kolleginnen und Kollegen, Partnern und Kunden arbeitet Susanne aus ihrem Homeoffice heraus in virtuellen Räumen zusammen. Diese Räume erzeugen – weit über die Möglichkeiten eines Video-Calls hinaus – das Gefühl einer physischen Präsenz. Außerdem bieten sie erweiterte Interaktionsmöglichkeiten, wie zum Beispiel die gemeinsame Bearbeitung von 3D-Modellen oder Datenvisualisierungen in Echtzeit.

Egal, ob im Homeoffice oder im Unternehmensbüro: In der Mittagspause kann Susanne XR zur Entspannung und zum Networking nutzen. Virtuelle Entspannungsräume bieten den Zugang zu meditativen Landschaften oder kurzen Entspannungsübungen, um das Wohlbefinden und die psychische Gesundheit zu fördern.

Am Nachmittag nutzt Susanne XR, um Entwürfe ihrer Kolleginnen und Kollegen aus der Entwicklungsabteilung zu begutachten. Ihre Kolleginnen und Kollegen haben diese Entwürfe neuer Produkte in einer 3D-Umgebung erstellt, die ihnen einen lebensechten Eindruck vom späteren Produkt gegeben hat. In der 3D-Umgebung konnten die Produkte bereits virtuell getestet werden, sodass sich Fehlplanungen vermeiden ließen. Susanne kann nun Entwürfe ebenfalls realistisch evaluieren. Physische Prototypen werden dadurch überflüssig, Iterationszyklen verkürzt und der Materialeinsatz minimiert.

Am Feierabend möchte Susanne sich persönlich weiterentwickeln und Neues lernen. Dafür greift sie auf spezialisierte XR-Kurse und -Workshops zu, die komplexe Fähigkeiten durch interaktive Erfahrungen vermitteln, von Programmiersprachen über die Bedienung von Maschinen bis hin zu künstlerischen Fertigkeiten.

Persona 2: Alex, 38 Jahre, Fachangestellte(r) und Elternteil von zwei Kindern, lebt in einer Kleinstadt in Thüringen

Alex beginnt den Tag um 6:30 Uhr, während die Kinder sich für die Schule vorbereiten. Mithilfe eines interaktiven XR-Kalenders plant Alex den Tagesablauf. Die Brille zeigt nicht nur berufliche Termine und Informationen wie Teilnehmerprofile und Dokumente an, sondern auch Erinnerungen und Aufgaben, wie zum Beispiel das Überprüfen der Schultaschen oder das Vorbereiten eines Lunchpakets mit dem speziellen Wunsch der Kinder vom Vorabend, was den Belag des Brotes betrifft. Während des Frühstücks blendet die XR-Brille Nachrichten, Wetterberichte oder Tipps für den Tag ins Sichtfeld ein.

Nachdem die Kinder zur Schule gebracht wurden, macht sich Alex auf den Weg ins Büro. Während der Zugfahrt arbeitet Alex ungestört an Projekten oder bereitet sich auf Meetings vor. Die XR-Brille sorgt für Privatsphäre und ermöglicht den Zugriff auf relevante Informationen, ohne dass andere Mitreisende mitlesen können. Auf dem Rückweg erinnert die Brille Alex daran, einkaufen zu gehen.

Während des Einkaufs wird Alex die Einkaufsliste direkt im Blickfeld angezeigt und automatisch aktualisiert. Durch Objekterkennung werden Artikel wie Milch oder Obst von der Liste gestrichen, sobald sie im Einkaufswagen landen. Eine Erinnerung blendet sich ein, rechtzeitig eines der Kinder vom Sporttraining abzuholen. Zum Glück sind schon alle Produkte von der Liste im Einkaufswagen. Dank XR sind die Einkäufe kürzer geworden, weil Alex nicht mehr lange nach dem gewünschten Produkt suchen muss, sondern direkt an die richtige Stelle im Regal navigiert wird.

Im Homeoffice betritt Alex eine anpassbare virtuelle Arbeitsumgebung. Diese ist frei von Ablenkungen und auf persönliche Produktivitätsvorlieben zugeschnitten. Virtuelle Meeting-Räume schaffen ein Gefühl der physischen Präsenz, bieten aber zusätzliche Funktionen wie die Bearbeitung von 3D-Modellen in Echtzeit. Alex kann so flexibel von zu Hause aus arbeiten und dennoch effektiv mit Kolleginnen und Kollegen kommunizieren.

Am Nachmittag sind die Kinder zu Hause. Alex nutzt XR, um ihnen bei den Hausaufgaben zu helfen. Mathematikaufgaben werden durch visuelle Erklärungen unterstützt, und Geschichtsthemen werden mit immersiven VR-Zeitreisen lebendig gemacht. Während die Kinder spielen, begutachtet Alex beruflich Entwürfe in einer 3D-Umgebung.

Nach einem gemeinsamen Abendessen erinnert XR Alex daran, noch einige Haushaltsaufgaben zu erledigen. Der Staubsauger wird mit einem gamifizierten Ansatz verbunden: Kleine virtuelle Zwerge müssen in der Wohnung eingefangen werden, was auch die Kinder motiviert, bei der Hausarbeit zu helfen. Anschließend genießt die Familie einen interaktiven Filmabend in einer virtuellen Umgebung.

Nachdem die Kinder im Bett sind, hat Alex Zeit für persönliche Weiterbildung. XR-Kurse bieten interaktive Inhalte, die komplexe Themen einfach vermitteln. Eine kurze Meditationssitzung rundet den Tag ab und sorgt für Entspannung vor dem Schlafengehen.

Thesen

Im Jahr 2035 wird die Arbeitswelt durch Extended Reality (XR) revolutioniert, indem sie die Grenzen zwischen physischem und digitalem Arbeitsplatz auflöst und neue Höhen der Produktivität, Zusammenarbeit und Work-Life-Balance zugänglich macht. XR ermöglicht eine flexible und inklusive Arbeitsumgebung, die sowohl die Effizienz steigert als auch das Wohlbefinden der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter fördert.

Integration von XR in den Arbeitsalltag: XR-Technologien werden den Arbeitsalltag durch nahtlose Integration virtueller und physischer Arbeitsumgebungen revolutionieren, wodurch Flexibilität, Effizienz und Produktivität gesteigert werden.

Personalisierung der Arbeitsumgebung: Individuell gestaltbare virtuelle Arbeitsräume ermöglichen es allen, eine Umgebung zu schaffen, die den persönlichen Vorlieben und beruflichen Anforderungen entspricht, was die Zufriedenheit und Leistung fördert.

Globale Kollaboration und soziale Interaktion: Virtuelle Meetings und Arbeitsräume ermöglichen eine realitätsnahe Zusammenarbeit über geografische Distanzen hinweg. Dadurch werden Teams enger zusammengebracht, ein stärkeres Gemeinschaftsgefühl erzeugt und die globale Vernetzung gestärkt. Dies führt letztlich zu einer produktiveren ortsübergreifenden Zusammenarbeit.

Mehr Inklusion und bessere Anbindung des ländlichen Raums: Durch kollaborative XR-Tools wird es seltener nötig sein, zum Teambuilding oder für die Zusammenarbeit an einem physischen Ort zu sein. Das wird den Pendelverkehr (mit seiner Umweltbelastung) reduzieren. Außerdem können sich dadurch Menschen mit eingeschränkter Mobilität oder Mitarbeitende aus dem ländlichen Raum einfacher in Arbeitsprozesse einbringen. Talente können unabhängig von ihrem physischen Standort eingestellt werden.

Innovationsförderung durch immersive Technologien: Die Nutzung von XR für Brainstorming-Sessions und Projektplanung fördert kreatives Denken und innovative Problemlösungen durch visuelle Darstellungen und Manipulation von Konzepten in 3D-Umgebungen.

Effizienzsteigerung durch XR-Tools: XR-basierte Anwendungen für Datenvisualisierung und Produktgestaltung steigern die Effizienz und bieten intuitive Arbeitsmethoden, die komplexe Aufgaben vereinfachen. Außerdem lassen sich beispielsweise in den Konstruktionen physische Prototypen durch virtuelle ersetzen – der Weg von der Idee zum fertigen Produkt wird dadurch schneller und ressourcenschonender.

Praxisnahe Schulung und Weiterentwicklung: XR wird eine zentrale Methode für die berufliche Aus- und Weiterbildung sein, insbesondere in Bereichen, in denen praktische Übungen erforderlich sind, wie im Gesundheitswesen, in der Fertigung und im Ingenieurwesen. Immersive Lernumgebungen bieten realistische Erfahrungen ohne die Risiken und Kosten realer Übungen.

Erweiterte Möglichkeiten für Pausen und Entspannung: Virtuelle Entspannungsräume und soziale Räume bieten Möglichkeiten zur Erholung und sozialen Interaktion während der Arbeitspausen, die das Wohlbefinden und die Work-Life-Balance verbessern.

Unterstützung durch XR in unserem Alltag: XR wird uns bei der Orientierung und der Navigation genauso unterstützen wie beim Einkaufen im Supermarkt. Wir werden immer die passenden Hinweise in unserem Sichtfeld bekommen und dabei die Hände frei haben.

Neue Dimension von Freizeit und Unterhaltung: Immersive Unterhaltungsangebote und interaktive Medien werden die Art und Weise erweitern, wie wir unsere Freizeit verbringen, und neue Formen des kulturellen Austauschs und des kreativen Ausdrucks hervorbringen.

Wie wird der XR-geprägte Tag einer Person im Ruhestand 2035 aussehen?

Günther, 78, verwitweter Rentner im Sauerland

Günther beginnt seinen Tag mit einem personalisierten Fitnessprogramm in einer virtuellen Umgebung, das speziell auf seine gesundheitlichen Bedürfnisse und Vorlieben zugeschnitten ist. Das Programm wird durch interaktive Anleitungen und Feedback von virtuellen Trainern unterstützt, um ein sicheres und effektives Training zu fördern. Nach dem Training führt Günther einen virtuellen Gesundheitscheck durch: Mit seiner XR-Brille visualisiert er seine Vitaldaten, die daraufhin analysiert werden, um Empfehlungen für Ernährung, Bewegung oder notwendige Arztbesuche zu geben.

Günther ist sein ganzes Leben lang gern verreist. Auch mit seinen knapp 80 Jahren unternimmt er jedes Jahr noch eine große Tour. Zusätzlich dazu hat er virtuelle Reisen für sich entdeckt. Mit ihnen erkundet er entfernte Orte und historische Stätten, die physisch nur schwer zugänglich sind. Oft ist er dabei gemeinsam mit Freunden unterwegs. Während der virtuellen Reise tauschen sie sich aus, diskutieren die historischen Stätten, die sie sehen, und erinnern sich an frühere gemeinsame Ausflüge. Zusätzlich zu ihren physischen Treffen bleiben sie so in ständigem Kontakt.

Nach einer virtuellen Reise geht Günther meist spazieren. Da er in letzter Zeit ein Faible für Botanik entwickelt hat, bestimmt er mit seinem XR-Device Blumen und Pflanzen. Günthers XR-Brille erfasst und erkennt diese und blendet Günther die entsprechenden Informationen direkt im Blickfeld ein.

Günthers Nachmittage gehören den Künsten. Seit einiger Zeit erstellt er virtuelle Kunstwerke. Einige davon hat er bei sich in der Wohnung platziert, sodass seine Familie und Freunde, wenn sie ihn besuchen, diese in ihren XR-Brillen sehen.

Am Abend trifft sich Günther häufig mit seinen Enkeln, die am anderen Ende Deutschlands leben, in einem virtuellen Raum. Anders als bei einem Telefonat oder einem Video-Call hat Günther hier den Eindruck, tatsächlich mit ihnen am selben Ort zu sein. Er kann direkt mit ihnen sprechen und interagieren, sich gemeinsam mit ihnen bewegen und Erlebnisse haben. Sie können gemeinsam spielen und sich austauschen. Manchmal nimmt Günther sie auch mit auf eine Zeitreise in seine Jugend. Dazu hat er KI-unterstützt einige seiner alten Fotos in virtuelle Welten umwandeln lassen, durch die sie nun gemeinsam streifen können. Nach einem solchen gemeinsamen Abend geht Günther immer zufrieden zu Bett – im Wissen, seinen Enkeln nahe zu sein und mit Vorfreude auf das nächste Treffen in der physischen Welt.

Thesen

Der Ruhestand im Jahr 2035 wird maßgeblich von XR-Technologie geprägt sein, die eine Vielzahl von Möglichkeiten für soziale Interaktion, Bildung und Freizeitaktivitäten bietet. Von virtuellen Reisen über XR-gestützte Fitnessprogramme bis hin zu Treffen in virtuellen Räumen wird die Integration digitaler Erfahrungen das Leben im Ruhestand bereichern und neue Wege für persönliches Wachstum und gesellschaftliche Teilhabe eröffnen.

Virtuelle Treffpunkte und soziale Interaktion: XR-Plattformen werden virtuelle Treffpunkte für Freunde und Familie sein, an denen man sich trotz großer physischer Entfernungen treffen und interagieren kann, als wäre man im selben Raum. Über XR lassen sich so Erfahrungen direkt teilen. Dies kann besonders wertvoll sein, um ein Gefühl der Isolation und Einsamkeit zu verringern, das manche Menschen im Ruhestand empfinden.

Virtuelle Reisen und Erlebnisse: Die Integration von XR-Technologie im Ruhestand wird virtuelle Reisen und Erlebnisse ermöglichen. Weit entfernte Orte werden so zugänglich und neue Horizonte können entdeckt werden.

Die Vergangenheit in die Gegenwart holen: XR-Technologien werden genutzt werden, um Erinnerungen wieder aufleben zu lassen. Sie werden vergangene Ereignisse oder Orte virtuell

zum Leben erwecken. Wertvolle Erinnerungen und zentrale Ereignisse des Lebens können so selbst noch einmal erlebt werden. Außerdem lassen sie sich beispielsweise mit den Enkeln teilen.

Immersive Unterhaltungserlebnisse: Ob Theateraufführungen, Konzerte oder Filme – XR wird Menschen im Ruhestand die Möglichkeit bieten, kulturelle Ereignisse in einer immersiven Form zu erleben, die sie mitten ins Geschehen versetzt.

XR eröffnet neue Hobbyräume und erleichtert lebenslanges Lernen: Ob Malen, Gartenarbeit, das Erlernen eines Musikinstruments, einer Sprache oder einer neuen Technologie – XR wird angepasste Umgebungen und interaktive Workshops bieten, die es ermöglichen, Hobbys und Interessen auf immersive und unterstützende Weise nachzugehen und neue Fähigkeiten zu entdecken. XR-Technologien fördern so geistige Aktivität und Neugier. Außerdem eröffnen sie neue Ausdrucksmöglichkeiten.

Stärkung der Gesundheit: XR-Technologien werden eine effektive Gesundheitsüberwachung im Ruhestand unterstützen, indem sie virtuelle Arztbesuche, Gesundheitsüberwachungssysteme und persönliche Fitnessdaten in Echtzeit bereitstellen. Darüber hinaus bieten sie personalisierte Trainingsprogramme in motivierenden virtuellen Umgebungen.

Stärkung von Teilhabe und Barrierefreiheit: In einer alternden Gesellschaft werden immer mehr Menschen auf eine aktive Unterstützung bei der Bewältigung des Alltags angewiesen sein. XR-Technologien können hierzu einen entscheidenden Beitrag leisten: Smart Glasses können bereits heute Texte vorlesen und, wenn gewünscht, zusammenfassen und übersetzen – eine große Hilfe für sehbeeinträchtigte Personen. Mit den XR-Brillen der nächsten Dekade werde die Möglichkeiten weiter steigen, insbesondere durch die Einführung von KI-Assistenten, die situative Wahrnehmung besitzen und zum Beispiel bei der Navigation unterstützen, aber auch vor Gefahrensituationen im Straßenverkehr warnen. XR-Brillen können zudem, wie viele Smart Devices heute bereits, die Umgebungsgeräusche aufnehmen und verstärken oder dimmen – dies wird hörgeschädigten Personen den Alltag erleichtern. Hörgeräte werden zukünftig in die XR-Brillen integrierbar sein. Über KI könnten so auch noch optische Ausgaben genutzt werden, um beispielsweise während einer Unterhaltung Untertitel für Hörgeschädigte einzublenden. Über EMG -Technologie können Personen, die unter einem Tremor oder anderen motorischen Einschränkungen leiden, weiterhin digitale Geräte bedienen, auch wenn es ihnen nicht mehr möglich ist, eine Tastatur oder einen Touchscreen zu nutzen.

Entspannung und besserer Schlaf durch XR-Umgebungen: XR-Anwendungen werden dabei helfen, den Tag ausklingen zu lassen, und damit für einen besseren Schlaf sorgen. Sie können eine entspannende Umgebung schaffen, zum Beispiel durch die Simulation eines Strandes bei Sonnenuntergang oder eines ruhigen Waldes, unterstützt durch beruhigende Klänge und visuelle Effekte, die zur Entspannung und zum Stressabbau beitragen.

3 Welche XR-Hardware werden wir im Jahr 2035 nutzen?

XR-Devices werden alltagstauglich sein: Technologie-historisch lässt sich belegen, dass Technologien dann erfolgreich bei Endkonsumentinnen und Endkonsumenten sind, wenn sie bezahlbar, nützlich und ansprechend designt sind. XR-Technologie wird zunehmend auf diese drei Aspekte optimiert werden. Insbesondere der Formfaktor von XR-Devices wird ein Treiber der Verbreitung der Technologien im Alltag der Menschen sein. Im Jahr 2035 werden die Headsets leicht, ergonomisch und hochauflösend sein.

Einerseits: Unterschiedliche XR-Hardware für unterschiedliche Use Cases: Unterwegs im Alltag werden wir eher leichte Smart Glasses tragen, zu Hause Geräte, die für Gaming und Entertainment entwickelt worden sind. Bei der Arbeit wird es XR-Hardware geben, die für Einsatzbereiche wie Büroarbeit (Wissens- und Textarbeit) oder Industriearbeit (CAD, Maschinen- und Prozesssteuerung, Wartung und Fernwartung) optimiert worden ist.

Andererseits: Zusammenwachsen heutiger unterschiedlicher XR-Hardware: Bis 2035 werden die bislang getrennten Devices VR-Brille (mit Passthrough), Smart Glasses (mit KI aber, aber ohne Vision-Element), »Bildschirm-Ersatz-Brillen« (ohne AR-Anreicherung der Umgebung) und AR-Glasses (deren Machbarkeit inzwischen bewiesen ist, deren Marktfähigkeit aber noch auf sich warten lässt) zusammenwachsen.

Smarte Kombination von On- und Off-Device-Datenverarbeitung: Im Jahr 2035 wird es einen ausgeklügelten Mix zwischen der Datenverarbeitung direkt auf dem XR-Device und in der Cloud geben. Die Datenverarbeitung auf dem Device kommt dabei beispielsweise Anforderungen an den Datenschutz nach und überbrückt Phasen ohne Netzwerkzugang. Die Einbindung der Cloud steigert die Leistungsfähigkeit der XR-Hardware signifikant. Sie erlaubt es, einen Teil der Rechenleistung aus den Brillen auszulagern, wodurch diese kleiner, leichter und energiesparender werden.

Die Elektromyografie (EMG) wird unsere Interaktion mit XR-Geräten auf ein neues Level heben. Die Technik der Elektromyografie erlaubt die nicht-invasive Auswertung und Aufzeichnung elektrischer Aktivität der Skelettmuskulatur. Schon heute können Sensoren in Armbändern die Signale der Skelettmuskulatur der Unterarme auslesen – und mittels KI in Befehle wie Swipe- oder Pinch-Eingaben, aber auch Schreibrift und Texteingaben übersetzen.

Diese EMG-Signale lassen sich durch Software und KI interpretieren; Fortschritte in dieser KI-unterstützten Signalauswertung werden zeitnah sehr präzise Rückschlüsse auf die Bewegung der

Finger und Hände ermöglichen. Einfach gesprochen: Wenn wir beispielsweise auf einer Tastatur tippen, benutzen wir die Skelettmuskulatur an den Knochen unserer Unterarme in einer ganz spezifischen Weise, um unsere Hände zu positionieren und unsere Finger zu bewegen – zum Beispiel, um die Leerzeichen-Taste zu drücken. Jede Bewegung der Finger und Hände erzeugt so ein individuelles Signalmuster der Skelettmuskulatur, das dann in eine Eingabe übersetzt werden kann. Mit etwas Training und »reinforced learning« kann die Technologie so präzise auf eine Person eingestellt werden, dass schon der Gedanke der Fingerbewegung ausreicht, um genug Signalstärke für den EMG-Controller zu erzeugen. Dies bedeutet, dass zukünftig Menschen, die ihre Hand verloren haben, beispielsweise durch einen Unfall oder eine Kriegsverwundung, trotzdem einen EMG-Controller benutzen können. Die Möglichkeiten für neue Arten von Prothesen oder barrierefreie Arbeitsumgebungen sind vielfältig.

Im Consumer-Bereich wird es dadurch beispielsweise möglich, mit EMG schnell die Menüs durchzuschalten und Eingaben zu machen, ohne das Handy herausholen zu müssen, oder ein Handy oder eine smarte Brille zu bedienen, ohne eine Spracheingabe machen zu müssen. Dies kann insbesondere dann von Vorteil sein, wenn man sich an einem Ort wie einer vollen Bahn befindet und nicht möchte, dass jeder mithört oder mitliest.

Im Industrie-Bereich könnte zum Beispiel eine Lageristin Zusatzinformationen zu einer Palette eingeben. Mit EMG und AR-Glasses kann sie einfach auf der Oberfläche der Palette eine Tastatur einblenden und die Eingaben vornehmen. Dann verbindet sie ihren EMG-Controller mit dem Gabelstapler und fährt die Palette wieder in das Hochregal zurück.

Spatial Computing ist eine unsichtbare Technologie – omnipräsent, aber ohne zwingende Körperlichkeit: Wie Strom oder Internet ist XR im Jahr 2035 nicht mehr ein Gerät oder eine Hardware, sondern eine allgegenwärtige Infrastruktur. Wir sehen nicht mehr die Technik selbst, sondern erleben ihre Effekte in jedem Lebensbereich – vom Zuhause bis zum Arbeitsplatz. Aus Anwendungs- und Use-Case-Sicht geht es somit nicht mehr um die Frage »Welche XR-Hardware gibt es?«, sondern um »Welche Erfahrungen und Nutzungsszenarien ermöglicht XR?«. XR wird nicht nur über Brillen stattfinden, sondern auch über Projektionssysteme, Spiegel und Fenster. Head-up-Displays in Autowindschutzscheiben weisen schon heute den Weg dorthin.

Ambient Computing ist Normalität – Räume und Objekte denken und handeln, bevor wir es tun müssen: Im Jahr 2035 ist Ambient Computing eine selbstverständliche Alltagstechnologie. Damit gemeint ist eine Umgebung, in der Technologie unsichtbar im Hintergrund agiert und nahtlos in unseren Alltag integriert ist, unter anderem über unsere digitale Aura. Die digitale Aura beschreibt die einzigartige, immaterielle Ausstrahlung und Wirkung einer Person, eines Objekts oder einer Marke im digitalen Raum, geprägt durch Daten, Interaktionen und digitale Präsenz. Sensoren, KI und vernetzte Geräte arbeiten im Einklang, um Bedürfnisse zu antizipieren, ohne dass bewusste Eingaben notwendig sind. Ob zu Hause, am Arbeitsplatz oder unterwegs – Ambient Computing schafft intuitive Erlebnisse, die genau im richtigen Moment die richtigen Informationen bereitstellen. Diese Normalität bedeutet, dass Technologie nicht mehr auffällt, sondern einfach funktioniert – leise, effizient und immer kontextsensitiv.

Multisensory Experiences erweitern die Grenzen der Immersion um weitere Dimensionen:

Multisensory Experiences verändern die Art, wie wir digitale Welten erleben und mit ihnen interagieren, indem sie weit über das Visuelle und Auditive hinausgehen. Durch die Einbindung zusätzlicher Sinne – wie Haptik, Temperatur oder sogar Geruch und Geschmack – schaffen sie eine tiefere und authentischere Verbindung zwischen Nutzenden und virtuellen Erlebnissen. Die Grenzen zwischen der physischen und digitalen Realität verschwimmen, und die Immersion wird zu einem vollständig sinnlichen Erlebnis. Diese zusätzlichen Dimensionen öffnen völlig neue Anwendungsfelder, von realitätsnahen Trainingssimulationen bis hin zu multisensorischen Kunstformen, die Emotionen auf einer intensiveren Ebene ansprechen.

KI-gestützte Kontextsensitivität und Hyperpersonalisierung definieren die User Experience der Zukunft – von 2D bis 3D: In einer Welt, in der digitale und physische Realitäten zunehmend verschmelzen, wird die User Experience maßgeblich durch KI-gestützte Kontextsensitivität und Hyperpersonalisierung geprägt. Systeme, die den Kontext der Nutzenden verstehen und sich an individuelle Bedürfnisse anpassen, ermöglichen nahtlose und intuitive Interaktionen – sei es auf klassischen 2D-Bildschirmen oder in immersiven 3D-Umgebungen. In Zukunft wird UX nicht mehr statisch sein, sondern dynamisch, adaptiv und vollständig personalisiert – unabhängig von der Dimension, in der sie stattfindet.

4

Welche Rolle wird künstliche Intelligenz bei XR im Jahr 2035 spielen?

Intelligente virtuelle Assistenten: Wir werden durch die Kombination von KI und XR einen Always-On-KI-Assistenten haben. Dieser wird unsere Umgebung erkennen und begreifen können und uns so optimal unterstützen und durch den Alltag begleiten.

Erweiterte Wahrnehmung und Verständnis der Realität: Die KI wird ein tiefgreifendes Verständnis der physischen Welt und der Interaktionen in ihr ermöglichen. Durch fortgeschrittenes maschinelles Sehen und Lernen können XR-Systeme reale Objekte erkennen und verstehen, wie sie mit virtuellen Objekten interagieren sollen. Dadurch werden physische und virtuelle Welt weiter verzahnt werden. Im Alltag sind so auch unter anderem Warnungen vor Gefahrensituationen im Verkehr denkbar, genauso wie das Abrufen der passenden Bedienungsanleitung, wenn das Gerät automatisch erkannt worden ist. Hierbei ließe sich auch direkt auf die Daten des digitalen Zwillings des Gerätes zugreifen.

Natürliche und intuitive Benutzerinteraktion: Durch den Einsatz von KI in XR-Systemen wird die Art und Weise, wie Nutzerinnen und Nutzer mit digitalen Welten interagieren, revolutioniert. Fortschritte in der KI-gestützten Sprachverarbeitung und Gestenerkennung werden es Nutzenden ermöglichen, auf natürliche Weise mit virtuellen Umgebungen zu interagieren, zum Beispiel durch Sprechen, Zeigen oder sogar komplexe Handbewegungen. Dadurch wird der Bedarf an physischen Controllern reduziert und die Benutzererfahrung intuitiver und zugänglicher. Die KI wird die Vermittlung und Kommunikation zwischen dem Device und den Nutzenden in beide Richtungen übernehmen.

Hyperpersonalisierung: KI-Algorithmen werden in der Lage sein, Lernstile, Präferenzen, Stärken und Schwächen sowie Verhaltensmuster von Benutzerinnen und Benutzern zu analysieren, um XR-Erfahrungen zu personalisieren. Durch diese Datenanalyse kann KI personalisierte Lernerfahrungen, Unterhaltungsangebote und Arbeitsumgebungen schaffen. Diese Maßschneiderei wird nicht nur die Benutzerzufriedenheit erhöhen, sondern auch die Effizienz in Lern- und Arbeitsprozessen steigern, indem sie Inhalte und Schnittstellen genau auf die Bedürfnisse des Einzelnen abstimmt.

Revolutionierung der Inhaltsproduktion: Künstliche Intelligenz wird mit automatisierten Design-Tools und generativen Modellen die Erstellung von Inhalten in XR-Umgebungen transformieren. Diese Technologien ermöglichen es selbst Laien, komplexe virtuelle Welten, Objekte und Charaktere zu entwerfen und zu gestalten, wodurch die Zugänglichkeit und Diversität von XR-Erlebnissen deutlich erhöht werden.

Inhalte, die sich in Echtzeit anpassen: KI wird XR-Inhalte möglich machen, die sich in Echtzeit an das Verhalten und die Aktionen der Nutzenden anpassen. Beispielsweise könnten KI-gesteuerte NPCs (Non-Player-Charaktere) realistische und komplexe Interaktionen mit den Nutzerinnen und Nutzern durchführen, wodurch Spiele und Simulationen noch immersiver werden.

Entwicklung von sozialen Avataren und Agenten durch KI: KI wird zunehmend fähig sein, realistische Avatare und soziale Agenten zu entwickeln, die komplexe menschliche Emotionen und Verhaltensweisen nachahmen können. Das wird die soziale Präsenz und die Qualität der Interaktion in virtuellen Meetings, sozialen Veranstaltungen und Online-Lernplattformen erheblich verbessern. Letztlich wird es sogar möglich sein, sich bei Terminen und Events durch seinen Avatar vertreten zu lassen. Dieser wird mit den anderen Teilnehmenden interagieren können. Genauso wird es möglich sein, sich während eines Urlaubs oder einer Krankheit von seinem KI-Avatar vertreten zu lassen. Nach einer Out-of-Office-Mitteilung wird dieser versuchen, alle Anfragen zu beantworten und Anliegen zu klären.

Maschinelle Übersetzung, kulturelle Adaption und globale Konnektivität: KI-gestützte Übersetzungsdienste werden XR-Anwendungen in die Lage versetzen, Inhalte in Echtzeit zu übersetzen und an kulturelle Kontexte anzupassen, sodass Nutzende weltweit in ihrer eigenen Sprache miteinander interagieren können. Dies eröffnet neue Möglichkeiten für globale Bildungs-, Unterhaltungs- und Geschäftsanwendungen.

Zugänglichkeit und Inklusion: Durch KI lassen sich XR-Umgebungen besser an die Bedürfnisse von Nutzende mit Behinderungen anpassen. Dadurch kann XR zugänglicher und integrativer gestaltet werden. Beispielsweise könnte KI eingesetzt werden, um visuelle Inhalte für sehbehinderte Nutzer auditiv zu beschreiben oder Kommunikation in Echtzeit für hörbehinderte Nutzende zu visualisieren.

Mehr Sicherheit und Datenschutz durch proaktive Sicherheitsmaßnahmen: KI wird eine entscheidende Rolle bei der Gewährleistung von Sicherheit und Datenschutz in XR-Umgebungen spielen. Indem unerwünschtes Verhalten oder unerwünschte Inhalte in Echtzeit erkannt und verhindert werden, kann eine sichere und positive Umgebung für alle Nutzerinnen und Nutzer gewährleistet werden.

5 Welche physischen Produkte und Gegenstände werden durch virtuelle ersetzt bzw. ergänzt worden sein?

Cleveres Ergänzen statt vollständigen Ersetzens: Es ist davon auszugehen, dass XR viele unserer vertrauten physischen Gegenstände nicht komplett ersetzen, sondern virtuell ergänzen und anreichern wird. Physische Gegenstände wie ein Buch, eine Wand im Zuhause, ein Straßenzug in einer Stadt oder ein Konzerthaus werden als physische Anker dienen, über die dann XR-Experiences als Ergänzung aufgerufen werden.

Medien und Verlagswesen: Traditionelle Publikationen wie Bücher, Zeitschriften und Zeitungen werden durch digitale Medien und XR-Anwendungen ergänzt oder sogar ersetzt werden. Durch die fortschreitende Entwicklung von E-Books, Online-Zeitschriften und VR-Leseerlebnissen werden Leserinnen und Leser in virtuelle Bibliotheken eintauchen und interaktive Erlebnisse genießen, die über das Lesen von Texten hinausgehen. Diese immersiven Darstellungsformen werden, so gewünscht, das Leseerlebnis bereichern und neue Formen des Storytellings ermöglichen.

Bildung und Lernmaterialien: Klassische Lehrbücher und Schulmaterialien werden vermehrt durch digitale Lernplattformen und virtuelle Lehrmittel angereichert werden, ähnlich wie es heute Digitalstifte wie der Tiptoi bereits durch eine zusätzliche Audiokomponente tun. Durch den Einsatz von AR und VR werden Schülerinnen und Schüler interaktive Lernumgebungen erleben, die das Verständnis und das Einprägen von Informationen verbessern. Personalisierte Lernerfahrungen werden den Lernenden ermöglichen, in ihrem eigenen Tempo zu lernen und auf ihre individuellen Bedürfnisse zugeschnittene Inhalte zu erhalten.

Unterhaltungselektronik: Fernseher und Monitore werden durch hochauflösende AR-Brillen und VR-Headsets ergänzt werden. Statt ausschließlich physische Bildschirme zu verwenden, werden Nutzer virtuelle Bildschirme in beliebiger Größe nutzen und immersive Unterhaltungserlebnisse in ihrer Umgebung erleben. Diese Technologie könnte nicht nur Platz sparen, sondern auch völlig neue Möglichkeiten für die Interaktion mit digitalen Inhalten bieten.

Arbeitsplatzausstattung: Physische Büroartikel und -geräte wie Schreibtischzubehör werden durch virtuelle Arbeitsumgebungen und digitale Werkzeuge ergänzt werden. Das physische Büro wird durch virtuelle Arbeitsumgebungen ergänzt werden. Physische Bildschirme, Schreibtische und Maschinen werden virtuell erweitert werden, um die Produktivität und Effizienz zu steigern.

Spiele und Spielzeug: Traditionelle Brettspiele und physische Spielzeuge werden durch virtuelle Spiele und AR-Interaktionen erweitert werden. Mit der zunehmenden Verbreitung von AR- und VR-Technologien werden Spielerinnen und Spieler immersive Spielerlebnisse genießen, die neue Spielmechaniken und soziale Interaktionen bieten. Diese virtuellen Spiele werden nicht nur unterhaltsam sein, sondern auch Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten bieten.

Reise- und Tourismuserlebnisse: Statt physischer Reiseführer könnten AR-Anwendungen und virtuelle Touren genutzt werden, um im Urlaub Reiseinformationen und interaktive Erlebnisse in Echtzeit zu bieten. Touristinnen und Touristen werden mithilfe von AR-Brillen und AR-Anwendungen auf Smartphones Orte erkunden und Geschichten erleben, die durch virtuelle Inhalte und Augmented Reality zum Leben erweckt werden. Neben physischen Reisen wird es zunehmend kürzere virtuelle Reiseerlebnisse geben, die sich als Auszeit in den Alltag integrieren lassen. Sie werden nicht nur an real erreichbare Urlaubsorte führen, sondern beispielsweise auch in die Tiefsee, auf schwer zugängliche Berggipfel oder sogar ins Weltall.

Konzerte, Oper, (Sport-)Events: XR kann kulturelle Erlebnisse und Sportereignisse teils ersetzen. Dabei können Zuschauerinnen und Zuschauer nicht nur wie gewohnt von den Zuschauerplätzen aus zuschauen, sondern sich mitten ins Geschehen begeben, etwa auf das Spielfeld oder die Bühne. Es ist allerdings davon auszugehen, dass XR physische Erlebnisse nicht komplett ersetzen, sondern oft um eine zusätzliche emotionale Ebene erweitern wird.

Fitnessausrüstung: Einige physische Fitnessgeräte und -studios werden durch virtuelle Trainingsprogramme und Spiele ergänzt oder ersetzt werden. Mit XR werden Sportlerinnen und Sportler auf sie zugeschnittene immersive Fitnesserlebnisse genießen können, die motivierend und vielfältig sind. Training wird genauso komplett in virtuellen Umgebungen möglich sein wie um virtuelle Inhalte angereichert in der physischen Welt.

Dekoration und Ausstattung: Dekorative Elemente und Möbel werden durch virtuelle Einrichtungen ergänzt und teils ersetzt werden. Mithilfe von AR und VR werden Nutzerinnen und Nutzer ihre Wohnräume digital gestalten und anpassen können, ohne physische Produkte kaufen zu müssen. Virtuelle Möbel und Dekorationsartikel könnten flexibel angepasst und ausgetauscht werden, um den persönlichen Stil und die Ästhetik des Raumes zu verändern.

Werbung und Marketingmaterial: Traditionelle Werbematerialien wie Plakate und Flyer werden durch XR-Inhalte angereichert werden. Durch den Einsatz von AR und VR könnten Marken interaktive und immersive Werbeerlebnisse schaffen, die direkt mit den Konsumentinnen und Konsumenten in Kontakt treten. Individuell angepasste Werbebotschaften könnten in virtuellen Umgebungen platziert werden, um eine gezielte Ansprache und Interaktion zu ermöglichen.

Messestände und Konferenzausstellungen: Physische Veranstaltungen werden vermehrt durch virtuelle Messen und Konferenzen ersetzt oder ergänzt werden. Mit XR werden Ausstellerinnen und Aussteller ihre Produkte und Dienstleistungen in einer digitalen Umgebung präsentieren und so ein breiteres Publikum erreichen. Virtuelle Messen könnten nicht nur kostengünstiger sein, sondern auch umweltfreundlicher und flexibler in der Gestaltung von Erlebnissen. Noch stärker als heute werden außerdem physische Messen, Showrooms und Produktpräsentationen um XR-Inhalte erweitert werden.

Transportmittel: Autos, Busse und Züge werden seltener benötigt werden, wenn persönlicher Austausch und Produktpräsentationen lebensecht in XR stattfinden werden. Dadurch werden insbesondere Geschäftsreisen reduziert werden.

Klassische Brillen: Wer heute auf eine klassische Brille zur Sehkorrektur angewiesen ist, wird künftig eher ein Brillenmodell wählen, das ihm zusätzliche XR-Funktionen bietet. Hier ist eine ähnliche Entwicklung zu erwarten wie bei den klassischen Uhren, die durch Smartwatches an Bedeutung eingebüßt haben.

6 Wie werden sich Marken verändert haben, um in einer XR-Welt 2035 noch relevant zu sein?

Um in einer XR-Welt 2035 relevant zu bleiben, müssen sich Marken an eine Landschaft anpassen, in der die Grenzen zwischen physischer und digitaler Realität verschwimmen. Sie müssen innovative Wege finden, um immersive, personalisierte und bedeutungsvolle Erlebnisse zu schaffen, die sowohl die technologischen Möglichkeiten ausschöpfen als auch den sich wandelnden Erwartungen und Werten der Verbraucher gerecht werden. Marken, denen es gelingt, ihre Identität in diesem neuen Kontext neu zu definieren und echte Beziehungen zu ihrem Publikum aufzubauen, werden am erfolgreichsten sein.

Immersive Markenerlebnisse werden zur Norm: In einer XR-Welt werden Marken immersive Erlebnisse schaffen, die traditionelle Werbung übertreffen. Durch die Nutzung von VR und AR können Marken Kundinnen und Kunden in virtuelle Welten eintauchen lassen, die die Werte, Geschichte und Identität der Marke auf neue und fesselnde Weise vermitteln. Diese Erlebnisse können von virtuellen Showrooms und interaktiven Geschichten bis hin zu erlebnisorientierten Gamification-Kampagnen reichen, die das Engagement der Nutzerinnen und Nutzer erhöhen und eine tiefere Bindung zur Marke schaffen.

Personalisierung wird zur Schlüsselstrategie: XR-Technologien ermöglichen es Marken, ein tieferes Verständnis für ihre Kundinnen und Kunden zu entwickeln und hochgradig personalisierte Erlebnisse anzubieten. Durch die Analyse von Nutzerverhalten und -präferenzen in virtuellen Umgebungen können Marken maßgeschneiderte Produkte, personalisierte Werbebotschaften und individuell gestaltete Einkaufserlebnisse liefern. Diese Personalisierung reicht von der Anpassung von Produkten und Dienstleistungen bis hin zur Individualisierung von virtuellen Avataren und Interaktionen.

Virtuelle Produkte und Dienstleistungen werden Alltag: Um in der XR-Welt relevant zu bleiben, werden Marken virtuelle Produkte und Dienstleistungen entwickeln, die speziell für diese Umgebung konzipiert sind. Dies könnte die Schaffung virtueller Güter für Avatare, digitale Kunstwerke, virtuelle Mode oder sogar exklusive virtuelle Events umfassen, die das Markenimage stärken und neue Einnahmequellen erschließen.

Neue Formen der Kundeninteraktion sind verbreitet: Die Interaktion mit Kundinnen und Kunden wird über traditionelle Kanäle hinausgehen und in Echtzeit in der XR-Umgebung stattfinden. Marken werden virtuelle Assistenten oder Avatare einsetzen, um eine persönliche und ansprechende Kundenbetreuung, Beratung und Verkaufserfahrung zu bieten. Diese virtuellen Interaktionsmöglichkeiten ermöglichen es Marken, Kundenbedürfnisse besser zu verstehen und schnell auf Anfragen zu reagieren.

Kollaborationen, Co-Kreation und Partnerschaften sind entscheidend: Um in der vielfältigen Landschaft des Metaverse erfolgreich zu sein, werden Marken Partnerschaften mit Technologieanbietern, Content-Creators und anderen Marken eingehen. Diese Kollaborationen können dazu beitragen, innovative Lösungen zu entwickeln, Reichweite zu erweitern und einzigartige Markenerlebnisse zu schaffen, die das Engagement der Zielgruppe steigern.

Das Metaverse wird zum zentralen Schauplatz: Marken müssen Präsenz in verschiedenen virtuellen Welten und Plattformen aufbauen, um ihre Zielgruppen effektiv zu erreichen. Dies erfordert eine strategische Platzierung und Integration ihrer Inhalte und Angebote in populäre XR-Plattformen und virtuelle Gemeinschaften, um die Markensichtbarkeit und -relevanz zu erhöhen.

Nachhaltigkeit wird zur Erwartungshaltung: Mit der globalen Reichweite von XR-Technologien werden Marken verstärkt auf ihre soziale und ökologische Verantwortung hin bewertet. Nachhaltige Praktiken, Transparenz und ethisches Engagement werden entscheidend sein, um das Vertrauen und die Loyalität der Kundinnen und Kunden zu gewinnen. Marken werden sich auf die Entwicklung umweltfreundlicher virtueller Produkte und die Förderung nachhaltiger Lebensstile in virtuellen Umgebungen konzentrieren.

Datenschutz und Sicherheit sind unverzichtbar: Mit dem zunehmenden Einsatz von XR-Technologien werden Datenschutz und Sicherheit zu kritischen Themen für Verbraucherinnen und Verbraucher. Marken müssen transparente Richtlinien und robuste Sicherheitsmaßnahmen implementieren, um das Vertrauen der Nutzerinnen und Nutzer zu erhalten und regulatorischen Anforderungen gerecht zu werden.

7 Vor welchen Privatsphäre-Herausforderungen werden wir in einer XR-Welt 2035 stehen? Wie könnten sie gelöst sein?

Viele Privatsphärenherausforderungen entstehen durch XR-Devices nicht neu. Vielfach werden sie bereits heute über Geräte wie Smartphones, Dashcams oder Staubsaugerroboter berührt. Künftig wird das Privatsphäre-Schutzniveau all dieser Devices jedoch höher liegen als heute, da neue technische Methoden zum Datenschutz eingesetzt werden können.

XR wird in eine Vielzahl von Systemen eingebettet werden, die miteinander interagieren und einen Verbund bilden. So wird eine XR-Brille mit Smart Devices wie Smartwatches, Smart Home oder Smart Vehicles interagieren können. Dadurch werden insgesamt mehr Daten erhoben, kombiniert und ausgewertet, um die Extended Reality zu erstellen. Die Frage ist daher zukünftig nicht mehr, ob und wie Daten erhoben werden, sondern wie sicher diese Datenerhebung ist und was mit den Daten passiert – also eine starke Zweckbindung.

Mit dem Einsatz von XR gehen gewisse Herausforderungen mit Blick auf den Schutz der Privatsphäre einher:

Umfassende Datenerfassung: XR-Systeme erheben und verwenden umfangreiche Daten über die Umgebung, über Bewegungen, Blicke, Gesten und emotionale Reaktionen der Nutzenden, um immersive Erlebnisse zu schaffen. Diese detaillierten Informationen könnten jedoch missbraucht werden, wenn sie in die falschen Hände geraten.

Frage der Anonymität in virtuellen Räumen: In virtuellen Umgebungen können Nutzerinnen und Nutzer nicht nur durch ihre Avatare, sondern auch durch ihr Verhalten und ihre Interaktionen identifizierbar werden, wodurch ihre Anonymität gefährdet sein kann.

Zielgerichtete und manipulierende Inhalte: Mit Zugang zu umfangreichen Daten über Vorlieben und Verhalten lassen sich hochgradig zielgerichtete und potenziell manipulative Inhalte erstellen, die die Autonomie der Nutzenden untergraben.

Trotz dieser Herausforderungen haben Extended-Reality-Technologien das Potenzial, die Privatsphäre der Menschen insgesamt zu verbessern. Dies mag zunächst kontraintuitiv erscheinen, wenn man bedenkt, dass wir zukünftig mit einer viel größeren Zahl von Smart Devices interagieren werden, die über Kameras, Mikrofone und andere Sensoren verfügen, sodass wir einer neuen Fülle an Datenerhebung gegenüberstehen. Wieso wird die Privatsphäre der Menschen in der Zukunft also voraussichtlich trotzdem höher sein als sie es heute ist?

Um zu verstehen, wie Privatsphäre in virtuellen Welten und Extended Realities verwirklicht und durchgesetzt werden kann, muss man die Schichten der Extended Realities wie beim Häuten einer Zwiebel trennen und verstehen, wie sie zusammenhängen. Denn auf jeder Ebene gibt es eigene Herausforderungen für die Privatsphäre – die sich über technische, organisatorische und regulative Lösungen bewältigen lassen.

Privacy by Design: Bereits heute wird bei der Entwicklung von XR-Devices das Konzept Privacy by Design angewendet, das heißt Privatsphäre und Datenschutz spielen von Beginn an bei der Entwicklung der Geräte eine entscheidende Rolle. Privacy by Design betrifft dabei sowohl die Hardware als auch die Software von XR-Devices. Teile des Privacy by Design können die Minimierung der Datensammlung, die Stärkung der Anonymität in virtuellen Umgebungen und die Implementierung von Benutzereinstellungen sein, die eine fein abgestufte Kontrolle der Privatsphäre ermöglichen.

Differenzierung zwischen Aufnahme zur Speicherung und zur Verarbeitung: Bei XR-Devices wird es künftig außerdem eine stärkere Differenzierung zwischen der Aufnahme der Umgebung zum Zweck der Speicherung und der Aufnahme zum Zweck der Verarbeitung geben. Ein Vergleich mit heutigen Kamera-Apps auf dem Smartphone verdeutlicht den Unterschied zwischen den beiden Zwecken: Wird die Kamera-App geöffnet, wird die Umgebung bereits erfasst und verarbeitet. Eine Aufzeichnung erfolgt jedoch erst mit dem Drücken des Auslöser- bzw. Aufnahme-Buttons.

Nutzende können Privatsphäre selbst bestimmen: Bei der Ausgestaltung virtueller Welten und virtueller sozialer Plattformen gehört es bereits heute vielfach zum Standard, dass Nutzende die Möglichkeit haben, die Distanz, die andere Avatare zu ihnen einnehmen können, zu regulieren oder unerwünschte Personen zu muten bzw. zu blockieren.

Optische Signale: In Europa und in Deutschland existieren klare Vorgaben, die die Privatsphäre schützen und die auch für XR-Devices gelten. Beispielsweise ist gesetzlich eindeutig geregelt, dass in Deutschland keine versteckten Überwachungsgeräte in den Verkehr gebracht werden dürfen (§ 8 TDDDG). Diese Regulierung wird in Deutschland durch die Bundesnetzagentur überwacht, die auch Produkte vom deutschen Markt nehmen kann, wenn diese gegen geltendes Datenschutzrecht verstoßen. XR-Geräte verwenden daher häufig optische Signale, um zu signalisieren, dass sie aktiv sind oder eine Aufnahme durchführen. Dies ist insbesondere ein relevanter Faktor bei XR-Devices, die bisher noch keine hohe Verbreitung haben – wie zum Beispiel Smart Glasses. So wird verhindert, dass jemand ohne sein Wissen gefilmt wird. Damit liegt das Schutzniveau über dem der heutigen Smartphones, die nicht signalisieren, ob Fotos oder Videos erstellt werden. Zukünftig kann es sein, dass die Notwendigkeit hierfür – wie heute bei Mobiltelefonen – nicht mehr besteht. Nämlich dann, wenn allgemein bekannt ist, dass XR-Devices auch Video- und Tonaufnahmen machen können. Trotzdem können optische Signale weiterhin eine Rolle spielen.

Orts- und kontextbezogene Privatsphäre-Einstellungen: Zukünftig werden XR-Devices »always-on« sein, das heißt, sie werden permanent die Umgebung erfassen und durch KI interpretieren. KI kann hierdurch zukünftig identifizieren, ob ein XR-Device in sensiblen Bereichen genutzt wird, etwa in Krankenhäusern, einer öffentlichen Toilette oder einer Umkleidekabine. Dann ließen sich Funktionen wie die Aufzeichnung von Fotos oder Videos automatisch blockieren. Außerdem kann KI feststellen, ob Personen im Sichtfeld sind. Bei einer Datenerfassung können dann zum Beispiel deren Gesichter verpixelt oder mit einem Layer überlagert werden. Über sogenanntes Geo-Fencing können außerdem Zonen definiert werden, in denen einzelne Funktionen der Devices, beispielsweise die Kamerafunktion, nicht aktiviert werden können. XR-Devices können zum Beispiel über das Mobiltelefon auch GPS nutzen und so identifizieren, ob sie sich an einem kritischen Ort befinden.

Dezentrale und verschlüsselte Datenspeicherung: Technologien könnten für die Speicherung personenbezogener Daten genutzt werden, um Sicherheit durch Dezentralisierung und Verschlüsselung zu gewährleisten. Dies würde es den Nutzerinnen und Nutzern ermöglichen, die Kontrolle über ihre Daten zu behalten, und zu bestimmen, wer Zugang zu diesen Informationen hat.

Mehr Datenverarbeitung auf dem Gerät selbst: Die Verarbeitung der Sensoren- und Umgebungsdaten wird stärker als heute auf den Geräten selbst stattfinden können, sodass sie nicht in die Cloud übertragen werden müssen. Komplexere Anwendungen werden aber auf Server und die Cloud angewiesen sein, insbesondere dann, wenn es ein immersives Erlebnis gemeinsam mit anderen Menschen ist. Zentral wird sein, dass die Nutzerin oder der Nutzer die Kontrolle über die Datenverarbeitung haben. Beispielsweise wird klar geregelt sein, welche Daten auf dem Device selbst bleiben und welche an die Anbieter von Apps übertragen werden.

8

Treiber der XR-Zukunft 2035

Auf dem Weg in die XR-Zukunft 2035 gibt es einige Faktoren, welche die Entwicklung dorthin begünstigen. Im Folgenden wird ein Überblick über diese Treiber der XR-Zukunft 2035 gegeben. Sie werden unterteilt in technologische, gesellschaftliche, politische und ökonomische.

Technologisch

Fortschritte bei den XR-Devices: Verbesserungen in der Hardware ermöglichen leichtere, stylisere, alltagstauglichere XR-Brillen. Diese werden sich künftig mindestens so nahtlos in unseren Alltag integrieren lassen wie heute Smartphones.

Digitale Konnektivität: Die zunehmende Verfügbarkeit von Hochgeschwindigkeitsinternet, einschließlich des Ausbaus von zukünftigen Highspeed-Netzwerken, ermöglicht eine nahtlose, verzögerungsfreie und nachhaltigere Übertragung von hochauflösenden Inhalten, was für immersive XR-Erlebnisse entscheidend ist.

Kontinuierliche Fortschritte in der KI-Technologie: Die stetige Weiterentwicklung von KI-Algorithmen und -Modellen ermöglicht immer leistungsfähigere und effektivere Anwendungen in XR, wodurch komplexe Szenarien und Interaktionen unterstützt werden können. Außerdem lassen sich XR-Erlebnisse weiter personalisieren. KI-gestützte Tools zur Content-Erstellung erleichtern die Produktion von XR-Inhalten. Das senkt die Entwicklungskosten und erhöht die Verfügbarkeit diversifizierter und qualitativ hochwertiger XR-Erfahrungen.

Bessere Datenschutztechnologien: XR-Devices werden künftig über zahlreiche Technologien verfügen, welche die Daten ihrer Nutzenden schützen. Diese werden hier im ↗ Kapitel 7 beschrieben. Durch diese Technologie- und Designmaßnahmen wird die Akzeptanz von XR-Devices generell steigen und sie werden sich auch in öffentlichen Räumen datenschutzkonform nutzen lassen.

Verbesserung der Benutzerinteraktion: Die Bedienung von XR-Devices und die Interaktion in XR-Experiences wird weiter intuitiver und natürlicher. Das steigert die Benutzerfreundlichkeit und erhöht die Akzeptanz und das Engagement der Nutzerinnen und Nutzer. Anders als heute, wird es keine unterschiedlichen Bedienkonzepte für unterschiedliche Apps geben.

Zugänglichkeit für verschiedene Nutzergruppen: XR-Anwendungen werden – auch dank KI – barrierefreier werden. Sie werden auf die spezifischen Bedürfnisse von Nutzenden mit unterschiedlichen Fähigkeiten zugeschnitten sein. Das fördert die Inklusion und erweitert den Nutzendenkreis.

Gesellschaftlich

Gesellschaftliche Akzeptanz: Wenn XR-Devices kleiner, modischer und alltagstauglicher geworden sind, wird es selbstverständlicher werden, sie im Alltag zu tragen. Es ist außerdem davon auszugehen, dass sich die Menschen daran gewöhnen werden, bei anderen Brillen als einen Gegenstand mit digitalen Zusatzfunktionen zu sehen, ähnlich wie es beispielsweise bei den ersten Handys mit Kameras der Fall war, die erst Bedenken auslösten, dann aber weithin akzeptiert wurden.

Ich-will-das-haben-Gefühl: Sobald XR-Devices alltagstauglich geworden sind, werden große Teile der Bevölkerung ein Interesse daran haben, diese Devices zu nutzen und sie zu zeigen. Die Entwicklung wird hier ähnlich sein wie um das Jahr 2000 bei den ersten Handys.

Rund die Hälfte der Deutschen trägt schon eine Brille: Wer die Brille heute nur zur Sehkorrektur trägt, kann künftig – quasi ohne einen weiteren Gegenstand zu nutzen – zusätzlich XR-Informationen eingeblendet bekommen. Der Kreis der brillenvertrauten künftigen XR-Nutzenden ist damit enorm.

Soziale Vernetzung: XR fördert globale soziale Interaktionen durch virtuelle Räume, in denen Nutzerinnen und Nutzer unabhängig von ihrem physischen Standort teilnehmen können. Mit dem wachsenden Interesse an und der zunehmenden Nutzung von digitalen Technologien in der Freizeit und im Bildungsbereich wächst auch die soziale Akzeptanz von XR. Die Generationen, die mit Technologie aufwachsen, sind eher bereit, neue Formen digitaler Interaktion anzunehmen.

Demografischer Wandel: XR-Erlebnisse können eine alternde Gesellschaft unterstützen. Beispielsweise eröffnen sie neue Möglichkeiten der sozialen Interaktion, der Unterstützung im Alltag und des lebenslangen Lernens.

Globalisierung, Ausgleich Stadt-Land und verteilte Teams: XR-Technologien unterstützen die Zusammenarbeit ortsunabhängig über geografische Grenzen hinweg, indem sie virtuelle Treffen und Arbeitsräume schaffen, die eine lebensechte Präsenz und Interaktion bieten. Zeit, Aufwand und Ressourcen für Reisen und Pendeln werden reduziert.

Gesellschaftliche Bedeutung von Gesundheit und Fitness: Die Menschen werden und wollen sich mehr bewegen. Im Vergleich zu heutigen Devices wie PC, Laptop und Smartphone ist mit XR-Devices mehr Bewegung möglich. Bewegung wird natürlich in unser Lernen und in unsere Arbeit integriert werden. Virtuelle Fitnessprogramme, die auf AR- oder VR-Plattformen basieren, könnten Benutzer motivieren, regelmäßig zu trainieren, indem sie immersive und interaktive Umgebungen schaffen.

Wunsch, Effizienz und Gesundheit zu vereinen: Der Wunsch, Arbeit sowohl effizient als auch gesund zu gestalten, wird steigen. Die Integration von Entspannungs- und sozialen Räumen in die virtuelle Arbeitsumgebung unterstützt das Wohlbefinden und fördert eine gesunde Balance zwischen Arbeit und Freizeit.

Bedarf an personalisierten und effektiven Lernmethoden: XR bietet einzigartige Möglichkeiten für interaktives Lernen, das über traditionelle Methoden hinausgeht und komplexe Konzepte zugänglich macht. Adaptive Lernumgebungen in XR können das Lernerlebnis durch individualisierte Lernpfade optimieren. XR wird dabei jedoch niemals Präsenzunterricht und die direkte Interaktion mit Mitschülerinnen, Mitschülern, Lehrerinnen und Lehrern ersetzen. Vielmehr wird XR diese aber ergänzen und damit auch eine Antwort auf den Lehrermangel sein.

Wunsch nach individuellen Arbeitsbereichen: Es wird eine steigende Nachfrage nach persönlich gestalteten Arbeitsbereichen geben, die die Arbeitszufriedenheit und Produktivität steigern. XR kann hier eine Antwort geben, indem jede und jeder seinen Arbeitsbereich in der realen Welt virtuell erweitern und in der virtuellen Welt sogar komplett frei gestalten kann.

Nachfrage nach immersiven Erlebnissen: Das Streben nach tiefgreifenden und bereichernden Erfahrungen treibt die Nachfrage nach immersiven Technologien. XR ermöglicht es Benutzenden, über die Grenzen der physischen Welt hinauszugehen und einzigartige, personalisierte Erlebnisse zu schaffen.

Politisch

Förderung digitaler Innovation: Regierungen und politische Institutionen können Maßnahmen ergreifen, um digitale Innovationen und die Entwicklung virtueller Produkte zu fördern. Dies kann durch finanzielle Anreize, Förderprogramme für Startups und Investitionen in Forschung und Entwicklung erreicht werden.

Regulatorische Harmonisierung: Eine einheitliche und transparente Regulierung virtueller Produkte kann die Marktakzeptanz erhöhen und die Entwicklung und Einführung dieser Produkte erleichtern. Politische Maßnahmen zur Harmonisierung von Standards und Vorschriften können dazu beitragen, Hindernisse für den grenzüberschreitenden Handel zu beseitigen.

Internationale Zusammenarbeit bei XR-Standards: Die Etablierung internationaler Standards für XR-Technologien und -Inhalte könnte die Interoperabilität verbessern und den Marktzugang für Marken erleichtern, die in verschiedenen Regionen präsent sind.

Klare, konstruktive Datenschutzregelungen: Wenn der Datenschutz klar und konstruktiv geregelt ist, wird die Akzeptanz von XR-Devices im öffentlichen Raum steigen und ihr Einsatz dort rechtlich einwandfrei möglich sein.

Auftrag, auf das Leben vorzubereiten: XR wird eine Schlüsseltechnologie unseres Lebens sein. Entsprechend werden Bildungseinrichtungen den Auftrag haben, zu lehren, wie mit dieser Technologie umzugehen ist.

Ökonomisch

Wirtschaftliche Anreize: Unternehmen sowie Entwicklerinnen und Entwickler erkennen das Potenzial von XR in verschiedenen Branchen, von der Unterhaltung und Bildung bis hin zum Einzelhandel und der Arbeitswelt. Dies fördert Investitionen in XR-Technologien und -Inhalte.

Notwendigkeit, komplexe Prozesse und Daten effizient zu bearbeiten und zu visualisieren: Heute zeigt sich immer wieder, dass sich bei der Planung von Gebäuden und Gegenständen auf 2D-Bildschirmen Fehler einschleichen. Auch die Visualisierung komplexer Zusammenhänge stößt in 2D an ihre Grenzen. XR bietet hier die Chance, Dreidimensionales und Komplexes realistisch in 3D zu begutachten und zu durchdringen.

Wettbewerbsdruck: Es wird immer wichtiger werden, innovative Lösungen schneller und effektiver zu entwickeln. XR kann hier unterstützen und den Weg von der ersten Planung bis hin zum fertigen Produkt erheblich beschleunigen und kostengünstiger machen.

Antwort auf den Fachkräftemangel: Mit XR lässt sich Wissen im Unternehmen konservieren. Außerdem können Mitarbeitende effizient aus- und weitergebildet werden. In Kombination mit KI-Assistenten können Mitarbeitende dann sogar Tätigkeiten ausführen, die leicht über ihrem eigentlichen Qualifizierungsniveau liegen. Dank XR wird es außerdem leichter möglich sein, weiter entfernt wohnende Talente für das Unternehmen zu gewinnen und in die Arbeitsabläufe zu integrieren.

Effizientes Generieren von Real-World-Data: XR-Devices lassen sich einsetzen, um schnell und kostengünstig Räume oder ganze Plätze zu erfassen. Diese können dann für XR-Anwendungen genutzt werden – von Navigation über Tourismus bis hin zu Marketing.

Die Erstellung von XR-Content wird durch KI kostengünstig: Die enormen Fortschritte auf dem Feld der KI ermöglichen es, dass sich virtuelle Objekte und ganze virtuelle Welten schneller, kostengünstiger und häufig ohne großes technisches Vorwissen erstellen lassen.

Beitrag zur ökologischen Nachhaltigkeit: XR kann dazu beitragen, Ressourcen zu sparen. Beispielsweise lassen sich durch Treffen in XR Reisen vermeiden. Beim Online-Shopping lässt sich die Zahl der Retouren senken, wenn Kundinnen und Kunden Kleidung vor dem Bestellen virtuell anprobieren können.

Kosten- und Effizienzvorteile: Die Entwicklung virtueller Produkte kann mit geringeren Produktions- und Vertriebskosten verbunden sein als bei physischen Produkten. Die digitale Herstellung, Distribution und Aktualisierung von virtuellen Gütern ermöglicht es Unternehmen, effizienter zu arbeiten und Kosten zu senken.

Skalierbarkeit und Reichweite: Virtuelle Produkte haben oft eine hohe Skalierbarkeit, was bedeutet, dass sie leicht an verschiedene Märkte und Zielgruppen angepasst werden können. Unternehmen können ihre Reichweite erweitern und neue Einnahmequellen erschließen, indem sie virtuelle Produkte global vertreiben.

Kosteneffizienz durch virtuelle Vertriebskanäle: Die Nutzung virtueller Vertriebskanäle wie virtuelle Flagship-Stores oder immersive Produktpräsentationen kann die Betriebskosten senken und gleichzeitig das Markenimage verbessern.

Cross-Plattform-Strategie / Plattformagnostizität: Unternehmen legen sich auf gemeinsame Plattformen und Betriebssysteme fest, um die Nutzerbasis zu erhöhen und die Interoperabilität zu verbessern, sodass Anwendungen auf mehreren Plattformen laufen, ohne an ein spezifisches System gebunden zu sein.

Stärkere Bindung durch Community-Building: Marken könnten durch XR-basierte Community-Plattformen und virtuelle Events eine stärkere Bindung zu ihren Kunden aufbauen, indem sie ihnen die Möglichkeit geben, sich in virtuellen Räumen zu treffen, auszutauschen und gemeinsam Erlebnisse zu teilen.

9

Inhibitoren der XR-Zukunft 2035

Neben Faktoren, die eine XR-Zukunft 2035 begünstigen, gibt es auch solche, die sie ausbremsen oder sogar unmöglich machen können. Diese Inhibitoren der XR-Zukunft werden nun beschrieben, erneut aufgeteilt in technologische, gesellschaftliche, politische und ökonomische.

Technologisch

Aktuelle Grenzen der Hardware: Derzeit gibt es noch klare technische Limitationen bei der XR-Hardware wie begrenzte Akkulaufzeit, vergleichsweise großes Gewicht, Einschränkungen bei der visuellen Darstellungsqualität und Leistungslimits der Prozessoren. Gelingt es nicht, diese technischen Hürden zu überwinden und die XR-Devices generell kleiner, leichter und alltagstauglich zu machen, werden sie für große Teile der Bevölkerung und der Unternehmen weiter zu wenig attraktiv bleiben.

Physikalische Grenzen: Gewisse physikalische Grenzen können bei XR-Devices nicht unterschritten werden. Wenn eine gewisse Leistung gefordert wird, ist eine gewisse Größe nötig. Insbesondere durch die entstehende Wärmeentwicklung ist es oft nötig, Devices größer zu machen, damit die Wärmeabfuhr gewährleistet ist.

Mangelnde Kontinuität bei der (Fort-)Entwicklung von XR-Devices: Die vergangenen Jahre haben gezeigt, dass immer wieder zentrale Player den XR-Bereich verlassen. Dadurch wird es insbesondere auch Unternehmen erschwert, diese Technologie langfristig einzusetzen.

Asynchronität zwischen Features der Hardware und Anforderungen der Anwendungen: Oft werden einzelne Hardware-Features (etwa das Eye-Tracking) gerade in dem Moment wieder eingestellt, in dem die Anwender diese nachfragen. Dadurch passt die verfügbare Hardware dann nicht zu den verfügbaren und nachgefragten Anwendungen. Diese Asynchronität kann die Einführung und das Weiterbetreiben von XR in Unternehmen ausbremsen.

Technologische Brüche bei der Nutzung: Vergleichen mit einem Smartphone ist es heute noch komplizierter, ein XR-Device zu nutzen. Es lässt sich noch weniger nahtlos in den Alltag und in Aufgaben integrieren. Teils sind die Geräte nicht sofort einsatzbereit, teils bestehen Brüche zwischen Anwendungen auf dem Notebook / PC und den XR-Devices, teils gibt es Herausforderungen bei der Personalisierung.

Herausforderungen bei Benutzererfahrung und Akzeptanz: Die Benutzererfahrung, einschließlich der Benutzeroberfläche und des Interaktionsdesigns, ist entscheidend für die Akzeptanz von

XR-Technologien. Unzureichende Benutzerfreundlichkeit kann potenzielle Nutzerinnen und Nutzer abschrecken.

Genauigkeit der Repräsentation von realen Gegenständen: Für einige Anwendungen – gerade im industriellen Umfeld – ist ein hoher Detailgrad nötig. Nur dann lassen sich physische Gegenstände oder Maschinen angemessen in XR repräsentieren und nutzen. Die Erstellung solcher Daten kann aufwendig sein. Außerdem können solch detaillierte Modelle auf heutigen XR-Devices oft nicht mehr berechnet werden und müssen daher gestreamt werden.

Grenzen der Immersion: Bislang gelingt Immersion vor allem visuell und stellenweise auditiv. Es bleibt eine Herausforderung, auch die anderen Sinneseindrücke, etwa Haptik, Geschmack und Geruch, zu integrieren.

Mangelnde Standardisierung: Fehlende Standards von XR-Plattformen, -Geräten und -Anwendungen bergen das Risiko, die Interoperabilität und damit die breite Anwendung der Technologie zu bremsen.

Netzwerkstabilität und Latenz. Ein breiter Einsatz von XR setzt stabile, schnelle Netze mit geringer Latenz voraus. Dies wird insbesondere bei kleinen, leichten AR-Brillen entscheidend sein, da diese selbst aufgrund des kleinen Formfaktors über wenig Rechenpower verfügen können und auf Streaming angewiesen sein werden.

Platzbedarf immersiver Erlebnisse: Für eine 1:1-Bewegung in der physischen und in der virtuellen Welt ist relativ viel Platz in der physischen Welt nötig. An diesem Platzbedarf können Anwendungen scheitern. Oft ist weder im privaten Umfeld noch in Unternehmen oder Schule genügend Raum verfügbar.

Gesellschaftlich

Widerstand gegen Veränderungen: Eine generelle Skepsis gegenüber (neuen) Technologien und eine Ablehnung von neuen Arbeitsmethoden könnten auch zu einem verzögerten Einsatz von XR beitragen.

Angst vor dem Verlust physischer Kontakte: Bedenken hinsichtlich der Auswirkungen von XR auf traditionelle Arbeitsweisen, soziale Interaktionen und Bildungsprozesse könnten die Akzeptanz und Verbreitung von XR behindern. Hierzu zählt auch die Angst, dass XR physische Interaktionen im Privaten oder Beruflichen ersetzen sollen. Dabei wird verkannt, dass XR lediglich eine Ergänzung, kein Ersatz sein wird.

Mangelnde Erfahrung oder Kenntnisse: Stand heute ist festzustellen, dass vielen Menschen noch nicht klar ist, was mit XR schon möglich ist. Gelingt es nicht, ihnen die Vorteile von XR zu zeigen, wird XR ein Nischenphänomen bleiben.

Datenschutz- und ethische Bedenken: Die Erfassung und Verarbeitung von Daten in XR-Systemen kann zu Bedenken hinsichtlich Datenschutzes, Privatsphäre und ethischer Nutzung führen,

was das Vertrauen der Verbraucherinnen und Verbraucher in virtuelle Markeninteraktionen beeinträchtigen könnte. Öffentliche Skepsis könnte die Folge sein, was die allgemeine Akzeptanz dieser Technologien beeinträchtigen könnte.

Ablehnung von XR-Brillen im öffentlichen Raum: XR-Brillen könnten zumindest anfangs Bedenken bei den Umstehenden hervorrufen. Ihnen wird unklar sein, was die Trägerin oder der Träger sieht und ob sie beispielsweise gefilmt werden. Schon heutige Brillen signalisieren daher in der Regel mit einer Leuchte, ob gefilmt wird.

Angst vor Identitätsdiebstahl: In der XR-Welt 2035 werden noch stärker als heute sichere digitale Identitäten zentral sein, mit denen wir uns bei Bedarf ausweisen können. Diese müssen gut geschützt sein. Außerdem werden wir in manchen Bereichen in Form unserer fotorealistischen Avatare unterwegs sein. Sind diese nicht gut geschützt, besteht die Gefahr, dass andere unseren Avatar und damit unsere XR-Identität übernehmen. Daneben werden wir aber weiter mit fiktiven, spielerischen Avataren unterwegs sein, die nicht geschützt werden können.

Skepsis gegenüber der Zuverlässigkeit und Sicherheit von XR-Systemen: Besteht kein Vertrauen in die XR-Systeme, könnte deren Einsatz in sensiblen Bereichen wie Bildung und Gesundheitswesen eingeschränkt werden.

Mögliche Gesundheitsrisiken: Die Angst vor potenziell negativen Auswirkungen der langfristigen Nutzung von XR auf die Augen und das allgemeine Wohlbefinden kann dazu führen, dass die Technologie weniger genutzt wird.

Digitale Kluft und Ungleichheit: Die Verfügbarkeit und Zugänglichkeit digitaler Technologien sind nicht überall gleich. Eine digitale Kluft zwischen verschiedenen Bevölkerungsgruppen und Regionen kann dazu führen, dass bestimmte Bevölkerungssegmente von den Vorteilen virtueller Produkte ausgeschlossen werden.

Politisch

Generelle Datenschutzbedenken: Das Erfassen und Verwenden persönlicher Daten durch XR-Technologien könnte Datenschutz- und Sicherheitsbedenken aufwerfen. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf sensible Informationen über Verhalten, Präferenzen und Interaktionen in virtuellen Räumen. Diese Bedenken könnten beispielsweise verhindern, dass biometrische Daten verarbeitet werden, um Userinnen und User zu authentifizieren, oder dass Content personalisiert wird. Sie könnten generell die Entwicklung von XR-Devices und -Anwendungen behindern. Allerdings ist das Schutzniveau für solche persönlichen Daten bereits heute sehr hoch. Existierende Regularien zum Datenschutz gelten auch für XR.

Regulatorische Herausforderungen beim Einsatz von XR im öffentlichen Raum: Werden XR-Devices im öffentlichen Raum eingesetzt und läuft beispielsweise eine

Person durch deren Erfassungsbereich, müsste man bei einer strengen Auslegung der Regularien deren Einwilligung einholen, dass ihre Daten für eine XR-Experience verwendet werden. Dieses Problem ist derzeit nicht gelöst, daher liegt die Verantwortung momentan bei Unternehmen und Personen, die diese Technologie nutzen. Wird hier keine klare Regelung erzielt, könnten XR-Technologien im öffentlichen Raum nicht genutzt werden. Unabhängig davon werden schon technologische Mittel eingesetzt, um die Herausforderung zu minimieren. Etwa werden Personen verpixelt und ein Unterschied zwischen der Aufnahme für Aufzeichnung und der Aufnahme zum Ausführen einer Anwendung gemacht. Mehr dazu im ↗ Kapitel 7.

Organisatorische Hemmnisse wie Bürokratie und Hierarchie: Sowohl auf politischer Ebene als auch innerhalb von Unternehmen können Regularien, Vorgaben und starre Hierarchien dazu führen, dass schnelle Experimente und Iterationen erschwert werden. Das kann den Einsatz von XR verzögern oder sogar dazu führen, dass einige ihn abbrechen.

Kein einheitlicher europäischer Binnenmarkt: Die Regulierung virtueller Produkte und Dienstleistungen kann komplex und uneinheitlich sein und von Land zu Land variieren. Regulatorische Hürden und rechtliche Unsicherheiten könnten die Einführung und Nutzung virtueller Lösungen behindern.

Fehlende Gesamtstrategie zur Unterstützung von Zukunftstechnologien: Für XR existiert derzeit keine Gesamtstrategie, wie diese Technologie zum Beispiel im Bereich Bildung und Forschung, in puncto Professuren, hinsichtlich Gesamtverständnis und hinsichtlich finanzieller Förderung unterstützt werden kann.

Fehlende Vernetzung der öffentlichen Player: Öffentliche Player wie Militär, Polizei, THW etc. sind oft zu wenig vernetzt, um ihre je eigenen XR-Erfahrungen auszutauschen. Dadurch werden Erfahrungen unnötig mehrfach gemacht und eine sinnvolle Einführung der Technologie verzögert und behindert.

Ökonomisch

Fehlendes Verständnis für den Nutzen von XR: Vielen Unternehmen (noch) nicht klar, was XR überhaupt ist und was mit XR schon möglich ist. Der real messbare Impact von XR ist teils aufwendig zu erfassen. Wenn es nicht gelingt, Mehrwerte und messbare KPIs von XR aufzuzeigen, wird XR ein Nischenphänomen bleiben.

Initiale Investitionskosten: Die Entwicklung und Implementierung virtueller Produkte erfordern oft erhebliche initiale Investitionen in Technologie, Forschung und Entwicklung sowie Schulung der Mitarbeitenden. Für kleinere Unternehmen können diese Kosten ein Hindernis darstellen.

Widerstand gegen den Wandel: Einige traditionelle Unternehmen und Branchen könnten sich gegen den Wandel von physischen zu virtuellen Produkten sträuben, sei

es aus Angst vor Veränderungen in ihren etablierten Geschäftsmodellen oder aus Mangel an Verständnis für die Vorteile digitaler Innovationen. Der Widerstand gegen den Wandel könnte die Digitalisierung bremsen und die Marktdurchdringung virtueller Produkte verlangsamen.

Fachkräftemangel: Ein Mangel an qualifizierten Fachkräften, die in XR spezialisiert sind, könnte die Entwicklung und Implementierung dieser Technologien behindern und das Wachstum in diesem Bereich verlangsamen.

Fehlende Verfügbarkeit von Daten und Assets: Unternehmen fehlen oft die nötigen (3D-)Daten (zum Beispiel ihrer Produkte oder Maschinenparks), um sie sofort für XR nutzen zu können. Die Erstellung dieser Daten oder die Anpassung eventuell verfügbarer Daten kann aufwendig sein und so zum Inhibitor werden.

10

Handlungsempfehlungen für Organisationen: XR erfolgreich einführen und nutzen

Von immersiven Schulungen über realitätsnahe Simulationen bis hin zu innovativen Kundeninteraktionen: XR eröffnet neue Möglichkeiten, Arbeitsprozesse effizienter zu gestalten, den Wissenstransfer zu optimieren und einzigartige Nutzererfahrungen zu schaffen. Um diese Potenziale in der eigenen Organisation erfolgreich zu erschließen, bedarf es einer strukturierten Herangehensweise, die sowohl strategische Überlegungen als auch praktische Maßnahmen umfasst. Die folgenden zehn Handlungsempfehlungen bieten Entscheiderinnen und Entscheidern eine praxisorientierte Grundlage, um XR-Technologien gezielt einzuführen und langfristig erfolgreich zu nutzen. Wer noch tiefer in die Thematik einsteigen möchte, dem sei der Bitkom-Leitfaden ↗ »Augmented und Virtual Reality im Unternehmen einführen. Impulse & Best Practices aus der Praxis« empfohlen.

- 1. Vision und Strategie für XR entwickeln:** Definieren Sie eine klare, langfristige XR-Strategie, die auf die spezifischen Bedürfnisse Ihrer Organisation abgestimmt ist. Orientieren Sie sich dabei an den Use Cases, die bis 2035 relevant werden, wie immersive Bildung, Training, virtuelle Zusammenarbeit und XR-gestützter Kundenservice.
- 2. Interdisziplinäre Teams aufbauen:** Stellen Sie Teams zusammen, die Expertise aus Technologie, Design und den Fachbereichen Ihrer Organisation vereinen, um XR-Lösungen zu entwickeln. Integrieren Sie externe Partner und Startups, um Innovation und Umsetzungsgeschwindigkeit zu fördern.
- 3. Pilotprojekte zur Demonstration des Mehrwerts starten:** Beginnen Sie mit kleineren Projekten, die konkret den Nutzen von XR für Ihre Organisation zeigen. Beispiele sind virtuelle Schulungsplattformen oder interaktive Produktpräsentationen, die direkte Kostenvorteile und Effizienzsteigerungen bringen.
- 4. Langfristige Investitionen in XR-Hardware und -Infrastruktur tätigen:** Bereiten Sie sich auf die Integration von leichter, hochentwickelter XR-Hardware wie AR-Brillen und immersiver Headsets vor. Planen Sie Investitionen in stabile Netzwerk- und Cloud-Infrastrukturen, um XR-Anwendungen nahtlos zu unterstützen.

5. **XR Literacy in der Organisation fördern:** Schulen Sie Mitarbeitende auf allen Ebenen im Umgang mit XR-Technologien. Bieten Sie praxisnahe Trainings und E-Learning-Angebote, um die Akzeptanz und die Nutzungskompetenz für XR-Lösungen zu steigern.
6. **Ethik und Datenschutz bei XR sicherstellen:** Entwickeln Sie Richtlinien für den ethischen und datenschutzkonformen Einsatz von XR. Kommunizieren Sie transparent, wie Nutzerdaten verarbeitet werden, und setzen Sie KI-basierte Sicherheitsmaßnahmen ein, um Vertrauen zu schaffen.
7. **Digitale Umgebungen für Zusammenarbeit optimieren:** Nutzen Sie XR-basierte virtuelle Arbeitsräume, um die Zusammenarbeit in Teams zu verbessern, unabhängig von deren Standort. Simulieren Sie physische Meetings, um Nähe und Interaktivität in der Remote-Arbeit zu erhöhen.
8. **XR-Erfahrungen personalisieren und KI integrieren:** Integrieren Sie KI in Ihre XR-Anwendungen, um personalisierte Nutzererlebnisse zu schaffen, zum Beispiel durch adaptive Lernumgebungen oder kontextsensitive Unterstützung in Echtzeit.
9. **Nachhaltige XR-Nutzung fördern:** Achten Sie auf energieeffiziente XR-Lösungen und fördern Sie ein Gleichgewicht zwischen physischer und virtueller Arbeit, um digitale Überforderung zu vermeiden. Nutzen Sie XR auch für nachhaltige Zwecke, wie virtuelle Veranstaltungen, die Reiseaufwand reduzieren.
10. **XR als Innovationsmotor positionieren:** Nutzen Sie Extended Reality, um neue Geschäftsmodelle zu erschließen. Entwickeln Sie XR-gestützte Dienstleistungen und Produkte, die über 2035 hinaus wettbewerbsfähig bleiben. Setzen Sie auf Flexibilität und Skalierbarkeit, um auf technologische Fortschritte reagieren zu können.

11

Autorinnen und Autoren

Elmar Arunov

ist ein anerkannter Experte und Keynote Speaker zum Thema Metaverse. Er ist Forschungsleiter bei der ↗ Deutschen Telekom AG als auch Gründer von Symbol Hub. Er ist außerdem wertvolles Beratungsmitglied des Lenkungsausschusses der Initiative »New European Media« und trägt seine Erkenntnisse zur Entwicklung der europäischen Medien bei.



Gunnar Beister

ist Senior Expert im Bereich Technology and Business Consulting bei ↗ Bosch Digital und gestaltet seit 2015 digitale Innovationen und Transformationsprozesse. Mit einem Hintergrund in Wirtschaftsinformatik und fundierter Berufserfahrung bei Bombardier Transportation und Texas Instruments fokussiert er sich heute auf XR, VR, AR sowie AI/GenAI. Diese Schwerpunkte kombiniert er mit tiefgehender Expertise in IoT und Software Engineering, um zukunftsweisende Technologien voranzutreiben. Als Vorstandsmitglied des Bitkom-Arbeitskreises Metaverse Forum prägt er zudem aktiv die digitale Transformation in Deutschland.

Florian Bliesch

leitet den Bereich Innovation und Consulting bei der ↗ adesso mobile solutions GmbH und ist Dozent für Mobile Systeme an der Hochschule Düsseldorf HSD. Nach langjähriger Tätigkeit in der Finanzbranche, wo er internationale mobile Projekte verantwortete, liegen seine Schwerpunkte als Berater, Speaker und Autor auf der Integration von Schlüsseltechnologien wie Spatial Computing, AI oder 5/6G in mobile Ökosysteme, dem Industrial Metaverse sowie auf hochverfügbaren und geschäftskritischen mobilen Anwendungen und den Themen Change Management und Agilität.





Prof. Dr. Heiko von der Gracht

ist einer der führenden Experten für Technologie-Vorausschau. Er zählt laut Stanford-Ranking zu den Top 2 Prozent der meistzitierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weltweit. In seiner Rolle als Tech Solutions Strategist und Department Head im Bereich Technology Solutions / CTO Office und Leiter der Metaverse Taskforce gestaltet er aktiv die digitale Transformation der ↗ KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft. Über seine Professur für Foresight und digitale Transformation an der Donau-Universität Krems fördert er den Transfer der Forschung in die Unternehmenspraxis mit Fokus KI, New Work, Technologie- und Experience Management. Er ist Mitglied im World Economic Forum (Global Foresight Network) sowie Ambassador für dessen Global Collaboration Village (Metaverse Initiative).

Dr. Sebastian Klöß

ist Leiter Märkte & Technologien beim Digitalverband ↗ Bitkom. Er betreut die Arbeitskreise »Metaverse Forum«, »Augmented & Virtual Reality« sowie »NewTV«. Außerdem ist er für die Erstellung der Studie ↗ »Die Zukunft der Consumer Technology« zuständig. Vor seiner Zeit beim Bitkom hat er als Redakteur gearbeitet und sich schon damals mit Tech-Themen beschäftigt. Davor war er wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Humboldt-Universität zu Berlin, wo er in Geschichte promoviert wurde.



Nicole Krämer

ist eine etablierte Autorin und Expertin im Bereich des Metaverses. Sie bringt ihre bisherige Erfahrung als IT Specialist mit und hat als Mitwirkende an diesem Werk ihre umfassenden Kenntnisse und Erfahrungen eingebracht, um das Verständnis und die Möglichkeiten dieses aufstrebenden Bereichs zu erkunden und zu erweitern. Seit ihren Anfängen in der IT hat sie sich kontinuierlich weitergebildet und engagiert sich aktiv für die Entwicklung und Umsetzung innovativer Metaverse-Technologien. Ihre Arbeit spiegelt eine tiefe Leidenschaft für das Thema wider, und sie ist bestrebt, die Zukunft dieses digitalen Raums aktiv mitzugestalten.

Dr. Agnieszka Krzeminska

ist Strategin für digitale Transformation, künstliche Intelligenz (AI) und Extended Reality (XR) am ↗ Fraunhofer IESE. Seit über 20 Jahren berät und entwickelt sowie steuert sie Digitalisierungsprojekte im öffentlichen und privaten Sektor. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen insbesondere im Bereich strategische Zukunftsforschung (Foresight) und KI-gestützten Anwendungen. Sie ist Autorin und Gutachterin wissenschaftlicher Studien und Artikel und bringt mehrjährige Lehrerfahrung als Dozentin an Universitäten und Fachhochschulen mit.



Sebastian Kühne

ist Mitgründer und verantwortlich für Vision und Design bei der digital Agentur ↗ BLANX und dem Metaverse-Plattform-Unternehmen RAUM. Er hat langjährige Erfahrung in Computergrafik, UX/UI-Design, Extended Realities (XR) und Konzeption von Anwendungen und Marketing-Tools. Für BLANX berät und entwickelt er mit Kunden individuelle digitale Lösungen von Kommunikationstools, von App bis hin zu VR und AR. Bei RAUM liegt sein Fokus auf der Produktentwicklung und dem Design der Metaverse-Plattform.

Cansin Terporten

ist Experte für immersive Technologien in der ↗ Deloitte Garage und untersucht insbesondere digitale Zwillinge und die Zukunftsfähigkeit von XR. Mit dem Hintergrund als Wirtschaftsingenieur war sein Schwerpunkt anfänglich in der Beratung von Industrieunternehmen, insbesondere im Bereich der digitalen Produktion und Virtualisierung von Maschinen und Produktionsanlagen. Mittlerweile beschäftigt er sich mit der Entwicklung und Umsetzung von neuen Geschäftsmodellen sowie digitalen Produkten für Endkonsumenten. Aktuell wirkt er für das Deloitte Neuroscience Institute an virtuellen Avataren und KI-Assistenten mit, die auf Basis von neurowissenschaftlichen Erkenntnissen Emotionen analysieren können, um daraus Maßnahmen in der Kommunikation mit Menschen herzuleiten.





Harmen Zell

arbeitet seit 2018 im Public Policy Team von ↗ Meta für die D/A/CH-Region. Er verantwortet die Themenbereiche KI- und Datenschutzregulierung sowie immersive Technologien.

Michael Zoll

ist Head of Extended Reality bei der ↗ adesso mobile solutions GmbH und leitet das branchenübergreifende Competence Center für immersive Technologien. Er verantwortet das Business Development und die operative Leitung eines interdisziplinären Teams aus Beraterinnen und Beratern, UX-Designern, 3D-Artists und Entwicklerinnen und Entwicklern. Er unterstützt Kundinnen und Kunden sowie Partnerinnen und Partner bei der Umsetzung innovativer Lösungen in den Bereichen Extended Reality, Spatial Computing und Metaverse.



Bitkom vertritt mehr als 2.200 Mitgliedsunternehmen aus der digitalen Wirtschaft. Sie erzielen allein mit IT- und Telekommunikationsleistungen jährlich Umsätze von 190 Milliarden Euro, darunter Exporte in Höhe von 50 Milliarden Euro. Die Bitkom-Mitglieder beschäftigen in Deutschland mehr als 2 Millionen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Zu den Mitgliedern zählen mehr als 1.000 Mittelständler, über 500 Startups und nahezu alle Global Player. Sie bieten Software, IT-Services, Telekommunikations- oder Internetdienste an, stellen Geräte und Bauteile her, sind im Bereich der digitalen Medien tätig oder in anderer Weise Teil der digitalen Wirtschaft. 80 Prozent der Unternehmen haben ihren Hauptsitz in Deutschland, jeweils 8 Prozent kommen aus Europa und den USA, 4 Prozent aus anderen Regionen. Bitkom fördert und treibt die digitale Transformation der deutschen Wirtschaft und setzt sich für eine breite gesellschaftliche Teilhabe an den digitalen Entwicklungen ein. Ziel ist es, Deutschland zu einem weltweit führenden Digitalstandort zu machen.

Bitkom e. V.

Albrechtstraße 10
10117 Berlin
T 030 27576-0
bitkom@bitkom.org

[bitkom.org](https://www.bitkom.org)

bitkom