

Industrial Metaverse

Use Cases, Mehrwerte und Potenziale für
den Wirtschaftsstandort Deutschland

Herausgeber

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

Ansprechpartner

Dr. Sebastian Klöß | Bereichsleiter Consumer Technology, AR/VR & Metaverse
T 030 27576-210 | s.kloess@bitkom.org

Angelina Marko | Bereichsleiterin Industrie 4.0 & Technische Regulierung
T 030 27576-133 | a.marko@bitkom.org

Jacob Gorenflos Lopez | Referent Industrie 4.0 & Technische Regulierung
T 030 27576-269 | j.gorenfloslopez@bitkom.org

Autorinnen und Autoren

Horst Angerer (Siemens Nachrichtentechnik und Nokia), Florian Bliesch (Adesso mobile solutions GmbH), Sicco Lehmann-Brauns (Siemens AG), Daniel Classen (Lightshape), Daniel Eckertz (Fraunhofer IEM), Rayed Hawa (PTC), Anne Kliebisch (Deutschen Bahn), Dr. Sebastian Klöß (Bitkom e. V.), Nicole Krämer (Computacenter), Luca Kraus (XR HUB Bavaria), Sebastian Kühne (BLANX), Dr. Dietmar Laß (Fraunhofer-Gesellschaft), Angelina Marko (Bitkom e. V.), Stephanie Pflomm (T-Systems International), Axel Platz (Siemens AG), Dominik Rüchardt (IBM& PTC), Marco Tillmann (NVIDIA), Sebastian Winkler Mediaan Deutschland GmbH)

Verantwortliche Bitkom-Gremien

AK Metaverse Forum
AK Industrie 4.0 Markt & Strategie

Layout

Lea Joisten | Bitkom e. V.

Titelbild

© Joshua Sortino – unsplash.com

Copyright

Bitkom 2023

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

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Das Industrial Metaverse – eine kurze Einleitung | 4 |
| 2 | Das Industrial Metaverse als Teil des Metaverse – Grundlagen | 6 |
| 3 | Business-Cases, Use-Cases & Mehrwerte | 8 |
| | Beschreibung möglicher Industrial-Metaverse-Use-Cases | 8 |
| | Beschreibung konkreter Industrial-Metaverse-Use-Cases | 11 |
| 4 | Technische Anforderungen & Standards | 25 |
| 5 | Mehrwerte des Industrial Metaverse für den Wirtschaftsstandort Deutschland | 28 |
| 6 | Autorinnen und Autoren | 30 |

1 Das Industrial Metaverse – eine kurze Einleitung

Das Industrial Metaverse – der Erfahrungsraum Digitaler Zwillinge von industriellen Anwendungen – eröffnet neue Horizonte für die Industrie und den Wirtschaftsstandort Deutschland. In diesem Papier widmen wir uns der Definition des Begriffs »Industrial Metaverse« sowie den damit verbundenen Use Cases, technischen Anforderungen und dem Mehrwert, den es für Deutschland bietet.

Das Metaverse hat in den letzten Jahren viel Aufmerksamkeit erregt. Es wird als eine nächste Evolutionsstufe des Internets und als Sammlung unendlicher virtueller Welten beschrieben, die miteinander verbunden und verschränkt sind. Während das Metaverse verschiedene Ausprägungen haben kann, ist das Industrial Metaverse speziell auf industrielle Anwendungen und die industrielle Nutzung virtueller Welten ausgerichtet. Es ermöglicht im industriellen Kontext die (Echtzeit-)Interaktion mit physischen Objekten, Prozessen und Umgebungen in einer virtuellen Umgebung oder die Überlagerung der realen Umwelt mit virtuellen Inhalten.

Das Industrial Metaverse bietet eine Vielzahl von Use Cases. Eine zentrale Rolle spielen dabei die Nutzerinnen und Nutzer, die in den virtuellen Erfahrungsraum der Digitalen Zwillinge eintauchen und mit anderen Nutzerinnen und Nutzern kooperieren können. Digitale Zwillinge, also digitale Abbilder von physischen Objekten, können in unterschiedlichen Szenarien eingesetzt werden. Von der Aus- und Weiterbildung unter simulierten Bedingungen bis hin zur Konstruktion, Wartung, Reparatur und virtuellen Produkttests eröffnet das Industrial Metaverse zahlreiche Möglichkeiten für die Industrie.

Für die Umsetzung des Industrial Metaverse sind bestimmte technische Anforderungen nötig. Eine offene und interoperable Struktur ist von essenzieller Bedeutung, um eine nahtlose Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Komponenten des Metaverse zu ermöglichen. Zudem müssen die Inhalte des Industrial Metaverse dauerhaft verfügbar sein, um eine konsistente Nutzung und Interaktion zu gewährleisten. Viele Anwendungsfälle erfordern die Einbindung von Echtzeitdaten. Wichtige technische Standards und Protokolle sind erforderlich, um eine reibungslose Integration und Skalierbarkeit zu ermöglichen.

Der Mehrwert des Industrial Metaverse für den Wirtschaftsstandort Deutschland ist beträchtlich. Durch die Nutzung virtueller Welten in der Industrie können Unternehmen effizienter arbeiten, ihre Produktivität steigern und innovative Lösungen entwickeln. Durch die Verbindung mit der Automatisierungstechnik und die Nutzung Digitaler Zwillinge können komplexe Prozesse optimiert, Fehler minimiert und der Ressourceneinsatz reduziert werden. Das Industrial Metaverse kann somit einen Wettbewerbsvorteil für die deutsche Industrie bieten, um sich als Innovationsführer zu positionieren.

Die Bedeutung des Industrial Metaverse für den Wirtschaftsstandort Deutschland reicht jedoch über einzelne Unternehmen hinaus. Es hat das Potenzial, die gesamte Industrie zu transformieren, neue Geschäftsmodelle zu ermöglichen und ökologische und soziale Nachhaltigkeit in der Industrie voranzutreiben. Durch die virtuelle Simulation und Optimierung von Produktionsprozessen können Ressourcen effizienter genutzt und nachhaltigere Lösungen entwickelt werden. Das Industrial Metaverse fördert die Zusammenarbeit und den Wissenstransfer zwischen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Expertinnen und Experten und trägt somit zur Stärkung des Innovationsökosystems bei. Zudem ermöglicht es mehr Zugangsmöglichkeiten für Nicht-Fachexpertinnen und Nicht-Fachexperten, mit Simulationstools zu arbeiten. Damit trägt es dazu bei, dem zunehmenden Mangel an Fachkräften in der Industrie zu begegnen.

2 Das Industrial Metaverse als Teil des Metaverse – Grundlagen

Bereits heute gibt es zahlreiche virtuelle Anwendungen und Konzepte, die auf das Metaverse Bezug nehmen und als Vorreiter für das Industrial Metaverse gelten können. Diese ermöglichen Unternehmen den Einstieg in das Metaverse. Allerdings erfüllen sie oft noch nicht alle Kriterien des Metaverse, wie sie von Vordenkern wie Matthew Ball definiert wurden.¹ Das Metaverse soll als nächste Evolutionsstufe und 3D-Erweiterung des Internets offen und interoperabel sein. Seine Inhalte sollen dauerhaft verfügbar sein und Verbindungen mit der realen Welt aufweisen.

Das Industrial Metaverse ist eine spezifische Nutzung des Metaverse in der Industrie. Es ermöglicht die Simulation und Interaktion mit physischen Objekten, Prozessen und Umgebungen in einer virtuellen Umgebung. Ein zentrales Element ist die Nutzerorientierung und die Verbindung zur Automatisierungstechnik (OT) sowie die Nutzung von Digitalen Zwillingen. Dabei handelt es sich um digitale (Echtzeit-)Abbilder von physischen Objekten, die in verschiedenen Anwendungsszenarien eingesetzt werden können. Im Industrial Metaverse stehen die Nutzerinnen und Nutzer im Mittelpunkt (über den Begriff User Experience, UX, operationalisiert), die im virtuellen Erfahrungsraum der Digitalen Zwillinge interagieren und kooperieren können.

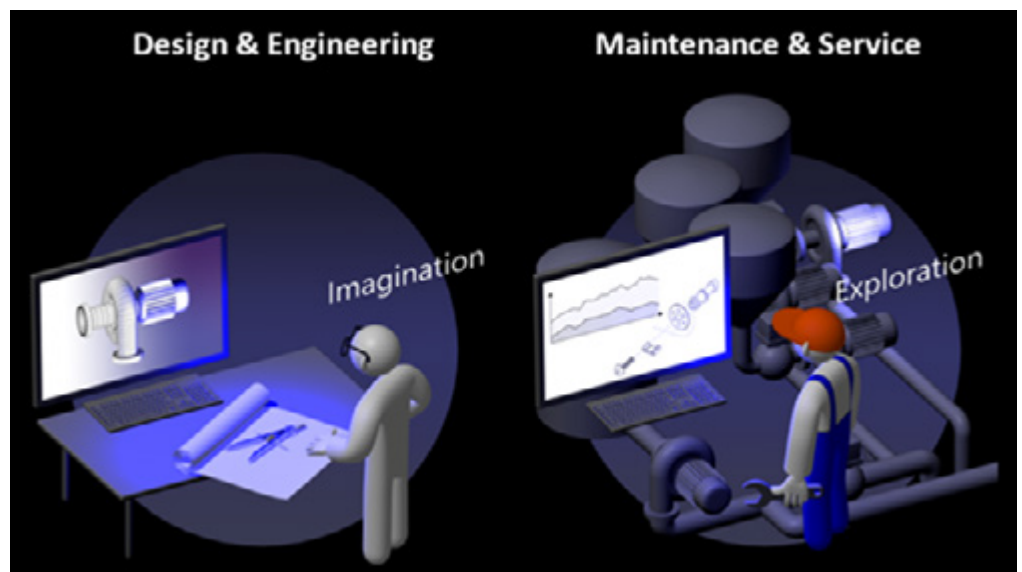
Das Industrial Metaverse nutzt viele der Basistechnologien, die auch für die Industrie 4.0 verwendet werden. Es geht jedoch einen Schritt weiter, indem es einen virtuellen Erfahrungsraum für industrielle Gegenstände eröffnet. Dieser Erfahrungsraum kann den gesamten Produktlebenszyklus von Design über Engineering, Produktion und Betrieb bis hin zum Recycling umfassen. Außerdem ermöglicht es die Interaktion über die gesamte Lieferkette hinweg, beispielsweise zwischen Zulieferern und Abnehmern.

Ein prominentes Beispiel für das Industrial Metaverse sind Digitale Zwillinge von Anlagen, die unter simulierten realistischen Bedingungen für Aus- und Weiterbildungszwecke erstellt werden, ähnlich einem Flugsimulator. Diese digitalen Zwillinge werden oft mit Augmented Reality (AR) oder Virtual Reality (VR) kombiniert, um Mitarbeitenden die Möglichkeit zu geben, 3D-Modelle von Produkten, Komponenten, Prozessen und Maschinen in einer virtuellen Umgebung zu erstellen, zu manipulieren und zu testen. Sie können auch für die Wartung, für Reparaturen, Tests, Konstruktion, Planung und virtuelles Prototyping verwendet werden.

¹ Vgl. etwa »The Metaverse: What it is, where to find it, and who will build it« (13. Januar 2020), ↗ www.matthewball.vc/all/themetaverse. Und: Ball, Matthew. The Metaverse. And How it will revolutionize everything. New York: Liveright 2022.

Vieles von dem, was heute schon im Bereich Metaverse zu sehen ist, gerade im Konsumentenbereich, wirkt eher spielerisch, entweder zeichentrickartig oder wie Fantasiewelten. Das ist seiner technischen Herkunft aus der Welt der Computerspiele geschuldet. In professionellen Anwendungen stehen diesen Bildern hyperrealistische Darstellungen gegenüber, welche die Objekte der realen Welt an Präzision noch überbieten, insbesondere in Simulationen.

Am Beispiel des Digitalen Zwillings lässt sich gut zeigen, dass die ideale Art der Darstellung – realistisch oder abstrahierend – je nach Use Case variieren kann: Wenn beispielsweise von einer Ingenieurin oder einem Ingenieur eine Maschine neu erdacht und konstruiert wird, ist eine möglichst realistische Visualisierung hilfreich, um sie weiter auszuarbeiten, im Team zu diskutieren oder ihr Verhalten unter realen Einsatzbedingungen zu simulieren. Wenn diese Maschine dann aber fertig gebaut und im Einsatz ist und ein Servicetechniker vor ihr steht, um notwendige Inspektionsmaßnahmen durchzuführen, hilft ihm ein fotorealistisches Bild dieser Maschine vielleicht weniger als eine abstrahierte Darstellung konstruktiver Details oder gar textuelle und grafische Informationen zu Betriebsparametern; je entfernter vom Hier und jetzt, desto realistischer, je näher, desto abstrakter.



Derzeit gibt es bereits erste Anwendungen des Industrial Metaverse, die immersive Darstellungen (2D/3D) und Kollaborationstools nutzen. Allerdings sind sie noch selten in Echtzeitanwendungen mit physischen Gegenständen synchronisiert und haben oft Beschränkungen hinsichtlich der Anzahl der gleichzeitig Nutzenden.

Das Industrial Metaverse ist daher derzeit hauptsächlich eine Vision, welche Möglichkeiten der Erfahrungsraum von Digitalen Zwillingen in der Industrie eröffnen wird. Es ist eine Vision, aber die Grundelemente und Schlüsseltechnologien können bereits heute eingesetzt werden, um Erfahrungen auf dem Weg ins Industrial Metaverse zu sammeln.

Im folgenden Kapitel werden einige konkrete Use Cases genauer beleuchtet, um ein besseres Verständnis für die Anwendungsmöglichkeiten des Industrial Metaverse zu erhalten.

3 Business Cases, Use Cases & Mehrwerte

Das Industrial Metaverse steht noch am Anfang seiner Entwicklung, wird aber eine bemerkenswerte Dynamik und schnelle Marktdurchdringung erfahren. Laut Gartner wird erwartet, dass industrielle Metaverse-Applikationen bis 2030 bereits im Early Mainstream der Umsetzung sein werden und dabei großes Potenzial für disruptive Veränderungen in sämtlichen Industrien bieten (Gartner 2022).

Die Nutzung des Industrial Metaverse verspricht erhebliche wirtschaftliche Vorteile in Bezug auf Effizienz, Produktivität, Resilienz und Qualität entlang des gesamten Produktlebenszyklus. Dabei spielen verschiedene Use Cases eine entscheidende Rolle, die sich je nach Phase des Produktlebenszyklus unterscheiden.



3.1 Beschreibung möglicher Industrial Metaverse Use Cases

Das Industrial Metaverse bietet eine Vielzahl von Anwendungen, die auf die Industrie und die Geschäftswelt abzielen. Einige der wichtigsten Anwendungen des Industrial Metaverse entlang des Produktionszyklus sind:



Design & Engineering

Virtuelle Entwicklungsprozesse: Virtuelle Welten können genutzt werden, um komplexe Entwürfe und Simulationen zu erstellen, um beispielsweise Entwicklungsprozesse oder Produktionsplanungen zu unterstützen. Durch virtuelle Prototypen oder auch virtuell optimierte oder definierte Fabriken (via Digitaler Zwillinge) können Unternehmen Zeit, Ressourcen und Kosten sparen, bevor ein physisches Produkt hergestellt oder eine physische Fabrik realisiert wird.

Kollaboration: Das Industrial Metaverse bietet Mitarbeitenden die Möglichkeit, in Echtzeit zusammenzuarbeiten und Ideen auszutauschen, unabhängig von ihrem physischen Standort. Durch gemeinsame virtuelle Umgebungen können Teams ihre Zusammenarbeit verbessern und ihre Arbeitsprozesse effizienter gestalten. Insbesondere im Industrial Metaverse wird die immersive Kollaboration verteilter Teams in virtuellen Räumen immer wichtiger. Unternehmen, die Remote-Arbeit ermöglichen, können Teams von Mitarbeitenden aus verschiedenen Teilen der Welt virtuell zusammenbringen, um gemeinsam zu arbeiten und Probleme zu lösen. Dies kann durch die Nutzung virtueller Modelle, Digitaler Zwillinge und kollaborativer Kreativtechniken erfolgen. So können Unternehmen die Vorteile der virtuellen Zusammenarbeit nutzen und gleichzeitig die räumliche Distanz überbrücken.

Remote-Arbeit und Remote-Besichtigungen: Unternehmen haben im Industrial Metaverse die Möglichkeit, Mitarbeitende weltweit virtuell zusammenzubringen und gleichzeitig Arbeitszeit, Reisekosten und mit Reisen verbundenen Kohlendioxid ausstoß einzusparen. Unternehmen können Remote-Begehungen und Remote-Inspektionen in virtuellen Umgebungen anbieten, um Investoren beispielsweise einen ersten Eindruck von einer Immobilie zu vermitteln, bevor sie eine Reise dorthin antreten. Dadurch können Besichtigungen und Inspektionen effizienter und kostengünstiger gestaltet werden.



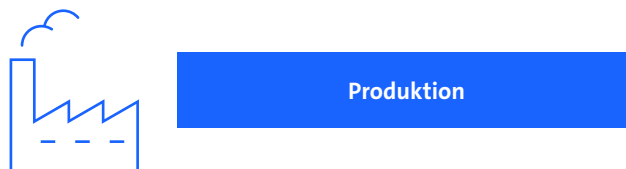
Virtual Testing & Validation

Virtuelle Planung und Inbetriebnahme von Produktionsstätten: Durch den Einsatz von AR-Anwendungen können bereits heute innovative Lösungen entwickelt werden, um die Planung und Optimierung von Anlagen und Materialflüssen zu unterstützen. Konkret ermöglichen die virtuelle Planung und Inbetriebnahme von Produktionsstätten im realen Umfeld die Verortung von virtuellen Abbildungen neu geplanter Anlagen mittels AR. Dies bedeutet, dass die geplanten Anlagen in einer bereits bestehenden, laufenden Fertigungsumgebung virtuell dargestellt werden. Dadurch können potenzielle Fehler bei der Planung frühzeitig erkannt und die Integration in das Gesamtsystem überprüft werden.

Ein praktisches Beispiel hierfür ist die Berücksichtigung von Abhängigkeiten beim Anschluss von Maschinen oder die Identifikation von baulichen Hindernissen. Durch die virtuelle Darstellung können diese Aspekte bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden, um kostspielige Änderungen und Verzögerungen während der Realisierung zu vermeiden.

Nutzereinbindung: Unternehmen könnten Digitale Zwillinge der Produkte oder Services nutzen, um diese in virtuellen Umgebungen mit den künftigen Nutzerinnen und Nutzern zu testen und zu optimieren, bevor sie in der realen Welt umgesetzt werden. Diese co-kreative Verfahrensweise kann die Akzeptanz steigern und bedarfsgerechte Lösungen fördern.

Entscheidungsfindung durch Echtzeit-Datenanalyse mit Künstlicher Intelligenz: Unternehmen können mithilfe künstlicher Intelligenz (KI)-basierter Tools Daten in Echtzeit erfassen und darauf Physik-basierende Simulationen durchführen, die wiederum eine automatisierte Entscheidungsfindung ermöglichen. Im Industrial Metaverse können Simulationen erlebbar gemacht werden und menschlicher Einfluss auf die Entscheidungsfindung ermöglicht werden, indem komplexe Zusammenhänge visuell erfasst werden können.



Supply-Chain-Management im Industrial Metaverse: Die Verwaltung von Lieferketten in virtuellen Umgebungen kann helfen, den Zustand von Waren und Materialien in Echtzeit zu verfolgen und Engpässe und Probleme frühzeitig zu erkennen. Es unterstützt bei der Visualisierung der Prozessabbildung und trägt zur Entscheidungsfindung mit Herstellern, Lieferanten und Logistikunternehmen auf Basis von Echtzeitdaten (z. B. Schiffsfinder, Flugzeugfinder etc.) bei. Sie ermöglicht es, abstrakte Daten in einem vereinfachten Fall darzustellen und greifbar zu machen.

Predictive Maintenance: Hierbei handelt es sich um einen Ansatz zur Instandhaltung von Maschinen und Anlagen, der auf der Vorhersage von Wartungsbedarf basiert. Durch die Sammlung und Analyse von Zustands- und Leistungsdaten können mögliche Probleme und Ausfälle vorhergesagt werden. Dies ermöglicht eine bedarfsgerechte Wartung, die Kosten im Vergleich zu regelmäßiger, aber möglicherweise unnötiger Wartung einspart.

Die Implementierung von Predictive Maintenance kann auch ohne das Industrial Metaverse erfolgen. Jedoch kann dieses unterstützend wirken, um Probleme und Schwachstellen in den Daten zu identifizieren und zu visualisieren, die auf künftigen Wartungsbedarf hinweisen.



Betrieb

Virtuelle Betriebsprozesse: Virtuelle Welten können genutzt werden, um komplexe Betriebsszenarien und -Simulationen zu erstellen und um die Optimierung von Prozessen in der Produktion, Logistik, Instandhaltung und anderen Bereichen zu unterstützen.

Marketing und Vertrieb: Virtuelle Welten können auch als Plattformen für Marketing- und Vertriebsaktivitäten genutzt werden. Unternehmen können ihre Produkte und Dienstleistungen in virtuellen Umgebungen präsentieren und mit Kundinnen und Kunden interagieren, um ihre Markenbekanntheit und ihren Umsatz zu steigern. Genauso ist über AR die virtuelle Präsentation von Produkten und Dienstleistungen in der realen Umgebung möglich.



Training

Schulung und Training: Virtuelle Welten können auch als Schulungs- und Trainingsplattformen dienen. Hier können Mitarbeitende beispielsweise in sicherheitskritischen Bereichen wie der Chemieindustrie geschult werden, ohne dass dabei reale Risiken bestehen.

3.2 Beschreibung konkreter Industrial Metaverse Use Cases

Die verschiedenen Use Cases, nicht das Industrial Metaverse selbst, bieten potenzielle Vorteile. Denn nur diese Use Cases können sowohl für große Unternehmen als auch für Kleine und Mittelständische Unternehmen (KMUs) wirtschaftliche Mehrwerte generieren. Insbesondere für KMUs sind technisch und preislich skalierbare Angebote von Bedeutung, ebenso wie Anbieter- und Angebotsstrukturen, die beispielsweise Everything-as-a-Service (XaaS)-Modelle umfassen können. Aus diesem Grund werden im Folgenden einige konkrete Anwendungsfälle präsentiert.

Siemens Gerätewerk Erlangen

Im Gerätewerk Erlangen werden mehrere unterschiedliche Anwendungen im Industrial Metaverse bereits umgesetzt. Diese betreffen immersive Layoutplanung für die Zusammenarbeit, die Generierung synthetischer Daten für KI-Training, Extended Reality (XR)-basiertes Training sowie Internet of Things (IoT)- und Immobilienüberwachung. Daraus ergibt sich an diesem Standort eine Produktionssteigerung bei gleich-

zeitig signifikanter Reduzierung des Energieverbrauchs und bei Gewährleistung einer Produktions-Qualität von 99,99 Prozent.

Siemens und Bentley Stadtplanung

In Siemensstadt Square entsteht ein moderner, lebenswerter Stadtteil, in dem Menschen wohnen, arbeiten, lernen und forschen können. Siemens öffnet dazu ein 73 Hektar großes Industrieareal und schafft dort gemeinsam mit Partnern ein modernes Quartier, mit einer Geschossfläche von insgesamt rund 1 Million m² für die Verbindung zwischen produktiver und lebenswerter Stadt mit Wohngebäuden, Büro- und Gewerbegebäuden, einschließlich industrieller Produktion, Gebäuden für Forschungseinrichtungen, Universitäten und Startups sowie soziale Infrastruktur mit Grundschule, Kitas, Jugendfreizeitstätten und weiteren Nutzungsflächen (Hotels, studentisches Wohnen, Einzelhandel, Gastronomie). Mithilfe eines digitalen städtischen Zwillings wird Siemensstadt Square mehrdimensional geplant und betrieben. Der Digitale Zwilling bildet neben einzelnen Gebäuden auch die Infrastruktur mit Straßen, Freiflächen, Medien- und Energieversorgung ab. So entsteht erstmals ein ganzheitliches Modell. Alle Projekt- und Live-Daten laufen dafür in einer Plattform zusammen. Die Beteiligten des Projekts können auf diese Daten zugreifen und über die Plattform zusammenarbeiten. Ein Ziel ist, die Gebäude und Infrastrukturen zu simulieren und dann zu optimieren, noch bevor sie gebaut werden. Zusätzlich schafft die digitale Planung die Grundlage, um das Stadtquartier langfristig auf hohem Nachhaltigkeitsniveau zu betreiben und weiter zu optimieren. Das Quartier soll energieeffizient, nachhaltig und im Betrieb CO₂-frei sein. Es wird ein komplett barrierefreier Stadtteil geschaffen – von den Erdgeschossen bis zu den Dachterrassen, von der Müllentsorgung bis zu den Mobilitätslösungen.



Abbildung 1: Die Umrandung kennzeichnet das 73 Hektar große Industrieareal, die nicht blauen Gebäude sind die Bestandsbauten, davon 250 000 m² denkmalgeschützt.

Digital Native Factory in Nanjing, China

Diese Fabrik wurde unter Einsatz von Industrial Metaverse-Anwendungen und auf Basis Digitaler Zwillinge virtuell geplant und errichtet, wobei drei zuvor bereits existierende Produktionsanlagen zusammengeführt wurden. So konnte im Vergleich zu den ursprünglichen Anlagen und Produktionslinien die Produktivität um 20 Prozent, die Volumenflexibilität um 30 Prozent und die Geschwindigkeit des Materialnachschiebs um 50 Prozent gesteigert werden.



Abbildung 2: Digital Native Factory Nanjing, Smart Product Design.

Optimierung von Qualitätskontrollen mit KI in Pegatron, Taiwan

Ein Digitaler Zwilling der Fabrik zur Herstellung elektronischer High-End-Bauteile wird genutzt, um Hunderte von KI-Modellen für die automatisierte Inspektion zu trainieren. Die neue Plattform erkennt bis zu 60 Prozent mehr Fehler bei 30 Prozent geringerer Abweichungen als menschliche Prüfer. Weiterhin werden 3D-visualisierte, Digitale Zwillinge von Inspektionsmaschinen aus der Ferne verwaltet, um vorausschauende Wartung und Software-Updates zu simulieren, bevor sie in die physischen Maschinen integriert werden.



Abbildung 3: Optimierung von Qualitätskontrollen bei Pegatron in Taiwan.

Deutsche Bahn: Digitale Schiene

Mit einem Digitalen Zwilling des Schienennetzes der Deutschen Bahn (DB) wird das Ziel verfolgt, Transporteffizienz und Kapazität zu verbessern. Hierfür werden über 5 700 Bahnstationen und 33 000 Kilometer digital in 3D reproduziert. So können komplexe Szenarien simuliert und mit KI trainiert werden, um in Zukunft ein optimiertes, autonomes Netzwerk aufzubauen. Mithilfe einer Vielzahl von Sensoren, erlernten KI-Modellen und 5G-Kommunikationstechnik können Gefahren frühzeitig erkannt und netzwerkübergreifend darauf reagiert werden.



Abbildung 4: Gefahren können frühzeitig erkannt und netzwerkübergreifend darauf reagiert werden.

VR im Bereich Training am Stellwerk

Im Arbeitsalltag von Triebfahrzeugführerinnen und -führern kommt es in seltenen Fällen zu Störungen am Wagenzug. In diesen Situationen müssen die Triebfahrzeugführerinnen und -führer schnell und sicher wissen, worauf sie achten müssen, und die erforderlichen Handlungen eingeübt sein. Insbesondere ist dies bei bestimmten Störungen oder Prüfvorgängen wichtig, die am realen Zug nur schwer zu erzeugen sind. Darüber hinaus ist die Verfügbarkeit von Wagen für das Training und die Zusammensetzung der Wagentypen im Zugverband nicht immer gegeben oder Sonderwagen sind auf mehrere Standorte verteilt. Vor allem Sonderwagen können für das Training nur schwer aus dem praktischen Einsatz genommen werden. Da sich die verschiedenen Wagentypen in Bremsen, Achsaufbau, Handbremse unterscheiden, sind die Prüfpunkte und -schritte nach Vorschrift unterschiedlich und müssen für jeden Typ erlernt werden. Im Praxistraining liegt die Vermittlung von Handlungswissen und Verständnis für diese Situationen in der detaillierten Beschreibung der Trainerinnen und Trainer. Für die Qualifizierung von Mitarbeitenden setzt die DB auf eine selbst entwickelte VR-Anwendung. Die virtuellen Trainings zum Beispiel im ICE4, im Stellwerk oder beim Kuppeln von Wagen ermöglichen es Mitarbeitenden, gefahrlos Handgriffe und Achtungspunkte zu erlernen. Die virtuelle Trainingserfahrung unterstützt so das Echtzeitlernen und macht orts- und objektunabhängiges Lernen möglich.

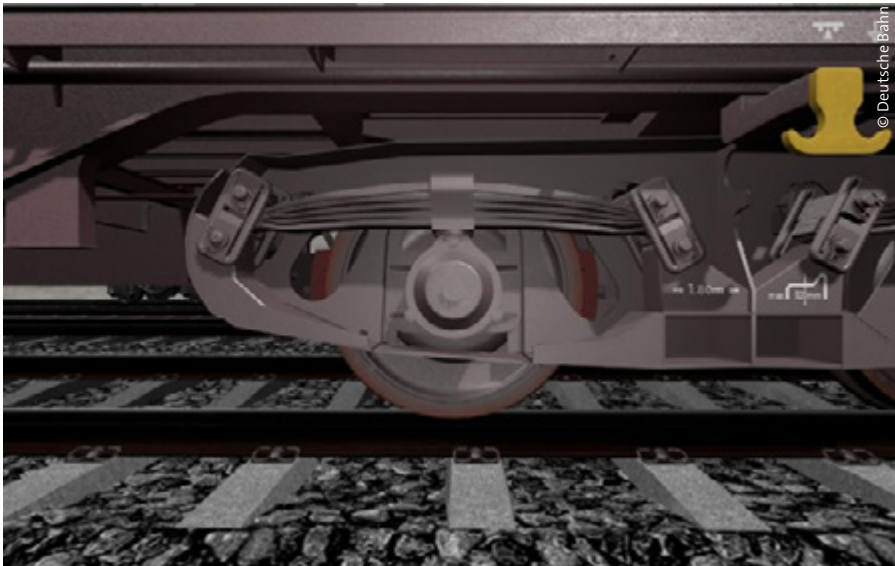


Abbildung 5: Beim Training in VR können gefahrlos Situationen trainiert werden.

Immobilien Twin – Bahnhof und weitere Gebäudearten

Brandschutzbegehungen, Inventuren und Mängelbehebung sind extrem wichtig, jedoch sehr zeitaufwendig. Während der Neubau bei der Deutschen Bahn mittlerweile standardmäßig in der BIM-Methodik erfolgt, kann der Betrieb der Bestandsgebäude nicht auf 3D-Modelle zurückgreifen. Je nach Anforderungen an das 3D-Modell werden ganze Gebäude oder Gebäudeteile mit iPad oder LiDAR-Scannern, wie dem NavVis VLX, aufgezeichnet. Die daraus erzeugte 3D-Punktwolke und das 3D-Mesh legen die Grundlage für die Gebäudezwillinge. Aber auch die 3D-Visualisierung allein realisiert bereits etliche Mehrwerte. Im Kapazitätsmanagement werden mithilfe der Punktwol-

ken Kapazitätsengpässe an Bahnhöfen analysiert, um so spätere Umbaumaßnahmen abzuleiten. 2019 beförderten die DB in Deutschland allein im Fernverkehr 151 Millionen Fahrgäste – bis 2030 soll sich diese Zahl verdoppeln. Mithilfe einer integrierten AR-Anwendung lassen sich auch Brandschutzbegehungen, Inventuren und Mängelbehebung deutlich beschleunigen. Die Mitarbeitenden werden lokalisiert und navigiert, Schadensfälle und deren Behebung können vor Ort dokumentiert werden oder, im Fall des Inventarmanagements, können Inventuren mithilfe der semantischen Segmentierung automatisch und bequem vom Schreibtisch durchgeführt werden.

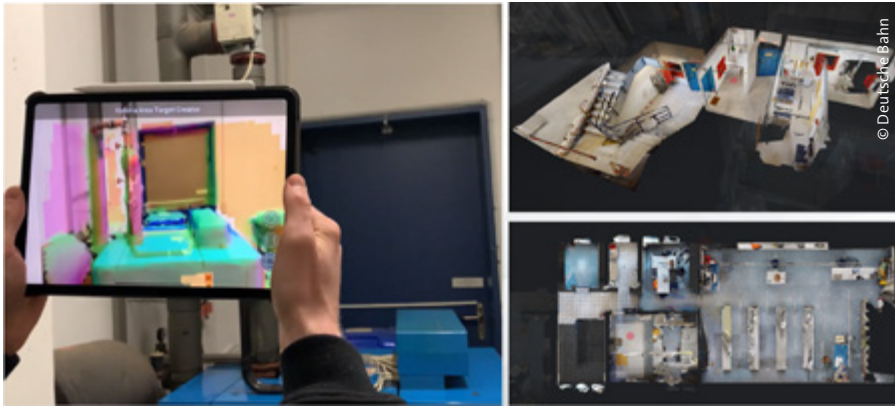


Abbildung 6: Digitale Zwillinge von Gebäuden sind die Basis für weitere Anwendungen.

Spatial Services in der Instandhaltung

Für die Instandhaltung von Zügen bedarf es einer Vielzahl an Informationen und Expertise. Um defekte Bauteile am Zug instand zu setzen, müssen die Mitarbeitenden Informationen aus 2D-Plänen in die physische 3D-Welt übersetzen oder auf das Wissen von erfahrenen Mitarbeitenden zurückgreifen. Dies stellt einen hohen kognitiven und zeitlichen Aufwand dar. Angelangt am defekten Bauteil, muss das Wissen über die Instandhaltung entweder beim Mitarbeitenden vorhanden sein oder es wird eine Anleitung benötigt. Beide Optionen sind nicht optimal. Die Verbindung verschiedener Technologien, wie AR, Computer-Vision, KI und IoT, schafft Synergien. Das Ziel ist es, Informationen intuitiv und kontextbasiert bereitzustellen – genau dort, wo die Mitarbeitenden diese benötigen. Dazu findet im ersten Schritt eine Kamerabefundung statt, um automatisiert Defekte am Zug zu erkennen. Zudem werden durch IoT Daten, Informationen zu möglichen Systemschäden bereitgestellt. Durch AR findet die Visualisierung, die Lokalisierung und der Zugang zu den Informationen statt. Ebenso werden aus vorhandenen Arbeitsanweisungen mittels KI automatisiert AR-Anleitungen generiert. Mitarbeitende erhalten die für sie relevanten Informationen in ihr Sichtfeld eingeblendet.



Abbildung 7: Mit AR werden Informationen intuitiv und kontextbasiert bereitgestellt.

BMW: Digitales Werk für E-Fahrzeuge, Debrecen, Ungarn

BMW nutzt Digitale Zwillinge der Fabriken bereits in der Planungsphase, um diese schneller und mit bereits optimierten Produktionsabläufen errichten zu können. Hierfür werden eine große Anzahl von Datensätzen, Werkzeugen und Know-how weltweit vernetzter Spezialisten vereint. Durch den Beginn der Arbeit in der virtuellen Fabrik zwei Jahre vor der Eröffnung der realen Fabrik 2025 in Debrecen, Ungarn, stellt die BMW Group einen reibungslosen Betrieb und optimale Effizienz sicher. Hiervon werden auch zukünftige Standorte profitieren und Kosten weiter reduziert werden.

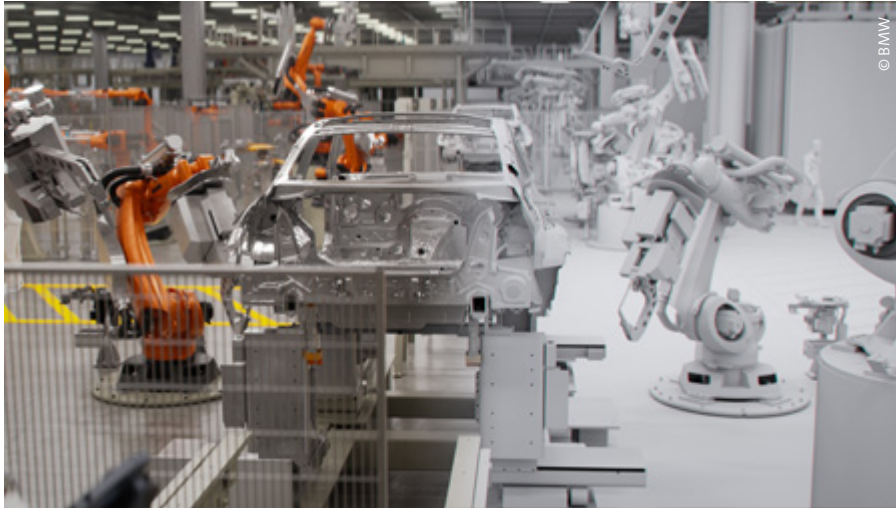


Abbildung 8: Mit einem virtuellen Abbild können Abläufe in einer Fabrik simuliert werden, bevor diese gebaut wird.

RWE Virtual Safety Street

Die Potenziale des immersiven und kooperativen Lernens im Metaverse sind besonders relevant und wertvoll in komplexen, kritischen Trainingszenarien mit hohem Risikopotenzial. Mit der virtuellen Safety Street, einem bis dato physischen Trainingskonzept, transportiert das Unternehmen RWE in Zusammenarbeit mit der Adesso Mobile Solutions GmbH zentrale Ausbildungs- und Trainingszenarien in die virtuelle Realität. Derzeit als Single Player-Anwendung konzipiert, ergeben sich auf dieser Basis verschiedene Evolutionsmöglichkeiten auf dem Weg in ein »Metaverse des Lernens« .



Abbildung 9: Abbildung von kritischen Trainingszenarien in der Virtual Safety Street (© adesso mobile)

Forschungsprojekt »5G CityVisAR«

Das Metaverse wird die Trennung zwischen physischer und digitaler Realität auflösen, umgesetzt, hier im Kontext der Architektur- und Stadtplanung, aber ebenso tauglich für die industrielle Anlagenplanung im Metaverse. In Zusammenarbeit von Technischer Universität Dortmund, Fakultät Raumplanung; Universität Duisburg Essen, Lehrstuhl für Softwareengineering und Adesso Mobile Solutions entsteht ein System, das es ermöglicht, städtebauliche Entwürfe unter Nutzung von CAD-Objekten, Geodaten und 5G als Kommunikationstechnologie möglichst realitätsnah in den zu beplanenden Gebieten vor Ort live in AR darzustellen. Dadurch können Bauvorhaben beschleunigt und Partizipationsprozesse einfacher, effizienter, transparenter und demokratischer gestalten werden. Im industriellen Kontext wird die Brücke in Richtung eines Digitalen Zwillings geschlagen, dessen Komplexität dann deutlich über die Visualisierung hinausgehen kann. Das Projekt wird im Rahmen des Förderwettbewerbs »5G.NRW« durch Landesmittel des Ministeriums für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert und finanziert.



Abbildung 10: Abbildung von städtebaulichen Entwürfen im geplanten Gebiet mittels Augmented Reality

Emerson Marine Systems & Solutions: Kanalübergreifende Konfiguration und Visualisierung im Maschinen- und Anlagenbau

Das umfangreiche Produktportfolio des Anlagenbauers Emerson wurde in Zusammenarbeit mit der Adesso-Group fotorealistisch auf Basis bestehender CAD-Daten für alle digitalen Kanäle visualisiert, in einen Konfigurator integriert und für Kundschaft und Vertrieb zugänglich gemacht. Emerson kann sowohl online als auch bei Veranstaltungen schnell maßgeschneiderte Präsentationsmaterialien, wie zum Beispiel Großbildlösungen, bereitstellen. Der Konfigurator ermöglicht Vertriebsteam und Kundschaft, effizient maßgeschneiderte Produktkonfigurationen zu erstellen, was zu einer schnelleren Auftragsabwicklung und einer höheren Kundenzufriedenheit führt. Im virtuellen Showroom können Kundinnen und Kunden die Produkte von Emerson aus der Ferne erkunden, wodurch weniger Besuche vor Ort erforderlich sind und der Entscheidungsprozess beschleunigt wird. Schließlich verbessert Web-AR das Verständnis der Kundschaft für die Produkte und bietet ein einzigartiges und interaktives Erlebnis, das das Engagement und das Vertrauen in den Kauf erhöht.

Concept - Emerson saiestool, product configurator



Abbildung 11: Schnelle Bereitstellung von maßgeschneiderten Präsentationsmaterialien

Digital Auto: Produkt-Feature-Testing und Kundenfeedback

Bosch und Partner nutzen in der »digital.auto-Initiative« VR, um digitale Produktfeatures in der frühen Entwicklungsphase mit Endanwendern zu erproben. Kundinnen und Kunden können dann erleben, ob neue Features überhaupt sinnvoll sind und wie sich diese anfühlen. Das frühe Erheben von Input durch End-Nutzer hilft, die User Experience zu optimieren. Mithilfe dieses Ansatzes werden neue digitale Features gegen ein virtualisiertes 3D-Modell entwickelt. Standardisierte Schnittstellen stellen sicher, dass die gleiche Programmlogik, die hier in der Simulation verwendet wird, später auch im echten Fahrzeug ablaufen kann. Ein Beispiel hierfür ist die sogenannte »Passenger Welcome Sequence«. Hierbei geht die Kundin oder der Kunde auf das Auto zu, welches die Person automatisch erkennt. Das Auto wird dann beispielsweise selbsttätig die Tür öffnen und die Sitze, Lichtintensität, Cockpit-Lichtfarbe, Radiosender etc. automatisch auf die jeweiligen Vorlieben einstellen. Kundinnen und Kunden können so erleben, wie sich ein geplantes Feature anfühlen wird, bevor viel Zeit und Aufwand in einen Prototyp gesteckt werden, der im Zweifelsfall am Ende keinen Mehrwert bringt. Des Weiteren soll mit der Virtualisierung des »digitalen Autos« auch die Northbound Connectivity, sprich die Anbindung zur Cloud, simuliert werden, um sämtliche Application Programming Interfaces (API) und Datenflüsse zu verproben. Dafür bedarf es dann keiner physischen Bereitstellung eines richtigen Autos mehr und Ingenieurinnen und Ingenieure sowie Kundinnen und Kunden müssen nicht physisch anreisen und unnötig Zeit und Kosten aufwenden.

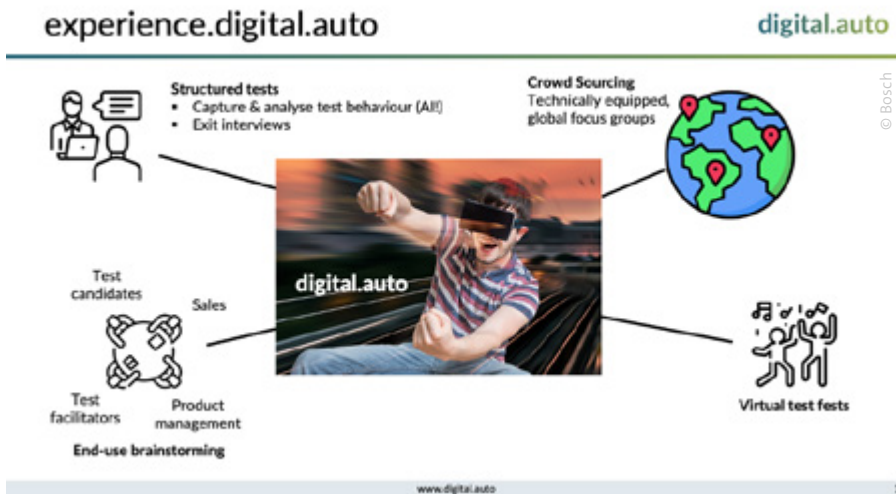


Abbildung 12: Erprobung digitaler Produktfeatures in der frühen Entwicklungsphase mit Endanwendern

Product Design Review im Metaverse

Bosch setzt auf Extended Reality (XR) bzw. VR um den Product Life Circle (PLM)-Prozess durch eine vereinfachte Integration von Tools, Infrastrukturen, Zulieferern und PLM-Software zu verschlanken, zu optimieren und kosteneffizienter zu gestalten. Die Zusammenarbeit zwischen Zulieferern und Herstellern wird unter anderem durch XR/VR effizienter, da z. B. viel schneller Design-Feedback gegeben werden kann. Design-Reviews und Kundenfeedback können remote durch Integration der notwendigen Tools und PLM-Software in einer immersiven Umgebung direkt und fehlerfreier erfolgen und sind dabei fest in den Produktlebenszyklus integriert. Dies alles, ohne auf die Vorteile einer physischen Kollaboration zu verzichten.



Abbildung 13: Optimierung des PLM-Prozesses

Burkhardt Compression – Remote Expert Support mittels Industrial Metaverse

Burkhardt Compression stellt Kompressoren her, die beispielsweise Erdgas für die Schifffahrt in flüssiger Form halten. Das Unternehmen nutzt die Industrial-Metaverse-Technologie von PTC, um erfahrene Techniker an entfernte Orte – zum Beispiel ein Schiff mitten im Atlantik – zu »teleportieren«. Auf diese Weise können Remote-Expertinnen und -Experten mit dem Techniker vor Ort zusammenarbeiten, um bei der Reparatur der Maschinen zu helfen. Das persistente »Pop-up«-Metaverse wird mittels Standardgeräten wie einem iPhone oder einem iPad mit LIDAR-Sensor automatisch generiert, indem die Umgebung samt Kompressor eingescannt wird. Remote-Expertinnen und -Experten können nun diesen digitalen räumlichen Zwilling vom Rechner aus erkunden, verschiedene Blickwinkel einnehmen oder auch heranzoomen, um einzelne Komponenten detaillierter zu inspizieren. Zudem können digitale Informationen, beispielsweise IoT-Daten oder Dokumente und Informationen aus dem PLM-System, im Metaverse räumlich platziert und im 3D-Kontext angezeigt werden. Diese Informationen können neben weiteren Annotationen mit dem Techniker vor Ort geteilt werden. Das Live-Video-Bild der Technikerin oder des Technikers wird als räumliches Video

angezeigt, sodass die Remote-Expertin oder der Remote-Experte jederzeit die aktuellen Details erfassen kann. Zudem kann die Remote-Expertin oder der Remote-Experte über »Pointer« der Person vor Ort Hilfestellung bei der Suche oder Identifikation anbieten, um das Problem zu lösen. Die erzielten Mehrwerte beschreibt Burckhardt Compression mit besserem Service, schnellerer Intervention und höheren Betriebszeit der Kompressoren.

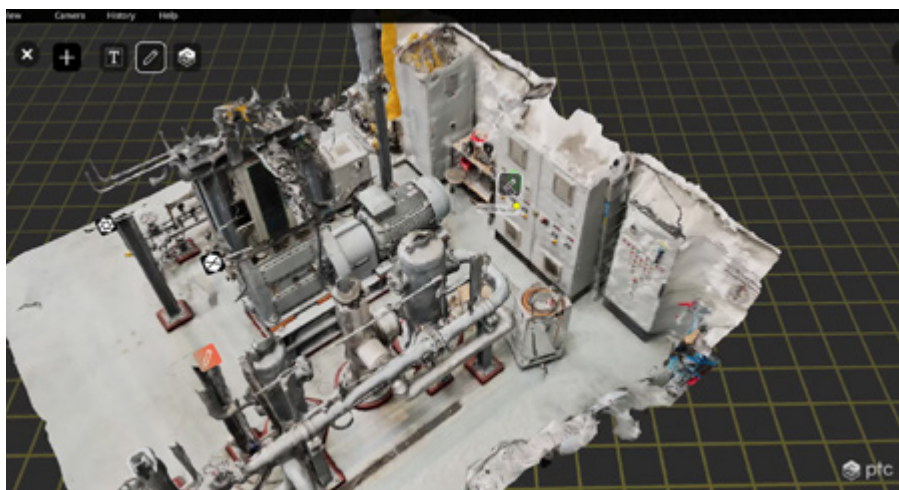


Abbildung 14: Remote Zusammenarbeit von Expertinnen und Experten mit Vor-Ort-Technikern

Erweiterte räumliche Bewegungsanalyse bei Mercedes Field Services

Mercedes Field Services stellt den Partner-Autohäusern alle notwendigen Informationen zur Verfügung, um Mercedes-Fahrzeuge bestens zu warten und zu reparieren. Hierbei ist es essenziell, dass die notwendigen Arbeiten effizient und ergonomisch durchgeführt werden. Die Industrial Metaverse-Technologie von PTC wird genutzt, um die Bewegungen von Arbeitern bei der Durchführung von Wartungsaufgaben zu analysieren. Damit können die Arbeitsvorgänge optimiert werden. Neben der Erfassung der Arbeitsumgebung und Speicherung als räumlichem Digitalen Zwilling wurden iPhones verwendet, um die Bewegungen von Mitarbeitenden in diesem erfassten 3D-Raum aufzuzeichnen und zu visualisieren. Danach können mehrere Nutzende gleichzeitig auf die erfassten visuellen Daten zugreifen und diese analysieren. Verschiedene Apps und Analysen werden angeboten, um erweiterte Bewegungsanalysen durchzuführen. Eine App hebt Körperteile rot hervor, wenn die Ergonomie der Mitarbeitenden suboptimal ist, eine andere misst die Zeit, die eine Mitarbeiterin oder ein Mitarbeiter benötigt, um von Punkt A nach Punkt B zu gelangen. Die auf die einzelnen Tätigkeiten heruntergebrochenen Daten können dann für Was-wäre-wenn-Simulationen genutzt werden. Der optimierte Arbeitsprozess kann wiederum erfasst werden und für Vergleichszwecke mit Daten von Partner-Autohäusern genutzt werden. Damit können anschließend konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, zum Beispiel die optimierte Platzierung der benötigten Werkzeuge.

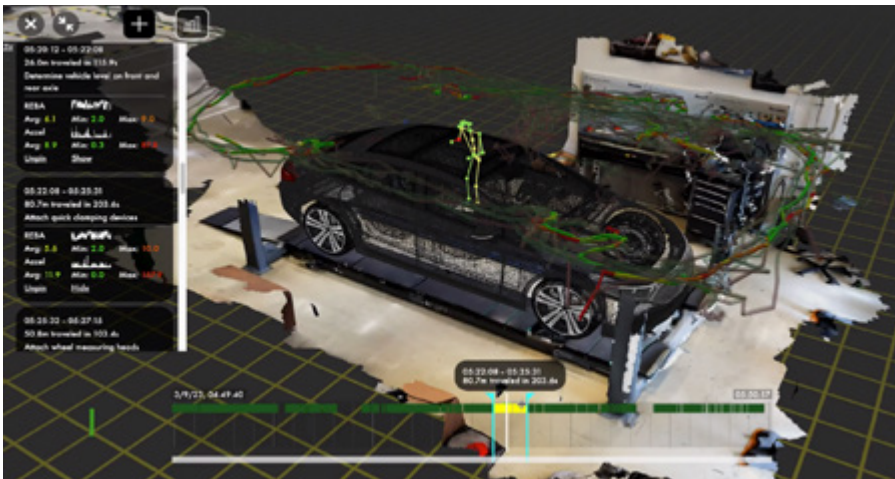


Abbildung 15: Analyse der Bewegungen von Arbeitenden bei der Durchführung von Wartungsaufgaben

4 Technische Anforderungen & Standards

Das Industrial Metaverse setzt sich aus verschiedenen Technikbausteinen zusammen, die eine reibungslose Funktion und Interaktion ermöglichen. Zu den wichtigen technischen Voraussetzungen gehören:

Hardware: Um das Industrial Metaverse zu nutzen, werden leistungsfähige Computer und Geräte wie VR-Brillen, AR-Headsets, Sensoren und Tracking-Systeme benötigt. Diese Hardware ermöglicht die Erfassung und Darstellung von virtuellen Inhalten sowie die Interaktion mit der virtuellen Umgebung.

Software: Eine zentrale Rolle spielt die Software, die für die Erstellung, Darstellung und Interaktion mit den virtuellen Inhalten im Industrial Metaverse erforderlich ist. Dies umfasst beispielsweise 3D-Modellierungssoftware, Engines zur Echtzeitberechnung und -visualisierung, Kollaborationstools und Datenbanken für den Austausch und die Speicherung von Informationen.

Konnektivität: Eine stabile und schnelle Internetverbindung ist entscheidend, um eine reibungslose Kommunikation und Übertragung von Daten in Echtzeit zu ermöglichen. Dies betrifft sowohl die drahtgebundene als auch die drahtlose Konnektivität (5G, zukünftig 6G).

Edge Computing: Durch die Verlagerung von Rechenleistung und Datenverarbeitung an den Netzwerkrand können Verzögerungen minimiert werden, was zu einer verbesserten Nutzererfahrung und einer effizienten Bereitstellung von Metaverse-Anwendungen führt. Edge Computing ermöglicht auch die Verarbeitung von Echtzeitdaten und die Integration von IoT-Geräten, um die physische und digitale Welt im Metaverse zu verbinden.

Datenintegration: Das Industrial Metaverse erfordert die nahtlose Integration von Daten aus verschiedenen Quellen und Systemen. Dazu gehören beispielsweise Daten aus Sensoren, IoT-Geräten, Maschinensteuerungen und Unternehmensdatenbanken. Die Daten müssen erfasst, verarbeitet, analysiert und in der virtuellen Umgebung präsentiert werden.

Die Anwendungen des Industrial Metaverse können durch einen Technologiebaukasten der Industrie 4.0 realisiert werden, wobei verschiedene Ausbaustufen möglich werden. Wesentliche Bausteine stellen folgende Technologien dar:

- Digitaler Zwilling / Simulationstechnologie
- IoT-Technologie
- Virtuelle Realität (VR)
- Augmented Reality (AR)
- Künstliche Intelligenz (KI)
- Edge- / Cloud-Computing
- Blockchain-Technologie
- 3D-Modellierung & 3D Scans
- Mobile Kommunikation
- Cybersecurity

Trotz einer guten technischen Ausgangslage gibt es auch Herausforderungen und Voraussetzungen, die noch nicht vollständig erfüllt sind:

Leistungsfähigkeit: Die Hardware muss weiterentwickelt werden, um leistungsfähigere und gleichzeitig kostengünstigere Geräte bereitzustellen. Dies betrifft insbesondere die Auflösung, Latenzzeiten und Batterielaufzeiten von VR- und AR-Geräten.

Datenschutz und Sicherheit: Der Schutz von sensiblen Unternehmensdaten und persönlichen Informationen ist von großer Bedeutung. Es müssen geeignete Sicherheitsmechanismen implementiert werden, um unbefugten Zugriff, Datenverlust oder Manipulation zu verhindern.

Skalierbarkeit: Die Technologie und Infrastruktur des Industrial Metaverse müssen in der Lage sein, eine hohe Anzahl von Nutzenden und eine große Menge von Daten zu bewältigen, um eine breite Anwendung und Skalierbarkeit zu ermöglichen.

Datenökosysteme und Datenräume: Das Industrial Metaverse bietet die Möglichkeit, Daten auf eine neue Art und Weise zu erfassen, zu verarbeiten und zu nutzen. Durch die Integration von Datenökosystemen und Datenräumen können Unternehmen Informationen in Echtzeit teilen und gemeinsam nutzen, um bessere Entscheidungen zu treffen und effizientere Prozesse zu gestalten. Das Industrial Metaverse ermöglicht es, komplexe Daten in visueller und immersiver Weise darzustellen, was zu einem besseren Verständnis und einer effektiveren Nutzung führt.

Datenstandards und Interoperabilität: Es besteht die Notwendigkeit, einheitliche Datenstandards zu etablieren, um eine nahtlose Integration und Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen und Plattformen im Industrial Metaverse zu gewährleisten. Dies ist insbesondere bei der Herausforderung von großer Bedeutung, bereits vorhandene Anlagen (Brownfield) in das Industrial Metaverse einzubinden. Um diese Anlagen und Standards für das Industrial Metaverse anschlussfähig zu machen und Interoperabilität zu erreichen, können folgende Ansätze verfolgt werden:

- **Protokoll- und Schnittstellenstandards nutzen:** Bestehende Industriestandards wie Open Platform Communications Unified Architecture (OPC-UA) oder Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) bieten bereits etablierte Protokolle und Schnittstellen für die Kommunikation zwischen Anlagen und Systemen. In der 3D-Visualisierung werden schon jetzt universell einsetzbare Daten im glTF- oder USD-Format sowie Schnittstellen wie OpenXR eingesetzt. Durch die Nutzung dieser Standards können bestehende Anlagen nahtlos in das Industrial Metaverse integriert werden.
- **Gateways und Adapter entwickeln:** In einigen Fällen erfordern vorhandene Anlagen möglicherweise spezifische Kommunikationsprotokolle oder Schnittstellen, die nicht direkt mit den Standards des Industrial Metaverse kompatibel sind. In solchen Situationen können Gateways oder Adapter entwickelt werden, um die Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Systemen zu ermöglichen und die Daten aus den Anlagen für das Industrial Metaverse verfügbar zu machen.
- **Offene APIs und Plattformen nutzen:** Die Bereitstellung offener APIs und Plattformen ermöglicht es Unternehmen, auf existierenden Standards aufzubauen, ohne alles von Grund auf neu zu entwickeln. Durch die Nutzung dieser offenen Schnittstellen können verschiedene Systeme und Anwendungen miteinander kommunizieren und Daten austauschen.
- **Standardisierungsbemühungen unterstützen:** Eine sektorübergreifende Interoperabilität kann durch die Beteiligung an Standardisierungsbemühungen gefördert werden. Industrieverbände, Standardisierungsgremien und Technologieorganisationen arbeiten daran, gemeinsame Schnittstellen und Datenstandards für das Industrial Metaverse zu definieren. Durch die aktive Teilnahme an diesen Bemühungen können Unternehmen ihre Anforderungen und Expertise einbringen und sicherstellen, dass die vorhandenen Standards in das Industrial Metaverse integriert werden.

5 Mehrwerte des Industrial Metaverse für den Wirtschaftsstandort Deutschland

Das Industrial Metaverse birgt ein enormes Potenzial für den Wirtschaftsstandort Deutschland. Insbesondere im Zusammenspiel von Industrieunternehmen und den Anbietern von Digitallösungen eröffnen sich für diesen Wirtschaftsstandort vielfältige Chancen und Wettbewerbsvorteile:

Innovation und Technologieführerschaft: Das Industrial Metaverse ermöglicht es Unternehmen, innovative digitale Technologien einzusetzen, um ihre Produkte und Dienstleistungen zu verbessern. Durch den Einsatz von VR und AR, KI, IoT und anderen digitalen Werkzeugen können neue interaktive und immersive Erfahrungen geschaffen werden. Deutsche Anbieter von Digitallösungen haben bereits eine starke Position in diesen Technologiebereichen und können ihre Expertise nutzen, um innovative Lösungen für das Industrial Metaverse zu entwickeln und weiter auszubauen.

Stärkung der Industrie: Das Industrial Metaverse ermöglicht die nahtlose Integration von digitalen und physischen Prozessen in der Produktion und Logistik. Durch die Schaffung virtueller Umgebungen können Unternehmen ihre Produktionsabläufe optimieren, effizienter arbeiten und die Qualität ihrer Produkte verbessern. Deutschland ist bereits Vorreiter der Industrie 4.0 und verfügt entsprechend über viel Erfahrung und Know-how in der Implementierung von Industrial IoT-Lösungen. Diese können nun genutzt werden, um maßgeschneiderte Lösungen für das Industrial Metaverse anzubieten.

Wettbewerbsfähigkeit und Exportstärke: Deutschland ist bekannt für seine starke Industrie und seine Exportorientierung. Das Industrial Metaverse bietet deutschen Unternehmen die Möglichkeit, sich als führende Anbieter von Digitallösungen zu positionieren und ihre Wettbewerbsfähigkeit auf dem globalen Markt zu stärken. Durch die Entwicklung innovativer Lösungen für das Industrial Metaverse können deutsche Anbieter ihre Produkte und Dienstleistungen international vermarkten und neue Geschäftsmöglichkeiten erschließen.

Branchenübergreifende Anwendungsmöglichkeiten: Das Industrial Metaverse findet nicht nur in der Industrie Anwendung, sondern auch in verschiedenen anderen Branchen wie Gesundheitswesen, Bildung, Handel und Tourismus. Das Industrial Metaverse kann eine virtuelle Umgebung schaffen, in der Unternehmen, Expertinnen und Experten sowie Anbieter aus verschiedenen Bereichen wie Fertigung, Handel, Services und virtuelle Güter zusammenkommen und neue Geschäftsmodelle entwickeln können. Gerade auch im Bereich Plattformökonomie werden dadurch neue branchenübergreifende Kooperationen möglich. Deutsche Anbieter von Digitallösungen können ihre

Erfahrung und ihr Fachwissen aus unterschiedlichen Bereichen nutzen, um maßgeschneiderte Lösungen für spezifische Anwendungsfälle im Industrial Metaverse anzubieten. Dadurch können sie ihre Business to Business (B2B) -Kundenbasis erweitern und neue Geschäftsfelder erschließen.

Zusammenarbeit und Vernetzung: Das Industrial Metaverse erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren wie Technologieunternehmen, Industrieunternehmen, Forschungseinrichtungen und Regierungsorganisationen. Deutschland kann hier eine Schlüsselrolle bei der Zusammenarbeit und Vernetzung dieser Akteure spielen, um gemeinsam die Entwicklung und Implementierung des Industrial Metaverse voranzutreiben. Dies stärkt die Zusammenarbeit innerhalb der Digitalindustrie und fördert den Austausch von Wissen und Erfahrungen. Insgesamt bietet das Industrial Metaverse Deutschland eine einzigartige Chance, seine Position als Technologieführer auszubauen, seine Wettbewerbsfähigkeit zu stärken und neue Geschäftsmöglichkeiten zu erschließen. Durch die Entwicklung innovativer Lösungen für das Industrial Metaverse können deutsche Unternehmen dazu beitragen, den Wirtschaftsstandort Deutschland weiter zu stärken und die digitale Transformation in verschiedenen Branchen voranzutreiben.

Nachhaltigkeit und Umweltvorteile: Das Industrial Metaverse kann einen wichtigen Beitrag dazu leisten, die Nachhaltigkeitsziele von Unternehmen sowie von Deutschland insgesamt zu erreichen. Es kann insbesondere zu signifikanten Materialeinsparungen beitragen, indem es die Nutzung physischer Prototypen und Materialaufwände für Designänderungen reduziert. Mit digital optimierten Produktionsprozessen und virtueller Inbetriebnahme können Energieeinsparungen erreicht werden. Zudem tragen die Möglichkeiten für Kollaborationen im Industrial Metaverse dazu bei, dass der Bedarf an physischen Reisen und Infrastruktur reduziert werden kann. Allerdings ist noch eine Methodik erforderlich, die es – ähnlich wie bei den Ökobilanzen – erlaubt, die Auswirkungen des Industrial Metaverse auf Nachhaltigkeit zu ermitteln. Dabei müssen positive und negative Effekte systematisch bilanziert werden.

Inklusion und Empowerment: Das Industrial Metaverse kann Chancen für Inklusion und Zusammenarbeit bieten, unabhängig von geografischem Standort oder physischen Fähigkeiten. Es kann Wissensschränken abbauen. Dadurch fördert es Vielfalt, Innovation und ein breiteres Spektrum an Perspektiven.

Um das Potenzial des Industrial Metaverse zu entfalten, ist eine strategische Herangehensweise von Unternehmen erforderlich. Dazu gehört sorgfältige Planung, gezielte Schulungen und der Aufbau einer unterstützenden Arbeitskultur. Ein offener Dialog ist entscheidend, um Vertrauen in Metaverse-Lösungen aufzubauen. Die Beteiligung von Stakeholdern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft, einschließlich der Gewerkschaften, ist unabdingbar, um die Auswirkungen auf die Arbeitsrealität mitzugestalten. Ethik und Regulierung müssen in einem ausgewogenen Rahmen berücksichtigt werden. Ein konstruktiver Dialog mit politischen Entscheidungsträgern, unter Berücksichtigung der im Positionspapier zum Industrial Metaverse dargelegten Forderungen, kann dazu beitragen, einen angemessenen regulatorischen Rahmen zu schaffen und Innovationen im Metaverse voranzutreiben.

6 Autorinnen und Autoren

Horst Angerer

hat in seinen Rollen bei Siemens Nachrichtentechnik und Nokia die Telekommunikation vom Festnetz bis zu den aktuellen 5G-Mobilfunknetzen begleitet und mitgestaltet. Aktuell ist er in der Projektleitung des globalen Nokia-weiten 6G-Programms tätig. Die Digitalisierung der Industrie stellt ein weiteres Schwerpunktthema von Horst Angerer dar. Er leitet in dieser Rolle seit 2016 Initiativen bei Nokia Deutschland und ist seit 2019 stellvertretender Vorstand für Industrie 4.0 im Deutschen Digitalverband Bitkom.



Florian Bliesch

leitet bei der Adesso mobile solutions GmbH den Bereich Innovation und Business Development. Nach langer Tätigkeit in der Finanzbranche, in der er internationale Mobil-Projekte verantwortete, liegt sein Fokus als Berater und Speaker auf der Integration von Schlüsseltechnologien wie XR, KI oder 5G in mobile Ökosysteme, auf hochverfügbaren und kritischen mobilen Anwendungen der Enterprise Mobility und auf den Themen Change-Management und Agilität.

Sicco Lehmann-Brauns

ist als Senior Director Innovation Policy im Technology and Innovation Management der Siemens AG tätig. Er ist in zahlreichen nationalen und internationalen Gremien und Initiativen aktiv an der Schnittstelle von Technologien, innovativen Geschäftsmodellen und politisch-regulatorischen Rahmenbedingungen. Er ist Mitglied im Expertenkreis des Zukunftsrates der Deutschen Bundesregierung. Ein aktueller Schwerpunkt liegt auf der europäischen Digitalgesetzgebung, den Auswirkungen auf digitale Geschäftsmodelle in der Industrie sowie der Enabler-Funktion digitaler Lösungen für ökologische und soziale Nachhaltigkeit.



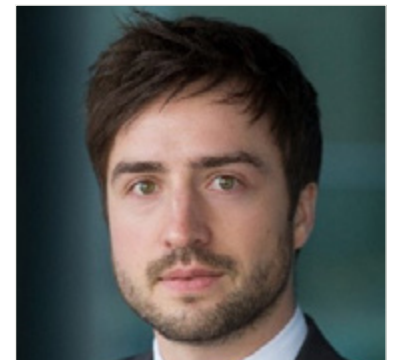


Daniel Classen

ist Mitgründer und CEO der Agentur Lightshape, einem Unternehmen, das sich seit 2007 mit Visualisierung und interaktiven Medien beschäftigt. Themen wie AR- und VR-Anwendungen sowie digitale Showrooms und interaktive Stadtführer gehören zum Agenturalltag. Die meisten der Projekte sind im B2B Umfeld angesiedelt. Daniel Classen hat Architektur studiert und gemeinsam mit den beiden anderen Geschäftsführern in einer Agentur gearbeitet, bevor die XR-Agentur Lightshape gegründet wurde.

Daniel Eckertz

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechanik IEM in Paderborn. Er leitet die Gruppe Augmented- und Virtual Reality und beschäftigt sich im Rahmen von Forschungs- und Industrieprojekten mit dem industriellen Einsatz innovativer Interaktions- und Visualisierungstechnologien. Neben der Realisierung konkreter Anwendungen unterstützt er Unternehmen bei der Identifizierung von Einsatzpotenzialen und der Konzipierung und Entwicklung individueller AR/VR-Lösungen.



Rayed Hawa

Fellow AR Solutions Consultant bei PTC, studierte Informatik an der Universität Stuttgart. Nach absolvierter Diplomprüfung im Jahr 1996 war er bis 2006 in unterschiedlichen Positionen für das ALM-Produktportfolio bei MKS verantwortlich, unter anderem hat er die Bereiche Professional Services und Technical Support in der deutschen Niederlassung geprägt und mit aufgebaut. Von 2006 bis 2010 war er als Senior Consultant bei Dnv IT Global Services im Bereich Prozessberatung tätig. 2010 wechselte er zu PTC und kehrte in den Bereich ALM zurück. Seit 2014 ist er dort spezialisiert auf die Themen IoT und AR und zuständig für die Planung, Architektur und Umsetzung von AR-Projekten bei Kundschaft und Partnern.

Anne Kliebisch

arbeitet bei der Deutschen Bahn als Reality Capture Expertin. Dabei berät sie interne Kundenschaft bei ihrer Umsetzung von digitalen Gebäudezwillingen und baut eine DB übergreifende 3D-Plattform für die Deutsche Bahn auf. Durch die enge Verzahnung mit den VR- und AR-Teams entsteht ein Ökosystem digitaler Innovationen innerhalb der DB.



Dr. Sebastian Klöß

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

Nicole Krämer

ist eine bei Computacenter beschäftigte werdende Expertin im Bereich Workplace Consulting, spezialisiert auf nutzerzentrierte Themen. Ihr Wissen und Interesse sind in ihren ersten Projekten rund um Hybrid Work im Metaverse und 3D-Scans zum Ausdruck gekommen. Durch ihre Teilnahme am Bitkom-Autorenworkshop zum Thema Industrial Metaverse hat sie das enorme Potenzial erkannt, das dieses für den Bereich der Herstellung und Produktion haben könnte. Mit ihrer neu entdeckten Leidenschaft für dieses Format der Zusammenarbeit plant Nicole, in Zukunft weiter an Bitkom-Autorenworkshops teilzunehmen.





Luca Kraus

ist seit April 2022 Projektmanager beim XR HUB Bavaria Nürnberg und beim Netzwerk der Digitalwirtschaft. In dieser Rolle liegt sein Fokus auf der Aufklärung, Vernetzung und Förderung von Technologien und Akteuren im Bereich der Extended Reality (XR) sowohl in der Metropolregion Nürnberg als auch darüber hinaus. Während seines Studiums im Fachbereich Technikjournalismus & Technik-PR hat er als Koordinator und Mitarbeiter an verschiedenen sozialen und technischen Projekten mitgewirkt. Zu seinen Aufgaben zählten unter anderem die Beteiligung am Leonardo-Forschungsprojekt »Emotion A.I.« sowie die Entwicklung des Kurses »KI in der Sozialen Arbeit« an der Virtuellen Hochschule Bayern. Zusätzlich fungiert er derzeit als Hauptansprechpartner für das Projekt »Digitaleers« der Stadt Nürnberg und des Instituts für Soziale und Kulturelle Arbeit.

Sebastian Kühne

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



Dr. Dietmar Laß

arbeitet seit 2018 für die Fraunhofer-Gesellschaft. Davor bekleidete er Führungspositionen in Beratung, Politik sowie bei Startups, KMUs und Konzernen, zum Beispiel Siemens und Deutsche Telekom. In der Berliner Geschäftsstelle des Fraunhofer IUK-Verbunds ist er als Forschungsmanager für Strategie, Business Development und Governmental Affairs zuständig. Im Verbund bündeln 21 Fraunhofer-Institute aus dem Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie (IUK) ihre Forschungs-, Entwicklungs- und Anwendungskompetenzen. Für die IUK-Institute koordiniert er übergreifende strategische Themen wie Cybersicherheit, Generative KI oder Quantencomputing. Seit 2022 bündelt er die Aktivitäten der Fraunhofer-Gesellschaft zum Thema Industrial Metaverse.

Angelina Marko

ist Bereichsleiterin Industrie 4.0 & Technische Regulierung beim Digitalverband Bitkom. Sie betreut die Arbeitskreise Industrie 4.0 Markt & Strategie, Industrie 4.0 Interoperabilität, Standardisierung, Technische Regulierung, Produktsicherheit & Marktzugang, EMV sowie Barrierefreiheit. Außerdem ist sie für das Thema Manufacturing-X zuständig. Vor ihrer Zeit beim Bitkom war sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin beim Fraunhofer IPK beschäftigt.



Stephanie Pflomm

ist im CTO-Office der T-Systems International für das Innovationsfeld Metaverse & Immersive Experiences zuständig. Ihr Schwerpunkt liegt auf der strategischen Entwicklung von Enterprise- und Industrial-Metaverse-Lösungen sowie auf der Umsetzung von Innovationsprojekten im Bereich der immersiven Technologien. Als Product Owner und Projektleiter für agile Softwareentwicklung und 3D-Visualisierung war sie in verschiedenen Unternehmen der Spiele-, Film- und IT-Industrie tätig und betreute hierbei auch IT-Projekte für namhafte Automobilhersteller wie BMW und Audi im den Bereichen VR und Digitale Zwillinge.

Axel Platz

ist Designer. In der zentralen Forschungsabteilung der Siemens AG arbeitet er zur Gestaltung der Beziehung zwischen Mensch und Maschine, insbesondere zum Zusammenspiel von Mensch und Technik in menschlichem Handeln. Seine Arbeiten wurden verschiedentlich ausgezeichnet, unter anderem mit dem iF Interface Design Award / Top 3 und dem iF Interaction Design Award / Best of Category. An der Technischen Hochschule Nürnberg ist er Dozent an der Fakultät Informatik.





Dominik Rüchardt

ist seit 30 Jahren an der vordersten Front der Digitalisierung der Industrie aktiv, erst in einem Start-up, später bei einem großen Dienstleister (IBM) in der Beratung und bei einem großen Softwarehersteller (PTC), seit langem vorwiegend in Rollen, die sich mit den Tücken der Realisierung von Innovation in der Praxis befassen. Er leitet den Arbeitskreis Industrie 4.0 Markt und Strategie im Bitkom und zuletzt erschien von ihm beim Hanser Verlag »Strategie-Guide Digitale Transformation, Anleitung und Methoden für den erfolgreichen Wandel«.

Marco Tillmann

ist seit Mai 2022 Senior Product Manager für Omniverse, Digital Twin bei NVIDIA. Zuvor war er als Product Manager bei Blackshark.ai beschäftigt, einem Startup, das 3D-Zwillinge der Welt mithilfe von Machine Learning erstellt. Er arbeitete außerdem als Product Manager bei Here Technologies in Frankfurt am Main sowie bei der Maxon Computer GmbH in Friedrichsdorf, als Partnership Manager bei Apple Ltd in Uxbridge, England, und Product Manager und Künstler bei Integrated Computing Engines Inc. in Waltham, MA, USA. Zuvor absolvierte er ein Studium in Computer-Kunst und Animation am Savannah College of Art and Design in Savannah, GA, USA.



Sebastian Winkler

ist Geschäftsführer der Mediaan Deutschland GmbH. Mediaan berät bei Business-Transformationen, bei der Entwicklung von datengetriebenen Organisationen und setzt technische Innovationen bei Kundinnen und Kunden um. Er ist Teil des Vorstands des Arbeitskreises »Augmented & Virtual Reality« des Bitkom und beschäftigt sich, auch als Serial-Entrepreneur, viel mit technologischen und gesellschaftlichen Zukunftsthemen.

Bitkom vertritt mehr als 2.200 Mitgliedsunternehmen aus der digitalen Wirtschaft. Sie generieren in Deutschland gut 200 Milliarden Euro Umsatz mit digitalen Technologien und Lösungen und beschäftigen mehr als 2 Millionen Menschen. Zu den Mitgliedern zählen mehr als 1.000 Mittelständler, über 500 Startups und nahezu alle Global Player. Sie bieten Software, IT-Services, Telekommunikations- oder Internetdienste an, stellen Geräte und Bauteile her, sind im Bereich der digitalen Medien tätig, kreieren Content, bieten Plattformen an oder sind in anderer Weise Teil der digitalen Wirtschaft. 82 Prozent der im Bitkom engagierten Unternehmen haben ihren Hauptsitz in Deutschland, weitere 8 Prozent kommen aus dem restlichen Europa und 7 Prozent aus den USA. 3 Prozent stammen aus anderen Regionen der Welt. Bitkom fördert und treibt die digitale Transformation der deutschen Wirtschaft und setzt sich für eine breite gesellschaftliche Teilhabe an den digitalen Entwicklungen ein. Ziel ist es, Deutschland zu einem leistungsfähigen und souveränen Digitalstandort zu machen.

Bitkom e.V.

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

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

bitkom