

## Fakt oder Fiktion?

---

# Technologien und Use Cases für das (Industrial) Metaverse

Spätestens seit Mark Zuckerberg seine Social-Media-Firma Facebook in Meta Platforms (kurz: Meta) umbenannt hat, erfährt das Thema Metaverse eine erhöhte Aufmerksamkeit. Auch Microsoft bezieht seit Jahren Stellung mit seiner »HoloLens« und verknüpft seine Kollaborations-Software »Teams« per Windows Mixed Reality mit der realen Umgebung. Amazon, Apple und Alphabet/Google halten unter anderem mit AWS, AR-Kit und AR-Core wichtige Technologie-Komponenten für das Metaverse in ihren Portfolios. Nvidia strebt mit »Omniverse« eine Kollaborationsplattform in einer virtuellen 3D-Welt an.

Wie bei Trendthemen üblich, fehlt es oft an einheitlichen Definitionen und manchmal auch an Substanz. Was ist also dieses Metaverse und für wen ist es warum relevant? Begrifflich an die Science-Fiction-Literatur angelehnt, beschreibt das »Metaverse« eine virtuelle Welt mit digitalen Avataren und virtuellen Gegenständen. Das Metaverse ist das potenzielle Internetdesign der Zukunft: Dieses 3D-Internet lässt sich mittels Datenbrillen und Extended-Reality-Technologien (XR) anschauen sowie betreten und ermöglicht so die nahtlose Interaktion zwischen digitaler und analoger Welt. Die Vorsilbe »Meta« beschreibt den nahtlosen Cross-Platform-Übergang zwischen verschiedenen virtuellen Welten. Aufbauend auf wissenschaftlichen Veröffentlichungen von Forschern definiert Fraunhofer das Metaverse anhand folgender sieben Merkmale:

1. Ein Metaverse ist eine Kombination von virtuellen Welten und erweiterten Realwelten, die jedoch keine in sich geschlossenen Systeme darstellen, sondern untereinander und mit der Realität vernetzt sind.
2. Ein Metaverse ist ein soziales Medium, in dem Menschen interagieren, kommunizieren, kooperieren aber auch handeln und Besitz haben können.
3. Ein Metaverse ist persistent und langlebig, kann aber zeitlich begrenzte Sessions aufweisen.
4. Ein Metaverse ist ein integratives System, das neben virtueller und erweiterter Realität zahlreiche andere Technologien eingliedert und nutzt. Dazu ist es wichtig, dass alle Metaverse-Komponenten interoperabel sind und möglichst offenen Standards folgen.
5. Die Schlüsselaktion von Metaverse-Anwendungen ist – neben virtueller Immersion – das Erfassen von Nutzerzuständen und der realen Umgebung.
6. Die Teilhabe am Metaverse ist multimodal und kann in Intensität und Repräsentation (»Embodiment der Avatare«) angepasst werden. Die Teilnehmer können nahtlos zwischen verschiedenen Teilhabe-Formen und der Teilhabe-Intensität wechseln.
7. Ein Metaverse ist eng mit der realen Welt verknüpft. Informationen, Aktionen und Interaktionen werden zwischen beiden Umgebungen (virtuell und real) ausgetauscht und beeinflussen einander.



Within the next two or three years, I predict most virtual meetings will move from 2D camera image grids [...] to the metaverse, a 3D space with digital avatars.

Bill Gates, 7. Dezember 2021

**Warum beschäftigen wir uns als angewandte Forschungseinrichtung mit dem Thema Metaverse?**

Es muss sich noch zeigen, ob das Metaverse die Vision einer virtuellen Parallelwelt erfüllen kann, die die Realität flankiert. Doch der Zukunftsmarkt immersiver Welten bietet jetzt schon enorme Innovationspotenziale. Neben Social-Media-Konzernen, der Gaming-Industrie und Lifestyle-Marken erschließen Investoren und Tech-Firmen gerade ein Geschäftsfeld, dessen Umsatz für 2024 auf 800 Milliarden Dollar geschätzt wird (Bloomberg, 2021).

Fraunhofer erforscht und entwickelt Zukunftstechnologien zum Wohle der Gesellschaft und der Wirtschaft. Trendthemen beobachten wir daher sehr genau, ordnen diese ein und prüfen sie auf Business-Relevanz und Forschungspotenzial. Beim Thema Metaverse beschäftigen sich verschiedene Institute mit Technologien und Standards des Metaverse. Unsere Kunden und Partner wenden diese an, investieren in sie oder entwickeln eigenständig Lösungen. Als Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie legen wir die Schwerpunkte auf »enabling technologies« des Metaverse und auf B2B-Anwendungen. Unsere Aufgabe ist es, die Forschungs- und Entwicklungskompetenzen der einzelnen Fraunhofer-Institute im Verbund zu einem Gesamtangebot zu bündeln und zu vermarkten.

**Metaverse-Technologien**

**Wie ist das Web 3.0 technologisch aufgebaut? Wie interagieren wir mit dem Metaverse?**

Beschreibt man die Architektur des Internets anhand der Dimensionen »Zugangsschnittstelle«, »Logik« und »Datenverteilung«, zeigt sich, dass die Kern-Technologiebausteine des Metaverse im Wesentlichen XR, Künstliche Intelligenz und Blockchain sind. Diese wiederum sind aufgeteilt in Hardwarekomponenten auf der einen Seite – wie beispielsweise VR- und AR-Headsets, mobile Devices und Eingabegeräte – und in Softwarekomponenten auf der anderen Seite, wie Benutzeroberflächen, Schnittstellen und APIs sowie KI-Algorithmen. Hinzu kommt die Notwendigkeit von IT-Infrastrukturen, den

	Interface	Logic	Data
Web 1.0	Browser	Websites	Server
Web 2.0	responsiv	Apps	Cloud
Web 3.0	XR	KI	Blockchain

zugrundeliegenden Netzwerken und entsprechenden Services, wie beispielsweise Programmier- und 3D-Engines.

**Welche Technologien liegen dem Metaverse zugrunde?**

Decentraland, Fortnite, Horizon, Roblox, Sandbox sind Beispiele für bestehende Plattformen, die allerdings bislang noch kein zusammenschlossenes Metaverse ergeben. Es zeichnet sich jedoch ein Gesamtbild virtueller Umgebungen ab, die mittels digitalen Eigentums und personalisierter Avatare die Grenzen zwischen Realität und Virtualität auflösen. Die unterschiedlichen virtuellen Welten eint der Bedarf an Hochleistungs-lösungen im IuK-Bereich sowie Daten- und Sicherheitsstandards. Aus Fraunhofer-Sicht unterscheiden wir acht Technologie-Bausteine des Metaverse (vgl. Grafik unten).

**Potenziale und Möglichkeiten der Metaverse-Technologien**

**Cross-Plattform**

Sowohl die Firmen Meta (Facebook) als auch Alphabet (Google) und Microsoft arbeiten kompetitiv an der Interoperabilität von E-Commerce, Arbeitsmeetings und virtuellen Freizeit-Events, die auf ein und demselben Account bzw. Avatar basieren – ohne Systemwechsel. So soll beispielsweise das 3D-Remote-Büro mit simuliertem Panoramaausblick nur wenige Schritte – oder auch einen »Teleportationssprung« – von dem Treffen mit Freunden in einem Flagshipstore entfernt sein, um gemeinsam an den eigenen Avataren die neueste Mode anzuprobieren.

**Avatare und immersive Hardware**

Individualisierte Avatare repräsentieren User-Accounts und können auf Basis entsprechender Identitätschecks manuelle Logins ersetzen. Immersive Hardware, also VR-/AR-Brillen und -Controller, aber auch Handschuhe mit haptischem Feedback oder Elektroden zur Geschmackssimulation im Mund könnten das Metaverse für alle Sinne erlebbar machen.

Durch die Video-Erfassung der Mimik der Benutzer\*innen und der Echtzeit-Übertragung auf die Avatare kann die symbiotische Wirkung zusätzlich verstärkt werden. Während die Nutzung von VR-Brillen über mehrere Stunden hinweg mit der heutigen Technologie nicht realisierbar ist, ist ein Alltagsleben in einer »Mixed Reality« durch die Nutzung von AR-Brillen oder -Kontaktlinsen zukünftig durchaus vorstellbar.

**Blockchain für dezentrale Governance-Struktur**

Virtuelle und reale Interaktionen erfordern Prozessvertrauen zwischen den Akteuren, Konsens und Manipulationssicherheit. Die Blockchain-Technologie bietet im Metaverse dementsprechend die Grundlage für:

- Kryptowährungen als primäre Zahlungsmittel: Bestehende Plattformen setzen aktuell zahlreiche eigene Währungen ein. Im Sinne eines vereinten Metaverse ist aber auch zukünftig ein gemeinsames Zahlungsmittel denkbar.
- NFTs als zentraler Echtheits- und Eigentumsnachweis für den Handel mit virtuellen Gütern (Kunst, Grundstücke etc.)
- Smart Contracts als Basis digitaler rechtssicherer Prozesse

**Metaverse Use Cases**

Welche Use-Case-Szenarien kann das Metaverse bedienen? Welche Anwendungsfälle gibt es heute schon? Welche sind kurz- und mittelfristig zu erwarten? Wieso ist das Metaverse für Unternehmen sinnvoll? Welche Branchen profitieren grundsätzlich durch das Metaverse und welche starten zuerst durch?

Dem Metaverse wohnt großes disruptives Potenzial inne. Einige Branchen, deren Produkte sich gut digitalisieren lassen, werden erheblich von den Möglichkeiten des Metaverse für ihr Geschäft profitieren, andere Branchen werden es schwerer haben. Als Evolution des WWW zu einem 3D-Internet bietet das Metaverse mehr Möglichkeiten als das heutige Internet, zum Beispiel durch kreative Businessmodelle im Zuge eines sich neu formierenden Ökosystems entlang der Kette Technologie und Forschung, Entwicklung und Kreation, Plattformbetrieb und Nutzung. Es ist davon auszugehen, dass das Metaverse schrittweise immer mehr Branchen erfasst, wie beispielsweise nach dem unten in der Abbildung dargestellten Schema.

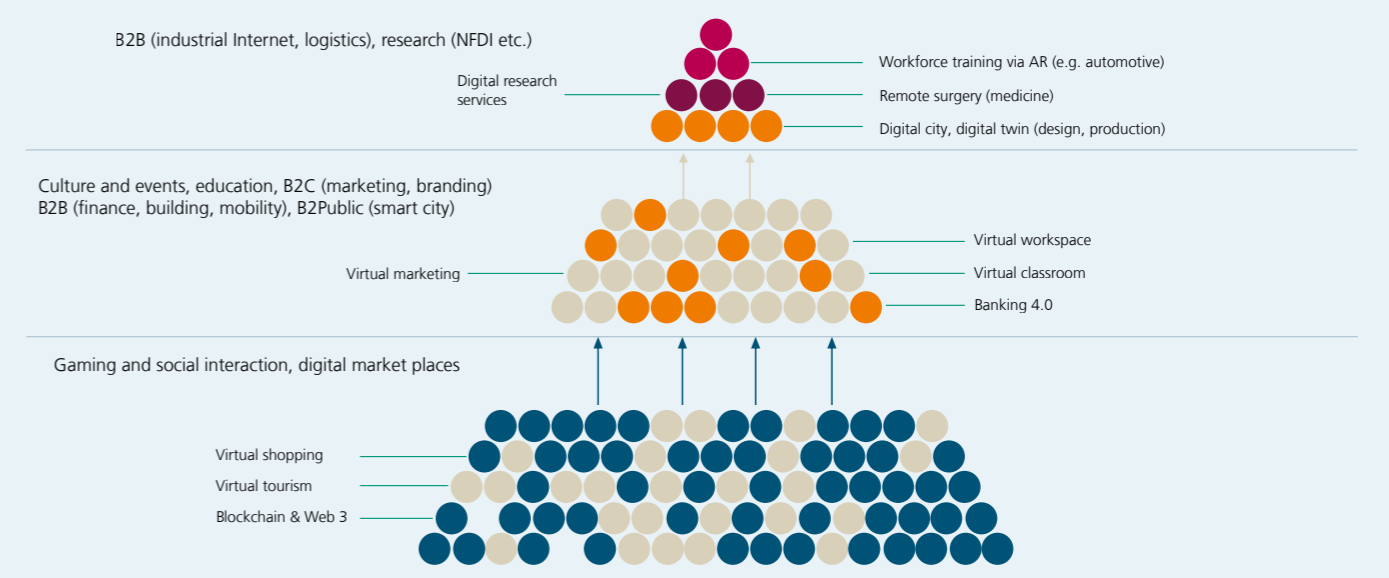
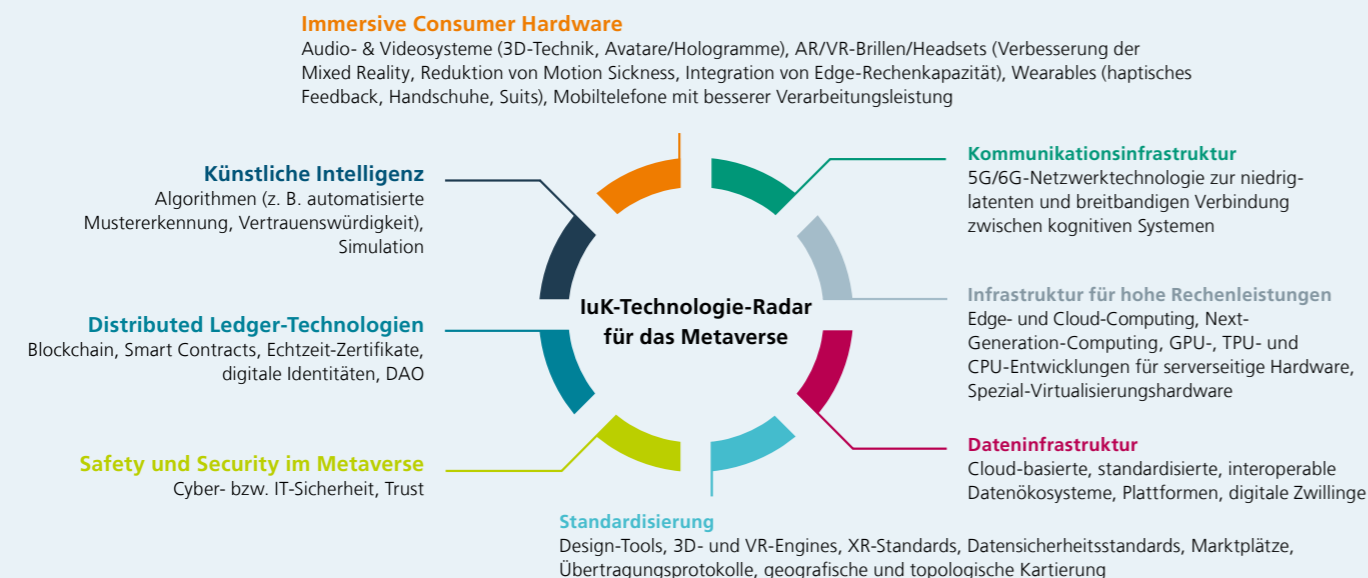
**Virtueller Tourismus durch Holodeck-Events**

Ein »begehbare« Internet ermöglicht unbegrenzte Erlebnisse, die in der Realität nur schwer oder gar nicht möglich sind. Durch die 3D-Rekonstruktion historischer Kulturstätten lassen sich zum Beispiel informative »Zeitreisen« erleben – ohne touristische Schäden vor Ort. Die Fraunhofer-Institute für Graphische Datenverarbeitung IGD, für Nachrichtentechnik HHI, für Bauphysik IBP und für Angewandte Informationstechnik FIT arbeiten an entsprechenden digitalen Kulturerbe-Projekten. Durch die Hygiene-Auflagen während der Pandemie wurde der Ausbau digitaler Angebote der Kultur- und Freizeitbranche, wie virtuelle Konzerte oder VR-Attraktionen, zusätzlich befördert.

**Industrial Metaverse: Use Cases klassischer Industriezweige – Digitaler Zwilling und Industrie 4.0**

Microsoft stellte auf der Hannover Messe 2022 seine Vision des »Industrial Metaverse« vor. Microsoft versteht darunter unter anderem die Überwachung der Produktionsmaschinen- und Anlagendaten aus der Ferne. Fehler werden behoben, die Zuverlässigkeit der Anlagen verbessert, die Produktivität gesteigert und Produktionsprozesse simuliert bzw. angepasst. Eingriffe in die Produktion müssen dann fast nur noch virtuell mit der Datenbrille erfolgen.

Die Vision des Industrial Metaverse ist eng mit dem Konzept des digitalen Zwillings (»digital twin«) verbunden. Ein digitaler



Zwilling beschreibt ein digitales Abbild von Objekten der realen Welt – seien es physische oder nicht-physische Dinge, wie etwa Dienste oder Prozesse. Im Kern ist der digitale Zwilling eine Softwareeinheit, die sich genauso verhält wie das reale System. Wie gut ein digitaler Zwilling ist, hängt davon ab, wie gut Statusänderungen in vernetzten Sensornetzwerken erfasst und wie viele Eigenschaften des realen Systems mit welcher Genauigkeit wiedergegeben werden. Letzteres betrifft die Güte des Simulationsmodells. Die möglichst exakte Abbildung der physischen Realität in digitalen Welten ist beispielsweise bei der Bauplanung oder bei Workflows im Fabrikbetrieb wichtig. Man denke auch an Anwendungen der industriellen Messtechnik, wo Texturen und Materialeigenschaften detailgetreu wiedergegeben werden müssen. Befähiger von Digitalen Zwillingen im Industrial Metaverse sind nicht zuletzt performante KI-Algorithmen und Datenübertragungen in Echtzeit wie in 5G/6G-Netzwerken.

Siemens Energy benutzt digitale Zwillinge, um die vorausschauende Wartung von Kraftwerken zu unterstützen und verspricht sich davon, die Ausfallzeiten zu reduzieren und den Kraftwerksbetreibern 1,7 Milliarden Dollar pro Jahr einzusparen. Die Entwicklung von Robotern und autonomen Fahrzeugen sind weitere Beispiele für die wachsende Zahl von digitalen Zwillingen, die zur Nachahmung von physischen Geräten und Umgebungen verwendet werden.

Für die virtuelle Fabrikplanung nutzt BMW bereits die »Omni-verse-Plattform« des Grafikprozessor-Herstellers Nvidia. In der fotorealistischen Simulation werden Live-Daten unterschiedlicher Quellen zusammengeführt und für weltweit verteilte Teams in Echtzeit visualisiert. Darüber hinaus könnten zukünftig zusätzlich VR-Fahrsimulatoren genutzt werden, um Prototypen direkt an Metaverse-Nutzer\*innen zu testen und das Feedback sofort in Design- und Fertigungsprozesse einfließen zu lassen. Das Anwendungsspektrum hyperrealistischer 360-Grad-Umgebungen ist unter anderem auch für die Bauindustrie und als Schulungstool für verschiedene Branchen relevant. Am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML wurde ein entsprechender Simulator zum Gabelstaplerfahrtraining für

DB Schenker entwickelt. Die Deutsche Bahn nutzt KI und VR für die digitale Instandhaltung, sei es zur Schadensdetektion oder zur Schadensbehebung an Zügen, und nennt dies »Spatial Computing«. Auch BASF experimentiert mit Metaverse-Technologien für virtuelle Labore, virtuelle Showrooms und weltweite 3D-Kollaborationen.

## Angebot

Nahezu alle Institute des Fraunhofer-Verbunds IUK-Technologie forschen und entwickeln an Metaverse-Technologien und bringen sie im Rahmen von Projekten mit der Industrie in die Anwendung. Das Kompetenzportfolio umfasst Hardware, Software und Systeme.

Sprechen Sie die Geschäftsstelle des Fraunhofer IUK-Verbunds an, wenn Sie einen Überblick über das Trendthema Metaverse erlangen und wissen wollen, welche Technologien sie benötigen, um in Ihrem Geschäftsfeld neue digitale Anwendungen im Metaverse umzusetzen. Als neutrale Forschungseinrichtung liefern wir Ihnen sowohl das »Big Picture« zur Vision des Metaverse, als auch den Zugang zu einzelnen Metaverse-Technologien und -Frameworks. Viele der Institute im Fraunhofer IUK-Verbund sind Spezialisten für eines oder mehrere Technologiefelder im Rahmen des Metaverse-Themas. Durch das breit angelegte Know-how im Verbund können wir Einzelthemen zu systemischen Lösungen bündeln. Sind Sie Technologieanbieter, Device-Hersteller oder Systemintegrator – dann kommen Sie auf uns zu, um neue Produktgenerationen zu planen und durch neuartige Hard- und Software-Komponenten zu optimieren. Wir vermitteln Experten für FuE-Projekte, Fördervorhaben und Industriekonsortien. Wir erstellen Machbarkeitsstudien und Proof-of-Concept-Studien (Use-Case-spezifisch oder generelle Pilotstudien) und organisieren domänenspezifische Anwender- und Industrieworkshops mit Ihnen.

## Weiterführende Informationen

Folgen Sie dem Link, wenn Sie wissen wollen, an welchen Projekten und Technologien die Institute des Fraunhofer-Verbunds IUK-Technologie im Bereich Metaverse arbeiten!

## Kontakt

Dr. Dietmar Laß  
Forschungsmanagement  
Tel. +49 30 726 15 66-20  
Mobil +49 152 227 64257  
dietmar.lass@iuk.fraunhofer.de

Fraunhofer-Verbund IUK-Technologie  
Anna-Louisa-Karsch-Str. 2  
10178 Berlin  
www.iuk.fraunhofer.de



[www.iuk.fraunhofer.de/metaverse](http://www.iuk.fraunhofer.de/metaverse)