

Digitallotse Wirtschaft 4.0

XR Hardware Guide

V1.1



Gefördert von



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND TOURISMUS

Inhalt

1. Einleitung.....	3
2. Grundlagen der XR-Hardware	3
3. Strategische Überlegungen zur Wahl der XR-Hardware.....	4
4. Kategorisierung der XR Hardware für Unternehmensanwendungen.....	6
5. Technische Spezifikationen und deren Geschäftliche Relevanz	7
6. XR-Anwendungsfälle.....	8
7. Optimierung der Investitionen in XR-Hardware	9
8. Best Practices und Implementierungsrichtlinien.....	10
9. Zukunftsperspektiven	13
10. FAQs und Troubleshooting	14
11. Verweise und weiterführende Ressourcen	16
12. Impressum	20

1. Einleitung

Extended Reality (XR) – der Überbegriff für Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) und Mixed Reality (MR) – ist längst mehr als nur ein technologischer Trend. Für Unternehmen bietet XR die Möglichkeit, Effizienz zu steigern, Innovation zu fördern und neue Geschäftsfelder zu erschließen. Ob im Bereich Schulungen, Produktentwicklung, Kundeninteraktion oder virtueller Zusammenarbeit: Der Einsatz von XR-Technologie kann Unternehmen einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil verschaffen.

Damit dieser Vorteil jedoch realisiert wird, ist die Wahl der richtigen XR-Hardware von zentraler Bedeutung. Unternehmen stehen vor der Herausforderung, aus einer Vielzahl von Geräten und Technologien jene auszuwählen, die optimal zu ihren spezifischen Anforderungen passen. Dabei sind strategische Überlegungen ebenso wichtig wie ein Verständnis der technischen Grundlagen. Die Wahl beeinflusst nicht nur die Qualität der Anwendungen, sondern auch den Return on Investment (ROI) und die Akzeptanz durch Mitarbeiter und Kunden.

Dieser Guide bietet einen umfassenden Überblick über XR-Hardware für Unternehmen. Er ist so strukturiert, dass er von den Grundlagen bis hin zu konkreten Best Practices und Zukunftsperspektiven alle relevanten Aspekte abdeckt.

Zielgruppe des Guides

Dieser Guide richtet sich an Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen, die den Einsatz von Extended Reality für ihre geschäftlichen Zwecke evaluieren oder implementieren möchten. Dazu gehören:

- Maschinenbau und Fertigung: Unternehmen, die XR für Wartung, Simulation, Produktentwicklung oder Schulungen nutzen möchten.
- Architektur und Bauwesen: Firmen, die immersive 3D-Visualisierungen, virtuelle Rundgänge oder Design-Iterationen für ihre Projekte einsetzen wollen.
- Gesundheitswesen: Einrichtungen und Organisationen, die XR für medizinische Schulungen, virtuelle Therapien oder Patientenaufklärung verwenden.
- Einzelhandel: Händler, die ihren Kunden innovative Einkaufserlebnisse bieten oder XR für die Schulung von Mitarbeitern einsetzen möchten.
- Bildung: Schulen, Universitäten und Weiterbildungsinstitutionen, die immersive Lernumgebungen schaffen wollen.
- Unternehmen mit Fokus auf Innovation: Firmen, die XR als Pilotprojekt oder für die Prototypenentwicklung einführen möchten, um langfristig strategische Vorteile zu erzielen.

Der Guide ist sowohl für Unternehmen gedacht, die erste Erfahrungen mit XR-Hardware in Form von Tests und Pilotprojekten sammeln wollen, als auch für solche, die XR bereits in ihren produktiven Alltag integrieren möchten.

2. Grundlagen der XR-Hardware

XR-Hardware bildet die Basis für immersive Technologien und umfasst Kernkomponenten wie Head-Mounted Displays (HMDs), Sensoren, Kameras, Controller und Tracking-Systeme. HMDs sind entscheidend für VR und AR, wobei unterschiedliche Ansätze wie optische see-through-Displays (z. B. für AR) und immersive visuelle Displays (z. B. für VR) verwendet

werden. Fortschritte bei Projektionssystemen, OLED-Displays und Micro-LED-Technologien verbessern die Bildqualität und Energieeffizienz.

Tracking- und Sensortechnologien

Ein zentraler Schwerpunkt ist die Entwicklung von Tracking-Systemen, die präzise Bewegungs- und Positionsverfolgung ermöglichen. Diese umfassen optisches Tracking, inertielle Systeme (Gyroskope und Beschleunigungssensoren) und Inside-Out-Tracking, das Kameras und KI-Algorithmen verwendet. Fortschrittliche Sensoren wie LIDAR und Time-of-Flight-Kameras spielen eine wichtige Rolle in AR-Anwendungen, um Tiefeninformationen zu erfassen und virtuelle Objekte nahtlos in die physische Welt einzubetten.

Input- und Interaktionsgeräte

Die Steuerung in XR erfolgt durch spezialisierte Controller, Hand-Tracking oder Haptik-Geräte, die ein immersiveres Erlebnis ermöglichen. Haptische Feedback-Systeme wie Handschuhe oder Westen vermitteln taktile Rückmeldungen, während fortschrittliche Technologien wie Eye-Tracking die Benutzerinteraktion weiter verbessern und neue Möglichkeiten für realistischere VR-Simulationen schaffen.

Herausforderungen der XR-Hardware

Zu den technischen und praktischen Herausforderungen bei der Entwicklung und Implementierung von XR-Hardware zählen:

- **Leistungsanforderungen:** Geräte benötigen hohe Rechenleistung und Energieeffizienz, um Latenzzeiten zu minimieren und eine realistische Erfahrung zu ermöglichen.
- **Ergonomie und Komfort:** HMDs müssen leicht und bequem sein, um Langzeitnutzung zu ermöglichen.
- **Kosten & Anforderungen:** Es gibt eine breite (Preis-)Palette an verfügbarer XR-Hardware von günstig bis sehr teuer. Unternehmen sollten wissen welche Systeme für ihre Bedürfnisse ausreichen um unnötige Mehrkosten zu verursachen.

Zukunftstrends

Zahlreiche Autoren prognostizieren bedeutende Fortschritte in der Miniaturisierung, Akku-Technologie, und XR-Hardware-Standards, die die Integration in alltägliche Geräte wie Smartphones oder Brillen ermöglichen. Technologien wie Mixed Reality, bei der virtuelle und reale Elemente nahtlos kombiniert werden, werden als nächste große Entwicklungsstufe angesehen.

3. Strategische Überlegungen zur Wahl der XR-Hardware

Geschäftsziele definieren

Bevor ein Unternehmen in XR-Technologie investiert, sollte es genau festlegen, welche geschäftlichen Ziele es erreichen möchte. Jedes XR-Gerät bietet unterschiedliche Vorzüge, die auf spezifische Ziele ausgerichtet sind.

Geschäftsziel	Eignung der XR-Technologie	Beispiele für Hardware
Schulung und Training	VR für vollständige Immersion und sichere Übung, AR für Unterstützung vor Ort	VR-Headsets wie Meta Quest 3, HoloLens 2 für AR-Anwendungen
Produktentwicklung	VR und MR zur Visualisierung und iterativen Verbesserung von Designs	Varjo XR-4 (MR), HTC Vive Pro 2 (VR)
Marketing und Kundenservice	AR für Produktvisualisierungen und interaktive Kundenerlebnisse	Magic Leap 2, Microsoft HoloLens 2
Remote Support	AR für Fernwartung und Reparaturanleitungen	Microsoft HoloLens 2, Vuzix Blade (AR)

Kosten-Nutzen-Analyse

Ein Unternehmen muss die Anfangsinvestition in Hardware gegen die langfristigen Vorteile abwägen. Zu den Vorteilen gehören reduzierte Schulungskosten, effizientere Produktentwicklungsprozesse und eine verbesserte Kundenbindung durch innovative Marketingstrategien.

Initiale Kosten: Die Anschaffung von High-End-Hardware wie dem Microsoft HoloLens 2 oder dem Varjo XR-4 ist teuer, aber die langfristigen Einsparungen können die Kosten wettmachen, indem sie die Zeit für Prototyping und Schulung reduzieren.

Langfristige Vorteile: Wenn XR-Lösungen effektiv implementiert werden, können sie den ROI durch Zeitersparnis und Effizienzsteigerung in Bereichen wie Fernwartung oder simulierten Schulungen erheblich verbessern.

Skalierbarkeit

Unternehmen sollten auch berücksichtigen, wie gut die Hardware für zukünftige Anforderungen skalierbar ist. Lösungen wie Stand-Alone VR-Headsets (z.B. Meta Quest 3) sind besonders flexibel, da sie keine zusätzlichen PCs oder Konsolen benötigen, was sie für Unternehmen mit wachsendem Bedarf attraktiv macht.

4. Kategorisierung der XR Hardware für Unternehmensanwendungen

VR Hardware für Unternehmen

Gerät	Verwendung	Vorteile	Nachteile
HTC Vive Pro 2	High-End VR, Simulationen, Design	Hohe Auflösung, präzises Tracking	Hohe Kosten, erfordert leistungsstarke PCs
Meta Quest 3	Stand-Alone VR, Training, Meetings	Kein PC erforderlich, kostengünstig	Geringere Auflösung als kabelgebundene Geräte
Pico 4 Ultra	Stand-Alone VR, Training, Meetings	Kein PC erforderlich, kostengünstig	Geringere Auflösung als kabelgebundene Geräte
Valve Index	VR für professionelle Anwendungen	Beste Bildwiederholrate (144Hz)	Teuer, erfordert leistungsstarken PC

AR Hardware für Unternehmen

Gerät	Verwendung	Vorteile	Nachteile
Microsoft HoloLens 2	Produktentwicklung, Remote-Support	Hohe Präzision, gutes Tracking	Teuer, eingeschränkte Akkulaufzeit
Magic Leap 2	Mixed Reality in Industrie und Healthcare	Hochauflösendes Display, immersiv	Hoher Preis, begrenzte Software-Integration
Vuzix Blade	Augmented Reality, Industrie, Logistik	Tragbar, weniger auffällig	Eingeschränkte Funktionalität im Vergleich zu High-End-AR-Brillen

MR Hardware für Unternehmen

Gerät	Verwendung	Vorteile	Nachteile
Apple Vision pro	Mixed Reality für professionelles Arbeiten	Kombiniert AR und VR, hohe Auflösung	Hoher Preis, Gewichtsverteilung, Usability

Gerät	Verwendung	Vorteile	Nachteile
Varjo XR-4	High-End MR für Design und Simulation	Höchste Auflösung und visuelle Klarheit	Sehr teuer, benötigt leistungsstarke PCs

5. Technische Spezifikationen und deren Geschäftliche Relevanz

Display-Technologie

Technologie	Auswirkung auf den Anwendungsbereich	Eignung für Unternehmensanwendungen
OLED	Höhere Kontraste und tiefere Schwarztöne.	Besonders geeignet für immersive VR-Erfahrungen.
LCD	Günstiger, aber geringere Schwarztöne und Kontraste.	Für kostengünstigere Anwendungen geeignet.
MicroLED	Hohe Helligkeit und hervorragende Farben, langlebiger.	Ideal für Displays, bei denen lange Nutzung erforderlich ist.

Tracking und Latenz

Inside-Out Tracking: Verwenden von Kameras und Sensoren im Headset, um die Position des Nutzers zu verfolgen. Vorteil: Keine externen Sensoren erforderlich. Nachteil: Geringere Präzision als Outside-In-Tracking.

Outside-In Tracking: Externe Sensoren ermöglichen eine präzisere Verfolgung der Position und Bewegung des Nutzers. Vorteil: Bessere Präzision, Nachteil: Komplexere Einrichtung und zusätzliche Hardware erforderlich.

Ergonomie und Komfort

Gewicht: Leichtere Headsets wie das Meta Quest 2 eignen sich besser für längere Nutzung. Schwerere Geräte wie das HoloLens 2 können unbequem werden, wenn sie über längere Zeit getragen werden müssen.

Kopfband und Polsterung: Ein verstellbares Kopfband sorgt für besseren Komfort. Auch die Polsterung des Geräts (z.B. für die Stirn) trägt dazu bei, den Tragekomfort zu erhöhen. Dabei gibt es die „Elite Straps“ und die „Halo Straps“ Variante. Bei der ersteren wird das HMD an Gesicht und Hinterkopf gehalten, bei letzterem wird es an Stirn und Hinterkopf gehalten womit dann z.B. ein „schwebendes“ HMD ermöglicht wird.

Kompatibilität mit anderen Systemen

Unternehmen sollten sicherstellen, dass die ausgewählte Hardware problemlos mit ihren bestehenden Softwarelösungen (z.B. CAD-Systeme, Enterprise Resource Planning (ERP)-Software) integriert werden kann.

6. XR-Anwendungsfälle

Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit

XR-Technologien ermöglichen immersive Trainingssimulationen, in denen Mitarbeiter Gefahrensituationen risikofrei erleben und bewältigen können. Virtuelle Umgebungen helfen, Sicherheitsprotokolle praxisnah zu üben, ohne reale Gefahren.

Assistenz, Fernassistenz

Augmented Reality (AR) kann als visuelle und interaktive Anleitung dienen, etwa durch Überlagerung von Anweisungen direkt auf Maschinen. Remote-Assistenz erlaubt es Experten, via XR aus der Ferne zu unterstützen, wodurch Kosten und Zeit für Reisen reduziert werden.

Automatisierungstechnik-Prototyping, HIL

XR ermöglicht die Visualisierung und Simulation automatisierter Prozesse. Hardware-in-the-Loop (HIL)-Simulationen können in virtuellen Testumgebungen durchgeführt werden, um Entwicklungszeiten zu verkürzen und Fehler frühzeitig zu identifizieren.

Design, Gestaltung, Styling

Designer können in virtuellen Räumen Modelle entwerfen und gestalten, bevor physische Prototypen erstellt werden. Dies spart Kosten und ermöglicht schnellere Iterationen.

Dokumentation

XR bietet innovative Möglichkeiten zur interaktiven Dokumentation, z. B. durch 3D-Modelle, die den Nutzern eine detaillierte und intuitive Informationsquelle bieten.

Fabrikplanung

Mit XR können virtuelle Fabriklayouts erstellt und getestet werden, bevor physische Veränderungen vorgenommen werden. Dies optimiert Arbeitsabläufe und minimiert Umbaukosten.

Kooperation, Remote Collaboration

XR ermöglicht ortsunabhängige Zusammenarbeit in Echtzeit. Teams können gemeinsam an virtuellen Modellen arbeiten und diese in interaktiven Besprechungen besprechen.

Logistik

In der Logistik erleichtert XR die Visualisierung von Lagerkapazitäten und die Planung von Materialflüssen. Mitarbeiterschulungen in XR-Umgebungen können komplexe Prozesse effizienter vermitteln.

Marketing, Vertrieb

Virtuelle Showrooms und interaktive Präsentationen ermöglichen es Unternehmen, Produkte immersiv und eindrucksvoll zu präsentieren, was die Kundenbindung stärkt.

Marktforschung und Store Simulation

XR bietet realitätsnahe Simulationen von Verkaufsräumen und ermöglicht es, das Verhalten von Konsumenten zu analysieren. Prototypische Store-Designs können getestet werden, bevor sie umgesetzt werden.

Produktentwicklung

XR beschleunigt die Produktentwicklung durch interaktive 3D-Visualisierungen und virtuelle Tests, bei denen Design und Funktionalität überprüft werden können, bevor ein physischer Prototyp entsteht.

Service, Wartung, Reparatur

AR-Anwendungen ermöglichen Techniker:innen den direkten Zugriff auf Wartungsanleitungen oder Schritt-für-Schritt-Anweisungen in Echtzeit. Virtuelle Schulungen machen Mitarbeiter fit für komplexe Wartungsaufgaben.

Therapie und Diagnose

In der Medizin kann XR zur Diagnoseunterstützung oder für Therapieanwendungen, wie z. B. die Behandlung von Phobien oder posttraumatischen Belastungsstörungen, eingesetzt werden.

Training, Ausbildung

XR bietet immersive Lernumgebungen, in denen Nutzer praxisnah und sicher trainieren können. Dies ist besonders für Berufe mit hohem Gefährdungspotenzial wertvoll.

Usability & Ergonomie

Mit XR können Arbeitsplätze und Produkte virtuell auf Ergonomie und Nutzerfreundlichkeit getestet werden. Dies verbessert die Produktgestaltung und steigert die Effizienz der Mitarbeiter.

7. Optimierung der Investitionen in XR-Hardware

Kosten und ROI

Unternehmen können den ROI von XR-Hardware anhand von Zeitersparnissen, Kostensenkungen (z.B. bei Schulungen oder Reisen) und Effizienzsteigerungen messen. In manchen Fällen kann XR auch die Innovationskraft eines Unternehmens steigern, was langfristig einen Wettbewerbsvorteil verschafft.

Langfristige Wartung und Support

Die Wartung von XR-Hardware umfasst regelmäßig durchgeführte Software-Updates, Reparaturen und Upgrades der Hardwarekomponenten. Unternehmen sollten außerdem sicherstellen, dass sie einen zuverlässigen Supportdienstleister oder Herstellerpartner haben, der bei technischen Problemen schnell reagieren kann.

- **Kosten und ROI (Return on Investment):**
 - Berechnung der Einsparungen und Vorteile durch den Einsatz von XR (z.B. reduzierte Reise- und Schulungskosten, höhere Produktivität).
- **Langfristige Wartung und Support:**

- Empfehlungen für Wartung, Support und Upgrades von Hardware.
- Partnerschaften mit XR-Anbietern, die auch Support- und Schulungsangebote bieten.
- **Einsatz von Cloud-basierten Lösungen:**
 - Vorteile der Nutzung von Cloud-Plattformen für XR-Inhalte und -Anwendungen (z.B. geringere Hardwareanforderungen, bessere Skalierbarkeit).

Hardware-Auswahl

Die Auswahl der richtigen XR-Hardware für ein Unternehmen hängt von mehreren Faktoren ab, darunter Budget, Anwendungsfälle und langfristige Skalierbarkeit. Es ist wichtig, nicht nur die Hardwarekosten, sondern auch den Support, die Softwarekompatibilität und die Benutzerfreundlichkeit zu berücksichtigen.

Bestes Preis-Leistungs-Verhältnis für Unternehmen

Für Unternehmen, die gerade erst in die XR-Welt einsteigen, sind Stand-Alone VR-Headsets eine kostengünstige und praktische Lösung. Sie benötigen keine leistungsstarken PCs und sind relativ einfach in der Einrichtung. Solche Headsets eignen sich besonders für Trainings- und Schulungszwecke.

XR Device Management – Überblick und Vergleich

Was ist Device Management im XR-Kontext?

Device Management ermöglicht die zentrale Steuerung und Konfiguration von XR-Geräten (z. B. VR/AR-Headsets) in Unternehmen. Typische Funktionen:

- App-Verteilung und Updates
- Zugriffskontrolle
- Kiosk- und Präsentationsmodi
- Sicherheitsrichtlinien und Nutzungsanalysen
- Remote-Zugriff und Fehlerdiagnose

Aktuelle Entwicklungen bei Herstellern

Meta (Quest-Reihe)

Meta hat 2024 seine Business-Lösungen neu strukturiert unter *Meta for Work*.

Lizenzstufe	Funktionen
Core	Grundfunktionen, keine MDM-Integration
Advanced	MDM-Support, Kiosk-Modus, App-Deployment
Enterprise	SSO, Azure AD, Sicherheitsfunktionen, Support

- Drittanbieter-MDM nur ab „Advanced“
- Alte „Quest for Business“-Lizenzen entfallen

Quelle: meta.com/business/work

Pico (Pico 4 Enterprise, Neo 3 Pro etc.)

Pico bietet ein eigenes Management-Portal:

- *Pico Business Suite*: Gerätebindung, App-Verteilung, Netzwerkkonfiguration
- Teils begrenzte Unterstützung für Drittanbieter-MDM

Quelle: picoxr.com/global/business

Externe Device Management Lösungen (MDM)

Plattformunabhängige Anbieter (für gemischte Umgebungen):

1. VMware Workspace ONE

- Android Enterprise-Unterstützung
- Kompatibel mit Meta Quest
- Hohe Integrationsfähigkeit

2. Microsoft Intune

- Nutzt Azure AD, Conditional Access
- Grundfunktionen für XR-Devices

3. 42Gears SureMDM

- Speziell auf XR/Industriegeräte ausgerichtet
- Unterstützt Meta, Pico, Vuzix, HTC

XR-spezialisierte Anbieter (für reine XR-Umgebungen):

1. ArborXR

- Plattformübergreifend (Meta, Pico, Lenovo)
- White-Label Launcher, OTA-Updates, App-Verwaltung

2. ManageXR

- Fokus auf Schulung, Events, Education

- Webbasiertes Dashboard, kein Root-Zugriff notwendig

MERKMAL	META (ADVANCED+)	PICO BUSINESS SUITE	EXTERNE LÖSUNGEN
MDM-INTEGRATION	Drittanbieterfähig	Eigenständig, begrenzt	Breite Auswahl, teils spezialisiert
LIZENZKOSTEN	Ab Advanced kostenpflichtig	Meist kostenlos	Variiert (Abos)
APP-VERTEILUNG	Ja (über MDM)	Ja	Ja
SSO/ID-FÖDERATION	Ab Enterprise	Teilweise	Teils (z. B. Intune, ArborXR)
REMOTE-MANAGEMENT	Vollständig	Eingeschränkt	Vollständig (je nach Anbieter)

8. Best Practices und Implementierungsrichtlinien

Die Implementierung von XR-Technologien im Unternehmen erfordert eine gründliche Planung und eine schrittweise Einführung. Die richtigen Best Practices helfen, den Erfolg der Technologieeinführung sicherzustellen.

Planung der Implementierung

Die Einführung von XR in einem Unternehmen sollte schrittweise erfolgen, beginnend mit einem Pilotprojekt. Hier ist ein allgemeiner Plan, den Unternehmen verwenden können:

Schritt	Beschreibung	Zeitplan
Bedarfsanalyse und Zielsetzung	Identifizierung des Anwendungsbereichs (z.B. Schulung, Produktdesign). Festlegung der Ziele.	1–2 Monate
Hardware- und Softwareauswahl	Auswahl der besten Geräte und Softwarelösungen, basierend auf der Bedarfsanalyse.	1 Monat
Pilotprojekt	Durchführung eines Tests mit einer kleinen Gruppe, um Erfahrungen zu sammeln und Feedback zu erhalten.	3–6 Monate
Vollständige Implementierung	Rollout der XR-Technologie für das gesamte Unternehmen. Schulungen und Integration in bestehende Prozesse.	6–12 Monate
Langfristige Wartung und Updates	Regelmäßige Updates der Software und Hardware, basierend auf technologischem Fortschritt und Benutzerfeedback.	Kontinuierlich

Mitarbeiter schulen

Für eine erfolgreiche Einführung ist es entscheidend, die Mitarbeiter angemessen zu schulen. Diese Schulung sollte sowohl technische als auch anwendungsspezifische Aspekte abdecken:

Schulungsthema	Ziel	Methoden
Technische Schulung	Sicherstellen, dass Mitarbeiter die Geräte korrekt bedienen können.	Online-Workshops, Praxisübungen, Tutorials
Anwendungsspezifische Schulung	Vermittlung, wie XR-Technologie konkret im Arbeitsalltag verwendet wird.	In-house Training, Simulationen
Feedback und kontinuierliches Lernen	Ständige Verbesserung und Anpassung der Schulungsinhalte.	Umfragen, Q&A-Sessions, regelmäßige Evaluierungen

Verwaltung und Wartung der Hardware

Die regelmäßige Wartung und Verwaltung der XR-Geräte stellt sicher, dass diese immer auf dem neuesten Stand und funktionsfähig bleiben. Zu den wichtigen Aufgaben gehören:

- Firmware- und Software-Updates: Regelmäßige Updates sorgen dafür, dass Sicherheitslücken geschlossen werden und neue Funktionen verfügbar sind.
- Hardware-Checks: Überprüfen, ob alle Sensoren und das Display ordnungsgemäß funktionieren.
- Lagerung und Pflege: Sicherstellen, dass Geräte ordnungsgemäß gelagert werden, um Schäden zu vermeiden (z.B. in sicheren Hüllen oder speziellen Ständern).

9. Zukunftsperspektiven

XR-Technologien entwickeln sich ständig weiter, und Unternehmen sollten bereit sein, sich an neue Technologien und Trends anzupassen. Hier sind einige zukünftige Entwicklungen, die Unternehmen im Auge behalten sollten:

Erweiterte Interaktivität

- Eye-Tracking und Hand-Tracking: Diese Technologien werden zunehmend in XR-Geräten integriert, um eine noch intuitivere Interaktion zu ermöglichen.
- 5G und Cloud-basierte XR: Mit der Einführung von 5G-Netzwerken wird die Datenübertragung für XR-Geräte schneller und zuverlässiger. Dies eröffnet neue Möglichkeiten für den Fernzugriff auf XR-Umgebungen, etwa für Schulungen oder Fernwartung.

Integration von KI und XR

- Künstliche Intelligenz wird zunehmend in XR-Technologien integriert, um personalisierte Benutzererlebnisse zu schaffen. KI-gesteuerte Analyse-Tools können in Echtzeit lernen, wie Benutzer mit der XR-Umgebung interagieren, und darauf basierend maßgeschneiderte Trainings- oder Produktentwicklungserfahrungen anbieten.

Vernetzung mit IoT

- Die Integration von Internet der Dinge (IoT) in XR-Umgebungen ermöglicht es, physische Geräte mit digitalen Systemen zu verbinden. Ein Beispiel könnte eine AR-Brille sein, die Echtzeitdaten von Maschinen anzeigt, um die Wartung zu erleichtern oder Anomalien sofort zu erkennen.

Erweiterung auf neue Märkte

- Telepräsenz und Remote-Arbeiten: In einer zunehmend globalisierten Welt könnte XR eine noch größere Rolle bei der Verbesserung der Remote-Arbeit und der Telepräsenz spielen, insbesondere durch die Verwendung von MR für immersive Meetings und Schulungen.

10. FAQs und Troubleshooting

Hier einige häufige Fragen und Lösungen:

FAQs

1. Welche XR Brillen garantieren IT-Support & Updates?

HTC Vive:

- Bietet ein modulares Konzept, das es Besitzern ermöglicht, zusätzliches Zubehör wie Eye-tracking- und Facetracking-Module anzuschließen
- Verfügt über Enterprise-Services (erweiterter Support), was auf einen umfangreichen Support für Geschäftskunden hindeutet

Meta Quest 3:

- Meta investiert kontinuierlich in die Entwicklung neuer Inhalte und Anwendungen, was auf regelmäßige Updates schließen lässt
- Bietet eine breite Palette von Anwendungen, von Spielen über Bildungsprogramme bis hin zu sozialen Plattformen
- Günstiger Meta for Business Service

Pico 4 Ultra Enterprise:

- Bietet kostenlose Zusatzsoftware und ein Unternehmensbetriebssystem
- Die Enterprise-Edition kommt mit MDM-Support, was auf umfangreiche Unterstützung für Unternehmensanwender hindeutet

Varjo XR-4:

- VR-Brille mit Inside-Out Tracking und bietet Funktionen für Design- und Entwicklungsanwendungen in Unternehmen
- Verfügt über eine Varjo Reality Cloud Plattform mit zusätzlichen Möglichkeiten für den Endanwender.

2. Wie verwalte ich XR-Geräte effizient im Unternehmen?

Device Management Lösungen & Informationsquellen

Apple Vision Pro

- Nutzt Apple Business Manager bzw. Apple School Manager zur automatisierten Registrierung und Verwaltung
- Unterstützt gängige MDM-Plattformen (z. B. Jamf, Microsoft Intune).
- Weiterführende Infos:
 - [Apple Business Manager Infos](#)
 - [Apple Vision Pro – Deployment Guide](#)

Pico Enterprise (Business Device Manager)

- Integrierte MDM-Lösung für PICO-Headsets (z. B. Neo3, Pico 4 Ultra Enterprise)
- Funktionen: Batch-Enrollment, Remote-Monitoring, Geräte- und Content-Verwaltung
- Weiterführend:
 - [ARBORXR-Blog mit umfassendem Überblick](#)
 - [PICO User Guide](#)

Meta Quest for Business

- Cloud-basierter Meta Device Manager für zentrale Kontrolle von Apps, Rollen und Remote-Reset.

Problemlösungen

Probleme mit der Kalibrierung des Tracking-Systems:

- Überprüfen Sie, ob alle Sensoren und Basisstationen korrekt ausgerichtet sind.
- Stellen Sie sicher, dass keine spiegelnden Oberflächen oder Hindernisse im Tracking-Bereich vorhanden sind.
- Führen Sie eine erneute Kalibrierung mithilfe der Software des Herstellers durch.

Geringe Performance der VR-Anwendung:

- Stellen Sie sicher, dass der PC die empfohlenen Systemanforderungen des VR-Headsets erfüllt.
- Aktualisieren Sie GPU-Treiber und schließen Sie unnötige Hintergrundprozesse.

Bildverzögerungen oder Ruckeln bei der Anzeige:

- Aktivieren Sie die "Motion Smoothing"-Option in den Einstellungen (z. B. SteamVR).
- Überprüfen Sie die Kabelverbindungen und testen Sie die Verbindung mit einem anderen USB-Port.

- Reduzieren Sie die Grafikqualität in der Anwendungseinstellung, um die GPU zu entlasten.

AR-Anwendung reagiert nicht auf Umgebungsobjekte:

- Prüfen Sie, ob die Kamera des AR-Geräts ordnungsgemäß funktioniert.
- Aktualisieren Sie die AR-Software und die Firmware des Geräts.
- Achten Sie darauf, dass die Umgebung gut beleuchtet ist, da AR-Systeme auf visuelles Tracking angewiesen sind.

Probleme mit der Synchronisation von Multi-User-Erfahrungen:

- Stellen Sie sicher, dass alle Geräte mit dem gleichen Netzwerk verbunden sind und die Anwendungen synchronisierte Zeitstempel verwenden.
- Nutzen Sie dedizierte XR-Netzwerkprotokolle oder Cloud-Dienste wie Photon oder Spatial.

Tracking-Verlust bei schnellen Bewegungen:

- Überprüfen Sie die Tracking-Umgebung auf mögliche Interferenzen durch andere Geräte (z. B. WLAN oder Bluetooth).
- Passen Sie die Position und Anzahl der Tracker an, um den Tracking-Bereich zu erweitern.

11. Verweise und weiterführende Ressourcen

Weiterführende Literatur

Fachbücher:

1. **"Virtual Reality and Augmented Reality: Foundations and Applications"**
Herausgeber: M. Furht und J. P. Sousa
 - Überblick über VR/AR-Hardware, Software und Anwendungsfälle.
 - Kapitel zur Entwicklung und Analyse von Hardwarekomponenten wie Head-Mounted Displays (HMDs) und Tracking-Systemen.
 - ISBN: 978-3319494004
2. **"Augmented Reality: Principles and Practice"**
Autoren: Dieter Schmalstieg, Tobias Hollerer
 - Grundlagen der AR-Technologie, einschließlich Hardware-Design, Kameras und Sensoren.
 - Sehr gut geeignet für Ingenieure und Entwickler.
 - ISBN: 978-0321883575
3. **"Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design"**
Autoren: William R. Sherman, Alan B. Craig
 - Fokussiert auf die Hardware- und Softwareelemente, die immersive VR-Erlebnisse ermöglichen.

- Themen: Display-Technologien, Input-Geräte, und Tracking-Systeme.
- ISBN: 978-1558603530
- 4. **"Practical Augmented Reality: A Guide to the Technologies, Applications, and Human Factors for AR and VR"**
 Autoren: Steve Aukstakalnis
 - Behandelt AR- und VR-Hardware wie Optiken, Displays und Sensoren.
 - Schwerpunkt auf die Integration von Hardware und Mensch-Maschine-Interaktion.
 - ISBN: 978-0134094236
- 5. **"Mixed Reality and Human-Robot Interaction"**
 Autoren: Bilge Mutlu, Jodi Forlizzi, Aaron Steinfeld
 - Diskutiert Mixed Reality in Kombination mit Robotik-Hardware und fortschrittlichen Sensoren.
 - Für Leser mit speziellem Interesse an Forschung und Entwicklung.
 - ISBN: 978-1108456311

2. Business und Management von XR

- 4. **"The Fourth Transformation: How Augmented Reality & Artificial Intelligence Will Change Everything"**
 - *Autoren:* Robert Scoble, Shel Israel
 - *Beschreibung:* Dieses Buch gibt einen Überblick über die strategischen Implikationen von XR für Unternehmen und zeigt, wie diese Technologien die Arbeitswelt revolutionieren können.
 - ISBN: 978-1537591399
- 5. **"Extended Reality in Practice: 100+ Amazing Ways Virtual, Augmented, and Mixed Reality Are Changing Business and Society"**
 - *Autor:* Bernard Marr
 - *Beschreibung:* Ein leicht verständlicher Überblick darüber, wie Unternehmen XR-Technologien in verschiedenen Branchen einsetzen können. Ideal für Entscheider und Führungskräfte.
 - ISBN: 978-1119699364
- 6. **"Immersive Learning: A Practical Guide to Leveraging Virtual Reality's Superpowers in Training and Development"**
 - *Autor:* Kai Frazier
 - *Beschreibung:* Dieses Buch fokussiert sich auf den Einsatz von XR-Technologien im Bereich Schulung und Weiterbildung und bietet praktische Beispiele.
 - ISBN: 978-1736868002

3. Forschung und Entwicklung

- 7. **"Handbook of Augmented Reality"**
 - *Autor:* Borko Furht

- *Beschreibung:* Ein umfassendes Nachschlagewerk für die Forschung und Entwicklung von AR-Technologien. Dieses Buch enthält theoretische Grundlagen und praktische Anwendungen.
- *ISBN:* 978-1461400639

8. "Virtual Reality: Concepts and Technologies"

- *Autoren:* Philippe Fuchs, Guillaume Moreau, Pascal Guitton
- *Beschreibung:* Ein technisches Buch, das die wichtigsten Technologien und Konzepte hinter VR erklärt. Es eignet sich besonders für technische Teams und Entwickler.
- *ISBN:* 978-1439899106

4. Branchenfokus

9. "Augmented Reality in Retail: The Future of Shopping"

- *Autor:* Stéphane Schmid
- *Beschreibung:* Dieses Buch konzentriert sich auf die Anwendungen von AR im Einzelhandel und bietet Strategien zur Verbesserung der Kundenerfahrung.
- *ISBN:* 978-1792450231

10. "Virtual Reality for Healthcare: A Roadmap for Medical Innovators and Educators"

- *Autoren:* Samuel Greengard
- *Beschreibung:* Ein praktischer Leitfaden zur Integration von VR-Technologie im Gesundheitswesen, von Schulungen bis zu Patienten Anwendungen.
- *ISBN:* 978-1032023749

5. Wissenschaftliche Artikel und Whitepapers

11. "Applications of Virtual Reality in Industry 4.0"

- *Quelle:* IEEE Transactions on Industrial Informatics
- *Beschreibung:* Ein wissenschaftlicher Artikel, der die Rolle von VR in der vierten industriellen Revolution untersucht.

12. "The Impact of Augmented Reality on Business Models"

- *Quelle:* Harvard Business Review
- *Beschreibung:* Eine Studie über die Auswirkungen von AR auf traditionelle Geschäftsmodelle und deren Anpassung.

13. "Extended Reality: Opportunities and Risks for Business"

- *Quelle:* PwC Whitepaper

- *Beschreibung:* Ein Whitepaper, das potenzielle Geschäftschancen und Risiken im Zusammenhang mit XR-Technologien beleuchtet.

6. Online-Ressourcen

14. XR Association (XRA)

- *Website:* <https://xra.org>
- *Beschreibung:* Eine führende Plattform für XR-Unternehmen, die Standards, Best Practices und Fallstudien bereitstellt.

15. Varjo Blog

- *Website:* <https://varjo.com/blog>
- *Beschreibung:* Aktuelle Nachrichten, Trends und Forschung zu XR-Hardware, speziell für High-End-Business-Anwendungen.

16. Unity Learn

- *Website:* <https://learn.unity.com>
- *Beschreibung:* Kostenlose Kurse und Tutorials zur Entwicklung von XR-Anwendungen mit Unity.

17. Davis, Nick. "Case Study: SAP Integrates AR for ERP." *AR Insider*, 17. Februar 2021, <https://arinsider.co/2021/02/17/case-study-sap-integrates-ar-for-erp/>.

18. Spiess, Michael. "XR-Venture – Angebote im Bereich erweiterte, gemischte und virtuelle Realität." *SAP News Center*, 27. Oktober 2020, <https://news.sap.com/germany/2020/10/xr-cloud-unity/>.

12. Impressum

Verantwortlich für die Inhalte dieser Publikation ist das Virtual Dimension Center (VDC) Fellbach. Die Inhalte wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte kann jedoch keinerlei Gewähr übernommen werden. Die Inhalte unterliegen dem deutschen Urheberrecht. Die Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und jede Art der Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts bedürfen der schriftlichen Zustimmung des Erstellers.

Verantwortlich für den Inhalt:

Virtual Dimension Center (VDC) Fellbach

Kompetenzzentrum für Virtuelle Realität und kooperatives Engineering w.V.

Ioannis Alexiadis MSc

Prof. Dr. Christoph Runde

Auberlenstr. 13

70736 Fellbach

URL: www.vdc-fellbach.de

Kontakt:

Tel.: +49(0)711 58 53 09-0

Fax : +49(0)711 58 53 09-19

Email: info@vdc-fellbach.de

Förderhinweis

Die vorgestellten Arbeiten entstanden im Rahmen des Projekts "Digitallotse Wirtschaft 4.0", welches durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg gefördert wird.



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND TOURISMUS