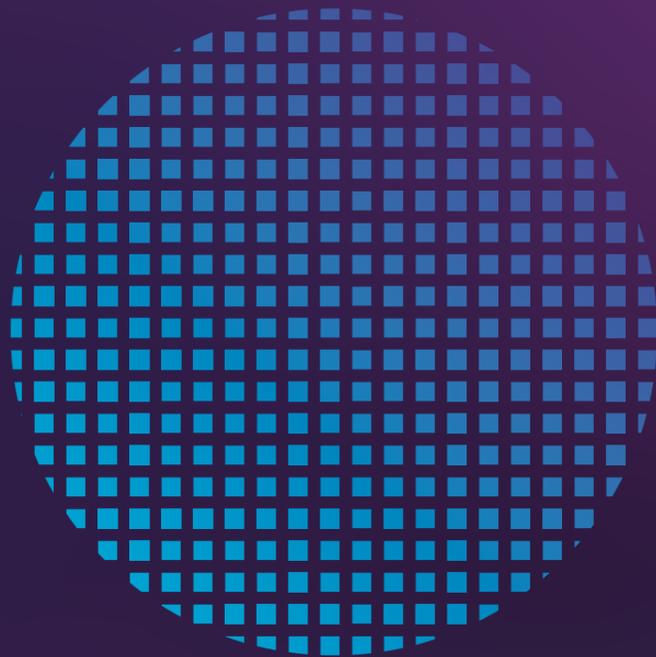




CyberLänd

CyberLänd

Potenziale des Metaverse
für Unternehmen in
Baden-Württemberg



POTENZIALE DES METAVERSE FÜR UNTERNEHMEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Partner



gefördert durch



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND TOURISMUS

VORWORT

Mit dem Begriff des Metaverse verbinden sich verschiedene Assoziationen, Hoffnungen und Befürchtungen. Als weitere Entwicklungsstufe des Internets im dreidimensionalen Raum sollen physische und virtuelle Welten zusammengeführt und dadurch neue Formen der sozialen Interaktion und wirtschaftlichen Transaktion ermöglicht werden. Dadurch können innovative Geschäftsmodelle und neue Formen kollaborativer Wertschöpfung entstehen, gleichzeitig werden erhebliche Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft erwartet.

Aktuell erfolgt die Auseinandersetzung mit dem Metaverse noch eher allgemein und wenig differenziert. Dies liegt zum einen daran, dass das Metaverse vor dem Hintergrund sehr unterschiedlicher Anwendungsszenarien in verschiedenen Lebens- und Wirtschaftsbereichen diskutiert wird. Zum anderen erfordert die Umsetzung des Metaverse die Zusammenführung unterschiedlicher Technologien, Akteure und Datenökosysteme, was die Komplexität und Perspektivenvielfalt des Themas deutlich erhöht. Für Unternehmen ist es jedoch entscheidend, eine klare und gemeinsame Perspektive zu entwickeln, um Chancen und Herausforderungen einschätzen zu können und zum gewünschten Ziel zu gelangen.

Nicht nur große Big-Tech-Unternehmen werden die weiteren Entwicklungen auf dem Weg ins Metaverse vorantreiben. Auch die Ausrüstung von Industrie, Herstellung von Unternehmenssoftware und die Spielentwicklung werden eine maßgebliche Rolle spielen – Geschäftsbereiche, die in Baden-Württemberg eine starke Stellung und Tradition haben.

Vor diesem Hintergrund haben das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA und das Virtual Dimension Center (VDC) das Projekt CyberLänd initiiert. Gefördert wird es vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg. Ziel des Projektes ist es, Akteuren aus Wirtschaft, Politik und Gesellschaft am Standort Baden-Württemberg die Potenziale des Metaverse zu vermitteln und Handlungsempfehlungen zu generieren.

Die vorliegende Studie fasst zentrale Ergebnisse des Projektes zusammen, indem sie eine Brücke zwischen theoretischen Erkenntnissen und der Praxis schlägt. Basierend auf 30 qualitativen Interviews wird der aktuelle Wissens- und Umsetzungsstand in Unternehmen dargestellt und ihre Einschätzungen zu Potenzialen und Herausforderungen des Metaverse analysiert. Im Rahmen einer Szenarioanalyse wurden vier Zukunftsszenarien für das Metaverse im Jahr 2033 entwickelt und werden hier vorgestellt.

Wir danken allen, die an der Erstellung der Studie mitgewirkt haben. Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, wünschen wir eine spannende und inspirierende Lektüre und laden Sie ein, sich auf eine Entdeckungsreise zu begeben. Möge Ihnen die Studie als Wegweiser dienen, um die vielfältigen Möglichkeiten durch das Metaverse zu erkennen, zu bewerten und voll auszuschöpfen.

Univ.-Prof. Dr. habil. Katharina Hölzle, MBA
Fraunhofer IAO
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl
Fraunhofer IPA
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Christoph Runde
Virtual Dimension Center (VDC)

INHALT

Vorwort	2
Inhalt	3
Management Summary	4
1. Einleitung	10
2. Grundlagen Metaverse	12
2.1. Grundlegendes Verständnis des Metaverse	14
2.2. Auf dem Weg ins Metaverse – Konvergenz entscheidender Technologien	18
3. Wissenschaftliches Vorgehen	22
3.1. Literatur-Heatmap Metaverse	23
3.2. Methodisches Vorgehen der Studie	26
3.3. Methodisches Vorgehen Szenarien-Analyse	27
3.4. Charakteristika der Unternehmen der Stichprobe	28
4. Ergebnisse aus Interviews mit Expert:innen	30
4.1. Verständnis des Metaverse	31
4.2. Strategische Relevanz des Metaverse in Unternehmen	32
4.3. Herausforderungen	43
4.4. Direkt umsetzbare Handlungsmaßnahmen	50
4.5. Externe Handlungsmaßnahmen	62
5. Zukunftsszenarien 2033	66
6. Handlungsempfehlungen für Politik, Gesellschaft und Unternehmen in Baden-Württemberg	71
7. Fazit und Ausblick	74
Literatur	76
Abbildungen	79
Tabellenverzeichnis	79
Anhang	80
Impressum	83

MANAGEMENT SUMMARY

Trotz Prognosen verschiedener Institutionen, welche die Umsatzpotenziale für „das“ Metaverse auf zwei- bis dreistellige Milliardenbeträge beziffern, sind deutsche Unternehmen zurückhaltend bei der Adaption des aktuellen Hypes um den Begriff Metaverse. Dabei hat gerade Baden-Württemberg als einer der wichtigsten Industriestandorte Europas und Heimat vieler Technologieunternehmen ein großes Potenzial, diese zukünftigen Umsatzmöglichkeiten für sich zu nutzen und zu prägen.

Im Rahmen des Projekts CyberLänd wurden über 700 Unternehmen und Institutionen in Baden-Württemberg identifiziert, die an metaverse-relevanten Technologien und Anwendungen arbeiten. Das Spektrum der Unternehmen reicht dabei von Startups über kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) bis hin zu international agierenden Konzernen. Viele dieser Unternehmen sind sich ihrer Bedeutung als mögliche Metaverse-Teilnehmer oftmals nicht bewusst oder haben nur eine unternehmensspezifische Sicht zum Thema Metaverse. Unternehmens- und branchenübergreifende Potenziale für Metaverse-Anwendungen können oft nicht eingeschätzt werden. Aus dieser Diskrepanz ergeben sich folgende Fragestellungen:

- Welche Potenziale ergeben sich im Metaverse für Unternehmen in Baden-Württemberg?
- Wie können Unternehmen in Baden-Württemberg die Potenziale des Metaverse für sich erschließen und nutzen?
- Welche Herausforderungen stehen der Nutzung dieser Potenziale entgegen?
- Welche Handlungsmaßnahmen stehen den Unternehmen in Baden-Württemberg zur Verfügung, um diese Herausforderungen zu überwinden?

Die vorliegende Studie will diese Fragestellungen beantworten und strebt eine verständliche und branchenübergreifende Definition des Begriffs „Metaverse“ an. Sie zeigt auf, welche Potenziale für Unternehmen in Baden-Württemberg in der Nutzung des Metaverse bestehen und welche Herausforderungen auf dem Weg dorthin gemeistert werden müssen. Für Unternehmen, Politik und Gesellschaft werden Handlungsmaßnahmen identifiziert und Empfehlungen ausgesprochen.

Zur Beantwortung der Fragen erfolgte zunächst eine umfassende Literaturrecherche. Darauf aufbauend wurden branchenübergreifend 30 Expert:innen aus Unternehmen in Baden-Württemberg befragt. Einbezogen wurden Unternehmen aus der Baubranche, der Kreativwirtschaft, dem produzierenden Gewerbe, sowie Metaverse-Technologieanbieter und -Anwendungsentwickler. Zusätzlich wurde eine Online-Delphi-Befragung mit 33 Personen durchgeführt und daraus mögliche Zukunftsszenarien für das Jahr 2033 abgeleitet.

Die Ergebnisse der Studie lassen sich in folgenden Kernaussagen zusammenfassen:

Unternehmen brauchen ein einheitliches Metaverse-Verständnis

Unternehmen sehen den Begriff des Metaverse weit entfernt von virtuellen Konsumentenwelten in denen bunte Avatare miteinander spielen und die Menschen in eine Scheinwelt abtauchen. „Das“ vollumfassende Metaverse existiert noch nicht. Um dem Auf und Ab eines Hype-Begriffs zu entgehen, ist ein einheitliches Verständnis wichtig. Dabei ist das Metaverse im Kern eine Verschmelzung des physischen mit dem virtuellen Raum in verschiedenen Ausprägungen. Hierfür braucht es verschiedene Enabler-Technologien auf der Hardware- und Softwareseite sowie passende Rahmenbedingungen und Infrastrukturen. Einige davon werden heute bereits von den Unternehmen genutzt, wie z.B. der digitale Zwilling. Das Metaverse hat das Potenzial, bisher getrennte Ökosysteme branchenübergreifend miteinander zu verbinden.

Das Metaverse ist in wenigen Unternehmen tiefgehend strategisch verankert

In den befragten Unternehmen ist das Thema Metaverse unterschiedlich stark in der Unternehmensstrategie verankert. KMU und Unternehmen aus der Kreativwirtschaft beschäftigen sich häufig nur projektbezogen mit der Thematik. Metaverse-Technologieanbieter und -Anwendungsentwickler sowie Unternehmen mit mehr als 25.000 Beschäftigten haben häufig eine klare Strategie, die teilweise konzernweit verankert ist und in dedizierten Unternehmenseinheiten bearbeitet wird.

Metaverse-Potenziale werden branchenübergreifend bestätigt

Die Potenziale des Metaverse werden mit wenigen Ausnahmen von allen befragten Unternehmen bestätigt. Unklar ist den Unternehmen, ob diese Potenziale in konkreten Projekten und Anwendungsfällen umgesetzt werden können. Folgende Potenziale wurden im Rahmen der Studie identifiziert:

- Risikoreduktion
- Kostensenkung
- Effizienzgewinn in Produktion oder indirekten Bereichen
- Zugang zu neuen Ressourcen
- Ressourcenverbrauch senken
- Image-/Reputationsgewinn
- Produkt-/Serviceinnovation
- Entwicklung neuer Geschäftsmodelle
- Erschließung neuer Märkte

Besonders hervorzuheben sind die Erschließung neuer Märkte für die Kreativwirtschaft, die Kosten- und Risikoreduktion in der Baubranche sowie Produkt- und Serviceinnovation im produzierenden Gewerbe. Eine Diskrepanz zwischen den Branchen zeigt sich insbesondere bei der Senkung von Kosten. Hier sieht die Kreativbranche kein Potenzial, da beispielsweise die Implementierung von realistischen Erlebnissen voraussichtlich teurer und komplexer wird. Die Baubranche und das produzierende Gewerbe sehen jedoch große Potenziale für Kostensenkung, z. B. durch die Reduzierung von Prozesskosten und schnellere Entwicklungsprozesse. Viele dieser Potenziale sind eng miteinander verknüpft und könnten in einem zukünftigen Metaverse ganzheitlich realisiert werden.

Branchenabhängige Herausforderungen auf dem Weg ins Metaverse

Den Unternehmen stehen verschiedene Herausforderungen entgegen, um die Potenziale des Metaverse für sich nutzbar zu machen. Zwischen den Branchen herrscht eine unterschiedliche Sicht auf diese Herausforderungen. Im Baugewerbe werden nicht bekannte oder unklar formulierte Anforderungen als größte Herausforderung identifiziert. In der Kreativwirtschaft werden die hohen Kosten sowie die mangelnde Datenverfügbarkeit genannt. Metaverse-Technologieanbieter und -Anwendungsentwickler sehen fehlendes Know-how und fehlende Spezialist:innen sowie eine mangelnde Verfügbarkeit von Daten als Herausforderung. Hohe Kosten und unausgereifte Technologien werden von diesen beiden Branchen nicht als Herausforderung gesehen.

Hier unterscheiden sie sich deutlich von den Unternehmen des produzierenden Gewerbes, welche hohe Kosten und unausgereifte Technologien als die beiden größten Herausforderungen sehen. Über alle Branchen hinweg ist der unklare Nutzen bei der Anwendung und Entwicklung von Metaverse-Technologien und -Anwendungen eine zentrale Herausforderung. So wird nur selten benannt, welche Anwendungsfälle es in einer persistenten und interoperabel vernetzten virtuellen Welt zukünftig geben kann. Die scheinbare Diskrepanz zwischen unklarem Nutzen einerseits und der Fülle möglicher Potenziale andererseits kann durch verschiedene Handlungsmaßnahmen überwunden werden.

Geschäftsmodelle, Kooperationen und gezielter Technologieeinsatz zur Bewältigung von Herausforderungen

Um die Potenziale des Metaverse schon heute zu nutzen, wurden branchenübergreifende Handlungsmaßnahmen identifiziert, welche teilweise bereits in Unternehmen umgesetzt werden können. Dazu gehören:

- Die Entwicklung neuer **Geschäftsmodelle** zur Erschließung neuer Märkte und zum Aufzeigen eines monetären Nutzens.
- **Kooperationen** zur Überwindung von mangelndem Know-how, nicht verfügbaren Daten und der Weiterentwicklung von Produkt- und Serviceinnovationen.
- Die Nutzung und Weiterentwicklung von metaverserelevanten **Technologien**.

Als relevant für den Weg ins Metaverse wurden folgende Technologie-Cluster identifiziert:

XR

Headsets, kollaborative XR, Displays, etc.

KI

Clustering, LLM, Neural Networks, etc.

Blockchain

Dezentralisierte Datenspeicher, NFTs, Trading, etc.

Netzwerktechnologien

5G, 6G, Security, Cloud, Netzwerk-Hardware, etc.

Edge-Computing

Edge Controller, Mikro-Controller, etc.

IoT und Robotik

Sensoren, Scanner, 3D-Druck, FTS etc.

Mapping und Localization

Computer Vision, Tracking, Tracing, Motion Capture, etc.

Content Creation

3D Assets, Digitale Zwillinge, Simulationen, etc.

Insbesondere in der interdisziplinären Verknüpfung der einzelnen Technologie-Cluster sehen die Unternehmen die Möglichkeit, die genannten Potenziale zu erschließen. KI und Content Creation werden in diesem Zusammenhang besonders häufig in Kombination genannt, beispielsweise für die automatisierte Erstellung virtueller Güter. Viele Anwendungsfelder im produzierenden Gewerbe konzentrieren sich auf die Wertschöpfung mit Hilfe von erlebbaren digitalen Zwillingen und Simulationen. Viele der eingangs erwähnten über 700 Unternehmen in Baden-Württemberg entwickeln Lösungen für und mit Technologien aus diesen Clustern. Damit hat Baden-Württemberg ein großes Potenzial, auf dem Weg zum Metaverse eine bedeutende Rolle zu spielen.

Externe Maßnahmen zur umfassenden Nutzung der Metaverse-Potenziale benötigt

Um die Potenziale des Metaverse umfassend nutzen zu können, gaben die Unternehmen an, auf externe Maßnahmen angewiesen zu sein. So wird vor allem ein Angebot an Kooperationsmöglichkeiten und Netzwerken benötigt. Dazu gehören die Ermöglichung, Durchführung und Kommunikation von nutzenstiftenden Leuchtturmprojekten sowie die Standardisierung von metaverse-relevanten Technologien, Datentypen und Protokollen. Von Seiten der Politik werden geringere rechtliche Hürden für die Nutzung von essenziellen Daten und klare Vorgaben durch innovations- und digitalisierungsfördernde Richtlinien gewünscht.

Aus den genannten Maßnahmen und den vier Zukunftsszenarien der Online-Delphi-Befragung zu den Themenschwerpunkten „Arbeit und Privatsphäre“, „Kollaborative Wertschöpfung“, „Wissenstransfer“ und „Rechtssicherheit“ wurden folgende Handlungsempfehlungen für Politik, Gesellschaft und Unternehmen abgeleitet:

Handlungsempfehlungen für Politik, Gesellschaft und Unternehmen

Branchenübergreifende Netzwerke etablieren

Branchenübergreifende Netzwerke unterstützen Unternehmen bei der Suche nach Kooperationspartnern für Entwicklungsprojekte, beim Austausch von Know-how und Best Practices sowie bei der Etablierung von wirtschaftlich nachhaltigen Partnerschaften. Besonders KMU haben so Zugang zu Fachkompetenzen, die sie selbst im Unternehmen nicht aufbauen können. Daher wird empfohlen, die Nutzung und Orchestrierung bestehender Netzwerke in Baden-Württemberg zu fördern.

Förderung und Umsetzung von Leuchtturmprojekten

Leuchtturmprojekte dienen dazu, Unternehmen zu zeigen, dass die auf dem Weg zum Metaverse angenommenen Potenziale realisierbar sind. Durch den Austausch von Best Practices und Projektergebnissen können Unsicherheiten bei der Adaption neuer Technologien und Anwendungen sowie deren unklarer Nutzen in Unternehmen abgebaut werden.

Rechtssicherheit unterstützen

Auf der einen Seite können strenge rechtliche Rahmenbedingungen Unternehmen davon abhalten, in neue Technologien zu investieren. Andererseits wünschen sich Unternehmen von der Politik klare Vorgaben, die Innovationen fördern und keine rechtlichen Grauzonen zulassen. Schließlich sind Rahmenbedingungen im Hinblick auf die sich zukünftig verändernde Arbeitswelt und zur Gewährleistung der Sicherheit von Mitarbeitenden und Unternehmen notwendig. Es wird daher empfohlen, Initiativen zu unterstützen, welche Unternehmen, Institutionen und Rechtsexpert:innen zusammenbringen. Konkrete Rechts- und Regulierungslücken können so in gemeinsamen Initiativen gebündelt und an die Regulierungsbehörden bzw. den Gesetzgeber herangetragen werden.

Normung und Standardisierung vorantreiben

Normung und Standardisierung ist die Grundlage für ein offenes und interoperables Metaverse. Fehlende Standardisierung ist hinderlich bei der Adaption von metaverse-relevanten Technologien und der Umsetzung von Anwendungsfällen. Unternehmen sollten sich aktiv in die Normungs- und Standardisierungsarbeiten einbringen. Bestehende Netzwerke wie der VDC bieten eine Übersicht laufender und entstehender Normungs- und Standardisierungsvorhaben weltweit.

Einstieg ins Metaverse fördern

Politik und Gesellschaft wird empfohlen, Angebote für Unternehmen zu schaffen, um die Relevanz und Potenziale von metaverse-relevanten Technologien zu kommunizieren. Es müssen Formate angeboten werden, in denen Unternehmen identifizieren können, welche metaverse-relevanten Technologien einen Mehrwert in ihrer aktuellen Wertschöpfungskette bieten. Unternehmen werden ermutigt, Förder- und Innovationsmaßnahmen in Anspruch zu nehmen. Durch die Analyse bestehender Unternehmensangebote können geeignete Use Cases und Best Practices für die eigene Wertschöpfung identifiziert werden. Dies kann beispielsweise durch Beratungsleistungen erfolgen.

Das Projekt CyberLänd hat neben der Durchführung dieser Studie bereits begonnen, wichtige Aspekte dieser Handlungsempfehlungen umzusetzen.

So wurde ein **Kompetenzatlas** zur Netzwerkbildung erstellt, der es Unternehmen erleichtert, Kooperationspartner für Entwicklungen im und um das Metaverse zu identifizieren. Auf Messen, Veranstaltungen und Workshops wurde das Thema einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht und es wird daran gearbeitet, ein nachhaltiges Unternehmensnetzwerk aufzubauen. Darüber hinaus wird im Rahmen des Projekts ein ausführliches White Paper für den Einstieg von KMU in das Metaverse („Metaverse einfach machen!“) veröffentlicht. Unsere Arbeit und die Interviews haben gezeigt, wie wichtig die Förderung solcher und zukünftiger Projekte rund um das Thema Metaverse sind. Unabhängig von der Entwicklung des Hypes um einen Begriff werden die technologischen Aspekte des Metaverse branchenübergreifend im kommenden Jahrzehnt weiter an Relevanz in Industrie und Gesellschaft gewinnen.

1. EINLEITUNG

Das Metaverse erfährt derzeit große Aufmerksamkeit in Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft (Council of the European Union, 2022). Im Mittelpunkt des kontrovers geführten Diskurses (European Parliament, 2022) steht die visionäre Vorstellung einer dreidimensionalen Evolution des Internets, welche die physische Welt um eine virtuelle Welt erweitert und eng miteinander verknüpft.

Das Metaverse ist eine Verbindung von vernetzten realen und virtuellen Welten, die durch Technologien wie der Erweiterten Realität (XR), Künstliche Intelligenz (KI), das Internet der Dinge (IoT) und viele andere angetrieben werden. Es verspricht, die Art und Weise, wie Menschen interagieren, arbeiten und Geschäfte machen, zu revolutionieren. Dem daraus resultierenden Metaverse-Markt wird ein Volumen von 180 Milliarden (Waxer, 2023) bis 5 Billionen (Elmasry et al., 2022) US-Dollar bis zum Jahr 2030 prognostiziert.

Treiber dieser rasanten Entwicklung sind zum einen die fortschreitende technische Reife von VR- und AR-Technologien, sinkende Preise und eine wachsende Nutzerbasis. Gleichzeitig konnten in den vergangenen Jahren auch in weiteren Schlüsseltechnologien des Metaverse, wie KI, IoT oder Blockchain, substanzielle Fortschritte erzielt werden. Zum anderen zeichnet sich eine Entwicklung hin zu einer stärker dezentralisierten und dienstleistungsorientierten Wirtschaft ab, in der virtuell geteilte Ressourcen und digitale soziale Interaktionen an Bedeutung gewinnen (ART, 2022). Die Zeit scheint also reif, erste Schritte in Richtung Metaverse zu gehen und die damit verbundenen Potenziale zu nutzen.

Internationale Technologieunternehmen und Großkonzerne investieren bereits erhebliche Geldbeträge in Metaverse-Aktivitäten. Doch wo stehen deutsche Unternehmen und insbesondere die mittelständisch geprägte Wirtschaft in Baden-Württemberg? Industrieausrüstung, Softwareherstellung und die Spieleentwicklung sind Bereiche, die bei der Entwicklung des Metaverse eine entscheidende Rolle spielen werden (Douin, et al., 2023). Diese Bereiche haben eine starke Stellung und Tradition in Baden-Württemberg. Die wichtige Rolle mittelständischer Unternehmen im Wirtschaftsgefüge ist dennoch unbestritten: Sie sind treibende Kraft für Innovationen, schaffen Arbeitsplätze und spielen eine wichtige Rolle bei der Stärkung regionaler Ökosysteme. Die Vielzahl der mit dem Metaverse in Verbindung gebrachten Technologien und die begrenzten Entwicklungsbudgets und -kapazitäten stellen diese Unternehmen vor besondere

Herausforderungen. Um die prognostizierten wirtschaftlichen Potenziale ausschöpfen zu können, ist es daher für viele baden-württembergische Unternehmen notwendig, ihre Rolle bei der Entwicklung und Umsetzung eines Metaverse zu definieren, mögliche Kooperationspartner für die Verknüpfung von Metaverse-Technologien zu identifizieren und wertschöpfende Anwendungsfelder zu erkennen (Bitkom e.V., 2022). Darüber hinaus gilt es, Risiken und Herausforderungen zu kennen und abzuwägen, um fundierte Entscheidungen treffen zu können.

Die vorliegende Studie möchte dazu einen Beitrag leisten. Im Folgenden wird zunächst auf Basis einer umfangreichen Literaturrecherche ein grundlegendes Verständnis für das Thema Metaverse geschaffen, um die Transparenz bei der Betrachtung des Themas Metaverse zu erhöhen. Anschließend werden der aktuelle Wissens- und Umsetzungsstand sowie die Einschätzung von Unternehmen zu den Potenzialen und Herausforderungen des Metaverse untersucht. Hierfür wurden 30 leitfadengestützte qualitative Interviews mit Unternehmensvertreter:innen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene, für den Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg bedeutende Branchen berücksichtigt. Zudem wurde bei der Betrachtung zwischen der Perspektive von Unternehmen als Anbieter potenzieller Metaverse-Technologien und als Nutzer von Metaverse-Anwendungen unterschieden. In Kapitel 5 werden vier Zukunftsszenarien für das Metaverse im Jahr 2033 vorgestellt, die im Rahmen einer Szenarioanalyse entwickelt wurden. Die Studie schließt mit Handlungsempfehlungen für Politik, Gesellschaft und Unternehmen in Baden-Württemberg, die sich aus den Ergebnissen der Studie ableiten lassen.

2. GRUNDLAGEN METAVERSE

Im Zentrum des Metaverse steht die Verschmelzung von physischem und virtuellem Raum. Dabei basiert das Metaverse nicht auf einer einzelnen Technologie, sondern auf der Weiterentwicklung und Verknüpfung bereits bestehender Technologien. Diese Technologiekonvergenz wird ermöglicht durch Hardware- und Software-Enabler-Technologien sowie durch ein Fundament aus Rahmenbedingungen und Infrastruktur.

SOFTWARE-ENABLER-TECHNOLOGIEN
INFRASTRUKTUR & RAHMENBEDINGUNGEN
HARDWARE-ENABLER-TECHNOLOGIEN

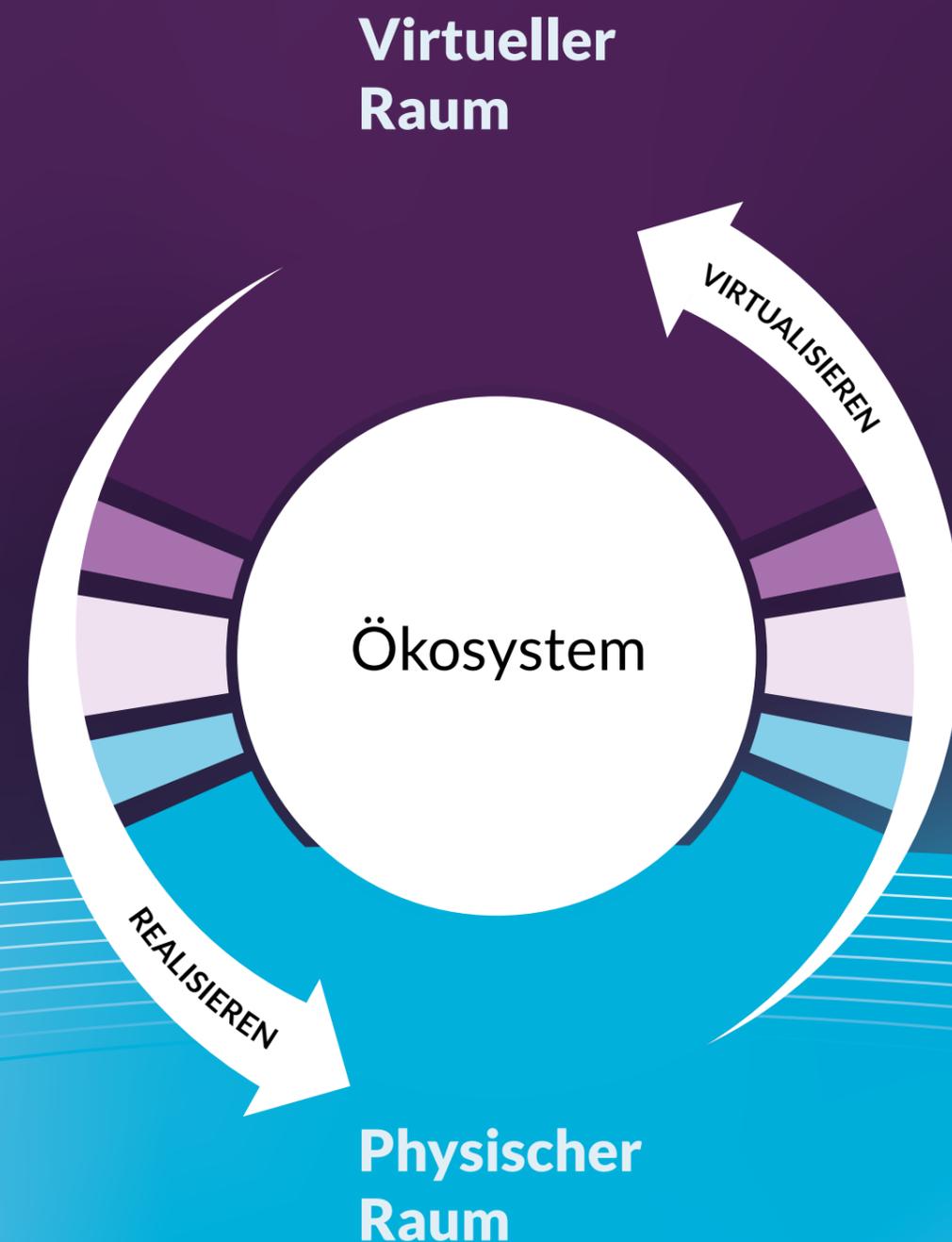
Abbildung 1: Strukturbild Metaverse

Ziel dieses Kapitels ist ein grundlegendes Verständnis für das Thema Metaverse zu schaffen. Hierzu wird zunächst das im Rahmen des Projektes entwickelte „Strukturbild Metaverse“ vorgestellt. Im Anschluss wird der Weg ins Metaverse als Konvergenz verschiedener Technologien dargestellt.

Die Strukturbilder basieren auf einer Literaturrecherche nach dem Schneeballprinzip (Burke, 2021; Lee, et al., 2021; Park, et al., 2021; Bitkom e.V., 2022; Wang, et al., 2022; Xu, et al., 2022).

Die dort verglichenen Definitionen wurden zu zwei Bildern zusammengefasst und im Laufe der Studie und mit den befragten Unternehmen iterativ angepasst.

In Kapitel 3.1 werden zwei Literatur-Heatmaps vorgestellt, die den Fokus der darauffolgenden Befragung von Expert:innen begründen.



2.1. Grundlegendes Verständnis des Metaverse

Das Metaverse wird häufig als die nächste, immersive Ebene des Internets beschrieben (vgl. Dwivedi et al., 2022). Dieses breite Verständnis lässt Raum für unterschiedliche Definitionsansätze und Konzepte zur Beschreibung des Metaverse. Eine Möglichkeit, sich dem Begriff zu nähern, bietet die Betrachtung der beiden Bestandteile des Kompositums „Metaverse“: Mit „Meta“ wird eine übergeordnete, das Bestehende übersteigende Ebene des „(Uni)versums“, also der Gesamtheit von Raum, Zeit und Materie, beschrieben. Folgt man dieser Logik, so kann das Metaverse als ein Raum verstanden werden, der über das bestehende Universum hinausreicht, in dem der physische Raum um eine virtuelle Dimension erweitert wird. Um einen Mehrwert für Wirtschaft und Gesellschaft darstellen zu können, gilt es den physischen und den virtuellen Raum zu verschmelzen.

Durch die Verknüpfung von Vorteilen aus der realen und der virtuellen Welt, lassen sich beispielsweise neue Wertschöpfungspotenziale und Geschäftsmodelle für Unternehmen erschließen (Marabelli & Newell, 2022). Hierfür gilt es zum einen, Elemente des physischen Raumes (z. B. Infrastrukturen, Gebäude, Produkte, Personen, Wissen und Fähigkeiten oder Prozesse und Zahlungsmittel) zu virtualisieren. Umgekehrt gilt es, die Erkenntnisse und Ergebnisse von Aktivitäten im virtuellen Raum in den physischen Raum zu übertragen, um dort Veränderungen zu realisieren. Die beiden Wirkmechanismen von **Virtualisierung** und **Realisierung** stellen somit die Verbindung zwischen realem und virtuellem Raum dar. Realisierung bezieht sich auf die tatsächliche Implementierung oder Umsetzung einer bestimmten Aufgabe oder eines Systems. Virtualisierung hingegen bezieht sich auf die Schaffung einer virtuellen Version oder Repräsentation eines physischen Objekts oder einer Ressource. Sie sind in Abbildung 1 schematisch dargestellt.

Im Konzept des Metaverse können physisch existierende Einheiten und Ressourcen durch virtuelle Modelle im Sinne von digitalen Zwillingen abgebildet werden, welche über Geometrie-, Physik-, Regel- oder Verhaltensmodelle verfügen (Neuhüttler et al. 2023). Um den aktuellen Zustand des jeweiligen Elements korrekt repräsentieren zu können, bedarf es einer kontinuierlichen Synchronisierung über den Austausch von Daten. Für die Virtualisierung der Elemente des physischen Raumes kommen unterschiedliche Enabler-Technologien zum Einsatz, sowohl Hardware als auch Software. Daten über die Position und den Zustand von Produkten und Maschinen können z. B. mittels Sensorik erhoben werden. Die Abbildung von Gebäuden kann dagegen mit Laser-Scannern virtualisiert werden. Umgekehrt können Erkenntnisse aus dem virtuellen Raum über Aktoren und Robotiksysteme realisiert werden, welche Aktionen und Manipulationen im physischen Raum vornehmen. Zur latenzfreien Übertragung der Daten, welche eine wichtige Rolle bei der Synchronisierung zwischen virtuellen und physischen Räumen spielt, werden entsprechende technologische Infrastrukturen (z. B. Netzwerktechnologien und Computing-Leistung) sowie einheitliche Standards und Regeln für den Datenaustausch benötigt.

Neben der Virtualisierung von physischen mobilen oder immobil Objekten, gilt es auch Personen zu virtualisieren oder Systemen der künstlichen Intelligenz ein menschliches Aussehen zu geben. Durch Avatare repräsentiert, können Personen oder KI dort Aktivitäten durchführen, in soziale Interaktion treten oder ihre Fähigkeiten und Kenntnisse wertschöpfend einsetzen.

Durch die Verknüpfung von virtuellen Modellen der physischen Welt kann im Metaverse so ein Spiegelbild des physischen Raumes geschaffen werden. Durch die Nutzung von Potenzialen der virtuellen Welt (z. B. KI-gestützte Simulationen) können dabei virtuelle Lösungen für Probleme der physischen Welt entwickelt, simuliert, evaluiert und im Realen umgesetzt werden (Neuhüttler et al. 2022).

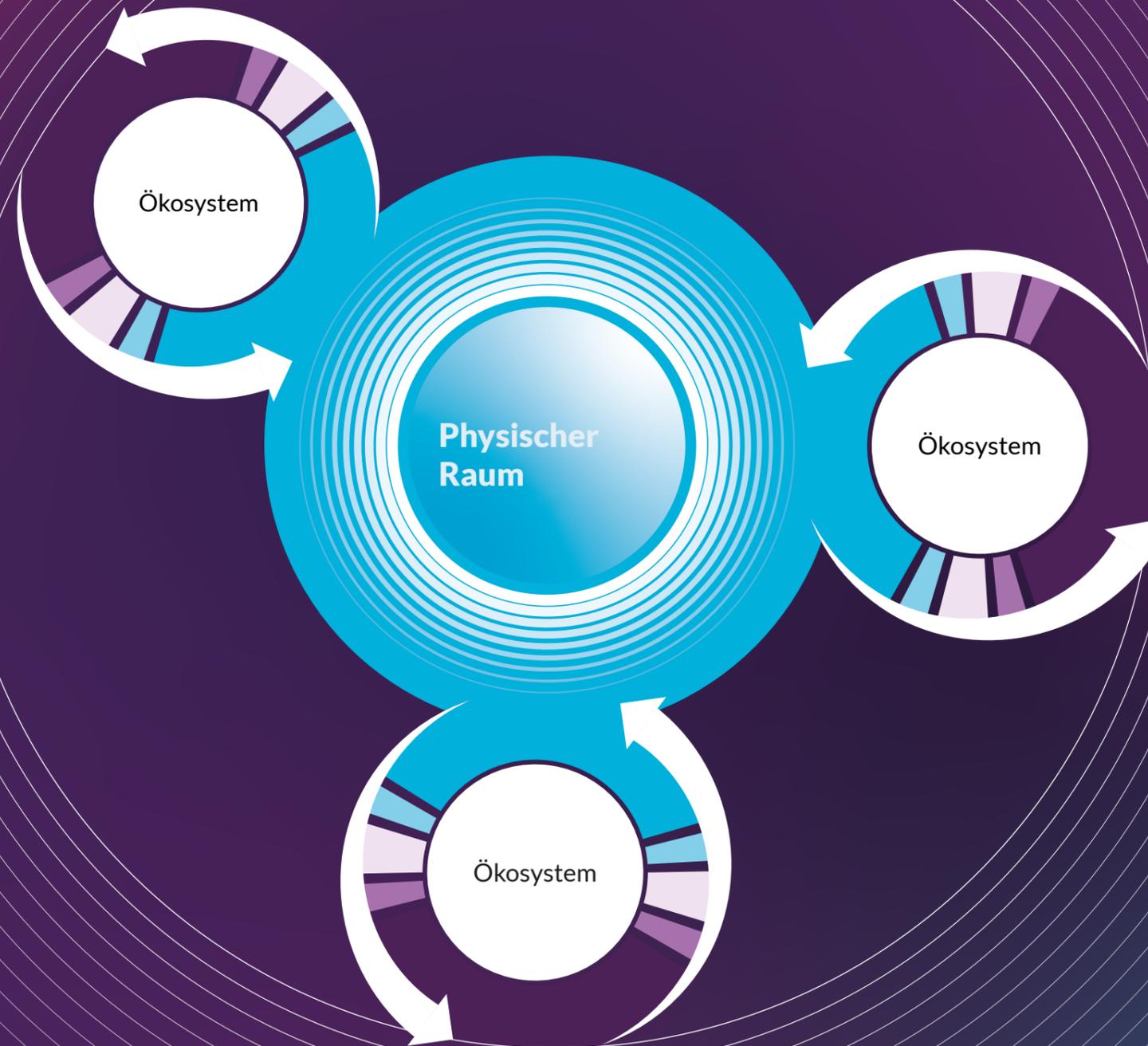
Neben den Potenzialen durch die enge Verzahnung von physischem und virtuellem Raum bietet das Metaverse auch Möglichkeiten für eigenständige wirtschaftliche Transaktionen, welche nicht direkt mit der physischen Welt verbunden sein müssen. Als Plattform fördert es die Erstellung und den Austausch von dreidimensionalen virtuellen Modellen von Produkten, Gebäuden oder Umgebungen. Im Verständnis des Metaverse werden diese autonomen virtuellen Modelle ähnlich wie Objekte in der physischen Welt übertragbar, transportierbar und handelbar sein.

Hinsichtlich der Begrenzung des virtuellen Raumes, verspricht das Konzept des Metaverse neue Möglichkeiten. So sollen nahtlose, persistente und immersive Welten entstehen, in der sich Personen ohne vordefinierte Ziele oder Skripte in verschiedenen Räumen des Metaverse bewegen können.

Eine wesentliche Entwicklung, die mit dem Konzept des Metaverse in Verbindung gebracht wird, ist die Vernetzung von Ökosystemen, das Aufweichen von bestehenden Branchengrenzen sowie das Aufbrechen von Datensilos. Um das Konzept des Metaverse zu ermöglichen, bedarf es einer semantischen Operationalität zwischen den verschiedensten Elementen des physischen und virtuellen Raumes (Riemensperger & Falk 2022).

Dies erfordert einen Austausch von Daten über Unternehmens- und Branchengrenzen hinweg und führt zu „Systems of Systems“, welche aus der Kundenperspektive definiert werden. Darüber hinaus wird im Konzept des Metaverse häufig die räumliche Ungebundenheit zwischen den virtuellen Welten postuliert. In Folge der beschriebenen Entwicklungen wird das Metaverse teilweise als ein großes Netzwerk von miteinander verbundenen Ökosystemen und offenen Plattformen verstanden (Fang et al., 2021). Diesem Verständnis steht jedoch die aktuell zu beobachtende proprietäre Fragmentierung entgegen (Mystakidis, 2022). Große Tech-Unternehmen sind bestrebt, geschlossene und proprietäre Hard- und Software-Ökosysteme zu gestalten. Unternehmen, die eigene virtuelle Welten erschaffen, versehen diese mit eigenen Zugängen, Mitgliedschaften und Rechten auf Monetarisierung (Balis, 2022). Die Bezeichnung „eines“ Metaverse kann daher irreführend sein, da es sich eigentlich um mehrere Metaverse-Sub-Systeme handelt, die möglicherweise künftig miteinander vernetzt sind und Daten austauschen (Neuhüttler et al. 2023).

Die Geschwindigkeit des Abgleichs hängt dabei stark von der Anwendung ab. Während immobile Objekte wie Gebäude oder Stadtstrukturen in Zyklen von mehreren Tagen oder Wochen abgeglichen werden, können Echtzeitanwendungen wie z.B. immersive Visualisierungen oder die Steuerung industrieller Prozesse Frequenzen im Bereich von Kilohertz erfordern.



Virtueller Raum

Abbildung 2 verdeutlicht das Prinzip vernetzter Ökosysteme im Metaverse. Sie bilden mit ihrer anwendungs- oder branchenspezifischen Ausprägung der oben erwähnten Enabler-Technologien vielfältige Verbindungen zwischen dem physischen und dem virtuellen Raum.

2.2. Auf dem Weg ins Metaverse – Konvergenz entscheidender Technologien

Wie bereits im vorangegangenen Abschnitt deutlich wurde, handelt es sich beim Metaverse nicht um eine Technologie, sondern vielmehr um eine Weiterentwicklung und Verknüpfung von bereits bestehenden Technologien. Die Verknüpfung erfolgt dabei anwendungsfallspezifisch. Nachfolgend sollen daher die zentralen Technologie-Cluster kurz vorgestellt werden.

Extended Reality und immersive Hardware

Im Metaverse sollen Nutzer:innen an unterschiedlichsten Orten in Echtzeit miteinander interagieren und gemeinsam an Aufgaben und virtuellen Modellen arbeiten können. Unter Nutzung von Technologien der erweiterten Realität (XR) werden hierfür virtuelle 3D-Umgebungen geschaffen, in welche Nutzer:innen gemeinsam eintauchen oder Teile davon mit der physischen Welt überlagern können. Um Personen im Metaverse realitätsnahe Erlebnisse zu ermöglichen, kommen immersive Geräte, wie VR- bzw. AR-Brillen und -Controller, aber auch Handschuhe mit haptischem Feedback oder Elektroden zur Geschmackssimulation im Mund zum Einsatz (Fraunhofer IUK, 2022).

Künstliche Intelligenz

Verfahren der Künstlichen Intelligenz liefern beim automatisierten Aufbau, der Genauigkeit und der Funktionalitäten von virtuellen Modellen und Räumen im Metaverse einen wichtigen Beitrag. So können beispielsweise virtuelle Modelle, die mit prädikativen oder präskriptiven Analysefähigkeiten ausgestattet sind, verschiedenste Nutzungssituationen und Handlungsoptionen simulieren und die bestmöglichen Entscheidungen ableiten. Ein weiteres Beispiel für den Einsatz von KI stellen intelligente Agenten im Metaverse dar, welche Nutzer:innen im Metaverse unterstützend beistehen und autonom agieren können. Durch die Anbindung an Sprachmodelle können Nutzer:innen so intuitiv mit autonomen Avataren interagieren und einfach auf Erkenntnisse aus großen Datenmengen zurückgreifen.

Blockchain

Um soziale Interaktionen und wirtschaftliche Transaktionen im Metaverse zu fördern, bedarf es Aspekten wie Prozessvertrauen zwischen den Akteuren, Konsens und Manipulationssicherheit. Distributed Ledger Technologien wie Blockchains bilden hierfür eine wesentliche Grundlage. In Form von Non-Fungible Tokens (NFTs) werden sie zum Beispiel für den Nachweis der Authentizität sowie der Eigentums- und Nutzungsrechte virtueller Modelle benötigt, als Basis von Kryptowährungen dienen sie als Zahlungsmittel für wirtschaftliche Transaktionen.

Netzwerktechnologien und Edge-Computing

Um das oben beschriebene Verständnis des Metaverse realisieren zu können, werden weitere Technologien als Grundlage benötigt. Dazu gehören neben Infrastrukturen für schnelle Datenkommunikation (z.B. 5G) und Datenverarbeitung (z. B. Edge- und Cloud-Computing) auch sichere und interoperable Datenökosysteme. So ermöglicht Edge-Computing beispielsweise eine Verlagerung von Rechenkapazitäten und Datenverarbeitung an den Netzwerkrand, was die Latenz der Synchronisation zwischen physischen Elementen und virtuellen Abbildungen erheblich verringern kann.

Internet-of-Things (IoT) und Robotik

Wie bereits beschrieben erfordert die Verschmelzung zwischen physischen und virtuellen Elementen vernetzte physische Objekte. Mit Hilfe von unterschiedlichsten Sensoren können so Daten zu ihrer Position, ihrem Zustand und ihrer Umgebung erfasst werden. Um mit Hilfe der Erkenntnisse aus der virtuellen Welt die physische Welt positiv zu beeinflussen, werden im Gegenzug Robotiksysteme benötigt, welche reale Aktionen auslösen können.

Mapping & Localization

Neben der Virtualisierung von Produkten wird auch die Verortung und Erfassung von Gebäuden und der Umwelt eine zentrale Aufgabe bei der Erschaffung des Metaverse sein, wobei z. B. Motion Capture und Tracking Technologien dabei helfen realistische Avatare in virtuellen Welten zu erstellen.

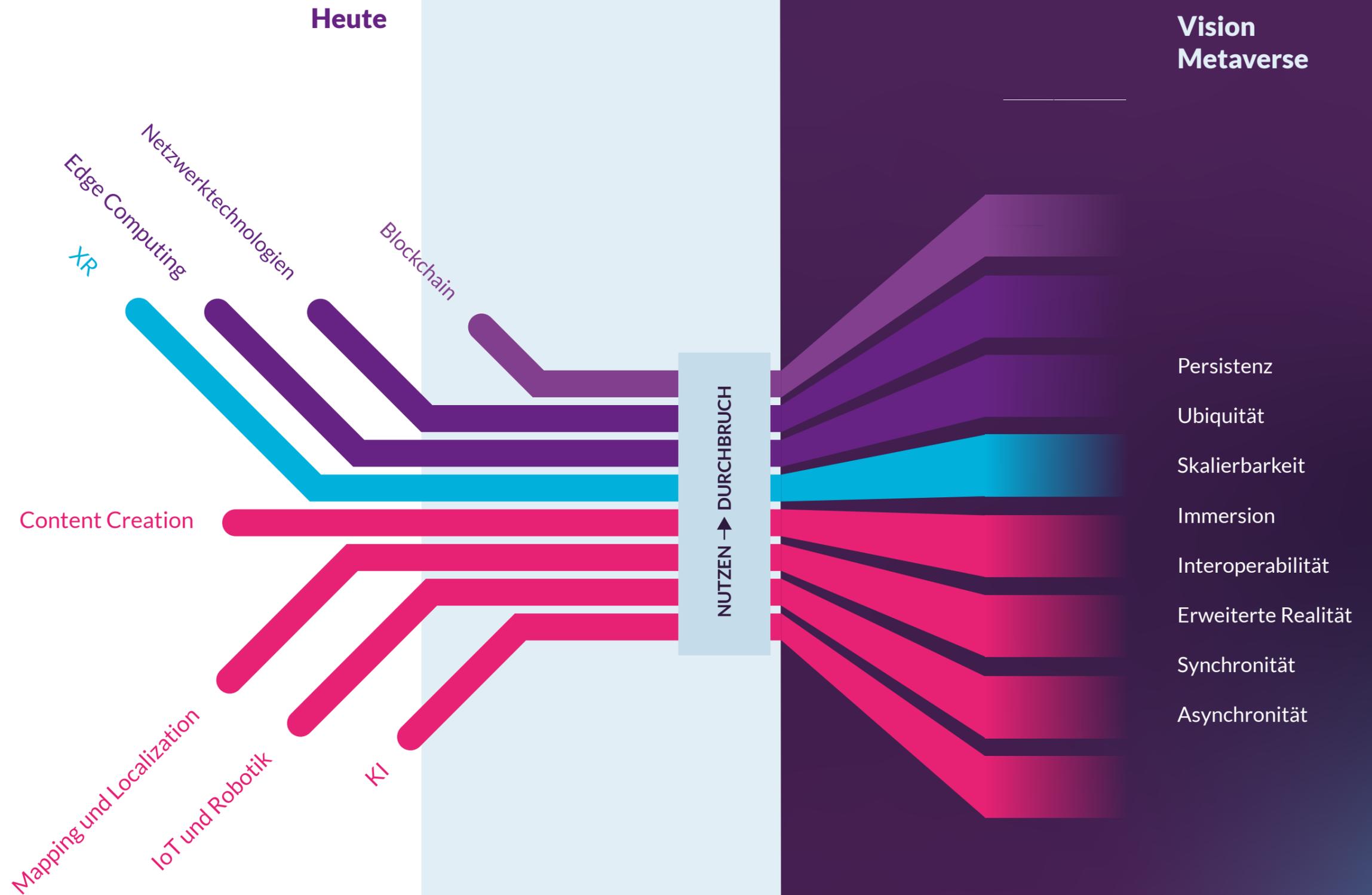
Content Creation

Um die Vorteile des virtuellen Raumes im Metaverse nutzen zu können, bedarf es umfassender virtueller Inhalte. Beispiele hierfür stellen dreidimensionale virtuelle Modelle von Produkten, Gebäuden oder Umgebungen dar. Für die Erstellung dieser Inhalte werden entsprechende Anwendungen und nutzerfreundliche Werkzeuge benötigt, um die Barrieren zur aktiven Teilnahme im Metaverse zu minimieren.

Auf dem Weg ins Metaverse – Konvergenz entscheidender Technologien

Durch die Kombination verschiedener Technologien aus den genannten Technologie-Clustern werden zentrale Eigenschaften eines Metaverse ermöglicht. Diese reichen über die immersiven Erfahrungen und Erlebnisse sowie die Vernetzung zwischen physischer und virtueller Realität hinaus. Dazu zählt beispielsweise die **Persistenz** von virtuellen Welten, welche ermöglicht, dass virtuelle Modelle und Räume sowie Avatare im Metaverse langfristig bestehen bleiben und jederzeit von verschiedenen Akteuren gemeinsam und wiederkehrend betrachtet werden können. Mit Hilfe von Blockchain-Technologien werden digitale Besitzverhältnisse gesichert und virtuelle Aktivitäten kontinuierlich dokumentiert. Eine weitere Eigenschaft ist die **Skalierbarkeit**, welche auf den angestrebten Entwicklungen in Rechenleistung und Netzwerktechnologien basiert. Im Metaverse soll kein Limit an Nutzer:innen existieren, welche sich zeitgleich in virtuellen Räumen aufhalten oder an Aktivitäten teilnehmen. Der Zugang für diese Nutzer:innen soll allgegenwärtig (**ubiquitär**) möglich sein, egal ob über Headsets, Smartphones oder andere Endgeräte. Eine weitere wichtige Eigenschaft des Metaverse besteht in der Möglichkeit, Inhalte und Erlebnisse sowohl **synchron** als auch **asynchron** erlebbar zu machen. So können verschiedene Personen gemeinsam im virtuellen Raum live arbeiten. Es ist möglich, Aktivitäten und Interaktionen im Voraus zu planen und Angebote asynchron auf Abruf vorzuhalten. Eine häufig formulierte Anforderung an das Metaverse stellt die **Interoperabilität** dar, dem jedoch die derzeit beobachtbare, ökonomisch getriebene, proprietäre Fragmentierung der verschiedenen Metaverse-Aktivitäten entgegensteht. Die Konvergenz von unterschiedlichen Technologien sowie die sich daraus ergebenden Eigenschaften und Möglichkeiten des Metaverse sind beispielhaft in Abbildung 3 dargestellt.

Abbildung 3: Technologiekonvergenz



3. WISSENSCHAFTLICHES VORGEHEN

In diesem Kapitel werden die theoretischen Grundlagen und die wissenschaftliche Vorgehensweise der Studie beschrieben und dargestellt. Zunächst werden die Ergebnisse der Literaturrecherche vorgestellt, die die Grundlage für die weitere Bearbeitung der Studie bilden. Anschließend wird das wissenschaftliche Vorgehen für die Durchführung und Auswertung der Interviews mit Expert:innen und die Analyse der Zukunftsszenarien beschrieben. Abschließend werden die im Rahmen der Studie befragten Unternehmen charakterisiert.

Ein Blick auf aktuelle Publikationen zum Thema Metaverse zeigt, dass das Thema zunehmend an Bedeutung gewinnt. So sind in der Wissenschaftsdatenbank Scopus von über 3.200 Artikeln zum Schlagwort „Metaverse“ mehr als die Hälfte allein im Jahr 2023 erschienen (Stand Oktober 2023). China (691), die USA (468) und Südkorea (325) sind dabei mit Abstand die größten Beitragenden zum Diskurs. Deutschland liegt mit nur 100 gelisteten Publikationen deutlich dahinter.

Die Arbeiten dieser Studie liegen einer Literaturrecherche sowie Vorarbeiten der Autor:innen zu Grunde. Die Literaturrecherche wird im Folgenden in einer sogenannten Literatur-Heatmap dargestellt. Dazu wurden insgesamt 30 internationale Publikationen aus den Jahren 2021 bis 2023 zum Thema Potenziale

und Technologien des Metaverse ausgewählt und nach dem Schneeballprinzip untersucht (vgl. Abbildung 4 und Abbildung 5). Die Potenziale und Technologien wurden nach Art der Erwähnung in der Literatur zusammengefasst und aggregiert. Die Literaturlauswahl ist in Tabelle 1 dargestellt. Im Vergleich zur Anzahl aller Veröffentlichungen erhebt diese Auswahl keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Gemeinsam mit den Erfahrungen und Industrieexpertisen der Autor:innen in Baden-Württemberg im Bereich XR, Digitalisierung, Industrie 4.0 und Geschäftsmodellen (vgl. Alexiadis & Runde, 2023; Runde, 2023 (1); Runde, 2023 (2); Volkwein et al., 2022; Schatz & Bauernhansl, 2017) begründen sie die Relevanz der in dieser Studie ausgewählten Fokusthemen und Fragestellungen.

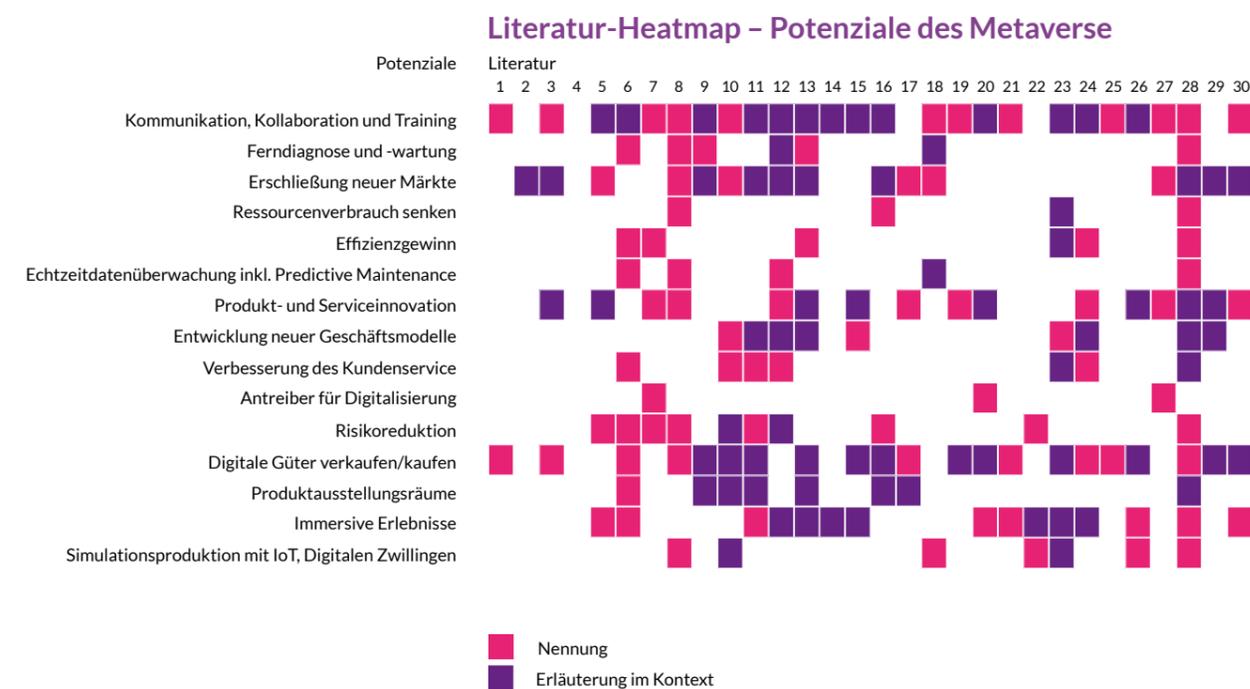


Abbildung 4: Literatur-Heatmap – Potenziale des Metaverse

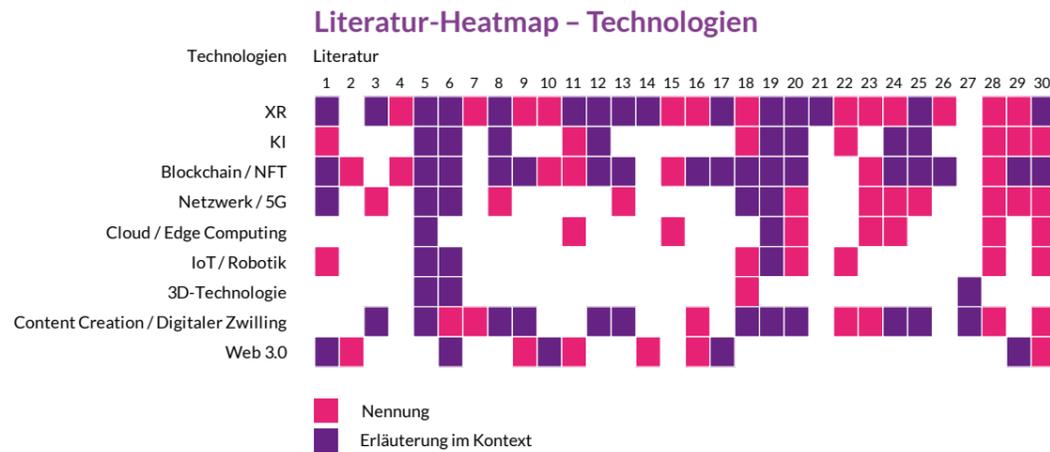


Abbildung 5: Literatur- Heatmap – Technologien

Viele der in der Literatur beschriebenen Anwendungen rund um Kommunikation, Kollaboration, menschenzentriertes und immersives Erleben oder Produktionsanwendungen wie Predictive/Remote Maintenance und Online KI-Training, lassen sich in verschiedene Potenzial-Cluster zusammenfassen. So wurden für den weiteren Verlauf der Studie folgende Potenzial-Cluster gewählt:

- Risikoreduktion
- Kostensenkung
- Effizienzgewinn in Produktion oder indirekten Bereichen
- Zugang zu neuen Ressourcen
- Ressourcenverbrauch senken
- Image-/Reputationsgewinn
- Produkt-/Serviceinnovation
- Entwicklung neuer Geschäftsmodelle
- Erschließung neuer Märkte

Analog wurden die genannten Technologien zusammengefasst. Web 3.0 ist in dieser Auflistung nicht mehr zu finden, da es sich

nicht um ein einzelnes Technologie-Cluster handelt, sondern eine Reihe von Prinzipien, Konzepten und Einzeltechnologien, die sich in mehreren anderen Clustern wiederfinden:

XR

Headsets, kollaborative XR, Displays, etc.

KI

Clustering, LLM, Neural Networks, etc.

Blockchain

Dezentralisierte Datenspeicher, NFTs, Trading, etc.

Netzwerktechnologien

5G, 6G, Security, Cloud, Netzwerk-Hardware, etc.

Edge-Computing

Edge Controller, Mikro-Controller, etc.

IoT und Robotik

Sensoren, Scanner, 3D-Druck, FTS etc.

Mapping und Localization

Computer Vision, Tracking, Tracing,

Motion Capture, etc.

Content Creation

3D Assets, Digitale Zwillinge, Simulationen, etc.

Literatur-Heatmap – Literaturübersicht

Literatur	Titel	Autor:innen
1	The Open Metaverse OS	Burke (2021)
2	Advertising in the Metaverse: Research Agenda	Kim (2021)
3	A Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges	Park & Kim (2021)
4	A Study on Metaverse Hype for Sustainable Growth	Lee (2021)
5	All One Needs to Know About the Metaverse: A complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda	Lee, et al. (2021)
6	Meet Me in the Metaverse	Accenture (2022)
7	How Metaverse will influence Industrial Innovation (Extended Abstract SID2022)	Biris & Gruian (2022)
8	Wegweiser in das Metaverse	Bitkom e.V. (2022)
9	There's more than one metaverse	Buchholz, et al. (2022)
10	European Metaverse(s)?	Frost & Sullivan (2022)
11	Global Metaverse Growth Opportunities: A Transformative Mega Trend Drives the Future Growth Potential of the Multi-Billion Dollar Virtual Economy	Frost & Sullivan (2022)
12	Industrial Metaverse Growth Opportunities: Shifting the Metaverse Hype to a Manufacturing Reality	Frost & Sullivan (2022)
13	Metaverse Current Status and Prospects: Focusing on Metaverse Field Cases	Lee, et al. (2022)
14	Metaverse	Mystadikis (2022)
15	Potentials of a Metaverse for Smart Service Engineering	Neuhüttler, et al. (2022)
16	The Metaverse, Blockchain Gaming, and NFTs: Navigating the Internet's Uncharted Waters	Newzoo (2022)
17	Metaverse: Technology of the Future	Şalcini & Yerlikaya (2022)
18	A Survey on Metaverse: Fundamentals, Security, and Privacy	Wang, et al. (2022)
19	A Full Dive into Realizing the Edge-enabled Metaverse: Visions, Enabling Technologies, and Challenges	Xu, et al. (2022)
20	Fusing Blockchain and AI With Metaverse: A Survey	Yang, et al. (2022)
21	Conducting Phenomenon-Driven Research Using Virtual Reality and the Metaverse	Hubbard & Aguinis (2023)
22	National Metaverse Strategies	Kshetri (2023)
23	Industrial Metaverse - Impulspapier	Marko, et al. (2023)
24	Potenziale eines Metaverse für die Entwicklung von Smart Services	Neuhüttler et al. (2023)
25	Digitallotse Wirtschaft 4.0 - XR & Metaverse Roadmap	Runde & Alexiadis (2023)
26	Metaverse platform ecosystems	Schöbel & Leimeister (2023)
27	Vom 3D-Stadtmodell zur Metaverse City	Völkl (2023)
28	The emergent industrial metaverse - MIT Technology Review Insights	Waxer (2023)
29	Metaverse-enabled entrepreneurship	Weking, et al. (2023)
30	Recommendations for metaverse governance based on technical standards	Yang (2023)

Tabelle 1: Literatur-Heatmap – Literaturübersicht

3.2. Methodisches Vorgehen der Studie

Das Vorgehen dieser Studie basiert auf den Methoden der Grounded Theory nach Gioia (Gioia et al. 2013), einem Ansatz zur qualitativen Themenentwicklung. Die Methoden der Grounded Theory nach Gioia unterstützen das systematische Erheben und Analysieren empirischer Daten mit dem Ziel, ein fachübergreifendes Bild über die Potenziale des Metaverse für Unternehmen in Baden-Württemberg zu erstellen.

Die Methodik umfasst vier Phasen: „Research Design“, „Data Collection“, „Data Analysis“ und „Grounded Theory Articulation“. Die durchgeführten Inhalte der jeweiligen Phasen sind in Abbildung 6 dargestellt.

Wie bereits im Abschnitt „Literaturrecherche“ dargestellt, existiert eine umfangreiche Sammlung an Literatur zum Thema Metaverse. Daher wurden abweichend von der klassischen Vorgehensweise die Kategorien der „1st & 2nd Order Analysis“ nach Gioia aus der Literaturrecherche, den vorherigen Arbeiten des IAO, IPA und VDC entwickelt und in Workshops mit Branchenvertreter:innen validiert. Aus den resultierenden Themenkategorien wurde ein Interviewleitfaden entwickelt, der alle für die Beantwortung der Forschungsfragen relevanten Aspekte abdeckt. Die Interviews wurden in semi-strukturierter Form mit 30 Expert:innen aus der Baubranche, der Kreativwirtschaft, dem produzierenden Gewerbe sowie Metaverse-Technologieanbietern und Anwendungsentwicklern durchgeführt. Die Zusammensetzung der Expert:innen ist detailliert im Abschnitt „Charakteristika der Unternehmen in der Stichprobe“ aufgeführt.

Phasen der Methodik nach Gioia

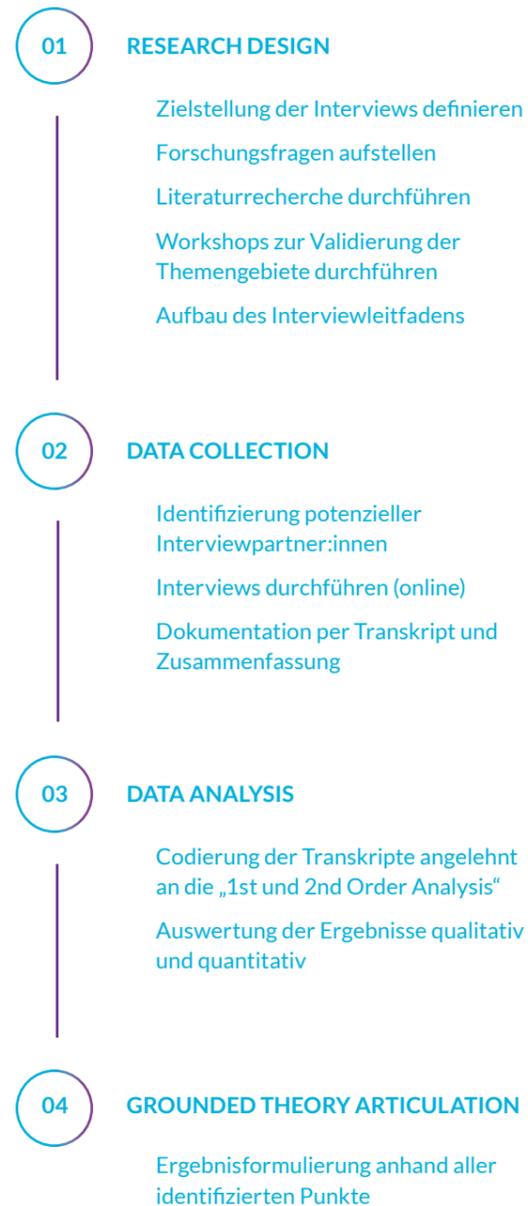


Abbildung 6: Phasen der Methodik nach Gioia

3.3. Methodisches Vorgehen Szenarien-Analyse

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde auch eine Szenarioanalyse mit Hilfe der Delphi-Methode durchgeführt, um Hinweise auf mögliche zukünftige Entwicklungen des Phänomens Metaverse zu erhalten. Dabei ist zu betonen, dass Szenarien keine exakten Vorhersagen darstellen sollen, sondern vielmehr mögliche Ausprägungen vieler verschiedener Zukunftsmöglichkeiten abbilden. Szenarien begründen damit eine Perspektive, die mögliche Zukünfte verständlicher und handhabbarer macht. Die Delphi-Methode basiert auf der Zusammenarbeit von Gruppen von Expert:innen, die gemeinsam zunächst vordefinierte und dann selbst erarbeitete Aussagen bewerten, bis ein Konsens erreicht ist. Dies führt zu verlässlicheren Ergebnissen als die individuellen Einschätzungen einzelner Befragter. Diese Erhebungsart wird vorliegend mithilfe des „4strat Real-Time-Delphi Tools“ realisiert, welches die direkte Auswertung und visuelle Darstellung der Gruppe aus Expert:innen ermöglicht. Das Verfahren wird konsekutiv in zwei Runden durchgeführt: In der ersten Runde werden auf der Grundlage der Bewertungen der Expert:innen vorläufige Szenarien entwickelt. In der zweiten Runde werden diese erneut von denselben Expert:innen diskutiert, angepasst und bewertet, um valide und konsistente Szenarien zu erstellen.

Basierend auf einer strukturierten Literaturrecherche wurde zunächst der Status Quo zum Themenfeld Metaverse konsolidiert. Konkret wurde hierzu auf etablierte wissenschaftliche Datenbanken zur internationalen Fachliteratur mit Fokus auf Zukunfts-, Organisations- und Innovationsforschung zurückgegriffen. Ergänzt wurde dies durch die Einbeziehung sogenannter grauer Literatur (Veröffentlichungen von Unternehmen, Beratungen etc.). In der Literaturanalyse

wurde eine Synthese übereinstimmender Aussagen gebildet, welche iterativ durch die Autor:innen der Studie in einer internen Liste von 20 Projektionen festgehalten wurde. Anschließend wurden diese 20 Projektionen zur besseren Verständlichkeit nach dem etablierten PEST-Modell (politisch, ökonomisch, sozial und technologisch) kategorisiert. In der ersten Runde der Erhebung bewerteten 33 Expert:innen die Eintrittswahrscheinlichkeit und den Grad, wie wünschenswert jede der 20 Projektionen ist. Diese Phase ist quantitativ. Ausgehend von den Mittelwerten der Antworten der Expert:innen zu den jeweiligen zwei Dimensionen der 20 Projektionen wurden diese mittels eines Algorithmus zur Bildung von Szenarien geclustert. Ausgehend von der Anzahl der Projekte und Teilnehmer:innen wurden vier vorläufige Szenarien zugeordnet. In der zweiten Runde wurden diese Szenarien erneut von den Expert:innen bewertet, diesmal hinsichtlich ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit, Erwünschtheit, Konsistenz und Plausibilität. Die Expert:innen wurden diesbezüglich gebeten, ihre Bewertungen jeweils in Stichpunkten zu begründen. Dieser Prozess ermöglicht eine gruppenbasierte Validierung der Szenarien, die dazu beiträgt, die noch ungewissen Zukunftsmöglichkeiten des Metaverse auszuloten und Handlungsempfehlungen abzuleiten.

3.4. Charakteristika der Unternehmen der Stichprobe

Für diese Studie wurden 30 Expert:innen befragt, die sich wie in **Abbildung 7** dargestellt auf die Branchen und Anwendungsbereiche produzierendes Gewerbe, Kreativwirtschaft, Baubranche, Metaverse-Technologien und Metaverse-Anwendungen verteilen.

Nach Angaben des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg hat das produzierende Gewerbe mit einem Anteil von 32,5 % an der nominalen Bruttowertschöpfung im direkten Branchenvergleich den größten Einzelanteil im Land (Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg 2023).

Auch das Baugewerbe ist mit 5,8 % ein wichtiger Wirtschaftszweig, dem es bereits gelungen ist, Technologien zu verknüpfen, um in Gebäuden und Projekten der Zukunft immersive Erlebnisse zu ermöglichen.

Die Kreativwirtschaft ist in vielen Bereichen Vorreiter bei der Adaption neuer Technologien. Seien es virtuelle Welten in Spielen und Lernplattformen, Motion Capturing in der Filmindustrie oder NFT-Marktplätze für den Vertrieb virtueller Kunst. Hier zeigen Unternehmen neue Möglichkeiten für die Vernetzung von Menschen und Technik in branchenübergreifenden Anwendungsfeldern.

Darüber hinaus sind Technologieanbieter und Anwendungsentwickler im Metaverse branchenübergreifend das Bindeglied für neue wertschöpfende Innovationen.

Anzahl der befragten Unternehmen je Branche

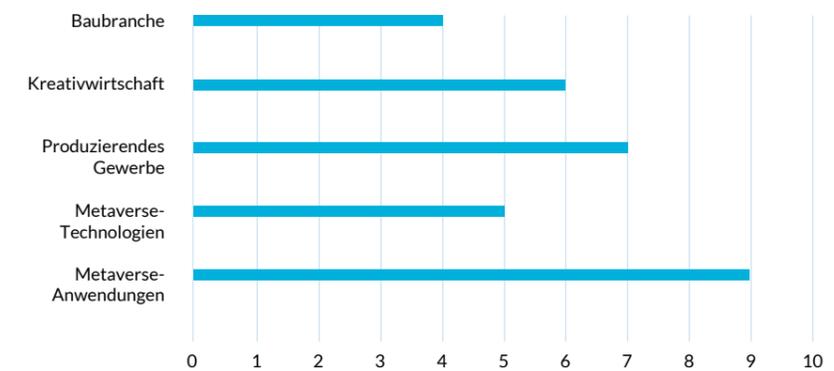


Abbildung 7: Anzahl der befragten Unternehmen je Branche | n = 30

Die befragten Unternehmen unterscheiden sich stark in der Zahl ihrer Mitarbeitenden. Eine Übersicht der Unternehmensgrößen ist in **Abbildung 8** zu sehen. Mit dreizehn Befragten sind KMUs am stärksten vertreten.

Übersicht Unternehmensgröße

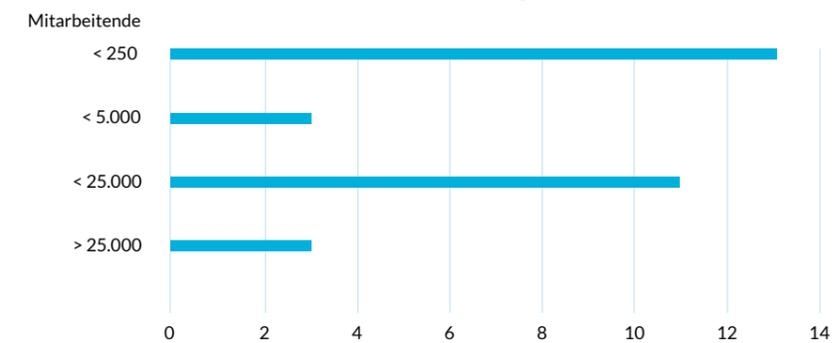


Abbildung 8: Übersicht Unternehmensgröße | n = 30

Von den befragten Unternehmen haben 29 ihren Hauptsitz oder eine Standortniederlassung in Baden-Württemberg. Ein Unternehmen hält Kundenverhältnisse und pflegt Kooperationen mit Unternehmen in Baden-Württemberg.

4. ERGEBNISSE AUS INTERVIEWS MIT EXPERT:INNEN

Das Metaverse ist erst in wenigen Unternehmen als Einheit strategisch verankert, insbesondere in KMU wird das Metaverse lediglich in einzelnen Projekten behandelt. Um die Potenziale des Metaverse nutzen zu können, müssen zunächst branchenspezifische Herausforderungen bewältigt werden. Neue Geschäftsmodelle, Kooperationen und der gezielte Einsatz von Technologien helfen den Unternehmen diese Herausforderungen zu meistern. Dennoch sind baden-württembergische Unternehmen auf Unterstützung durch externe Maßnahmen angewiesen.

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Interviews dargestellt. Zunächst wird das Verständnis der befragten Unternehmen zum Thema Metaverse untersucht. Anschließend wird die strategische Verankerung des Metaverse in den Unternehmen beleuchtet, einschließlich der Potenziale, die Unternehmen im Metaverse anstreben. Die Herausforderungen, denen sich die Unternehmen stellen müssen, um diese Potenziale zu nutzen, werden ebenfalls aufgeführt und erläutert. Abschließend werden daraus abzuleitenden Handlungsmaßnahmen untersucht. Zunächst werden die direkt umsetzbaren Handlungsmaßnahmen der Unternehmen selbst betrachtet. Anschließend Wünsche der Unternehmen für externen Handlungsmaßnahmen dargestellt.

4.1. Verständnis des Metaverse

In einem ersten Schritt wurde das Verständnis der befragten Unternehmen zum Thema Metaverse untersucht. Dazu wurden Versionen des in Kapitel 2 dargestellten Strukturbildes vorgelegt, um entlang der einzelnen Elemente die Einschätzung der Unternehmen zur Vollständigkeit des Bildes abzufragen.

Für die Verbindung von physischer und virtueller Welt durch die Prinzipien der Virtualisierung und Realisierung wurden die genannten Enabler-Technologien und Rahmenbedingungen von den befragten Expert:innen als wichtig erachtet. Dazu zählen unter anderem immersive Technologien und Hardware, KI-Verfahren, Netzwerk- und Kommunikationstechnologien, Infrastrukturen zur Datenverarbeitung, IoT und Robotik sowie Werkzeuge zur Entwicklung von Inhalten im Metaverse. Insbesondere wird auch auf die Bedeutung der Cybersicherheit im Metaverse hingewiesen.

Grundsätzlich deckt sich das Metaverse-Verständnis mit dem entwickelten Strukturbild, in dem gemeinsame Technologien und Werkzeuge in verschiedenen Branchen und Ökosystemen eingesetzt werden. Allerdings setzen die befragten Unternehmen aus den jeweiligen Branchen unterschiedliche Schwerpunkte. Unternehmen des produzierenden Gewerbes verstehen das Metaverse als Möglichkeit, relevante Daten der physischen Welt in einem bisher nicht gekannten Ausmaß zu erfassen, zu teilen und zusammenzuführen. Dabei wird das Metaverse teilweise eng mit aktuellen Entwicklungen der Industrie 4.0 und unternehmensübergreifend genutzten Datenräumen verbunden. Vorteile werden von einigen Expert:innen in dezentralisierten Formen der Datenhaltung im Metaverse gesehen. Darüber hinaus wird die Möglichkeit, Wertschöpfungsketten ganzheitlich virtuell abzubilden und Prozessketten datenbasiert zu simulieren und zu optimieren, als zentraler Kern des Metaverse verstanden. Die Expert:innen der Baubranche teilen die Einschätzung, dass die Grenzen zwischen bisher singular betrachteteten Branchen und Gewerken durch das Metaverse aufweichen und sich verschieben werden.

Besonders hervorgehoben wird jedoch die Möglichkeit, im Metaverse Elemente der realen Welt in 3D immersiv zu erleben und gemeinsam zu betrachten. Der soziale Aspekt des Metaverse und die damit verbundene Steigerung der Kollaborationsqualität wird von den Unternehmen der Kreativwirtschaft betont. Im Gegensatz zu den Befragten aus dem produzierenden Gewerbe und dem Baugewerbe wird in der Kreativwirtschaft die Synchronisation zwischen physischer und virtueller Welt als weniger charakteristisch für das Metaverse angesehen. Stattdessen wird auf die Koexistenz von physischen und virtuellen Inhalten verwiesen.

In Bezug auf die Ausgestaltung des Metaverse überwiegt unter den Expert:innen die Ansicht, dass es kein einzelnes, einheitliches Metaverse geben wird. Einige Expert:innen betonen zwar das Potenzial, durch die Entwicklungen hin zum Metaverse die heute bestehenden Grenzen zwischen Branchen und Organisationen teilweise aufzulösen. Andere Expert:innen zweifeln jedoch an einem singulären Durchbruch und betonen die Möglichkeiten des Metaverses, bestehende Ökosysteme miteinander zu vernetzen oder neue Ökosysteme mit veränderten thematischen Zuschnitten zu etablieren.

Neben der Branchenkonvergenz wird eine Unterscheidung verschiedener funktionaler Typen von Metaversen von der Mehrheit der befragten Expert:innen als sinnvoll erachtet. So kann beispielsweise zwischen Industrial-, Enterprise-, Retail- und Social-Metaverse unterschieden werden. Innerhalb der verschiedenen Metaverse-Sub-Systeme lassen sich nach Ansicht der Expert:innen über verschiedene Branchen hinweg ähnliche Anwendungsfälle identifizieren und mit ähnlichen Technologiekombinationen umsetzen. Der Reifegrad, die Anwendungsfälle und der Bedarf an Technologien, Standards und Werkzeugen werden innerhalb der Metaverse-Sub-Systeme als ähnlich eingeschätzt, wodurch sich neue Möglichkeiten für eine branchenübergreifende Wertschöpfung ergeben.

4.2. Strategische Relevanz des Metaverse in Unternehmen

Im Rahmen dieses Kapitels wird im ersten Abschnitt die strategische Verankerung des Metaverse in den Unternehmen beleuchtet. Anschließend wird die Erfolgsmessung dieses strategischen Themas in den Unternehmen aufgezeigt. Im letzten Abschnitt des Kapitels werden die von den Unternehmen angestrebten Potenziale durch das Metaverse detailliert untersucht.

Strategische Verankerung des Metaverse in Unternehmen

Das Metaverse ist für die Mehrheit der befragten Unternehmen ein wichtiges strategisches Thema. Dabei haben sich die befragten Unternehmen dem Thema auf zwei Wegen genähert. Einige Unternehmen waren frühzeitig an Teilaspekten des Metaverse beteiligt und beschäftigen sich weiterhin intensiv mit dem Thema:

// Das Thema ist bei uns strategisch verankert, weil es aus unserer Sicht unser zukünftiges Kerngeschäft ist. Wir entwickeln seit etwa 20 Jahren immersive virtuelle Umgebungen. Zitat Markus Herkersdorf (TriCAT GmbH)

Besonders in großen Unternehmen wird hingegen nach einer Analysephase aktiv die Entscheidung getroffen das Thema strategisch zu verfolgen:

// Wir haben das Thema Metaverse in den letzten zwei Jahren analysiert [...] und wir sehen viele Use Cases. Das Potenzial ist enorm in Richtung Metaverse, um Kosten einzusparen, neue Revenue Streams zu generieren oder wirklich ganz neue Geschäfte aufzubauen. Zitat Metaverse-Technologieanbieter

Bei den befragten Unternehmen lassen sich drei Arten der Verankerung des Metaverse-Themas identifizieren: Die Bearbeitung im Rahmen von Projekten, die Betrachtung innerhalb der Innovationsabteilung sowie die explizite Betrachtung im Rahmen einer dedizierten Unternehmenseinheit.

Arten der strategischen Verankerung

	Metaverse Unternehmenseinheit	Innovationseinheit behandelt das Thema mit	Metaverse wird in Projekten bearbeitet
Beschreibung	Eigenständige Einheit innerhalb des Unternehmens geschaffen Ausschließlich auf die Entwicklung und Umsetzung von Metaverse-Vorhaben fokussiert	Organisationseinheit hat einen breiteren Fokus und beschäftigt sich unter anderem mit dem Thema Metaverse Fokus auf Innovation und Digitalisierung Keine dedizierte Einheit	Metaverse wird in einzelnen Projekten bearbeitet Projekt wird im Auftrag des Kunden bearbeitet
Charakteristiken der Unternehmen	Metaverse ist/wird als Teil des zukünftigen Kerngeschäfts bearbeitet Hohe fachliche Expertise Thematische Breite kann abgedeckt werden Dedizierte Ressourcenallokation	Das Unternehmen ist in einzelnen Aspekten des Metaverses stark vertreten. Das Metaverse ist eine Ergänzung des Geschäfts Fokus auf einzelne Technologien des Metaverse	Punktuelle Bearbeitung anhand konkreter Aufgabenstellungen Thematische Fokussierung nach Kundenbedarf

Tabelle 2: Arten der strategischen Verankerung

Die Art der strategischen Verankerung im Unternehmen hängt stark von der Unternehmensgröße und der Branche ab (vgl. Abbildung 9). Unternehmen mit unter 250 Mitarbeitenden beschäftigen sich hauptsächlich in Projekten mit der Metaverse-Thematik, was mit der stark projektgetriebenen Arbeitsweise dieser Unternehmen zusammenhängt. Innovationsabteilungen in größeren Unternehmen forschen an Themen, die in die Metaverse-Thematik fallen. Unternehmenseinheiten, die sich ausschließlich mit dem Metaverse beschäftigen, finden sich in den befragten Unternehmen mit über 250 Mitarbeitenden. Sie verfolgen das Ziel, das Metaverse für das gesamte Unternehmen zu erschließen. Im Vergleich ist das Metaverse erst in wenigen Unternehmen als Einheit strategisch verankert. Ein Unternehmen gab an keine dedizierten Unternehmenseinheiten zu besitzen, sondern die Thematik ganzheitlich anzugehen, indem in jeder Abteilung und jedem Fachbereich Kompetenzen vertreten sind, die relevante Themen und Innovation von innen heraus vorantreiben.

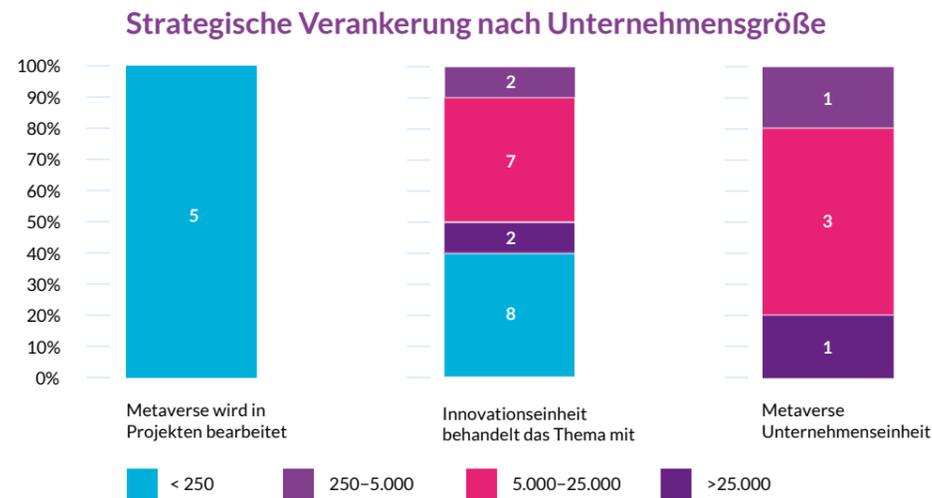


Abbildung 9: Strategische Verankerung nach Unternehmensgröße | n = 30

Bei der branchenspezifischen Betrachtung konnten dedizierte Metaverse-Einheiten im Bereich der Metaverse-Technologien und -Anwendungen sowie im produzierenden Gewerbe identifiziert werden (vgl. Abbildung 10). Im produzierenden Gewerbe wird das Thema Metaverse derzeit vor allem begleitend zu bestimmten Technologien wie dem digitalen Zwilling in Innovationseinheiten betrachtet. Dies ist auch in der Baubranche zu beobachten. In der Kreativwirtschaft wird das Metaverse sowohl von der Innovationseinheit als auch speziell in kundenspezifischen Projekten weiterentwickelt.

Strategische Verankerung in betrachteten Branchen

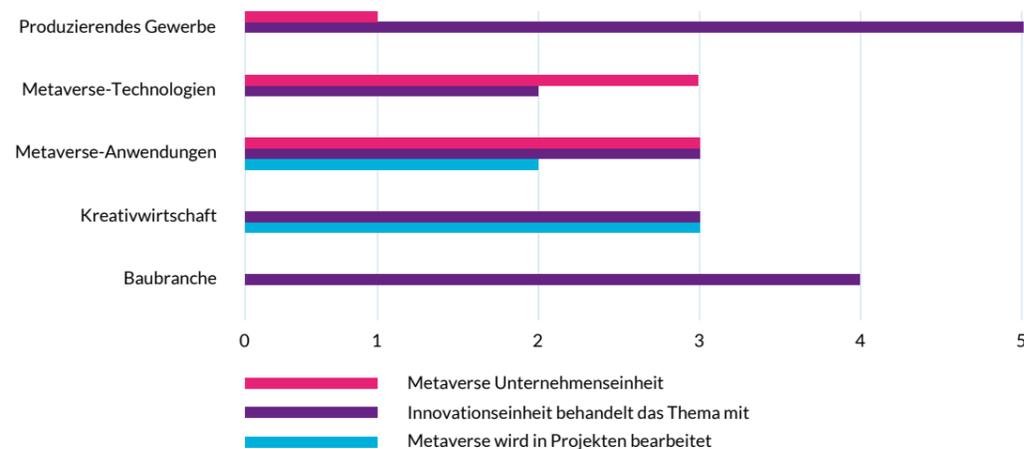


Abbildung 10: Strategische Verankerung in betrachteten Branchen | n = 30

Erfolgsmessung des strategischen Themas Metaverse in Unternehmen

Die meisten der befragten Unternehmen verwenden eine oder mehrere Metriken, um den Erfolg ihrer Aktivitäten zu analysieren. So gaben 20 Befragte an, konkrete Messgrößen zu verwenden. Sieben Befragte gaben an, dass ihr Unternehmen keine Messungen durchführt und drei Befragte konnten hierzu keine Aussage treffen.

Es wird deutlich, dass vor allem die Umsatzsteigerung und die Anzahl der generierten Neuaufträge bzw. Kunden im Fokus der Erfolgsmessung stehen. Insbesondere bei den befragten Vertretern des produzierenden Gewerbes. Gemessene Kosteneinsparungen und Effizienzsteigerungen in der Produktion werden hier ebenfalls genannt.

Metaverse-Technologieanbieter und -Anwendungsentwickler sowie Vertreter der Kreativwirtschaft setzen verstärkt die Anzahl der aktiven Nutzer:innen und Besucher:innen in den Fokus. Als weitere Metriken werden u.a. die Zunahme von Bewerbungen auf ausgeschriebene Stellen in metaverse-relevanten Bereichen, die Time-to-Market neuer Produkte oder CO₂-Einsparungen genannt. Einige Unternehmen, die keine konkrete Messung des strategischen Themas durchführen, gaben dennoch an, Kundenbefragungen durchzuführen.

Eine Übersicht über die genannten Metriken ist in Abbildung 11 dargestellt.

Angewandte Metriken zur Erfolgsmessung

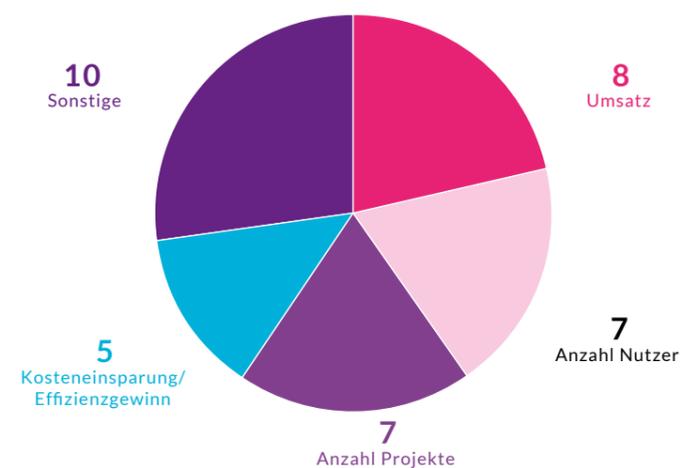


Abbildung 11: Angewandte Metriken zur Erfolgsmessung des strategischen Themas Metaverse | n = 30

Angestrebte Potenziale des Metaverse

Die in der Literatur und den Expert:innen-Workshops identifizierten Potenziale wurden im Rahmen der Interviews mit den Expert:innen diskutiert und priorisiert. Dies diente dazu, die von den Unternehmen angestrebten Potenziale im Metaverse zu identifizieren. Eine detaillierte Beschreibung der Unternehmen zu den einzelnen Potenzialen findet sich im Anschluss an die quantitative Auswertung. Abbildung 12 zeigt die durchschnittliche Priorisierung über alle befragten Teilnehmenden: Die größten Potenziale werden demnach in neuen Produkten und Dienstleistungen, in der Erschließung neuer Märkte sowie in der Reduktion des aktuellen Ressourcenverbrauchs gesehen. Die priorisierten Potenziale sind jedoch stark vom Anwendungsfall abhängig.



Abbildung 12: Durchschnittliche Bewertung der Potenziale nach Unternehmen | n = 30

Eine Differenzierung der Potenziale nach Branchen zeigt verschiedene Schwerpunkte innerhalb der Branchen auf (vgl. Abbildung 13). Metaverse-Anwendungsentwickler und -Technologieanbieter bewerten die verschiedenen Potenziale des Metaverse ähnlich hoch. Lediglich die Möglichkeit, einen Image-/Reputationsgewinn für das eigene Unternehmen zu generieren, wird von den Metaverse-Technologieanbietern als geringer Nutzen eingeschätzt. Unternehmen aus dem Baugewerbe sehen die größten Potenziale in der Möglichkeit, Kosten zu senken, neue Ressourcen zu erschließen und den aktuellen Ressourcenverbrauch zu reduzieren. In der Kreativwirtschaft werden die Potenziale der Risikoreduktion, des Zugangs zu neuen Ressourcen, der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und der Erschließung neuer Märkte stärker verfolgt. Die befragten Unternehmen des produzierenden Gewerbes sehen die größten Potenziale in der Senkung der Kosten und des Ressourcenverbrauchs sowie in der Möglichkeit neuer Produkt- und Dienstleistungsinnovationen.

Potenziale des Metaverse in verschiedenen Branchen



Abbildung 13: Potenziale des Metaverse in verschiedenen Branchen | n = 30



Risikoreduktion

Die Möglichkeit, im Metaverse Daten aus der realen Welt mit simulierten Daten anzureichern, bietet Unternehmen weitreichende Möglichkeiten, Risiken in Prozessen frühzeitig zu erkennen und zu minimieren. Die Verarbeitung von Echtzeitdaten ermöglicht es nicht nur, Probleme frühzeitig zu erkennen, sondern auch kurzfristig und mit geringem Ressourcenaufwand Expert:innen in Entscheidungen einzubeziehen und ein umfassendes Verständnis des Sachverhalts zu vermitteln. In der virtuellen Produktentwicklung können Stakeholder durch verbesserte Kommunikations- und Kollaborationsmöglichkeiten frühzeitig eingebunden werden.

// In der realen Welt muss ich Prototypen bauen und erproben. [...] Wenn ich eine Produktanpassung in der Musterphase hab, dann geht der ganze Prozess wieder von vorne los. Das kostet Zeit, das kostet Geld. **Zitat Alexander Henle (Robert Bosch GmbH)**

Darüber hinaus können digitale Abbilder realer Systeme als Grundlage für die Verbesserung von Algorithmen und KI-basierten Entscheidungsprozessen dienen. Beispielsweise werden virtuelle Welten bereits heute in großem Umfang zur Verbesserung der autonomen Navigation im Straßenverkehr oder in der Lagerlogistik eingesetzt.



Kostensenkung

Durch die Konvergenz bestehender Technologien erwarten die befragten Unternehmen hohe Kosteneinsparungen durch effizientere Prozesse und die Vermeidung von Doppelarbeit in verschiedenen Systemen. Eine umfassende Datenbasis ermöglicht es, Daten mittels KI und Visualisierung in Bezug zu setzen und so den Mitarbeitenden die Auswirkungen von Entscheidungen transparent darzustellen. So können Mitarbeitende bei der Entscheidungsfindung unterstützt und Folgekosten von Fehlentscheidungen vermieden werden.

// Wenn man [konsequent Virtualisiert vorantreibt] und alles mit allem vernetzt [...], dann werden wir enorme Kostenreduktion sehen. Wir sehen eine enorme Steigerung bei Zugänglichkeit, bei Reichweite, bei Verfügbarkeit und [vor allem Agilität]. **Zitat Markus Herkersdorf (TriCAT GmbH)**



Effizienzgewinn in Produktion und indirekten Bereichen

Die allgegenwärtige Zugriffsmöglichkeit (Ubiquität) und Interoperabilität als Kernelemente des Metaverse versprechen Unternehmen branchenübergreifend enorme Effizienzsteigerungen in ihren Prozessen. Durch die starke Integration der Metaverse-Technologien und die Schaffung allgemein anerkannter Standards können Unternehmen eine bereichsübergreifende Datenbasis aufbauen. So kann beispielsweise das virtuelle Modell eines Produktes als gemeinsame Basis für die Entwicklungsabteilung, das Marketing, den Service oder den Konfigurator des Vertriebs genutzt werden.

// Wenn ich Rapid Prototyping in einer Simulation mache, bin ich damit sehr viel schneller und kosteneffizienter. **Zitat Metaverse-Anwendungsentwickler**

Diese Effizienzsteigerung ermöglicht neue Formen der Produktentwicklung und der unternehmensinternen Zusammenarbeit, erfordert aber auch eine Anpassung der bestehenden Organisation der Zusammenarbeit und ihrer Struktur.



Zugang zu neuen Ressourcen

Die starke Vernetzung ermöglicht den Nutzer:innen einen radikal erweiterten und neuen Zugang zu Ressourcen. Der einfache Zugang zu virtuellen Modellen von realen Objekten und Prozessen lässt beispielsweise im Bildungsbereich Disruptionen gegenüber klassischen Lehrformaten (z. B. Büchern) erwarten.

Die verbesserten Kollaborationsmöglichkeiten erlauben die kurzfristige und gezielte Einbindung von Fachkräften für dedizierte Aufgaben, wodurch eine stärkere Spezialisierung von Fachkräften möglich wird. In Kombination mit Lösungen zur Sicherung der Datenhoheit können hochspezialisierte Freelancer organisations- und regionsübergreifend arbeiten.

Der Einsatz von Metaverse-Lösungen im Rekrutierungsprozess ermöglicht es nicht nur, sich als moderner und attraktiver Arbeitgeber zu präsentieren, sondern eröffnet auch neue Möglichkeiten bei der Auswahl von neuen Mitarbeitenden. So können Bewerber:innen außerhalb standardisierter Tests bereits frühzeitig im Bewerbungsprozess ihre fachspezifischen Fähigkeiten in virtuellen Umgebungen, z.B. bei der Nutzung von virtuellen Werkzeugen, unter Beweis stellen. Ebenso haben Unternehmen die Möglichkeit, Gebäude und Maschinen vorab virtuell zu testen, Prozessänderungen zu erproben oder dezentrale Ressourcen virtuell in die Fabrik zu integrieren.



Ressourcenverbrauch senken

Die Möglichkeit Prozesse vorab virtuell zu simulieren und dezentral zu diskutieren, eröffnet Organisationen die Chance, ihren realen Ressourceneinsatz gezielt zu optimieren. Komplexe Projekte wie medizinische Operationen oder Filmaufnahmen können durch einen virtuellen Probedurchlauf den bisherigen Ressourceneinsatz gezielt reduzieren und fallspezifische Herausforderungen im Vorfeld besprechen. Die Möglichkeit im akuten Problemfall Expert:innen virtuell heranzuzuziehen, reduziert neben den bereits genannten Risiken auch ungeplanten Ressourcenverbrauch. Explizit die Reduzierung des CO₂-Ausstoß wird häufig von Unternehmen angeführt.

CO₂-Reduktion ist natürlich was, wo wir gerade sehr stark investieren und auch sagen: Da müssen wir als Baubranche viel besser werden. Wir haben einfach auch einen großen Hebel. **Zitat Brigitte Wichert (Züblin AG)**



Image- und Reputationsgewinn

Der Einsatz von Metaverse-Technologien für Marketingzwecke ermöglicht Unternehmen Personen aus bestimmten Zielgruppen frühzeitig zu adressieren und sich als modern von der breiten Masse abzuheben. Dazu gehört zum Beispiel das Angebot von virtuellen Treffen mit potenziellen Mitarbeitenden.



Produkt- und Serviceinnovationen

Die Integration von 3D-Modellen und virtuellen Welten ermöglicht es Unternehmen, neben neuen Produktentwicklungsprozessen auch eine neue Vielfalt von Produkten und Dienstleistungen zu entwickeln. Ein Beispiel sind Dienstleistungen wie die Fernwartung im virtuellen Raum mit Hilfe von digitalen Zwillingen, die mit realen Daten in Echtzeit versorgt werden. Folglich kann zukünftig dadurch das Produktportfolio von Unternehmen durch eine virtuelle Produktpalette ergänzt werden.

In der Kreativwirtschaft können neue Möglichkeiten für den Wissenstransfer geschaffen werden, wie zum Beispiel das Kontextualisieren von Objekten mit interaktiven, immersiven Erlebnissen. In einer interoperablen virtuellen Welt könnte man bestehende Plattformen nutzen, um eigene Services auf ihnen anzubieten. Ein Beispiel hierfür stellt die Kreation von besonderen Erlebnissen an einem bestimmten Ort in einer zukünftigen (analog zur Google Maps heute) bestehenden 3D-Weltkarte dar.



Entwicklung neuer Geschäftsmodelle

Basierend auf dem Zusammenspiel von Technologien eröffnen Produkt- und Serviceinnovationen Unternehmen die Möglichkeit, neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Da innovative Geschäftsmodelle verschiedene Herausforderungen adressieren, mit denen sich Unternehmen auf dem Weg ins Metaverse konfrontiert sehen, erfolgt eine detaillierte Betrachtung der Potenziale für neue Geschäftsmodelle in Kapitel 4.4.



Erschließung neuer Märkte

Das Metaverse ermöglicht Unternehmen eine „Blue-Ocean“ Strategie zu verfolgen. Neue Produkte und Services können bestehende Kunden adressieren und umgekehrt bestehende Produkte und Services neue Kunden gewinnen. So können zum Beispiel technische Anbieter neue Marktsegmente durch ihre technologische Expertise erschließen, z.B. als Plattformanbieter. Im Kulturbereich können Werke und Ausstellungen einem neuen Publikum virtuell zugänglich gemacht werden.

Wenn ich mich jetzt damit auseinandersetze, was die Inhaltskategorien in so einem Metaverse sind, dann habe ich die Umgebung, [...] den Avatar und die Objekte, die der Avatar nutzen kann. Und da ist eben Mode oder Fashion als Inhaltskategorie ein sehr großes Potenzial. **Zitat Felix Lück (Hugo Boss AG)**

Unternehmen werden über eine KI gestützte Content-Erstellung die Möglichkeit haben, größere Kund:innengruppen auch mit individualisierten Produkten zu adressieren – physisch durch „Mass Personalization“ oder virtuell durch die plattformübergreifende Integration von virtuellen Modellen. Auch in der realen Welt können neue Kund:innengruppen adressiert werden. So werden zum Beispiel historische Schlösser oder interaktive Ausstellungen neuen Besucher:innen virtuell zugänglich gemacht, die diese aufgrund von mangelnder Barrierefreiheit nicht besichtigen konnten.

Weitere Potenziale

In den Interviews wurden weitere Potenziale identifiziert, die über die genannten Potenzial-Cluster hinausgehen. Ein großes Potenzial des Metaverse wird in einem natürlicheren Zugang zu Daten durch eine visuelle Aufbereitung und Bereitstellung gesehen. Diese Demokratisierung von Daten ermöglicht es, komplexe Zusammenhänge besser zugänglich, verständlich und kommunizierbar zu machen.

// Bildlichkeit als Komplexitätsreduktionsfaktor spielt eine Rolle, das kommt glaube ich teilweise neu dazu. Ansonsten die Kontinuität: Evolution und nicht Revolution. **Zitat Metaverse-Anwendungsentwickler**

Zum einen können durch Daten aus digitalen Zwillingen leichter objektive Entscheidungen getroffen werden, zum anderen erlauben sie es bessere Aussagen zu komplexen Sachverhalten zu treffen. Dies ist zum Beispiel im Krankenhaus bei der Analyse von Patient:innen, in der Produktion bei der Betrachtung komplexer Systeme oder aber auch beim Umbau von Bestandsgebäuden möglich.

// Kommunikation in Krankenhäusern und medizinischen Einrichtungen: Über objektive Daten, die dann aus digitalen Zwillingen entstehen, die man nutzen kann, um virtuell über reale Menschen zu diskutieren und über Behandlungen und Diagnosen zu entscheiden. **Zitat Jan Hertwig (Simq GmbH)**

Metaverse-Technologien ermöglichen es Unternehmen, im virtuellen Raum enger mit ihren Kund:innen zu interagieren, sie in Entwicklungsprozesse zu integrieren und ihre Anforderungen stärker zu berücksichtigen, z.B. im Produktentstehungsprozess oder bei Besucher:innen im Museum. So kann das Thema „Customer Success“ gezielter verfolgt werden.

Große Potenziale werden auch in der Menschzentrierung gesehen. Durch die starke Immersion kann eine stärkere Bindung zum Erlebten aufgebaut werden. Durch die räumliche Verortung der Erlebnisse ergeben sich Vorteile gegenüber anderen digitalen Formaten in Bezug auf die Speicherung von Eindrücken und erworbenem Wissen.

// Bei Metaverse eines der besten Zitate für mich ist, dass man im digitalen Raum echte Emotionen erzeugen kann. **Zitat Claudius Messerschmidt (TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG)**

Der Austausch und die Zusammenarbeit über physische Grenzen hinweg bergen das Potenzial für neue Kooperations- und Lösungsräume, die völlig neue Formen der Interaktion und des Austauschs ermöglichen.

// Ich glaube, dass wir keine Vorstellung davon haben, was an Interaktion möglich ist. Ich glaube aber, dass es ein natürliches Format von Austausch, von Ideen der Zukunft sein wird, das global und international Begegnungsräume schafft. **Zitat Thomas Schneider (TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG)**

Viele der genannten Anwendungsbeispiele adressieren mehrere Potenzial-Cluster gleichzeitig. Dies unterstreicht die Relevanz des Themas Metaverse. Dennoch ist es schwierig in allen Fällen eine klare Trennung zwischen den Potenzialen zu definieren, die bereits heute durch den Einsatz von Einzeltechnologie umsetzbar sind und denen, die erst auf dem Weg zum Metaverse realisierbar werden. Angemerkt sei auch, dass nicht alle befragten Expert:innen Potenziale im Metaverse sehen, die über die Potenziale von Einzeltechnologien hinausgehen. Insbesondere die Abgrenzung zu den Potenzialen der XR-Technologie war in einigen Fällen nicht gegeben.

4.3. Herausforderungen

Die Herausforderungen bei der Entwicklung und Implementierung des Metaverse in Unternehmen wurden anhand der Literatur und der Expert:innen-Workshops identifiziert und in neun Kategorien zusammengefasst. Zunächst wird die Priorisierung der Kategorien auf Unternehmens- und Branchenebene quantitativ beschrieben (vgl. Abbildung 14 und 15), anschließend werden die einzelnen Herausforderungen näher erläutert und Zusammenhänge zwischen den einzelnen Kategorien aufgezeigt.

Die drei in den Interviews am häufigsten genannten Herausforderungen sind der unklare Nutzen bei der Umsetzung konkreter Projekte, der Mangel an Know-how und Spezialist:innen sowie unausgereifte Technologien. Am seltensten werden bereits bestehende rechtliche oder regulatorische Hürden als Herausforderung identifiziert.

Herausforderungen nach durchschnittlicher Priorisierung

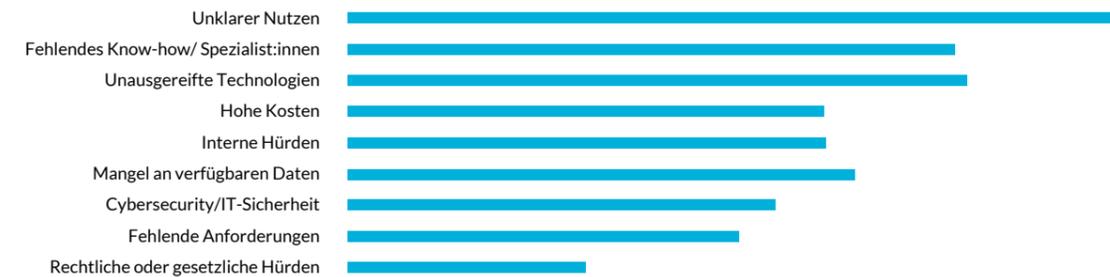


Abbildung 14: Herausforderungen nach durchschnittlicher Priorisierung | n = 30

Die fünf untersuchten Branchen unterscheiden sich stark voneinander. In der Baubranche werden der unklare Nutzen sowie fehlende Anforderungen als größte Herausforderungen identifiziert. In der Kreativwirtschaft werden die hohen Kosten, der unklare Nutzen sowie der Mangel an verfügbaren Daten als größte Herausforderungen für die Umsetzung gesehen. Unternehmen, die Metaverse-Anwendungen entwickeln, sehen vor allem fehlendes Know-how und fehlende Spezialisten. Rechtliche Hürden werden hier als weniger hemmend eingestuft. Anbieter von Metaverse-Technologie sehen die größten Herausforderungen in der mangelnden Verfügbarkeit von Daten, fehlendem Know-how und rechtlichen Hürden. Hohe Kosten und unausgereifte Technologien werden von diesen Unternehmen nicht als Herausforderung gesehen. Hier unterscheiden sie sich deutlich von den Unternehmen des produzierenden Gewerbes, die hohe Kosten und unausgereifte Technologien als die beiden größten Herausforderungen identifizieren.

Herausforderungen auf dem Weg ins Metaverse in verschiedenen Branchen

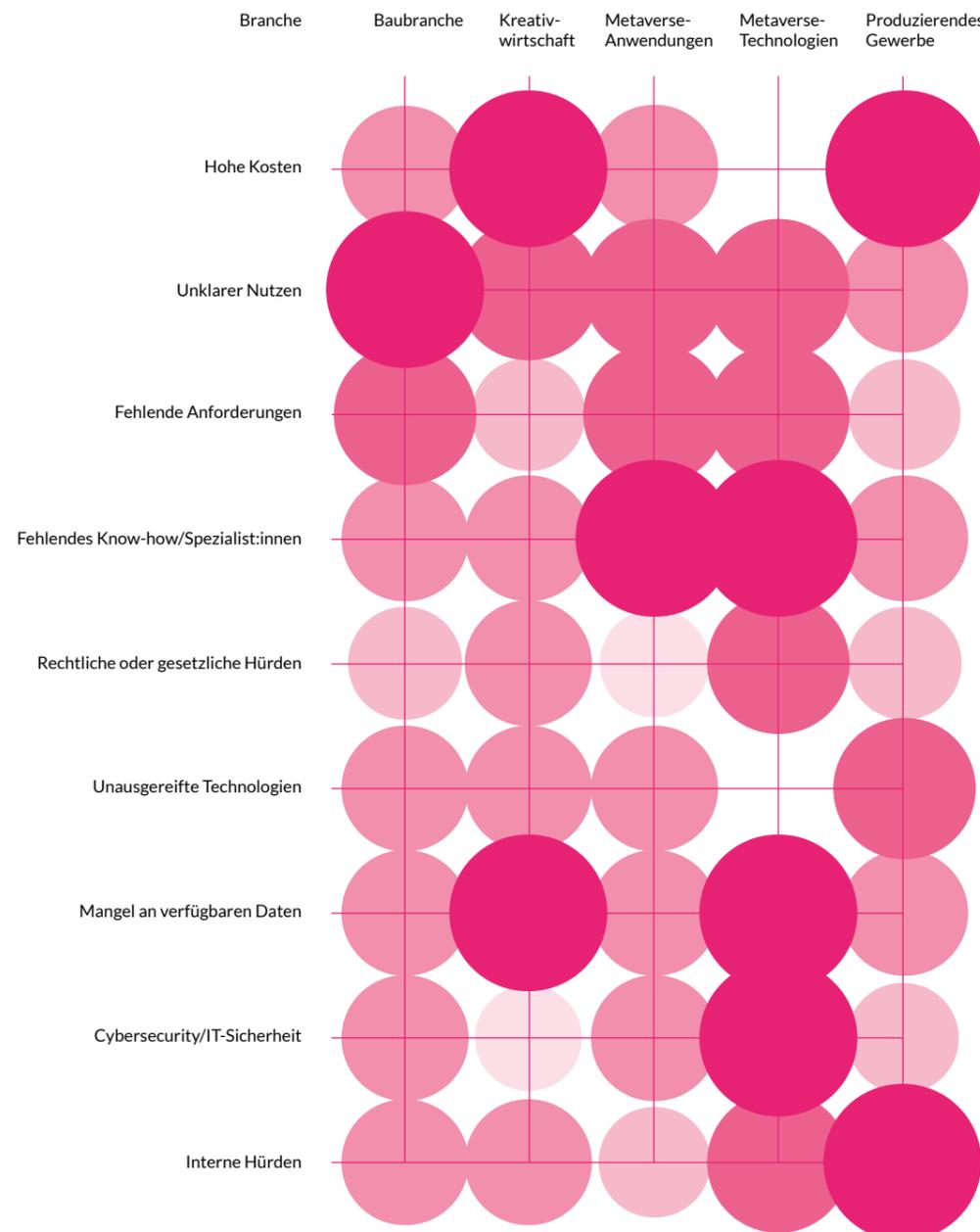


Abbildung 15: Herausforderungen auf dem Weg ins Metaverse in verschiedenen Branchen | n = 30

Die folgende detaillierte Betrachtung der Aussagen der Unternehmen zu den einzelnen Kategorien gibt Aufschluss über die unterschiedliche Bewertung der Herausforderungen in den Branchen.



Hohe Kosten

Hohe Kosten werden von allen Unternehmen mit Ausnahme von Metaverse-Technologieanbietern als große Herausforderungen eingeordnet. Insbesondere die hohen initialen Investitionskosten werden hierfür als Grund genannt, da die Entwicklung von Metaverse-Lösungen mit Mehrwert und inhaltlicher Tiefe einen hohen finanziellen und zeitlichen Aufwand erfordert. Zudem erschwert die Kombination aus hohen Initialkosten und unklarem Nutzen bei der Umsetzung von Projekten vielen Unternehmen den Einstieg in die Metaverse-Thematik.

Es sind die hohen Initialkosten, wenn man einsteigt und [...] den Return on Invest nicht richtig sieht.
Zitat Markus Herkersdorf (TriCAT GmbH)

Die Anbieter von Metaverse-Technologie sehen die hohen Kosten nicht als Herausforderung. Sie sehen ein großes Potenzial in der Skalierbarkeit von Metaverse-Lösungen, die im Gegensatz zu klassischen Skalierungsmöglichkeiten nur geringe Kosten verursachen. Sind die Grundlagen einmal gelegt, können viele Entwicklungen wiederverwendet und vielseitig eingesetzt werden. Dabei sollte jedoch auf nachhaltige und standardisierte Lösungen statt auf proprietäre Individualentwicklungen geachtet werden.

Langfristig erwarten die Technologieanbieter und Anwendungsentwickler im Metaverse sinkende Kosten durch hohe Kosteneinsparungen virtueller Anwendungen im Vergleich zu realen Aktivitäten. Sie erhoffen sich durch die Etablierung gemeinsamer Standards sowie die Virtualisierung manueller Prozesse durch Automatisierung und KI mehr Planungssicherheit bei der Auswahl und Nutzung von Metaverse-Technologien.



Unklarer Nutzen

Als größte Herausforderung wird von den Befragten der unklare Nutzen bei der Umsetzung von konkreten Metaverse-Projekten genannt. Die fehlende Transparenz über den konkreten Nutzen bei der Adaption von Metaverse-Technologien wirkt sich auf den gesamten Entwicklungsprozess von den Anforderungen bis hin zu unternehmensinternen Widerständen aus.

Die Kette ist tatsächlich so: Der unklare Nutzen entsteht aus der fehlenden Anforderung und damit verbunden sind die hohen Kosten eine riesige Hürde, die keine Hürde wäre, wenn ich einen hohen Nutzen hätte.
Zitat Oliver Gutzeit (SAP AG)

Der mediale Hype um das Thema Metaverse führt dazu, dass die Erwartungen an die Projekte von den tatsächlichen Umsetzungsmöglichkeiten abweichen. Hohe Erwartungen ohne klare Nutzungserwartungen führen häufig dazu, dass erste Initiativen aufgrund mangelnder Fokussierung ohne konkrete Ergebnisse enden. In vielen Unternehmensbereichen fehlt außerhalb der Innovationsabteilungen das Verständnis für die Bedeutung und das Potenzial des Metaverse.



Fehlende Anforderungen

Unklare oder fehlende Anforderungen resultieren aus mangelndem Know-how und behindern die Entwicklung neuer Lösungen. Überhöhte Erwartungen und mangelndes Verständnis der aktuellen Möglichkeiten erschweren die Formulierung angemessener Anforderungen an Metaverse-Lösungen.

Auf Kundenseite fehlt die Nachfrage bei den Anbietern. Konkrete Use Cases und eine Killerapplikation oder gesetzliche Vorgaben würden Unternehmen vermehrt dazu bewegen, in neue Technologien zu investieren.



Fehlendes Know-how/Spezialist:innen

In den Unternehmen fehlt es an Know-how, um die Möglichkeiten des Metaverse aufzuzeigen und Technologien und Anwendungen zu entwickeln. Für die Entwicklung sind vielfältige Kompetenzen erforderlich, die selbst in vielen Großkonzernen noch nicht vorhanden sind.

// In der Industrie fehlt es bereits an KI- und Simulationsexperten. Irgendjemand muss diese Umgebungen auch realisieren, dafür braucht man zum Beispiel Designer für 3D-Szenen. Klassische Industrieunternehmen [...] haben diese Expertise zunächst nicht.
Zitat Sicco Lehmann-Brauns (Siemens AG)

Das Thema Aufbau von Know-how und Fachkräften wird derzeit eher als Herausforderung für mittlere und große Unternehmen gesehen. Kleinere Unternehmen haben sich zum Teil noch nicht mit dem Thema beschäftigt und müssen hier erst die Relevanz des Metaverse für sich erfassen. Expert:innen sehen die Gefahr, dass eine Lücke zwischen Anbietern von High-End-Lösungen und klassischen Angeboten entsteht.

Auch die hohe Entwicklungsgeschwindigkeit im Bereich der Metaverse-Technologien und -Anwendungen stellt eine große Herausforderung dar. Unsicherheiten bezüglich der Nachfrage und der sich durchsetzenden Technologie zwingen Unternehmen dazu, neue Kompetenzen aufzubauen oder auf externe Partner:innen zurückzugreifen.

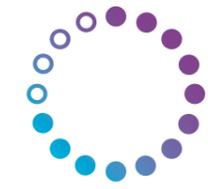


Rechtliche oder gesetzliche Hürden

Rechtliche Hürden werden kontrovers gesehen. Zum einen besteht das Metaverse aus einer Kombination von bereits bestehenden Technologien, zu denen es bereits Regulierungen oder eine Rechtsgrundlage gibt. Zum anderen sind viele Rechtsbereiche für Technologien noch nicht einheitlich geklärt. Einige Unternehmen sehen daher, dass sich der aktuelle gesetzliche Rahmen nicht störend auf den Entwicklungsprozess auswirkt. Andere empfinden, dass sich rechtliche Grauzonen negativ auf die Investitionssicherheit auswirkt.

// [Das] ist eine große Hürde [...]. Nicht, dass man etwas entwickelt und dann feststellt, dass die Entwicklung umsonst war, weil irgendjemand kommt und sagt: Das darf man nicht. Zitat Thomas Nußbaum (Hemminger Ingenieurbüro GmbH)

Auch zu starke Regulierungen im Bereich Datenschutz und Datensicherheit werden als Herausforderungen für neue Innovationen genannt. Insbesondere im internationalen Vergleich wird deutlich, dass in anderen Ländern schwächere Regelungen vorherrschen.



Unausgereifte Technologien

Unausgereifte Technologien werden von den meisten der Unternehmen als Herausforderung gesehen. Lediglich Unternehmen, die Metaverse-Technologien entwickeln, sehen dies nicht so. Aus den Interviews ergibt sich ein Bild, das weniger die einzelnen Technologien als vielmehr die Kombination dieser Technologien und die Anwendererfahrung als Herausforderung beschreibt.

Obwohl die einzelnen Technologien größtenteils bereits einen Reifegrad erreicht haben, der einen Mehrwert für Unternehmen bietet, mangelt es an ausgereiften Protokollen und Schnittstellen, die eine nahtlose Kombination der Technologien ermöglichen.

// Die Einzeltechnologien sind für mich schon ausgereift [...]. Aber jetzt im Industriekontext Produkte zu bauen, die fehlerfrei laufen, rund um die Uhr, mit 10 Jahre Serviceverträgen, gibt es einfach nicht und es ändert sich noch zu viel. Zitat Claudius Messerschmidt (TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG)

Eine weitere Herausforderung wird in der unzureichenden User Experience aktueller XR-Endgeräte gesehen. Viele aktuelle Lösungen werden von Anwender:innen aufgrund ihrer schlechten Ergonomie und Benutzeroberflächen abgelehnt oder sind nicht für einen andauernden Gebrauch geeignet. Der Unterschied zwischen erwarteter und tatsächlicher User Experience kann hier gravierende Auswirkungen haben. Insbesondere bei der Hardware werden unbequeme XR-Brillen, mangelnde Leistung für fotorealistische Umgebungen sowie Probleme mit Benutzeroberflächen bemängelt. Diesbezüglich haben die Expert:innen hohe Erwartungen an die aktuellen Hardwareankündigungen gesetzt. Es wird aber auch darauf hingewiesen, dass virtuelle Räume auch mit anderen technischen Lösungen realisiert werden können. Beispielsweise mit browserbasierten Anwendungen, die auch auf geschützten Firmenrechnern laufen können und damit bereits heute eine breite Nutzer:innenbasis erreichen.



Mangel an verfügbaren Daten

Um nutzenbringende Metaverse-Anwendungen in Organisationen einzuführen, ist die Datengrundlage ein entscheidender Punkt.

Das Metaverse kann man nicht realisieren ohne Digitalisierung.
Zitat Sicco Lehmann-Brauns
(Siemens AG)

Aus technischer Sicht sind die notwendigen Technologien vorhanden, um die erforderlichen Daten erheben und verarbeiten zu können. In der Praxis sehen die Befragten jedoch viele Unternehmen aus Baden-Württemberg noch nicht ausreichend digitalisiert. So benötigen produzierende Unternehmen 3D-Modelle, Simulationen, IoT und eine ausgebaute Netzwerkinfrastruktur als Basis für industrielle Metaverse-Anwendungen. Um die Grundlagen zu schaffen, kommt dem Data Engineering eine wichtige Rolle zu: Daten müssen zugänglich gemacht, zusammengeführt und für die produktive Nutzung aufbereitet werden. Dies ist bislang teuer und aufwändig.

Doch nicht nur industrielle Anwendungen leiden unter dem Mangel an verfügbaren Daten. Auch die Kreativwirtschaft sieht ebenfalls neue Erlebnismöglichkeiten, die nur geschaffen werden können, wenn Echtzeitdaten umfangreich zur Verfügung stehen.

Cybersecurity

Unternehmen stehen im Metaverse vor ähnlichen Cybersecurity-Herausforderungen wie bei traditionellen Anwendungen, die mit dem Internet verbunden sind. Große Unternehmen mit Online-Anwendungen verfügen über Erfahrung und Know-how im Bereich Cybersecurity, so dass dieser Aspekt für sie eine geringe Herausforderung darstellt. Einige Unternehmen sehen, dass der Fokus auf Datensicherheit zu Einbußen bei der Benutzerfreundlichkeit und der Umsetzungsgeschwindigkeit ihrer Anwendungen führt.



Interne Hürden

Wie im Abschnitt „Unklarer Nutzen“ bereits beschrieben, können sich Mitarbeitende außerhalb von Innovationsabteilungen in Organisationen den Einfluss eines Metaverse selten vorstellen. Dies führt zu einer internen Zurückhaltung bei Investitionen in metaverserelevante Technologien. Expert:innen sehen dadurch große interne Hürden bei der Etablierung neuer Projekte und dem Zusammenführen notwendiger Abteilungen.

Auf der Ebene der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer gibt es große Vorbehalte gegenüber dem Metaverse, welche der Veränderung bestehender Arbeitsplätze durch die Entwicklung neuer Technologien entspringen. Dies lässt sich aktuell im Bereich der generativen KI oder Robotik beobachten. Auch andere Technologien wie XR haben einen großen Einfluss auf die zukünftige Arbeitsplatzgestaltung. Tatsächlich sehen die Expert:innen die Möglichkeit, dass die bisherige Arbeit durch den Einsatz von XR erleichtert werden kann, indem der virtuelle Raum nutzbar gemacht wird.

Wenn ich Leuten erkläre, was Virtual Reality ist und welche Möglichkeiten sie bietet, dann sehen die meisten [...] dass ich denen die Arbeitsplätze wegnehme, weil sie vielleicht ab morgen nicht mehr mit einem Blatt Papier etwas zeichnen müssen, sondern [KI in VR] das selber machen kann. Zitat Franco Trapasso
(Festo SE & Co.KG)

Da Mitarbeitende nicht ersetzt werden wollen, stehen sie Veränderungen in ihrem direkten Umfeld oft ablehnend gegenüber. Die unterschiedlichen technologischen Erfahrungen der Mitarbeitenden, die zu Unverständnis und letztlich zu Unsicherheit führen, stellen die Unternehmen vor die Herausforderung, alle Mitarbeitenden in den Veränderungsprozess einzubeziehen. Sozialpädagogische Konzepte können dabei als Schlüsselfaktor für die Erhöhung der Akzeptanz gesehen werden.

Nach Aussagen der Expert:innen resultieren viele interne Hürden und negative Einstellungen aus Unkenntnis und Orientierungslosigkeit im Umgang mit den neuen Technologien. Die Schulung der Mitarbeiter:innen soll helfen, diese internen Hürden abzubauen, was direkt im virtuellen Raum geschehen kann.

Herausforderung in bestehenden Kooperationen

Das Metaverse als Konvergenz verschiedener Technologien stellt ein facettenreiches Themenfeld dar, das von einzelnen Unternehmen allein nicht vollständig erschlossen werden kann. Insbesondere aufgrund der noch hohen Unübersichtlichkeit profitieren Unternehmen von der Bündelung ihrer Kompetenzen in Kooperationen. Für erfolgreiche Kooperationen stehen Unternehmen jedoch vor großen Herausforderungen. Warum es für Unternehmen wichtig ist, diese Herausforderungen zu meistern, wird in Kapitel 4.4 unter „Kooperationen“ ausführlich dargestellt.

Die Identifikation geeigneter Partner mit komplementären Kompetenzen, einem ähnlichen Verständnis und kompatiblen Zielen stellt für viele Unternehmen eine Herausforderung im Kooperationsprozess dar.

Auch außerhalb der eigenen Branche sind Kompetenzen verteilt. So können beispielsweise für Anwendungsfälle im produzierenden Gewerbe erfolgversprechende Kooperationspartner aus der Unterhaltungs- oder Kreativwirtschaft einbezogen werden. Kooperationspartner können zwar virtuell weltweit vernetzt sein, viele der befragten Expert:innen haben jedoch die Erfahrung gemacht, dass gerade zu Beginn lokale Partnerschaften einen niedrigschwelligen Einstieg in Kooperationen ermöglichen. Die Identifikation lokaler Partnerschaften kann jedoch schwierig sein.

[Es wäre hilfreich] alle Firmen in ein Verzeichnis zu packen und dort die Technologien zu listen, in denen diese Firmen jeweils gut sind, dass wenn man Partner für Projekte sucht, sehr schnell zu einem Ergebnis kommt. Zitat Max Schmierer
(b.Rex GmbH)

Bei Kooperationen ist neben dem Thema Sicherheit die Gestaltung vertrauenswürdiger Datenkooperationen eine große Herausforderung: Innerhalb von Kooperationen muss sichergestellt werden, dass Geschäftsgeheimnisse und internes Know-how nicht an Unbefugte weitergegeben werden. Hierfür bietet sich zum einen die vertragliche Gestaltung von Kooperationen sowie ein präzises Vorgehen beim Datenmanagement an. Besonders KMU sehen ohne eigene Rechtsabteilung eine Herausforderung darin.

Gegenseitiges Vertrauen ist aufgrund des Abhängigkeitsverhältnisses der beteiligten Parteien während der Kooperation notwendig. Spätestens am Ende von Kooperationsprojekten sollte eine unabhängige Verwertung der Ergebnisse sichergestellt sein.

4.4. Direkt umsetzbare Handlungsmaßnahmen

Vielen der im vorherigen Kapitel genannten Herausforderungen können Potenziale, welche das Metaverse für Unternehmen bringt, entgegengesetzt werden. So kann beispielsweise eine hohe Investition gerechtfertigt sein, wenn anschließend eine nachhaltige Kostenreduktion im Unternehmen verzeichnet werden kann. Um die Potenziale zu nutzen und die Herausforderungen auf dem Weg zum Metaverse zu meistern, werden im Folgenden verschiedene Maßnahmen zusammengefasst, die für Unternehmen bereits heute umsetzbar sind. Diese wurden aus den Aussagen der Unternehmen zu ihren Aktivitäten, Ideen und Plänen für die Zukunft abgeleitet. Sie decken die Bereiche Geschäftsmodelle im Metaverse, laufende Kooperationen und eingesetzte Technologien ab.

Geschäftsmodelle und Potenziale für Disruption

Geschäftsmodelle

Viele der von den befragten Unternehmen wahrgenommenen Geschäftsmodellinnovationen überschneiden sich mit neuen Anwendungsfällen oder beschreiben Potenziale für den Einsatz von metaverserelevanten Technologien. Es soll verdeutlicht werden, dass neue Geschäftsmodelle dazu beitragen, einen Mehrwert für Unternehmen zu generieren und Herausforderungen zu bewältigen.

Im Metaverse erkennen Unternehmen in den betrachteten Branchen übergreifend Potenziale für die Erweiterung und/oder Skalierung bestehender digitaler Geschäftsmodelle. Branchenübergreifend wird darauf hingewiesen, dass das Metaverse für das Angebot von Schulungen und Trainings, für Marketingzwecke sowie für den virtuellen Verkauf und als weiterer Vertriebskanal genutzt werden kann.

Infotainment, Digital Marketing, Content Production, [da wird] eine große Veränderung kommen. Das ist, was aus meiner Sicht primär die größte Disruption darstellen wird, neben dem ganzen Themenkomplex Schulung... Zitat Andreas Droste (Deutsche Telekom AG)

Metaverse-Anwendungsentwickler sehen sowohl Potenziale für Geschäftsmodelle in der Erweiterung bestehender Anwendungsfelder als auch in der Erschließung neuer Anwendungsfelder. Hervorgehoben werden die Virtualisierung von Objekten und das Lösen von materiellen Abhängigkeiten. Ebenso wird die Möglichkeit gesehen, bestehende Geschäftsmodelle durch Plattformen in die digitale Welt zu transformieren. Die Baubranche sieht in diesem Zusammenhang auch den Ausbau von **Software-as-a-Service-Geschäftsmodellen** durch Plattformen. Auch die Erweiterung des Angebots auf eigenen Plattformen durch die Nutzung von Diensten Dritter wird genannt.

Wir reden von der Möglichkeit, dass man direkt unsere 3D-Experience Plattform und auch Dienstleistungen anderer Unternehmen anbietet [...] dadurch erreichen wir auch wahrscheinlich dieses Ziel, dass wir auch neue Märkte effizient erschließen können. Zitat Darko Susic (Dassault Systèmes SE)

Und wenn ich Prosumer bin, werde ich mir [die Anwendungen] wahrscheinlich auch zum Zeitpunkt X einfach zusammenklicken können, ohne überhaupt programmieren zu müssen. Das wäre dann insofern disruptiv für uns, dass wir uns nur noch auf absolute Sonderlösungen spezialisieren könnten, wenn wir in dem Bereich Projekte machen. Zitat Max Schmierer (b.rex GmbH)

Branchenübergreifend wird großes Potenzial für neue Geschäftsmodelle mit **Prosumern** (Personen, die sowohl Leistungen konsumieren als auch produzieren) gesehen, in welchen Anwender:innen selbst durch das Erstellen von Inhalten, Plattformangebote erweitern. Auf Low-Coding-Plattformen können ohne Programmierkenntnisse Lösungen kollaborativ erstellt werden. In der Baubranche könnten Anwender:innen selbst Vermessungen und Scans von Umgebungen mit dem Smartphone tätigen und teilen. Die Demokratisierung von Wissen und Daten wird als Grundlagen für weitere Prosumer-Geschäftsmodelle betrachtet. Ebenfalls werden Potenziale für neue Geschäftsmodelle durch einen vollumfassenden und zugänglichen Datenpool beispielsweise über bereits etablierte BIM-Modelle gesehen.

Die Unternehmen der Kreativwirtschaft geben an, sich im Rahmen der Projektarbeit Gedanken über neue **Bezahlmodelle** und den Einsatz von NFTs zu machen. Es wird jedoch angemerkt, dass eine rein ökonomische Analyse kreativer Geschäftsmodelle schwierig sein könnte.

Im produzierenden Gewerbe werden Potenziale für neue Geschäftsmodelle im Bereich **Equipment-as-a-Service** erkannt. Zusätzlich wird, wie bei anderen Branchen auch, das Metaverse als neuer Vertriebskanal gesehen und die Möglichkeit zusätzliche Services entlang des gesamten Produktzyklus anzubieten. Gamification und Augmented Reality sind dabei attraktive Elemente, besonders um einen digitalen Wertschöpfungsraum in einer Spieleumgebung zu etablieren und damit das Potenzial für den Verkauf digitaler Produkte zu erhöhen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Metaverse Unternehmen aus verschiedenen Branchen vielfältige Möglichkeiten bietet, neue Geschäftsmodelle zu entwickeln, vorhandene Prozesse zu optimieren und durch die Nutzung von Datenpools, das Angebot von Dienstleistungen oder den Verkauf digitaler Leistungen und Services digital und real weiterzuentwickeln.

Disruption

Disruptionen sind Innovationen, die bereits bestehende Produkte, Services oder Technologien ersetzen oder diese vollständig vom Markt verdrängen. Unternehmen, die als erste mit entsprechenden Produkten, Services oder Technologien auf den Markt treten, können einen erheblichen Wettbewerbsvorteil haben. Im Metaverse erkennen Unternehmen branchenübergreifend ein erhebliches Disruptionspotenzial in verschiedenen Bereichen, von denen einige nachfolgend aufgeführt werden.

Das Metaverse eröffnet Unternehmen die Möglichkeit, völlig neue und substantiell veränderte Formen von Remote Services anzubieten, welche Kund:innen einen Mehrwert bieten, ohne physisch vor Ort zu sein. Beispiele hierfür stellen Remote Maintenance und Support dar, welche auf Basis von Metaverse-Technologien zeitliche und physische Barrieren zwischen Kunden und Anbietern überwinden können. Ebenfalls besteht die Möglichkeit kontakt- und kollaborationsintensive Dienstleistungen im virtuellen Raum durchzuführen.

Von Metaverse-Technologieanbietern wird eine massive Disruption im Bereich der Aus- und Weiterbildung erwartet, sowohl bei komplexen technischen als auch bei traditionellen Lerninhalten. Die Chancen des Metaverse werden dabei zum einen in der Individualisierung von Lerninhalten gesehen, die an den individuellen Wissensstand des Lernenden oder an einen bestimmten Anwendungskontext des Wissens angepasst werden können. Zum anderen können Lerninhalte durch immersive Technologien eine sehr praxisorientierte Wissensvermittlung unterstützen.

Unternehmen erkennen das Potenzial virtueller Abbilder von Produkten, um vorausschauende Wartung und weitere Anwendungen zu bieten. Dies kann beispielsweise für Flottenbetreiber interessant sein, die Kilometer statt Fahrzeuge kaufen. Virtuelle Abbilder ermöglichen es Unternehmen, die Leistung, die Nutzung und den Zustand ihrer Produkte zu überwachen, ihren zukünftigen Zustand proaktiv zu simulieren und frühzeitig fahrzeugschonende Maßnahmen zu ergreifen. Die Möglichkeit, Musterphasen in der Produktentwicklung zu überspringen und den Bedarf an Prüfständen über Anwendungen im Metaverse zu reduzieren, hat das Potenzial bestehende Prüfstandsanbieter zu verdrängen.

“ Das Wertversprechen des OEMs ist eine Millionen Kilometer, und nicht mehr der Truck und zwei Jahre Garantie. Der Kunde erwartet, dass der Truck eine Millionen Kilometer ohne Störungen fährt. [...] Das schafft der OEM], indem er das virtuelle Abbild dieses Trucks bei sich im System mitlaufen lässt und schon proaktiv in die Zukunft simuliert, auf Basis der Lastprofile und auf Basis des Kundenverhaltens kann ich meine eine Millionen Kilometer einhalten. Zitat Alexander Henle (Robert Bosch GmbH)

Die Weiterentwicklung von digitalen Zwillingen und Fabrikautomation könnte zur vollständigen Autonomie des Shopfloors führen. Zudem werden Potenziale für die kooperative Entwicklung neuer Produkte in digitalen Ökosystemen aus allen marktrelevanten Akteuren gesehen. Einige Unternehmen des produzierenden Gewerbes gaben jedoch zu bedenken, dass noch keine klare Vorstellung darüber besteht, wie das Metaverse besonders den klassischen Maschinenbau disruptiv beeinflussen könnte.

In der Kreativwirtschaft wird erwartet, dass das Metaverse disruptive Änderungen in der Messebranche ermöglicht werden, in dem neue Produkte und weiteren Inhalte auf gänzlich neue Art und Weise präsentiert werden.

“ [...] sicher in dem Bereich Messen, da wird gerade wahnsinnig stark diskutiert, [...] Und ich glaube, da gibt es einfach riesige Potenziale: Dinge neu und anders zu machen. Zitat Thomas Hund (jangled nerves GmbH)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Metaverse ein erhebliches Disruptionspotenzial für Unternehmen aller Branchen birgt. Von innovativen Anwendungen und Services bis hin zur Transformation von Geschäftsmodellen bietet das Metaverse zahlreiche Möglichkeiten, bestehende Prozesse zu revolutionieren und neue Chancen zu nutzen.

Kooperationen

Ein Großteil der befragten Expert:innen, die sich bereits intensiv mit Metaverse-Themen auseinandersetzen, erarbeiten dieses Thema gemeinsam in Kooperationen. Metaverse wird als Thema gesehen, welches nur durch Kooperationen erfolgreich umgesetzt werden kann. Auch sehr große Unternehmen sehen es nicht für möglich, dass einzelne Unternehmen vollumfängliche Metaverse-Anwendungen realisieren können.

“ Die Kooperation ist sehr wichtig, denn wir haben auch selber ganz, ganz früh erkannt: Das allein können wir nicht alles realisieren. Sieht man, wie komplex und wie viele Technologien [involviert sind], so muss jeder seine Stärken mitbringen. Zitat Sicco Lehmann-Brauns (Siemens AG)

Für produzierende Unternehmen besteht beispielsweise ein großes Potenzial, sich mit dem tiefen Verständnis von Prozessen, Maschinen, IoT, uvm. in den Aufbau von Industrial Metaverse-Anwendungen einzubringen. Auch in diesem Sub-Thema des Metaverse müssen verschiedene Ökosystemteilnehmer zusammenarbeiten. Von Rohstofflieferanten, über Zulieferer, bis hin zu OEMs können Unternehmen einen gemeinsamen Datenraum entwickeln und entlang der gesamten Wertschöpfungskette virtuelle Anwendungen realisieren. Baden-Württemberg mit seiner hohen Dichte an Weltmarktführern bietet hier ein enormes Potenzial für ein transformatives Ökosystem und Kooperationen.

Die Entwicklungen in den verschiedenen Metaverse-Technologien können sehr schnell voranschreiten, so dass Unternehmen auf Partnerschaften angewiesen sind, um neuste Durchbrüche im Stand der Technik nicht zu verpassen. Dabei profitieren Unternehmen einerseits von Partnerschaften, die die Entwicklung neuer Lösungen begleiten, mitentwickeln und mitgestalten. Andererseits von Partnerschaften, die einzelne Anwendungsfälle frühzeitig testen und Feedback geben können.

“ Wir arbeiten viel mit Forschungseinrichtungen und Ärzten zusammen, um zu prüfen, was die Ärzte brauchen, um Ideen zu sammeln und auch, um sie zu verifizieren und zu validieren. Zitat Jan Hertwig (Simq GmbH)

Zielsetzungen der Kooperationen laut Befragung:

- 01 Es existieren Kooperationen mit dem Ziel, sich über aktuelle technische Entwicklungen und technische Best Practices auszutauschen. Beispielsweise können Verbandsarbeit, Meet-ups oder Boards in diese Kategorie fallen.
- 02 Es ergibt sich aus dem hohen Kooperationsbedarf eine große Notwendigkeit an Interoperabilität und Standardisierung, um darauf aufbauend gemeinsame technische Entwicklungen zu ermöglichen. Ein Ziel ist hier die Schaffung gemeinsamer Standards in entsprechenden Standardisierungsgremien und Interessensverbänden.
- 03 Es besteht die Möglichkeit, durch Kooperationen neue Lösungen und komplementäre Kompetenzen zu entwickeln. Hier bietet sich unter anderem die Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen und Universitäten an, um in Forschungsprojekten sogenannte „Proof of Concepts“ zu entwickeln. Darüber hinaus bietet sich die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen an. Die Fokussierung auf spezifische Anwendungsfälle, ein Ansprechpartner mit Informationshoheit und ein starker Fokus auf das Schaffen gegenseitigen Vertrauens, haben sich hier als gute Basis für erfolgreiche Kooperationen erwiesen.

/// Ich glaube, es ist der einzige Weg, wie wir überhaupt das Thema Metaverse erfolgreich umsetzen können. Zitat Metaverse-Anwendungsentwickler

Technologie

Wie in dem Kapitel 2 „Grundlagen Metaverse“ beschrieben, befinden sich Unternehmen und die Gesellschaft erst bei den ersten Schritten auf dem Weg in ein Metaverse. Um die in Kapitel 4.2 beschriebenen Potenziale des Metaverse voll ausschöpfen zu können, ist die Konvergenz der einzelnen Technologien ein wesentlicher Bestandteil. Unternehmen sind aber bereits heute in der Lage, durch die Anwendung und Kombination metaverse-relevanter Technologien Vorreiterpositionen in einem zukünftigen Markt einzunehmen.

Im Rahmen dieser Studie wurden folgende Technologie-Cluster als relevant für den Weg ins Metaverse identifiziert:

- XR**
Headsets, kollaborative XR, Displays, etc.
- KI**
Clustering, LLM, Neural Networks, etc.
- Blockchain**
Dezentralisierte Datenspeicher, NFTs, Trading, etc.
- Netzwerktechnologien**
5G, 6G, Security, Cloud, Netzwerk-Hardware, etc.
- Edge-Computing**
Edge Controller, Mikro-Controller, etc.
- IoT und Robotik**
Sensoren, Scanner, 3D-Druck, FTS etc.
- Mapping und Localization**
Computer Vision, Tracking, Tracing, Motion Capture, etc.
- Content Creation**
3D Assets, Digitale Zwillinge, Simulationen, etc.

Der parallel zur Studie entwickelte CyberLänd-Kompetenzatlas hat ergeben, dass in Baden-Württemberg bereits über 700 Unternehmen eine oder mehrere dieser Technologien entwickeln (vgl. Tabelle 3 – Stand November 2023). Somit besteht ein großes Potenzial für den Industriestandort Baden-Württemberg, zukünftig eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung von Metaverse-Technologien und -Anwendungen einzunehmen.

Lediglich im Bereich Edge-Computing wurden im Vorfeld nur sieben Unternehmen identifiziert, was sich durch die große Überschneidung mit den Themen Netzwerktechnologien und IoT erklären lässt und einige Unternehmen dort aufzufinden sind.

Die quantitative Auswertung der Befragungen in Abbildung 16 zeigt, dass bereits heute alle Branchen fast alle Technologien in ihrer Wertschöpfung einsetzen.

Eine Aufschlüsselung der Meinungen der Unternehmen zu den Technologie-Clustern findet sich im Anschluss. Die genannten Einsatzfelder der einzelnen Technologien sind sehr heterogen, decken sich mit gängigen Anwendungen der jeweiligen Branche und werden daher nur auszugsweise dargestellt. Der Fokus der Darstellung liegt auf der Konvergenz verschiedener Technologien und dem Mehrwert, den diese für Unternehmen auf dem Weg in den Metaverse bieten.

Die Befragung hat gezeigt, dass die Unternehmen insbesondere in der Kombination etablierter Anwendungsfälle mit anderen Technologien neue Mehrwerte für ihre Branche sehen. Zusätzlich wurden die Unternehmen gebeten, Technologiekombinationen zu nennen, die sie als besonders wichtig erachten. Insgesamt wurden 72 Technologiekombinationen genannt, wobei KI (40 Nennungen) und Content Creation (43 Nennungen) besonders hervorgehoben wurden. Dies spiegelt sich auch in den nachfolgend von den Unternehmen genannten Beispielen und Anwendungsfällen wider. Gleichzeitig fiel es den befragten Expert:innen schwer, Anwendungsfälle zu beschreiben, die ein vollständiges Metaverse der Zukunftsvision nutzen können und über den eigenen Branchenbereich hinausgehen.

Aufschlüsselung von Unternehmenskompetenzen in Baden-Württemberg

XR	KI	Blockchain	Netzwerktechnologien	Edge-Computing	IoT und Robotik	Mapping und Localization	Content Creation und Services
93	93	13	141	7	234	88	144

Tabelle 3: Aufschlüsselung von Unternehmenskompetenzen in Baden-Württemberg

Einsatz von Technologien je Branche

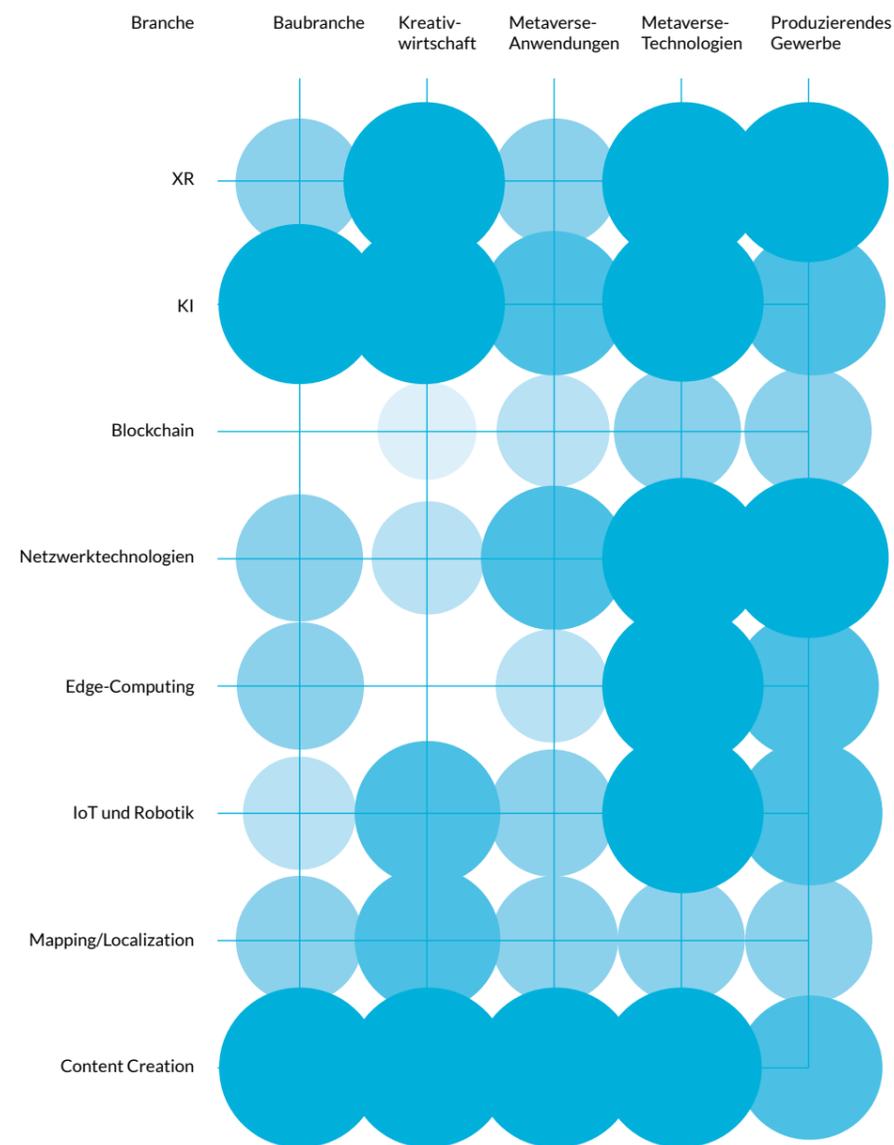


Abbildung 16: Einsatz von Technologien je Branche | n = 30

XR

Besonders im Bereich XR sind Kooperationen zwischen der Kreativwirtschaft und anderen Branchen bereits etabliert. Virtuelle Welten für Vertrieb, Marketing, Onboarding und Kommunikation erlebbar zu machen, ist keine Neuheit mehr. XR ist kein Selbstzweck, sondern wird als Werkzeug gesehen, um Inhalte immersiv zu vermitteln. Wie in Kapitel 4.3 unter „Unausgereifte Technologien“ beschrieben, sind die Endgeräte derzeit noch nicht auf dem technischen Stand, um eine „Seamless Experience“ in virtuellen Welten zu gewährleisten. Sie sind jedoch notwendig, wenn sich 3D-Metaverse-Anwendungen am Markt durchsetzen sollen. Insbesondere VR/AR-Headsets werden nicht gerne über längere Zeiträume getragen, da sie unbequem sind oder sich unangenehm anfühlen. Hier sind weitere Entwicklungen notwendig.

Auch wenn in Baden-Württemberg keine Produktion von weit verbreiteten Endgeräten stattfindet, haben Unternehmen schon heute die Chance, sich als Zulieferer von z.B. Gläsern, Lasern, Wellenleitern, Mikroelektronik, Software etc. für zukünftige Produkte zu positionieren. Insbesondere im produzierenden Gewerbe wird jedoch angemerkt, dass XR-Brillen keine Voraussetzung für die Teilnahme am Metaverse sind und der Zugang sowohl auf 2D- als auch auf Datenebene erfolgen kann.

KI

KI wird branchenübergreifend als Schlüsseltechnologie für das Metaverse angesehen. Mit dem Einzug von Anwendungen der generativen KI in den Konsumentenmarkt, etwa durch Werkzeuge wie ChatGPT oder DALL-E von OpenAI, hat das Thema enorm an Bedeutung gewonnen. So werden disruptive Änderungen insbesondere im Bereich Content-Erstellung von Assets, Texturen, Inhalten oder Bildsynthesen im Rendering erwartet. Auch die Kontextualisierung von virtuellen Assets und generierten Daten ist ein zentraler Aspekt, der durch KI unterstützt werden wird.

„ [Mit KI] wollen wir die Objekte automatisch, kontextualisieren und auch als 3D-Modell neu aufbauen, dass es nicht nur ein Bild ist, sondern dass aus diesem Bild ‚Fenster‘ [...] tatsächlich ein Fenster entsteht. Zitat Thomas Nußbaum (Heminger Ingenieurbüro GmbH)

Es wird darauf hingewiesen, dass Themen, die bereits heute Anwendung finden, wie z.B. das Tracking von Nutzerverhalten für Marketingzwecke, auch im Metaverse weiterhin relevant sein werden. Auch Big Data Analytics für die riesigen Datenmengen, die im Metaverse anfallen, oder die Unterstützung von Diagnosen und Entscheidungshilfen in Medizin und Produktion werden hier genannt.

Blockchain

Im direkten Vergleich zu anderen Technologien wird Blockchain in den Unternehmen der Stichprobe deutlich seltener eingesetzt. Dies ist bei den meisten Befragten auf den unklaren Nutzen der einzelnen Technologie in eigenen Projekten zurückzuführen. Dennoch wird eine Vielzahl möglicher Anwendungsfelder genannt.

Branchenübergreifend sind Distributed-Ledger-Technologien wie Blockchain ein zentrales Element für die dezentrale Datenhaltung. Stimmen von Technologieanbietern und Anwendungsentwicklern im Metaverse sehen diesen Anwendungsfall für das Metaverse jedoch als gescheitert an. Unklarheit herrscht auch über die von Blockchain-Ansätzen versprochene Fälschungssicherheit von Daten.

Dennoch wird die Blockchain-Technologie als Infrastrukturtreiber und Plattform-Enabler im Metaverse gesehen, insbesondere in Bereichen, die bereits heute breite Anwendung finden. Dazu gehören auch im Metaverse digitale Währungen, NFTs, Smart Contracts, Records Stores für Lerninhalte, Asset Traceability, Zertifikatserstellung und die Tokenisierung von Modellen und Erlebnissen.

Darüber hinaus werden Web 3.0- und Blockchain-Konzepte als Treiber für die Demokratisierung von Daten und die Regelung von „Data Ownership“ genannt. Dazu gehören auch „Self Sovereign Identities“ und Identitätssicherheit als integraler Bestandteil einer virtuellen Repräsentanz.

Netzwerktechnologien

Netzwerktechnologien werden von den Unternehmen als Basis für Metaverse-Anwendungen angesehen. In vielen Bereichen besteht Ausbaubedarf, um große Datenmengen mit geringer Latenz austauschen zu können. Das Remote Rendering von 3D-Inhalten wird hier mehrfach genannt. Bereits heute sind Unternehmen auf 5G (zukünftig ggf. 6G) angewiesen, um echtzeitnahe Dienste anbieten zu können.

„Das heißt manchmal auch, wenn wir vor Ort sind und der Kunde will sofort auch in Echtzeit diese Scanner Aufnahmen haben, dann brauchen wir 5G oder noch schneller.“
Zitat Thomas Nußbaum (Heminger Ingenieurbüro GmbH)

Cloud Technologien werden als wichtiges Infrastrukturelement gesehen, um die Skalierung von Anwendungen und Nutzer:innenzahlen zu gewährleisten.

Edge-Computing

Edge-Computing ist für viele Befragte untrennbar mit den Themen IoT und Netzwerktechnologien verbunden und wird so zum zentralen Enabler für metaverse-fähige Infrastrukturen.

Sie ermöglicht, ähnlich wie die Blockchain-Technologie, die dezentrale Verarbeitung von Daten. Damit kann das Beispiel des Remote Rendering aus der Netzwerktechnologie um das dezentrale Remote Rendering erweitert werden. Die zentrale Zusammenführung und Verarbeitung von Daten wird dagegen immer teurer und aufwändiger.

IoT und Robotik

Viele IoT- und Robotik-Anwendungen sind bereits Industriestandard. Doch auch hier wird deutlich, dass die Konvergenz von Technologien im Metaverse eine zentrale Rolle spielt. Beispielsweise können in Verbindung mit KI und (fotorealistischen) Simulationen Sensoren oder Roboter in „realen“ Umgebungen trainiert werden. Mit Hilfe von Edge-Computing und Echtzeit-Datenverarbeitung können neue Geschäftsmodelle wie Pay-Per-X leichter umgesetzt werden (siehe Kapitel 4.4 unter „Geschäftsmodelle“). Auch um digitale Zwillinge und komplexe Systeme virtuell abbilden zu können, ist IoT in der produzierenden Industrie ein Muss und wird im Kontext des Industrial Metaverse besonders hervorgehoben. IoT bietet die Möglichkeit, alle Datenebenen anlagenübergreifend zu vernetzen, von der Fabrik über die digitalen Zwillinge der Maschinen bis hin zu den Aufträgen in einem ERP-System.

Mapping und Localization

Motion Capturing wird seit langem in der Film- und Spieleindustrie eingesetzt, um hochwertige Inhalte zu produzieren. Tracking- und Mapping-Technologien werden immer präziser und kostengünstiger. Smartphones sind heute die Brücke, die es auch Konsumenten ermöglicht, schnell und einfach virtuelle Inhalte zu generieren. Die Kreativwirtschaft ist Vorreiter bei der Erstellung virtueller Avatare von realen Personen. Die Baubranche hingegen bei der Vermessung realer Inhalte und der Virtualisierung von Gebäuden und Umgebungen. Die Zusammenführung dieser Branchenexpertisen mit fachfremden Branchen bietet Chancen für die Umsetzung neuer innovativer Anwendungsfälle.

Content Creation

Wie bereits im Abschnitt KI erwähnt, sehen Unternehmen im Bereich Content Creation disruptive Potenziale – einerseits durch die wachsenden Möglichkeiten der Asset Erstellung mit Werkzeugen, die **Game Engines** bereitstellen, andererseits durch die breite Adaption von **digitalen Zwillingen** und die Anwendung **generativer KI**.

Game Engines sind bei der Content Erstellung nicht mehr einfache Werkzeuge, sondern entwickeln sich hin zu Plattformökosystemen. Die Unreal Engine von Epic Games und Unity von Unity Technologies sind hier die prominentesten Vertreter, doch auch Open Source Game Engines wie Godot gewinnen an Qualität. Game Engines werden längst nicht mehr nur in der Kreativwirtschaft eingesetzt, sondern auch in der Produktentwicklung oder der Visualisierung von digitalen Zwillingen und ermöglichen eine personalisierte Content Erstellung nach Kundenwünschen.

Besonders das produzierende Gewerbe sieht in digitalen Zwillingen einen großen Mehrwert für den Weg ins Metaverse. Es wird angemerkt, dass erst in den letzten Jahren ein Stand der Technik erreicht wurde, der die Erstellung von vollständigen digitalen Zwillingen ermöglicht. Ein Unternehmen gab an, bereits jetzt schon über digitale Zwillinge der gesamten Produktpalette zu verfügen. In Verbindung mit IoT können digitale Zwillinge reale Daten sammeln, um beispielsweise in KI-Modelle zu trainieren, Simulationen durchzuführen oder Predictive Maintenance-Anwendungen zu nutzen. Die Anwendungsfälle reichen bis hin zu ganzen Fabrikimulationen, welche Kosten sparen, die Effizienz der Produktion steigern und Ressourcen schonen können. Unternehmen drängen darauf, dass die Bedeutung von digitalen Zwillingen

anderen Unternehmen stärker vermittelt wird, so dass diese direkt in die zukünftige Produktentwicklung einfließen können.

“**Produkte alleine reichen nicht mehr aus. Unternehmen sollen sich auch Gedanken machen, wie diese Produkte genutzt werden und was die Leute von den Produkten erfahren, deshalb Experiences. Um dieses Ziel zu erreichen, gibt es Stand heute nur eine industrielle Lösung und diese wäre virtuelle Zwillinge aufzubauen. Zitat Darko Sucic (Dassault Systèmes SE)**

Die befragten Unternehmen merken ebenfalls an, dass der Bedarf an 3D-Assets und Umgebungen wächst. Generative KI ermöglicht skaliert Content zu erstellen, um diesen Bedarf zu decken. Besonders in der Kreativwirtschaft ermöglicht KI einen Qualitätssprung zu bisherigen Verfahren, beispielsweise bei der Animation von digitalen Schauspielern in der Filmindustrie oder der Erstellung von realistischen Avataren.

“**...aber im Kontext einer relevanten sozialen Interaktion ist eben doch das Abbild (und ein möglichst realistisches Abbild) relevant und deswegen ist diese ganze Avatar-Diskussion [wichtig]. Zitat Volker Helzle (Filmakademie Baden-Württemberg)**

Anwendungsfälle

Die befragten Unternehmen entwickeln und nutzen bereits heute ein breites Spektrum an Anwendungsfällen. Meist konzentrieren sich diese Anwendungsfälle jedoch auf den Einsatz weniger Technologien. Zudem sind nur wenige Anwendungen außerhalb der unternehmensinternen Strukturen verankert und mit anderen Anwendungen am Markt interoperabel.

Auch wenn die heutigen Use Cases der Unternehmen nicht der strengen Definition des Metaverse aus Kapitel 2 entsprechen, möchten wir mit einer beispielhaften Auflistung über verschiedene Branchen einen Einblick in die Umsetzung des aktuellen Stands der Technik geben. Die Weiterentwicklung bestehender Use Cases und die Umsetzung neuer Ideen sind essentiell, um den Weg zu einem Metaverse erfolgreich zu beschreiten.

01

Science Center und Planetarien ziehen ein breites Publikum aller Altersgruppen an. Mit Hilfe von Projektoren, Lasertechnologie, Tracking, Motion Capture etc. werden 3D-Lerninhalte immersiv erlebbar gemacht. Aufgrund der hohen Frequentierung des Veranstaltungsortes ist es nicht möglich, neue Produktionen zeitlich unabhängig von den Besuchenden zu planen. Dies kann durch virtuelle Abbilder der Veranstaltungsorte überwunden werden. So können die Mitarbeitenden zeitlich parallel zu den Veranstaltungen in der virtuellen Welt an neuen Produktionen arbeiten.

02

Das Scannen von Umgebungen mit Smartphones und anderen Endgeräten ermöglicht es Personen ohne Fachkenntnisse, Räume und Objekte zu virtualisieren. In Smartphones integrierte Lidar-Sensoren und immer leistungsfähigere Kameras erweitern den Nutzerkreis enorm. Mit KI-gestützten Algorithmen werden Bilder und Objekte virtuell synthetisiert, die dann auf interaktiven Plattformen betrachtet, bearbeitet und geteilt werden können.

03

Die Produktionsplanung eines neuen Werks kann durch digitale Zwillinge aller Komponenten virtuell stattfinden noch bevor das Werk produktionsfähig ist. Global vernetzte Expert:innen können zeitlich unabhängig voneinander kollaborativ an der Produktionsplanung arbeiten. Die digitalen Zwillinge selbst entstehen in überregionaler Zusammenarbeit mit Hilfe interoperabler Werkzeuge. Die CAD-Daten der Maschinen können mit der Steuerungssoftware und den Produktionsdaten einer bereits laufenden Maschine kombiniert werden, um Simulationen der neuen Produktionslinie zu erstellen. Dies führt zu einer schnelleren, effizienteren und risikoärmeren Inbetriebnahme der Fabrik.

4.5. Externe Handlungsmaßnahmen

Im folgenden Abschnitt wird dargestellt, welche externen Handlungsmaßnahmen die befragten Unternehmen als wichtig erachten, um den in Kapitel 4.3 identifizierten Herausforderungen zu begegnen. Dazu wird zunächst in einer quantitativen Darstellung aufgezeigt, welche Maßnahmen in den jeweiligen Branchen am häufigsten genannt wurden (vgl. Tabelle 4). Anschließend erfolgt eine detaillierte Aufschlüsselung der in sechs Kategorien zusammengefassten externen Maßnahmen.

Externe Handlungsmaßnahmen je Branche

	Baubranche	Kreativwirtschaft	Metaverse-Anwendungen	Metaverse-Technologien	Produzierendes Gewerbe	Summe
Mehr Fördergelder und Investitionen		4	6	2	4	16
Kompetenznetzwerke und Kooperationen aufbauen		3	4	1	3	11
Mehr Kommunikation zwischen Politik, Gesellschaft und Unternehmen	2	1	2		3	8
Klare Vorgaben der Politik	2	1		1	4	8
Klaren Nutzen aufzeigen / Leuchtturmprojekte	1		2	1	3	7
Standardisierung und Interoperabilität	2	1	2	1	1	7
Cloud- / Infrastruktur verbessern		2		1	1	4
Datenverfügbarkeit / Offener Datenaustausch			3	1		4
Rechtssicherheit schaffen			1	2	1	4
Umfeld für Technologieoffenheit schaffen			2	1		3
Digitalisierung vorantreiben	1	1		1		3
Förderung von Ausbildung / Bildung		1	1		1	3
Eintrittsbarriere senken					3	3
Sonstige	1		2	1		4

Tabelle 4: Externe Handlungsmaßnahmen je Branche | n = 30

Politik und Gesellschaft

Fördergelder und Investitionen

Verstärkte Förderungen und Investitionen im Bereich Metaverse spielen branchenübergreifend mit 16 Nennungen eine sehr wichtige Rolle. Förderansätze der EU-Kommission wie die „EU-Initiative für das Web 4.0 und virtuelle Welten“ werden hierbei als Chance betrachtet.

Im Bereich der Metaverse-Technologieanbieter wird betont, dass ein massives Ungleichgewicht zwischen Großunternehmen und KMU in Bezug auf Ressourcen und Know-how besteht. Hier sind staatliche Hilfen notwendig, um KMU zu fördern. Demgegenüber wird von einigen Unternehmen angemerkt, dass staatliche Förderungen manchmal zu breit gestreut werden und größere Unternehmen durch die daraus resultierenden niedrigeren Fördervolumina möglicherweise nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Auch in der Kreativwirtschaft werden Förderprogramme zur Entwicklung eigener technologischer Lösungen im Bereich Metaverse, wie Innovationsgutscheine, als hilfreich angesehen. Unternehmen sollten bei der Entwicklung von beispielsweise Sensorik und Software unterstützt werden, wobei eine aktive Förderung von Open Source hilfreich sein kann. Auch dedizierte Förderprogramme speziell für Metaverse-Anwendungen werden begrüßt.

Eine staatliche Förderung nach französischem Vorbild kann innovative Projekte und die Start-Up-Szene unterstützen. Bei diesem Modell erhöht sich der Fördersatz bei Förderprojekten im Falle einer erfolgreichen Veröffentlichung einer Entwicklung deutlich.

Im produzierenden Gewerbe wird vorgeschlagen, dass das Land Baden-Württemberg Fördergelder gezielter einsetzen sollte, um eigene Projekte in lokalen Ökosystemen zu unterstützen. Insgesamt wird vom produzierenden Gewerbe und der Baubranche betont, dass Unterstützung und Finanzierung in der aktuellen Phase des Metaverse sehr wichtig sind. Besonders bei kleinen und mittleren Zulieferbetrieben fehlt Geld für die Entwicklung von metaverserelevanten Hardware-Technologien, beispielsweise Chips, Optiken, Laser, etc. Vereinzelt wird in der Kreativwirtschaft, dem produzierenden Gewerbe und von Metaverse-Anwendungsentwicklern eine bessere Förderung der Weiter- und Ausbildung zum Metaverse sowie zu den dazugehörigen Technologien gefordert.

Das erste und offensichtlichste ist wahrscheinlich die Bildung. [...] Alles, was in Richtung Metaverse, dezentrales Internet, immersives Web geht, wird noch viel stärker [benötigt werden]. Zitat Felix Lück (Hugo Boss AG)

Schließlich wird die Notwendigkeit von Investitionen in die notwendige Infrastruktur betont. Eine zuverlässige Internet-Infrastruktur wird als Grundvoraussetzung für den Erfolg des Metaverse angesehen.

Die Internetverbindung ist einfach Prio 1 in Deutschland, weil es im Vergleich zu anderen Ländern hier eine Katastrophe ist. Zitat Metaverse-Technologieanbieter

Rechtssicherheit und Normung

Die Ausarbeitung rechtlicher Rahmenbedingungen sowie die Diskussion und Einhaltung ethischer Grundsätze werden als wichtige Maßnahmen diskutiert. Dabei werden Aspekte des Datenschutzes, der Normung von Systemen und Überlagerung von verschiedenen Metaverse-Entwicklungen hervorgehoben.

Bei den Metaverse-Anwendungsentwicklern gibt es unterschiedliche Ansichten über die Rolle der Politik. Einige Unternehmen argumentieren, dass gesetzliche Regelungen neue technologische Entwicklungen nicht zu stark einschränken sollten. Dennoch wird ein rechtlicher und auch ethischer Rahmen, der die Arbeit mit Metaverse-Technologien ermöglicht und absichert, branchenübergreifend als dringend notwendig erachtet. Klare rechtliche Vorgaben können Unternehmen auch dazu zwingen, in neue Technologien zu investieren, was Innovationen beschleunigen kann.

Wir brauchen einen juristischen Rahmen, der es ermöglicht, auch mit diesen Technologien zu arbeiten. [...] Aber ich darf nicht einen Rahmen schaffen, der Investitionen einfach völlig zurückhält. Ich muss einen klaren Rahmen schaffen...
Zitat Metaverse-Technologieanbieter

Dazu gehören auch Angebote von Beratungsdienstleistungen oder Anlaufstellen, die konkret aufzeigen, wie Metaverse-Technologien eingesetzt werden können und welche Standards im Umgang mit diesen Technologien einzuhalten sind.

Kooperation und Austausch

Mit elf Nennungen betonen die befragten Unternehmen branchenübergreifend die Bedeutung des Austauschs über technologische Entwicklungen. Es wird auch darauf hingewiesen, dass eine Diskussion zwischen Politik, Gesellschaft und Unternehmen notwendig ist, um die Chancen des Metaverse regelmäßig zu kommunizieren.

... weil in dem Moment, wo hier die technologischen Durchbrüche kommen, dann geht alles ganz schnell und wenn dann praktisch eine Infrastruktur da ist, von Netzwerken, die eine lokale Basis haben, [...] dann können wir sehr schnell handeln.
Zitat Henning Schönenberger (Springer Nature AG & Co. KGaA)

Branchenübergreifend empfehlen Unternehmen den Aufbau von Kompetenznetzwerken und die Schaffung einer Infrastruktur, die Start-ups, Industrie, Universität, Kapitalgeber und Politik miteinander verbindet. Zudem wird betont, dass die Politik solche Initiativen unterstützen und fördern sollte, um schnelle Fortschritte zu ermöglichen. Zur Schaffung solcher Netzwerke wird auch eine Übersicht von relevanten Unternehmen, mit welchen man kooperieren kann, gewünscht, beispielsweise in Form eines Kompetenzatlas. Es wird der Wunsch nach mehr Transparenz und Vielfalt in Kooperationen geäußert, um potenzielle Partner schneller zu finden.

Dass man das Ganze vielleicht auf mehrere Schultern verteilt und das Risiko somit auch minimiert. [...] Ein Kooperationsnetzwerk oder auch eine Kooperationslandkarte, bezogen auf Baden-Württemberg, [würde] helfen schneller Kooperationspartner zu finden.
Zitat Frank Scaglioso (Mercedes Benz Consulting GmbH)

Klare Außenkommunikation und Schaffung eines Umfelds für Technologie-Offenheit

Es besteht der Wunsch nach einer ausgewogeneren Repräsentanz des Metaverse in den Medien. Dies soll bereits bestehende Bilder wie beispielsweise geprägt von Mark Zuckerberg (Meta Platforms, Inc.) als reine Consumer-Plattform aufbrechen. Es soll kommuniziert werden, dass das Metaverse reale Geschäftsmöglichkeiten und Mehrwerte für die Industrie und Gesellschaft bietet. Ein Unternehmen gab dazu an sich eine stärkere Repräsentanz des Themas in Ministerien zu wünschen.

Unternehmen betonten, dass eine klare und einheitliche Kommunikation von Politik, Verbänden und Unternehmen gefördert werden sollte, um so ein Umfeld für Technologie-Offenheit zu schaffen. Als menschenzentriertes Beispiel wird in diesem Zusammenhang eine Positionierung zur Diskussion um den Abbau von Heimarbeitsplätzen genannt.

Unternehmen

Klarer Nutzen und Leuchtturmprojekte

Mit Ausnahme der Unternehmen der Kreativwirtschaft wird branchenübergreifend betont, dass große, skalierbare Anwendungsfälle im Metaverse fehlen und Fördermittel allein dieses Problem nicht lösen können. Leuchtturmprojekte werden als Möglichkeit gesehen, zu zeigen, dass die angestrebten Potenziale des Metaverse umgesetzt werden können. Durch den Austausch von Best Practices und Projektergebnissen tragen sie dazu bei, das Problem des unklaren Nutzens in Entwicklungsprojekten zu beseitigen. Dies senkt insbesondere für KMU die Einstiegshürden in das Thema Metaverse. Ebenso wird die Notwendigkeit von internationalen Leuchtturmprojekten und die Orientierung an globalen Maßstäben genannt, um Glaubwürdigkeit und Zusammenarbeit zu fördern.

Man braucht konkrete Beispiele und wenn man es schafft, am Schluss ein Beispiel zu erzeugen und das ein paar innovationsfreudigen Kunden zu zeigen und die zu begeistern, dann ist es ein Selbstläufer. Zitat Claudius Messerschmidt (TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG)

Einerseits müssen die Unternehmen selbst die Leuchtturmprojekte umsetzen (ggf. in Kooperation und Partnerschaften), andererseits sind sie dabei auf die finanzielle Förderung von außen angewiesen.

Standardisierung und Interoperabilität

Unternehmensübergreifend wird die Bedeutung von Standardisierungen betont. Es besteht die Herausforderung gemeinsame Standards für Technologien im und um das Metaverse zu definieren, um Clusterbildung und mangelnde Kohäsion zu vermeiden. Einheitliche Standards werden als Grundlage gesehen, um das volle Potenzial eines interoperablen Metaverse auszuschöpfen. Fehlende Standardisierung hingegen führt zu Zurückhaltung bei der Adaption von metaverse-relevanten Technologien.

Zudem werden von Metaverse-Anwendungsentwicklern und -Technologieanbietern eine geteilte Datenbasis und ein offener Datenaustausch gefordert, um Innovation zu fördern und Datensilos aufzubrechen:

Ich glaube, was in der europäischen oder deutschen Forschung fehlt, ist eine geteilte Datenbasis. [...] Dieses darauf Beharren, dass jemandem [die Daten gehören, die er sammelt]. Das ist ein Problem.
Zitat Jan Hertwig (Simq GmbH)

5. ZUKUNFTSSZENARIEN 2033

Im Folgenden werden vier ausgewählte Zukunftsszenarien vorgestellt, welche im Rahmen einer interaktiven Konsensbildung mit Expert:innen zum Themenfeld Metaverse in einer Delphi-Studie generiert wurden. Diese Delphi-Studie wurde unabhängig von den Expert:innen-Interviews der bisher präsentierten Ergebnisse durchgeführt (siehe Kapitel 3.3 „Methodisches Vorgehen Szenarioanalyse“). Die fiktiven Zukunftsszenarien sollen keine ganzheitlichen Prognosen darstellen, sondern betonen im Raum der Zukunftsmöglichkeiten einzelne Fokusthemen, welche die Expert:innen hervorheben.



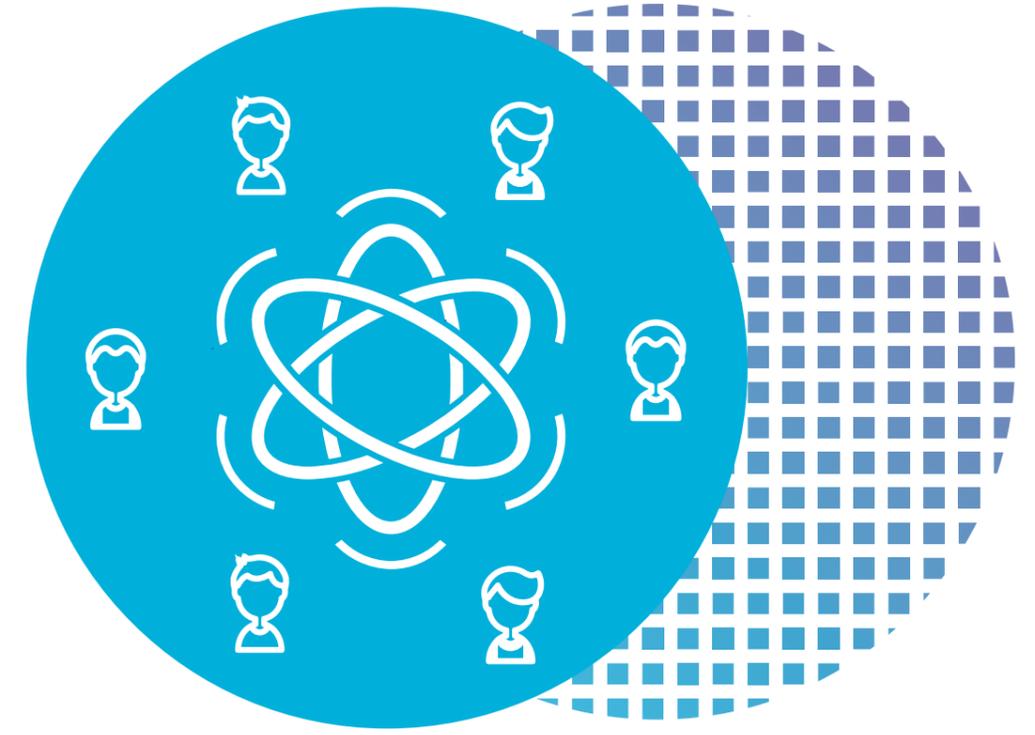
SZENARIO 1 Arbeit und Privatsphäre im Metaverse

Es ist das Jahr 2033. Das Metaverse hat die Industrie erreicht und hat die Arbeitswelt grundlegend verändert. In einer immersiven Welt arbeiten Ingenieur:innen, Fabrikarbeitende und andere Mitarbeitende in Echtzeit zusammen, um Produkte zu entwerfen, herzustellen und zu warten. Dies führt zu einer erheblichen Beschleunigung der Arbeitsprozesse, bringt aber auch verschiedene Herausforderungen mit sich. Expert:innen weisen darauf hin, dass die steigende Informationslast und der höhere Leistungsdruck zu einem zunehmenden Problem werden. Mitarbeitende werden kontinuierlich mit einer Vielzahl von Daten konfrontiert, auf die sie rasch reagieren und die sie verarbeiten müssen. Dies kann zu Stress und Überforderung führen. Es ist wichtig, die richtige Balance zwischen Informationsflut und dem Schutz der Mitarbeitenden zu finden. Denn obwohl das Metaverse neue Möglichkeiten im Bereich des Datenschutzes, beispielsweise durch das anonyme Arbeiten, ermöglicht, bleibt unklar, ob Unternehmen diese wirklich nutzen. Stattdessen könnten die in der virtuellen Welt gesammelten Daten potenziell von Unternehmen und Dritten genutzt werden, um Mitarbeitende zu überwachen. Denn durch die Rückverfolgbarkeit einzelner Arbeitsschritte können Fehler vermieden und gleichzeitig kontinuierliches Lernen gefördert werden. Arbeitsbereiche können effizienter gestaltet werden, indem Zugangsbereiche geregelt werden. Das erhöht die Sicherheit der Mitarbeitenden, da sie weniger exponiert sind und nicht jeder Mitarbeitende auf alle Informationen zugreifen kann. Maßnahmen, die gleichzeitig den Schutz der Privatsphäre, die die Sicherung der Arbeitnehmerrechte und Effizienzsteigerungen ermöglichen sind zunehmend erforderlich.



SZENARIO 2 Kollaborative Wertschöpfung im Metaverse

Es ist das Jahr 2033. Das Metaverse beginnt sich als fester Bestandteil in der deutschen Industrie zu etablieren und ermöglicht erhebliche Effizienzsteigerungen. Allerdings wird dieser Prozess durch den langsamen Ausbau der benötigten Infrastruktur begrenzt. Unternehmenseigene Metaversen dienen daher als eine Brücke. Allerdings besteht nach wie vor die Herausforderung, unternehmens- oder branchenübergreifende Metaversen zu etablieren, da Anwenderfirmen unterschiedliche Lösungen und Standards verwenden, die von Unternehmen zu Unternehmen variieren. Unternehmen arbeiten kollaborativ und vertrauensvoll über das Metaverse zusammen und die überregionale Zusammenarbeit ist deutlich verstärkt. Die Einführung allgemeiner Standards – beispielsweise welche Informationen ein Avatar mitbringen muss, wenn er ein anderes Metaverse besucht – beschleunigt den Kollaborationsprozess. Darüber hinaus verbessert das Metaverse die Abläufe in der Entwicklung und Prototypisierung, da es beispielsweise die durchgängige Einbindung und detaillierte Beobachtung von Nutzer:innen als Testpersonen ermöglicht und somit die Optimierung des Nutzungserlebnisses erleichtert. Einzelne Produktionsanlagen bei Kunden können effizienter gewartet oder getestet werden, beispielsweise durch Echtzeitmeldungen und Remote-Zugriff. Neue und bestehende Anlagen können gemeinsam mit potenziellen Kunden virtuell und ressourcenschonend besichtigt werden. Ein weiterer Fortschritt ist die Integration von digitalen Zwillingen in das Metaverse, die durch ihre multimodale Darstellung zu einer verbesserten Mensch-Maschine-Interaktion beitragen. Im Metaverse kann nicht nur individuelles Know-how geteilt, sondern auch Daten aus verschiedenen Unternehmen zusammengeführt werden. Geschäftsreisen werden immer weniger und finden nur zu ausgewählten Anlässen wie beispielsweise zu Beginn einer Unternehmenszusammenarbeit statt.



SZENARIO 3 Wissenstransfer im Metaverse

Es ist das Jahr 2033. Das Metaverse hat die Art und Weise, wie Menschen lernen, interagieren und zusammenarbeiten revolutioniert. Trotz dieser beeindruckenden Entwicklung erfordert der Eintritt in das Metaverse nach wie vor erhebliche Investitionen von interessierten Unternehmen. Die finanziellen Anfangsinvestitionen sind zwar gesunken, stellen aber immer noch eine erhebliche Eintrittsbarriere dar. Dies hat zur Folge, dass die Verbreitung des Metaverse in großen Unternehmen deutlich ausgeprägter ist als in kleinen Unternehmen. Mit Hilfe von virtuellen Lernumgebungen ermöglichen Unternehmen vielen Menschen den Zugang zu hochwertigen Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten, unabhängig von ihrem Standort oder ihrer sozialen Herkunft und können so dem Fachkräftemangel entgegenwirken. Das Metaverse befähigt Menschen auf der ganzen Welt einen Job in einem anderen Land aufzunehmen, da sie ein virtuelles Onboarding durchlaufen und in ihrer Muttersprache mit Hilfe von Sprach-Bots und großen Sprachmodellen kommunizieren können. Die offenen Kommunikationskanäle im Metaverse haben die soziale Interaktion der Mitarbeitenden erheblich verbessert, da die Interaktion über räumliche Distanzen hinweg realistischer möglich ist. Komplexe Fragestellungen und Diskussionen können interaktiv und immersiv effizienter bearbeitet werden. Diese verbesserten Interaktionsmöglichkeiten wirken sich auch positiv auf die Kundenbeziehungen aus, da sie enger geworden sind. Durch den erleichterten Wissenstransfer können geplante Produktionsanlagen mithilfe der neuen Interaktionsmöglichkeiten leichter beschafft und in die Produktion integriert werden. Produkte können durch gezielte Schulung und Zusammenarbeit der Mitarbeitenden effektiver auf ihre Qualität geprüft werden. Selbst gänzlich ungelernete Personen könnten durch die Teilnahme an KI-geführten Ausbildungsprogrammen das Prüfen und Führen komplexer Produkte oder Maschinen erlernen.



SZENARIO 4 Rechtssicherheit im Metaverse

Es ist das Jahr 2033. Das Metaverse ist zu einem festen Bestandteil des unternehmerischen und gesellschaftlichen Lebens geworden. Die Politik ist dem steigenden Verantwortungsdruck gerecht geworden und hat entsprechende regulatorische Rahmenbedingungen geschaffen. Dennoch schreiten viele Regulierungsmaßnahmen nicht schnell genug voran, was die weitere Verbreitung des Metaverse limitiert. Insbesondere einheitliche Standards, welche verschiedene Metaverse-Lösungen zusammenführen könnten, fehlen in weiten Teilen. Die Politik fördert aufgrund ihres Engagements für die Klimaneutralität die Verlagerung der Wertschöpfung in das Metaverse intensiv. Die meisten Produktdemonstrationen oder Prototypentests finden hauptsächlich virtuell statt. Ein anschauliches Beispiel hierfür ist der Crash-Test eines neuen Automobils. Mit simulierten Crash-Parametern werden die Auswirkungen auf die Insassen untersucht, ohne dass reale Fahrzeuge zerstört werden müssen. Neuartige Fragestellungen im Metaverse, wie die Rechtssicherheit persistenter Identitäten oder die Klärung der Verantwortlichkeit und Haftung bei Schäden, stellen die Politik jedoch vor Herausforderungen, die noch nicht vollumfänglich gelöst sind. Es sind jedoch einheitlichere Bedingungen für die IT-Sicherheit und den Austausch von Unternehmensdaten über das Metaverse geschaffen worden. Zudem sind neuere rechtliche Entwicklungen, wie beispielsweise Organisationen, die dezentral von verschiedenen Nutzer:innen mittels Anteilen in der Blockchain besessen werden, soweit geregelt, dass ein rechtssicherer Austausch zwischen diesen Organisationen und herkömmlichen Unternehmen risikofrei möglich ist.

6. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR POLITIK, GESELLSCHAFT UND UNTERNEHMEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Aus den von den Unternehmen vorgeschlagenen Handlungsmaßnahmen (vgl. Kapitel 4.6) und den in Kapitel 5 ausgearbeiteten Zukunftsszenarien für das Jahr 2033 wurden Handlungsempfehlungen abgeleitet. Diese Handlungsempfehlungen sollen der Politik, der Gesellschaft und den Unternehmen selbst helfen, die in Kapitel 4.3 beschriebenen Herausforderungen zu bewältigen, um die Potenziale des Metaverse für sich nutzen zu können.

Handlungsempfehlungen



Branchenübergreifende Netzwerke fördern

Branchenübergreifende Netzwerke unterstützen Unternehmen bei der Suche nach Kooperationspartnern für Metaverse-Entwicklungsprojekte, beim Austausch von Know-how und Best Practices sowie bei der Etablierung von wirtschaftlich nachhaltigen Partnerschaften. Der branchenübergreifende Bezug ermöglicht es den Unternehmen, den jeweils neuesten Stand der Technik aus anderen Fachgebieten zu adaptieren und so Synergien für alle Beteiligten zu schaffen. Besonders KMU erhalten so Zugang zu Fachkompetenzen, die sie selbst im Unternehmen nicht aufbauen können. Darüber hinaus ermöglicht die Bildung von branchenübergreifenden Netzwerken den Beteiligten, ihre Anliegen mit einer gemeinsamen Stimme zu vertreten. Baden-Württemberg verfügt über eine reiche Landschaft leistungsfähiger Technologietransfer-Initiativen, die unmittelbar in Metaverse-Themen arbeiten oder in benachbarten Arbeitsfeldern. Netzwerke wie die Digitallotsen, die Digital Hubs, das VDC und viele weitere gilt es zu nutzen.

Der Politik und Gesellschaft wird empfohlen, durch Nutzung und Orchestrierung etablierter Netzwerke eine integrierte Plattform für Metaverse-Themen in Baden-Württemberg zu schaffen. Damit werden branchen- und technologieübergreifende Metaverse-Umsetzungen gefördert. Landesverbände und -gesellschaften können als wichtige Multiplikatoren dabei unterstützen.

Die Unternehmen selbst sollten sich aktiv in solche Netzwerke einbringen. Sie sollten offen für Kooperationen und bereit sein, Know-how, Daten und Best Practices mit anderen Unternehmen zu teilen, um Synergieeffekte mit Partnern nutzen zu können. Die bisher eher sektorale Fokussierung der Netzwerke sollte geöffnet werden, um neue Perspektiven zu erhalten.



Leuchtturmprojekte initiieren

Leuchtturmprojekte dienen dazu, den Unternehmen zu zeigen, dass die Potenziale, die auf dem Weg zum Metaverse versprochen werden, realisierbar sind. Durch den Austausch

von Best Practices und Projektergebnissen können Unsicherheiten bei der Adaption neuer Technologien und deren unklarer Nutzen in Unternehmen abgebaut werden. Dadurch werden die Einstiegshürden für Unternehmen in das Metaverse gesenkt. Die Projekte selbst fördern das Fachwissen und die Praxiserfahrung der beteiligten Institutionen. Insbesondere branchenübergreifende Projekte können durch die mögliche Konvergenz einzelner Technologien innovative Lösungen hervorbringen, welche einzelne Unternehmen oder Branchen alleine nicht realisieren können.

Politik und Gesellschaft wird empfohlen, Projekte zu fördern, die sich auf mehrere metaverse-relevante Technologien gleichzeitig beziehen und diese miteinander verbinden. In Ausschreibungen für Forschungs- und Entwicklungsprojekte können darüber hinaus branchenübergreifende Ideen gezielt gefördert werden. Ein positives Beispiel für eine regionale Initiative, welche Leuchtturmprojekte mit Fokus auf KI-Technologien hervorbringt, stellt der Innovation Park Artificial Intelligence (Ipai) in Heilbronn dar. Zur Kommunikation von Projektergebnissen können Landesverbände und -gesellschaften Formate wie Workshops, interaktive Foren o.ä. anbieten, um gewonnene Erkenntnisse branchenübergreifend verfügbar zu machen.

Unternehmen wird empfohlen, in Projekte und Partnerschaften zu investieren und aktiv in den Austausch mit anderen (auch fach- und branchenfremden) Unternehmen zu treten, um neue Potenziale in der eigenen Wertschöpfung zu identifizieren und umzusetzen. Es wird empfohlen, auf Forschungseinrichtungen und kooperationsbereite Unternehmen zuzugehen, um sich auf geförderte Ausschreibungen für branchenübergreifende Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu bewerben. Darüber hinaus wird empfohlen, die gewonnenen Erkenntnisse in Netzwerken und öffentlichen Veranstaltungen zu präsentieren.



Rechtssicherheit unterstützen

Einerseits können strenge rechtliche Rahmenbedingungen Unternehmen davon abhalten, in neue Technologien zu investieren. Andererseits wünschen sich Unternehmen von Politik klare Vorgaben, die Innovation fördern und keine rechtlichen Grauzonen lassen. Schließlich sind Rahmenbedingungen im Hinblick auf die sich zukünftig verändernde Arbeitswelt notwendig, um die Sicherheit der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie der Unternehmen zu gewährleisten.

Der Politik wird empfohlen, Initiativen zu unterstützen, die Unternehmen, Institutionen und Rechtsexpert:innen zusammenbringen. Gemeinsam können sie sich über bestehende Rechtsdiskussionen und Empfehlungen informieren und konkrete Bedürfnisse der Unternehmen in Baden-Württemberg in einem Rechtsrahmen sammeln und an gesetzgebende Initiativen sowie an Regulierungsmittler (wie z.B. die Bundesnetzagentur) weiterleiten. Im Vordergrund sollte dabei ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Regulierung einerseits und dem notwendigen Freiraum für Innovationen andererseits stehen. Um dieses Spannungsfeld aktiv zu adressieren, können in Verbindung mit den oben genannten regionalen Leuchttürmen auch sogenannte regulatorische „Sandboxes“ initiiert werden. Hierbei können Technologien und Anwendungen des Metaverse für einen begrenzten Zeitraum getestet und erprobt werden, die nicht vollständig mit dem bestehenden Rechts- und Regulierungsrahmen übereinstimmen. Dabei können neben der Realisierung von Potenzialen auch Auswirkungen und Veränderungsbedarfe der Regulation untersucht und in einem breiten Diskurs ausgehandelt werden. Regionale „Sandboxes“ könnten Unternehmen aus Baden-Württemberg so einen wichtigen Experimentierraum ermöglichen.

Unternehmen wird empfohlen, sich über die oben genannten Metaverse-Netzwerke oder mit juristischer Unterstützung einen Überblick über die aktuelle Rechtslage zu verschaffen. Konkrete Rechts- und Regulierungslücken können in gemeinsamen Initiativen gebündelt und an die Regulierungsbehörden bzw. den Gesetzgeber herangetragen werden. Unternehmen sollten sich darüber hinaus bewusst sein, dass in den oben genannten „Sandboxes“ Innovationen unter besonderen rechtlichen Randbedingungen erprobt werden können.



Normung vorantreiben

Normung ist die Basis für ein offenes und interoperables Metaverse der Zukunft. Fehlende Normung erschwert die Adaption metaverse-relevanter Technologien und die Umsetzung eigener Anwendungsfälle, insbesondere dann, wenn Unklarheit darüber besteht, ob erarbeitete Lösungen auch in Zukunft kompatibel bleiben. Diese Unsicherheit führt zu Stagnation in der Entscheidungsfindung.

Unternehmen und Verbänden wird empfohlen, sich über bestehende Normen zu informieren und bei Neuentwicklungen zu berücksichtigen. Netzwerke wie das VDC verfügen über eine Übersicht bestehender und entstehender Metaverse-Normen sowie über aktive Arbeitsgruppen (vgl. VDC, 2023). Auch die aktive Mitarbeit in Metaverse-Normungsgremien auf nationaler (z.B. DIN-Normenausschuss „Metaverse und Extended Reality“), europäischer (z.B. ETSI „Industry Specification Group Augmented Reality Framework ARF“) oder internationaler (z.B. ITU „Focus group for metaverse interoperability“) Ebene ist wichtig. Auf internationaler Ebene engagiert sich ebenfalls das „Metaverse Standards Forum“ für ein offenes und interoperables Metaverse.



Einstieg fördern

Obwohl Baden-Württemberg ein bedeutender Wirtschaftsstandort ist, setzen sich viele Unternehmen noch nicht mit dem Metaverse auseinander. Besonders KMU benötigen Unterstützung bei der Umsetzung auf dem Weg ins Metaverse.

Der Politik und Gesellschaft wird empfohlen, Angebote für Unternehmen zu schaffen, um die Relevanz und die Potenziale von Metaverse-Technologien zu vermitteln. Dabei helfen Studien wie die vorliegende als Kommunikationsgrundlage. Es müssen niederschwellige Formate angeboten werden, durch die Unternehmen erkennen können, welche metaverse-relevanten Technologien und deren Kombinationen einen Mehrwert in ihrer bestehenden Wertschöpfungskette bieten. Individuelle Beratungen können beispielsweise über Innovationsgutscheine gefördert werden, mit denen Unternehmen individuell unterstützt werden.

Unternehmen wird empfohlen, Förder- und Innovationsmaßnahmen aktiv nachzufragen und zu nutzen. Durch die Analyse bestehender Unternehmensangebote können geeignete Use Cases und Best Practices für die eigene Wertschöpfung identifiziert werden. Dies kann durch den Austausch in den oben genannten Netzwerken oder durch die Untersuchung und Pilotierung in Forschungs- und Innovationsprojekten mit etablierten Einrichtungen erfolgen. Zu diesem Thema wird im Rahmen des CyberLänd-Projektes auch ein ausführliches White Paper veröffentlicht, welches Handlungsmaßnahmen praxisorientiert beschreibt.

7. FAZIT UND AUSBLICK

Baden-Württemberg hat als Standort eine starke Ausgangsposition für zukünftige Innovationen rund um das Thema Metaverse. Die parallelen Arbeiten zum **CyberLänd-Kompetenzatlas** haben ergeben, dass in Baden-Württemberg bereits über 700 Unternehmen metaverse-relevante Technologien entwickeln. Dennoch hat die Studie gezeigt, dass Baden-Württemberg im weltweiten Vergleich spät in die operative Auseinandersetzung mit dem Thema Metaverse eingestiegen ist.

Besonders KMU sind bei der Adaption neuer Metaverse-Technologien zurückhaltend. Die Gründe dafür sind vielfältig. Ein **unklarer Nutzen** bei der Umsetzung von Entwicklungsprojekten führt in allen befragten Branchen zu einer Zurückhaltung bei Investitionen im Bereich Metaverse. Vielen anderen unternehmensseitigen Herausforderungen stehen jedoch große **Potenziale** des Metaverse gegenüber. So lohnen sich hohe Investitionen, wenn anschließend durch Effizienzsteigerung oder Risikoreduktion beispielsweise die Produktionskosten gesenkt werden können. Fehlende Fachkräfte können über neue Marketingkanäle rekrutiert und neue Märkte über innovative Geschäftsmodelle erschlossen werden. Um den Unternehmen diese Potenziale aufzuzeigen und den unklaren Nutzen in Projekten zu überwinden, sind Studien wie die Vorliegende wichtig. Aber auch branchenübergreifende **Leuchtturmprojekte**, können Potenziale aufzeigen, die über herkömmliche XR-Anwendungen hinausgehen und Best Practices und Mehrwerte an Unternehmen vermitteln.

Die Studie hat verdeutlicht, dass der Wunsch nach branchenübergreifenden **Netzwerken** besteht. Unternehmen haben so die Möglichkeit, neue Kooperationspartner zu finden, um die genannten Leuchtturmprojekte umzusetzen und nachhaltige Wirtschaftspartnerschaften aufzubauen. Darüber hinaus bietet das technische und soziale Know-how eines solchen Netzwerkes insbesondere KMU die Möglichkeit, Fachkompetenzen zu erwerben, die sie alleine nicht aufbauen können.

Wichtig für den Erfolg von Initiativen wie CyberLänd und weiterer Initiativen, ist die Anschubfinanzierung solcher Netzwerke und die Finanzierung erster Leuchtturmprojekte. Parallel dazu ist es unerlässlich, Rahmenbedingungen zu erarbeiten, um **Rechtssicherheit** zu gewährleisten und branchenübergreifende Interoperabilität durch **Normung** zu schaffen – nicht nur auf Landesebene, sondern europaweit.

Mit dem Projekt CyberLänd wurde ein wichtiger Schritt unternommen, um den genannten Herausforderungen entgegenzuwirken. Durch Workshops, Messeauftritte und weitere Veranstaltungen wurde zunächst die Relevanz des Themas verdeutlicht und der Aufbau eines nachhaltigen Netzwerkes angestoßen. Die Erstellung des Kompetenzatlas wichtiger Akteure in Baden-Württemberg zeigt die bereits bestehenden Fähigkeiten und Technologien auf und kann als Grundlage für die Vernetzung im Sinne einer Technologiekonvergenz in Richtung Metaverse dienen. Gemeinsam mit zukünftigen Publikationen soll damit ein Beitrag geleistet werden, die Bekanntheit der Bedeutung des Themas Metaverse zu steigern und bestehende Netzwerke zu vergrößern.

Eine Limitation der Studie liegt in der Auswahl der Stichprobe für die Interviews, da bewusst Unternehmen befragt wurden, die sich bereits mit dem Thema Metaverse beschäftigen. Ebenso ist die getroffene Auswahl nicht repräsentativ für die vielfältige Unternehmenslandschaft Baden-Württembergs. So wurden einige weitere umsatzstarke Branchen wie das Gesundheitswesen, der Einzelhandel oder die Finanzbranche, nicht befragt. Zusätzliche Befragungen in weiteren Branchen könnten daher sinnvoll sein.

Darüber hinaus gibt es sowohl bei der Online-Delphi-Studie als auch bei den durchgeführten Interviews eine Einschränkung im Design der Studienteile. Da die Personen zu ihren eigenen Unternehmen befragt wurden, können Diskrepanzen zwischen ihrer subjektiven Wahrnehmung und einer objektiven Bewertung nicht ausgeschlossen werden. Zusätzlich könnten Analysen von externen Personen in den jeweiligen Unternehmen durchgeführt werden, um die subjektive Sicht der beteiligten Personen zu ergänzen.

LITERATUR

- 1 **Accenture (2022).** Meet Me in the Metaverse: The continuum of technology and experience, reshaping business. Technology Vision 2022. <https://www.accenture.com/us-en/insights/technology/technology-trends-2022>
- 2 **ART - Analysis and Research Team.** Council of the European Union. General Secretariat (2022). Metaverse - virtual world, real challenges.
- 3 **Balis, J. (2022).** How Brands Can Enter the Metaverse. <https://hbr.org/2022/01/how-brands-can-enter-the-metaverse>
- 4 **Biris, C. & Gruian, D. T. (2022).** How Metaverse will influence Industrial Innovation (Extended Abstract SID2022). International Journal of Advanced Statistics and IT&C for Economics and Life Sciences, 12(2), 53–56. <https://doi.org/10.2478/ijasitels-2022-0006>
- 5 **Bitkom e.V. (2022).** Wegweiser in das Metaverse: Technologische und rechtliche Grundlagen, geschäftliche Potenziale, gesellschaftliche Bedeutung. <https://www.bitkom.org/EN/Publications/Guidebook-Metaverse>
- 6 **Buchholz, F., Oppermann, L. & Prinz, W. (2022).** There's more than one metaverse. i-com, 21(3), 313–324. <https://doi.org/10.1515/icom-2022-0034>
- 7 **Burke, J. (2021).** The Open Metaverse OS. Outlier Ventures.
- 8 **Council of the European Union (2022, 9. März).** Metaverse - Virtual World, Real Challenges. <https://www.consilium.europa.eu/media/54987/metaverse-paper-9-march-2022.pdf>
- 9 **Douin, V., Bayz, A., Miller, A., Reid, H., Hecht, N., Kindt, S., Cantillon, M., Foldvari, J. & Long, L. (Juni 2023).** The metaverse at work: A first look at how companies are navigating the industrial and enterprise metaverses. Ernst & Young, NOKIA. <https://www.nokia.com/metaverse/industrial-metaverse/the-metaverse-at-work-research/>
- 10 **Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. M., Dennehy, D., Metri, B., Buhalis, D., Cheung, C. M., Conboy, K., Doyle, R., Dubey, R., Dutot, V., Felix, R., Goyal, D. P., Gustafsson, A., Hinsch, C., Jebabli, I., ... Wamba, S. F. (2022).** Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. International Journal of Information Management, 66, 102542. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542>
- 11 **Elmasry, T., Khan, H., Yee, L., Hazan, E., Kelly, G., Zimmel, R. W. & Srivastava, S. (Juni 2022).** Value creation in the metaverse: The real business of the virtual world. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/marketing%20and%20sales/our%20insights/value%20creation%20in%20the%20metaverse/Value-creation-in-the-metaverse.pdf>
- 12 **European Parliament (2022, 24. Juni).** Metaverse Opportunities, risks and policy implication. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2022\)733557](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2022)733557)
- 13 **Fang, Z., Cai, L. & Wang, G. (2021).** MetaHuman Creator The starting point of the metaverse. In 2021 International Symposium on Computer Technology and Information Science (ISCTIS) (S. 154–157). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISCTIS51085.2021.00040>
- 14 **Fraunhofer IUK (2022).** Fakt oder Fiktion? Technologien und Use Cases für das (Industrial) Metaverse.
- 15 **Frost & Sullivan (2022).** European Metaverse(s)? The Issues, Concerns, and Opportunities that make Europe Unique.
- 16 **Frost & Sullivan (2022).** Global Metaverse Growth Opportunities: A Transformative Mega Trend Drives the Future Growth Potential of the Multi-Billion Dollar Virtual Economy.
- 17 **Frost & Sullivan (2022).** Industrial Metaverse Growth Opportunities: Shifting the Metaverse Hype to a Manufacturing Reality.
- 18 **Gioia, D. A., Corley, K. G. & Hamilton, A. L. (2013).** Seeking Qualitative Rigor in Inductive Research. Organizational Research Methods, 16(1), 15–31. <https://doi.org/10.1177/1094428112452151>
- 19 **Hubbard, T. D. & Aguinis, H. (2023).** Conducting Phenomenon-Driven Research Using Virtual Reality and the Metaverse. Academy of Management Discoveries, 9(3), 408–415. <https://doi.org/10.5465/amd.2023.0031>
- 20 **Kim, J. (2021).** Advertising in the Metaverse: Research Agenda. Journal of Interactive Advertising, 21(3), 141–144. <https://doi.org/10.1080/15252019.2021.2001273>
- 21 **Kshetri, N. (2023).** National Metaverse Strategies. Computer, 56(2), 137–142. <https://doi.org/10.1109/MC.2022.3227681>
- 22 **Lee, J. Y. (2021).** A Study on Metaverse Hype for Sustainable Growth. International Journal of Advanced Smart Convergence, 10(3), 72–80. <https://doi.org/10.7236/IJASC.2021.10.3.72>
- 23 **Lee, J., Yeo, I. & Lee, H. (2022).** Metaverse Current Status and Prospects: Focusing on Metaverse Field Cases. In Proceedings, 2022 IEEE/ACIS 7th International Conference on Big Data, Cloud Computing, and Data Science (BCD) (S. 332–336). <https://doi.org/10.1109/BCD54882.2022.9900579>
- 24 **Lee, L. H., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., Kumar, A., Bermejo, C. & Hui, P. (2021).** All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda. JOURNAL OF LATEX CLASS FILES, 14(8). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11200.05124/8>
- 25 **Marabelli, M. & Newell, S. (2022).** Everything You Always Wanted to Know about the Metaverse (*But Were Afraid to Ask). Academy of Management Proceedings, 2022(1), Artikel 11559. <https://doi.org/10.5465/AMBPP.2022.11559abstract>
- 26 **Marko, A., Plass, C., Kuttner, D., Laß, D., Bashiri Efran, Barnstedt, E., Piller, F., Heinrich, H., Gayko, J., Wirth, J., Görlitz, J., Hoffmann, M. W., Wittek, N., Madeja, N., Beauregard, P. de, Kiradjiev, P., Müller, S. K., Lehmann-Brauns, S., Falk, S., ... Diemar, U. von. (April 2023).** Industrial Metaverse: Impulspapier. Plattform Industrie 4.0.
- 27 **Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg. (2023).** Wirtschaftsstruktur - Industriegiganten und Mittelständler. <https://wm.baden-wuerttemberg.de/de/wirtschaft/wirtschaftsstandort/wirtschaftsstruktur>
- 28 **Mystakidis, S. (2022).** Metaverse. Encyclopedia, 2(1), 486–497. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031>
- 29 **Neuhüttler, J., Christel, P., Bienzeisler, B. & Hölzle, K. (2023).** Potenziale eines Metaverse für die Entwicklung von Smart Services. In M. Bruhn & K. Hadwich (Hrsg.), Gestaltung des Wandels im Dienstleistungsmanagement (S. 233–259). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-41813-7_8
- 30 **Neuhüttler, J., Christel, P., Le, T., Wenzel, G. & Ardilio, A. (2022).** Potentials of a Metaverse for Smart Service Engineering. In AHFE International, The Human Side of Service Engineering. AHFE International. <https://doi.org/10.54941/ahfe1002545>
- 31 **Newzoo (2022).** The Metaverse, Blockchain Gaming, and NFTs: Navigating the Internet's Uncharted Waters: Newzoo Trend Report 2022. <https://outlierventures.io/research/the-open-metaverse-os/>
- 32 **Park, S. M. & Kim, Y. G. (2021).** A Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges. IEEE Access, 10, 4209–4251. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3140175>

- 33 **Riemensperger, F. & Falk, S. (2022).** Digitaler Doppelpass: Wie Konkurrenz und Kooperation gemeinsam zu Wirtschaftswachstum führen (1. Auflage). Redline Verlag.
- 34 **Runde, C. (2023, 11. April).** XR-Standardisierungslotse: Die Zukunft gestalten. V/AR-Standards mitbestimmen und mitentwickeln durch Mitwirkung in aktiven Arbeitsgruppen. Virtual Dimension Center Fellbach. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.22656598>
- 35 **Runde, C. (2023, 11. April).** XR-Standardisierungslotse: Strukturiert und standardisiert V/AR-Lösungen einsetzen und entwickeln: Best Practices nutzen: XR-Management-Standards. Virtual Dimension Center Fellbach. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.22656571>
- 36 **Runde, C. & Alexiadis, I. (2023).** Digitalotse – XR & Metaverse Roadmap. Virtual Dimension Center Fellbach. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.22086641>
- 37 **Runde, C. & Alexiadis, I. (2023, 26. April).** Digitalotse: Leitfaden zur Geschäftsmodell-Entwicklung für XR-Unternehmen. Virtual Dimension Center Fellbach. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.22699720>
- 38 **Şalcini, S. & Yerlikaya, T. (2022).** METAVERSE: TECHNOLOGY OF THE FUTURE. PRIZREN SOCIAL SCIENCE JOURNAL, 6(3), 55–63. <https://doi.org/10.32936/pssj.v6i3.332>
- 39 **Schatz, A. & Bauernhansl, T. (2017).** Geschäftsmodell-Innovationen. In B. Vogel-Heuser, T. Bauernhansl & M. ten Hompel (Hrsg.), Handbuch Industrie 4.0 Bd.1 (S. 245–260). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-45279-0_95
- 40 **Schöbel, S. M. & Leimeister, J. M. (2023).** Metaverse platform ecosystems. Electronic Markets, 33(1). <https://doi.org/10.1007/s12525-023-00623-w>
- 41 **VDC, (2023).** XR-Normung, Metaverse-Normung, XR-Richtlinien und XR-Empfehlungen <https://www.vdc-fellbach.de/xr-wissen/xr-normung-metaverse-normung/>
- 42 **Vökl, G. (2023).** Vom 3-D-Stadtmodell zur Metaverse City. iX, 2, 38. <https://www.heise.de/select/ix/2023/2/2227909224919631535>
- 43 **Volkwein, M., Schmitt, J., Heidelberg, J., Schöllhammer, O., Evcenko, D. & Kett, H. (2022).** Blinde Flecken in der Umsetzung von Industrie 4.0 – identifizieren und verstehen. Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.). https://doi.org/10.48669/fb40_2022-1
- 44 **Wang, Y., Su, Z., Zhang, N., Xing, R., Liu, D., Luan, T. H. & Shen, X. (2022).** A Survey on Metaverse: Fundamentals, Security, and Privacy. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 1. <https://doi.org/10.1109/COMST.2022.3202047>
- 45 **Waxer, C. (2023).** The Emergent Industrial Metaverse: Produced in partnership with SIEMENS. MIT Technology Review Insights. <http://bit.ly/3zmefWR>
- 46 **Weking, J., Desouza, K. C., Fiert, E. & Kowalkiewicz, M. (2023).** Metaverse-enabled entrepreneurship. Journal of Business Venturing Insights, 19, e00375. <https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2023.e00375>
- 47 **Xu, M., Ng, W. C., Lim, W. Y. B., Kang, J., Xiong, Z., Niyato, D., Yang, Q., Shen, X. & Miao, C. (2022).** A Full Dive Into Realizing the Edge-Enabled Metaverse: Visions, Enabling Technologies, and Challenges. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 25(1), 656–700. <https://doi.org/10.1109/COMST.2022.3221119>
- 48 **Yang, L. (2023).** Recommendations for metaverse governance based on technical standards. Humanities and Social Sciences Communications, 10(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01750-7>
- 49 **Yang, Q., Zhao, Y., Huang, H., Xiong, Z., Kang, J. & Zheng, Z. (2022).** Fusing Blockchain and AI With Metaverse: A Survey. IEEE Open Journal of the Computer Society, 3, 122–136. <https://doi.org/10.1109/OJCS.2022.3188249>

ABBILDUNGEN

Abbildung 1:	Strukturbild Metaverse	12
Abbildung 2:	Vernetzte Ökosysteme im Metaverse	16
Abbildung 3:	Technologiekonvergenz	20
Abbildung 4:	Literatur-Heatmap – Potenziale des Metaverse	23
Abbildung 5:	Literatur-Heatmap – Technologien	24
Abbildung 6:	Phasen der Methodik nach Gioia	26
Abbildung 7:	Anzahl der befragten Unternehmen je Branche	29
Abbildung 8:	Übersicht Unternehmensgröße	29
Abbildung 9:	Strategische Verankerung nach Unternehmensgröße	34
Abbildung 10:	Strategische Verankerung in betrachteten Branchen	34
Abbildung 11:	Angewandte Metriken zur Erfolgsmessung des strategischen Themas Metaverse	35
Abbildung 12:	Durchschnittliche Bewertung der Potenziale nach Unternehmen	36
Abbildung 13:	Potenziale des Metaverse in verschiedenen Branchen	37
Abbildung 14:	Herausforderungen nach durchschnittlicher Priorisierung	43
Abbildung 15:	Herausforderungen auf dem Weg ins Metaverse in verschiedenen Branchen	44
Abbildung 16:	Einsatz von Technologien je Branche	56

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Literatur-Heatmap – Literaturübersicht	25
Tabelle 2:	Arten der strategischen Verankerung	33
Tabelle 3:	Aufschlüsselung von Unternehmenskompetenzen in Baden-Württemberg	55
Tabelle 4:	Externe Handlungsmaßnahmen je Branche	62

ANHANG

Strukturbilder und Technologiekonvergenz

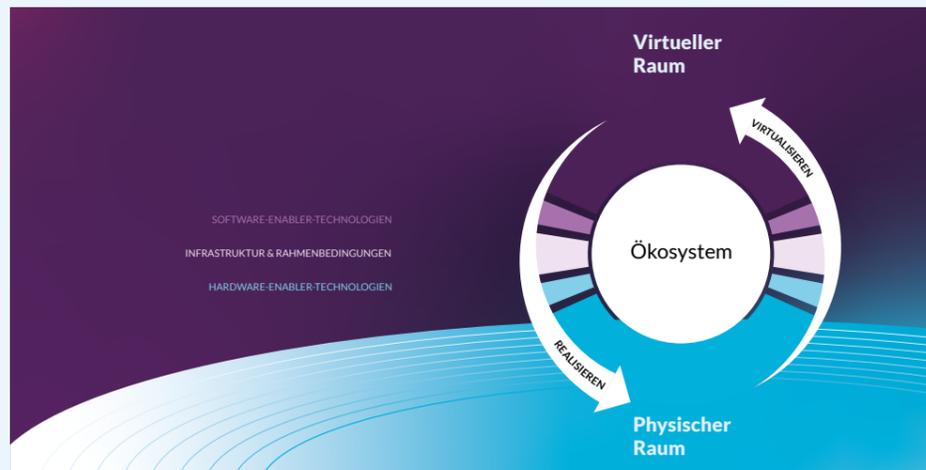


Abbildung 1: Strukturbild Metaverse

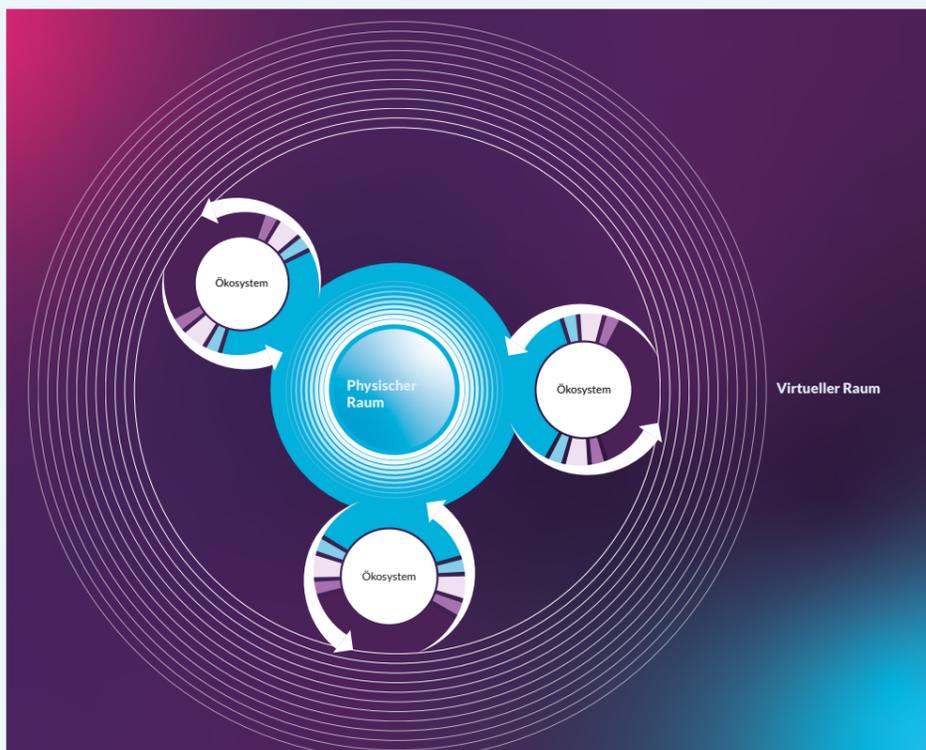


Abbildung 2: Vernetzte Ökosysteme im Metaverse



Abbildung 3: Technologiekonvergenz

IMPRESSUM

Autor:innen

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

Univ.-Prof. Dr. habil. Katharina Hölzle, MBA
Günter Wenzel
Dr.-Ing. Jens Neuhüttler
Nicole Gladilov
Leon Alexander Rasztar
Dr. Robert Rose

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl
Franz Falkenau
Peter Schrader
Oliver Schöllhammer
Julian Ament

Virtual Dimension Center (VDC)

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Christoph Runde
Ioannis Alexiadis

Kontakte

Günter Wenzel
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
Leiter Building Culture Innovation
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart, Germany
T. +49 711 970-2244
guenter.wenzel@iao.fraunhofer.de

Franz Falkenau
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
Abteilung Unternehmensstrategie und -entwicklung
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart, Germany
T. +49 711 970-3692
franz.falkenau@ipa.fraunhofer.de

Gestaltung, Illustration, Satz

Weiser Design, Stuttgart
www.weiser-design.de

Fraunhofer Publica

<http://dx.doi.org/10.24406/publica-2135>

Kontakte

Günter Wenzel

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

Leiter Building Culture Innovation

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart, Germany

T. +49 711 970-2244

guenter.wenzel@iao.fraunhofer.de

Franz Falkenau

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Abteilung Unternehmensstrategie und -entwicklung

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart, Germany

T. +49 711 970-3692

franz.falkenau@ipa.fraunhofer.de

Partner

gefördert durch



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND TOURISMUS