

# Industrial Metaverse – Entwicklung und Konzeption der industriellen digitalen Transformation

In der letzten Dekade hat insbesondere im industriellen Kontext eine digitale Transformation eingesetzt, bei der Innovationen wie digitale Sensorik, Automatisierung, künstliche Intelligenz und die virtuelle Nachbildung von Maschinen zur Optimierung von Betriebsabläufen im Vordergrund standen. Diese Entwicklung geht über die reine Abbildung einzelner Produktionseinheiten als digitale Zwillinge hinaus und umfasst zunehmend die Virtualisierung ganzer Wertschöpfungsketten, Geschäftsprozesse und deren Wechselwirkungen mit dem weiteren externen Markt- und Kundenumfeld. Dieses Konzept findet seinen Ausdruck im Begriff des industriellen Metaverse, der eine digitale Repräsentation von Unternehmen und Märkten beschreibt und damit eine Verbindung zwischen der physischen und der digitalen Unternehmenssphäre definiert. In diesem Beitrag wird zunächst die Entwicklung des Industrial Metaverse dargestellt. Aufbauend hierauf wird das Konzept des Industrial Metaverse in seiner Vielschichtigkeit thematisiert. Abschließend werden die Chancen und Risiken sowie Auswirkungen auf staatliche, wirtschaftliche und gesellschaftliche Bereiche aufgezeigt.



**Prof. Dr. Bernd W. Wirtz**  
ist Inhaber des Lehrstuhls für Informations- und Kommunikationsmanagement an der Deutschen Universität für Verwaltungswissenschaften Speyer. Bevorzugte Forschungsgebiete: Digital Business, Medienmanagement, Unternehmensführung.



**Prof. Dr. Paul F. Langer**  
ist Professor für betriebliche Informationssysteme und CRM an der HS Worms, Visiting Scholar University of California, Berkeley. Forschungsschwerpunkte: Digitale Transformation, Disruptionen und Wechselbarrieren.

**Summary:** This contribution deals with the increasing convergence of the physical and digital corporate world. In recent years, innovations in the areas of digital sensor technology, automation, AI and virtualisation of production units (digital twins) in particular have advanced the digital transformation in an industrial context. The result is the so-called industrial metaverse, the digital mapping of complete value chains and business processes, including interaction with the external market environment.

**Stichwörter:** Vierte Industrielle Revolution, Industrie 4.0, Digital Twins, Virtualisierung, Digitale Transformation, Internet of Things (IoT), Industrial Metaverse

## 1. Einführung und Relevanz des Industriellen Metaverse

Wirtschaft, Gesellschaft und Staat wurden in den letzten drei Jahrzehnten durch eine Vielzahl von Innovationen im Bereich der Informationstechnologie erheblich verändert. Die **Diffusion** dieser **Informationstechnologien** ist das Resultat der Dualität von **Invention**, das heißt der Entwicklung neuer Technologien, Prozesse oder neuen Wissens, und **Innovation**, das heißt der erfolgreichen Übernahme und Nutzung dieser Inventionen. Die dynamische Entwicklung des **Internets der Dinge (IoT)** stellt dabei eine der transformativsten Entwicklungen im Bereich der digitalen Wirtschaft der letzten Jahre dar (vgl. im Folgenden auch *Wirtz, 2024, S. 281 ff.*).

Das IoT basiert im Wesentlichen auf der **zunehmenden Vernetzung** von Produkten, Dienstleistungen, Maschinen und Sensoren über **digitale Netze**. Diese **umfassende Konnektivität** führt zu einer **hochgradigen Integration** und **Interaktion** der vernetzten Objekte, die nicht nur die **Kommunikation zwischen den Geräten** selbst, sondern auch **mit** und **zwischen Nutzern** ermöglicht. Beim IoT handelt es sich um ein Anwendungskonzept, das sich auf eine **breite Basis** von **technologischen Ansätzen** stützt. Dazu gehören das **Internet** als vernetzte Sammlung digitaler Inhalte, Sensoren, Transponder, eingebettete digitale Geräte sowie **Cloud-Computing**. Damit bildet das IoT die Grundlage für die Entwicklung von **Smart Homes** und **Wearables** oder der **vierten industriellen Revolution (Industrie 4.0)**.

Neben der Vernetzung von Geräten und dem darauf aufbauenden IoT ermöglichen zunehmende **Server- bzw. Rechenkapazitäten** und die Verbesserung von **Software**, insbesondere durch **maschinelles Lernen**, eine immer umfassendere **digitale Simulierbarkeit** der realen physischen Welt. Eine Vielzahl von Softwareanwendungen, häufig in Verbindung mit Ansätzen der künstlichen Intelligenz, ermöglicht die **Erstellung virtueller Nachbildungen** physischer Einheiten wie Maschinen, Gebäude oder Arbeitsmittel. Dabei werden nicht nur strukturelle Eigenschaften, sondern auch ihre **physikalischen Merkmale**, die ihnen **inhärenten Mechanismen**, ihre **Mensch-Maschine-Schnittstellen** und nicht zuletzt ihre **Reaktionen auf externe Stimuli** nachgebildet. Folglich stützen sich in Unternehmen die **Entscheidungsfindung** und die **Anpassung von Produktions- und Geschäftsprozessen** in zunehmendem Maße auf digitale Simulationen, um Ergebnisse zu **prognostizieren** und die potenziellen Auswirkungen von Entscheidungen in der Zukunft zu bewerten.

Ein zentrales Konzept, das sich aus dem **IoT-Paradigma** und den zunehmenden Simulationsmöglichkeiten ergibt, ist der **digitale Zwilling (Digital Twin)**, der als virtuelles

Abbild physischer Objekte wie Maschinen oder Gebäude dient. Er basiert auf der Möglichkeit, physische Objekte mit Hilfe einer Vielzahl von Sensoren (z.B. Kameras, RFID, Mikrofone) und der Fähigkeit zur digitalen Simulation detailgetreu im digitalen Raum abzubilden. Der digitale Zwilling ist ein grundlegendes Werkzeug zur umfassenden Abbildung der Realität im digitalen bzw. virtuellen Raum. Insbesondere in der **Produktentwicklung** und **Prototypenerstellung** in der industriellen Produktion können so viele kostenintensive Schritte digital abgebildet und damit Ressourcen eingespart werden. Digitale Zwillinge unterstützen die Grundprinzipien von **Industrie 4.0**, einem Konzept, das die umfassende digitale Abbildung, Simulation und Analyse von Maschinen umfasst. **Predictive-Maintenance-Strategien** mit Unterstützung von **prognostischen Analysen** ermöglichen Unternehmen dabei die vorausschauende **Erkennung von Wartungsbedarf** und die **Optimierung der Anlagenleistung**, was zu **Kosteneinsparungen** und **verlängerten Anlagenlebenszyklen** führt.

Die digitale Abbildung einzelner Maschinen als Digital Twin oder von Produktionsprozessen als Industrie 4.0 stellt einen wichtigen Ausgangspunkt dar. Aufbauend hierauf können ganze Unternehmen und insbesondere Austauschprozesse durch Sensorik (IoT) und Simulationstechnologien digital abgebildet werden (vgl. *Mourtzis, 2023a*). Für diese umfassende Verknüpfung von realer und digitaler Unternehmenswelt steht das Konzept des **Industrial Metaverse** (vgl. *Bhattacharya et al., 2023; bitcom, 2022; Dwivedi et al., 2022; Laß, 2022*). Unter einem Metaverse versteht man im weitesten Sinne **virtuelle Welten**, in denen durch **Avatare repräsentierte Nutzer** interagieren (vgl. *Ritterbusch/Teichmann, 2023, S. 12368 ff.*).

Das Industrial Metaverse ist somit eine **Erweiterung** des **Konzepts Industrie 4.0**, in dem Unternehmensmitarbeiter in einer **virtuellen Produktionsumgebung** agieren. Es umfasst damit das gesamte Unternehmen in seinen **sozialen** und **produktionsbezogenen Prozessen** und schließt auch **finanzielle** und **zwischenmenschliche Transaktionen** mit Kunden und Interessenten ein. Damit fördert es die Zusammenarbeit zwischen geografisch verteilten Teams und ermöglicht Echtzeitsimulationen von Unternehmensabläufen sowie Analysen und Strategieentwicklung in einem gemeinsamen digitalen Arbeitsumfeld. Durch den Einsatz von virtueller Realität, aufbauend auf künstlicher Intelligenz, ermöglicht das industrielle Metaverse die Erstellung einer umfassenden virtuellen Abbildung wirtschaftlicher und industrieller Prozesse, wodurch die betriebliche **Effizienz** und **Sicherheit** verbessert werden können (vgl. *Prummer et al., 2024; Tantawi et al., 2024*).

Ein Aspekt, der das Industrial Metaverse als **Brücke** zwischen **physischer** und **digitaler Welt** verdeutlicht, ist der zunehmende Einsatz von **Augmented Reality (AR)** Techno-

logien in Industrieunternehmen. AR projiziert **digitale Inhalte** in das **Sichtfeld** von **Menschen**, z.B. durch Virtual-Reality-Brillen, Windschutzscheiben oder Kontaktlinsen, so dass sowohl die digitale als auch die reale Umgebung wahrgenommen werden können. Die Anreicherung der physischen Welt mit digitalen Inhalten ermöglicht so ein **immersives Lernen** und **Arbeiten**, indem relevante Informationen **dynamisch** und **standortbezogen** in die reale Umgebung eingeblendet werden. Im Kontext des Industrial Metaverse werden AR-Technologien zum Beispiel eingesetzt, um die Interaktion mit industriellen Anlagen und Umgebungen zu erleichtern. **Angestellte** und **Kunden** können so ohne Vorkenntnisse Tätigkeiten ausführen, Produkte steuern oder testen und so das **Situationsbewusstsein** und die **Entscheidungsfähigkeit** verbessern.

Studien unterstreichen das große Potenzial des industriellen Metaverse für Wirtschaft und Gesellschaft. Eine Untersuchung der *Boston Consulting Group (BCG)* zeigt, dass der weltweite Umsatz mit Dienstleistungen und Technologien, die Bestandteil des industriellen Metaversums sind, bereits im Jahr 2021 etwa 122 Mrd. USD erreichte (Bobier et al., 2022, S. 12). Im Jahr 2025 sollen die Umsätze, die dem industriellen Metaverse zugeordnet werden, bei ca. 250 Mrd. USD liegen. Vorherrschend in diesem Markt ist der Sektor der virtuellen Wirtschaft, der die Umsätze aus Transaktionen umfasst, die auf Basis von **Distributed Ledger Technologien (Blockchain, NFT, Cryptowährungen** etc.) entstehen. **Software-** und **Hardwareverkäufe** sowie **Virtual-Reality-Anwendungen** und damit verbundene mobile Anwendungen bilden der Studie zu folge die zweitgrößte Komponente des Industrial Metaverse-Marktes.

Zu ähnlichen Wachstumsprognosen kommt eine Studie des *MIT Technology Review* in Zusammenarbeit mit *Siemens*, die in drei verschiedenen Bereichen: dem **Industrial Metaverse**, dem **Enterprise Metaverse** und dem **Consumer Metaverse** ein hohes Wachstum erkennt. Die Studie zeigt, dass das Industrial Metaverse, das simulierte **Maschinen, Fabriken, Verkehrsnetze** und andere **komplexe Systeme** umfasst, die reale Problemlösungen in Industrie und Fertigung ermöglichen, mit einem erwarteten Umsatz von rund 100 Milliarden US-Dollar bis 2030 die höchsten Wachstumschancen hat. Im Enterprise Metaverse, das Technologien umfasst, die eine **immersive** geschäftliche **Zusammenarbeit** durch **Produktivitätswerkzeuge** und **virtuelle Arbeitsräume** ermöglichen, wird bis 2030 ein Umsatz von 30 Milliarden erwartet, und im Consumer Metaverse, welches immersive Räume für **Shopping, Spiele, Geselligkeit** und **Unterhaltung** umfasst, wird bis 2030 ein Umsatz von 50 Milliarden erwartet.

Es kann konstatiert werden, dass die Entwicklung hin zu einem Industrial Metaverse von erheblicher wirtschaftlicher und sozioökonomischer Relevanz ist. Vor diesem Hinter-

grund wird im Folgenden zunächst auf die Entwicklung und den Entstehungskontext des Industrial Metaverse eingegangen. Anschließend soll ein Funktionsmodell des Industrial Metaverse dargestellt werden, welches die Austauschprozesse und Funktionen zwischen der physischen und der digitalen Welt abbildet. Abschließend werden die Ergebnisse eingeordnet und die Implikationen aufgezeigt.

## 2. Entwicklung des Industriellen Metaverse

Der Einsatz von Informationstechnologien zur Verbesserung von Geschäftsprozessen reicht bis in die 1940er Jahre zurück und markiert den Beginn der technologischen Integration im industriellen Umfeld. Weitere Fortschritte bis in die 1980er Jahre erfolgten mit der **Industrie 3.0**, die durch die Integration **digitaler Steuerungssysteme** und **Computertechnologien** gekennzeichnet sind (vgl. *MIT Technology Review/Siemens*, 2024, S. 11). In dieser Zeit wurden Computersysteme in industrielle Prozesse integriert, was zu einer Steigerung der **Effizienz** und **Genauigkeit** der **Produktion** führte. Unternehmen nutzten Informationssysteme zur **Verwaltung** von **Produktionsdaten** und zur **Rationalisierung** von **Informationsprozessen**, wobei der Schwerpunkt auf **Konnektivität** und **Prozessintegration** lag, um die Datenströme in den verschiedenen Bereichen des Fertigungsbetriebs zu vereinheitlichen (vgl. im Folgenden auch *Wirtz*, 2024, S. 281 ff.).

Die Digitalisierung in Industrieunternehmen hat sich seit den 1990er Jahren deutlich beschleunigt, was zum Teil auf die verbesserte Unterstützung des Managements durch **Softwareplattformen** zurückzuführen ist. Integrative Softwaresysteme wie **Enterprise Resource Planning (ERP)-Lösungen** von Unternehmen wie *SAP* und *Oracle* fanden weite Verbreitung und ermöglichten durch ihre robusten Informationsverarbeitungsfunktionen ein effizientes Prozessmanagement. Der systematische und integrierte Einsatz von Informationstechnologien hat die weitere **Automatisierung** von **Prozessen**, die detaillierte **Analyse** von **Daten** und Optimierungsansätze erleichtert. Insbesondere die Verbreitung von **Breitbandtechnologien** in den 2000er Jahren, führte zu einem weiteren grundlegenden **Paradigmenwechsel** bei der **Vernetzung** von **Unternehmen** und förderte die Konnektivität und Interaktivität zwischen Unternehmen und verschiedenen Stakeholdern.

Die fortschreitende Entwicklung der digitalen Technologien, insbesondere im Hinblick auf die ständig steigende Rechenleistung, hat die **3D-Simulation** und die **Virtualisierung** von Objekten in digitalen Welten erleichtert. Diese werden als **Reality Technologies** bezeichnet. Diese technologische Verschmelzung hat die weit verbreitete Einführung von digitalen Zwillingen in Produktionsökosystemen katalysiert und damit die Grundlage für **Industrie 4.0** ge-

schaffen. Digitale Zwillinge, die als virtuelle Repliken von physischen Produkten, Prozessen oder Systemen dienen, bieten den Managementeinheiten die Möglichkeit, **aufschlussreiche Analysen** durchzuführen und **Produkt-/Systemfunktionen zu optimieren**.

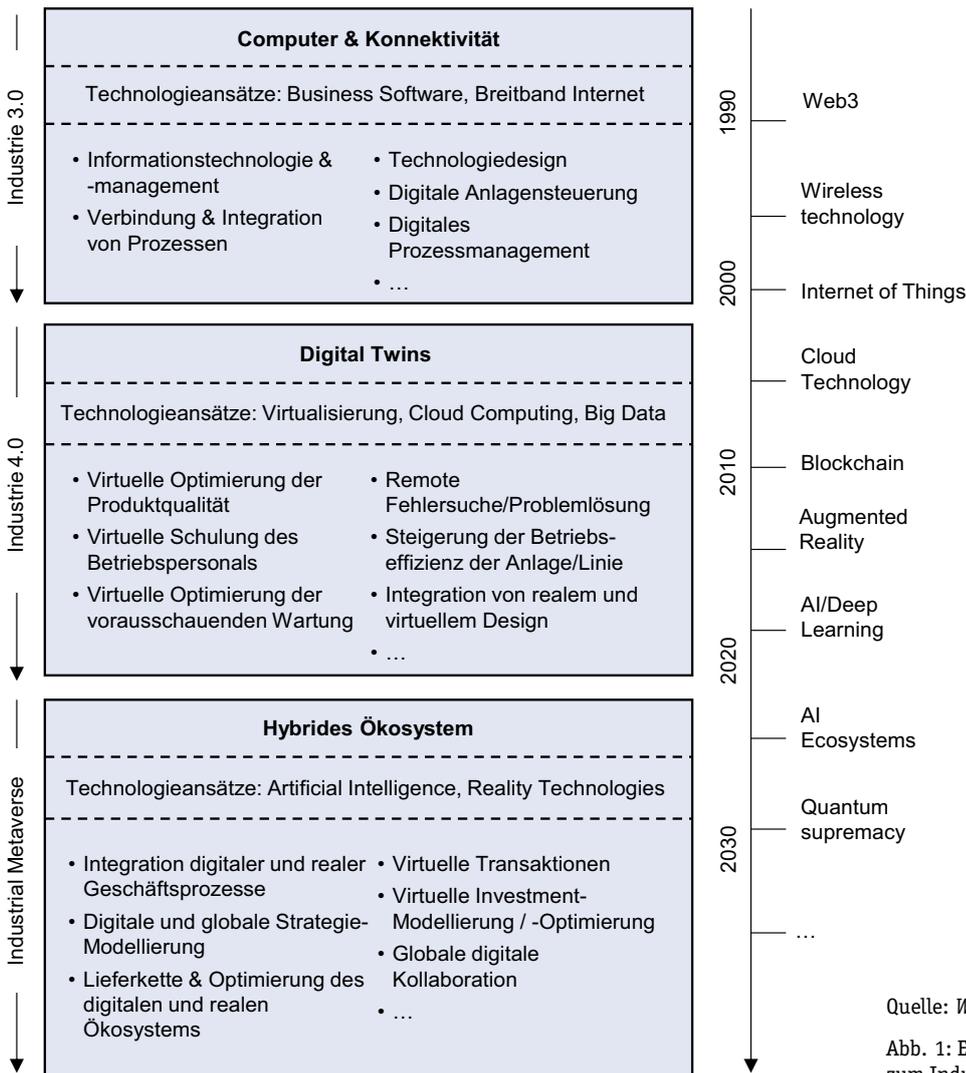
Es findet ein Übergang von Industrie 4.0, die durch den Einsatz digitaler Zwillinge gekennzeichnet ist, zum Industrial Metaverse statt, das durch einen wesentlich höheren Grad an Integration und Virtualisierung ausgezeichnet ist. Im Industrial Metaversum werden **Reality-Technologien** häufig durch Machine Learning bzw. künstliche Intelligenz ergänzt, was eine höhere **Konvergenz** der **physischen** und **digitalen Domänen** ermöglicht, wodurch ein hybrides Ökosystem für Unternehmen und Stakeholder entsteht. Im Mittelpunkt dieses Paradigmas steht die Vernetzung und Integration von Unternehmen, Partnern und Lieferketten, die durch das industrielle Metaverse ermöglicht wird.

Im Gegensatz zum Industrie 4.0 Paradigma, bei dem digitale Zwillinge primär in einzelnen Unternehmen zur Prozessoptimierung eingesetzt werden, ermöglicht das Industrial Metaverse die **Avatar-basierte Nutzung** in gemeinsamen

virtuellen Domänen. Dies bewirkt eine neue Form der digitalen Integration, bei der der **gesamte Wertschöpfungsprozess** und das **Geschäftsmodell virtuell modelliert** und in Austausch mit **internen** und **externen Stakeholdern** genutzt und optimiert werden können. *Abb. 1* zeigt die Entwicklung von Industrie 3.0 zu Industrie 4.0, hin zur Entstehung des Industrial Metaverse (Inhalte teilweise basierend auf *Bobier et al., 2022; Guibert, 2021; Meige/Eagar, 2023*).

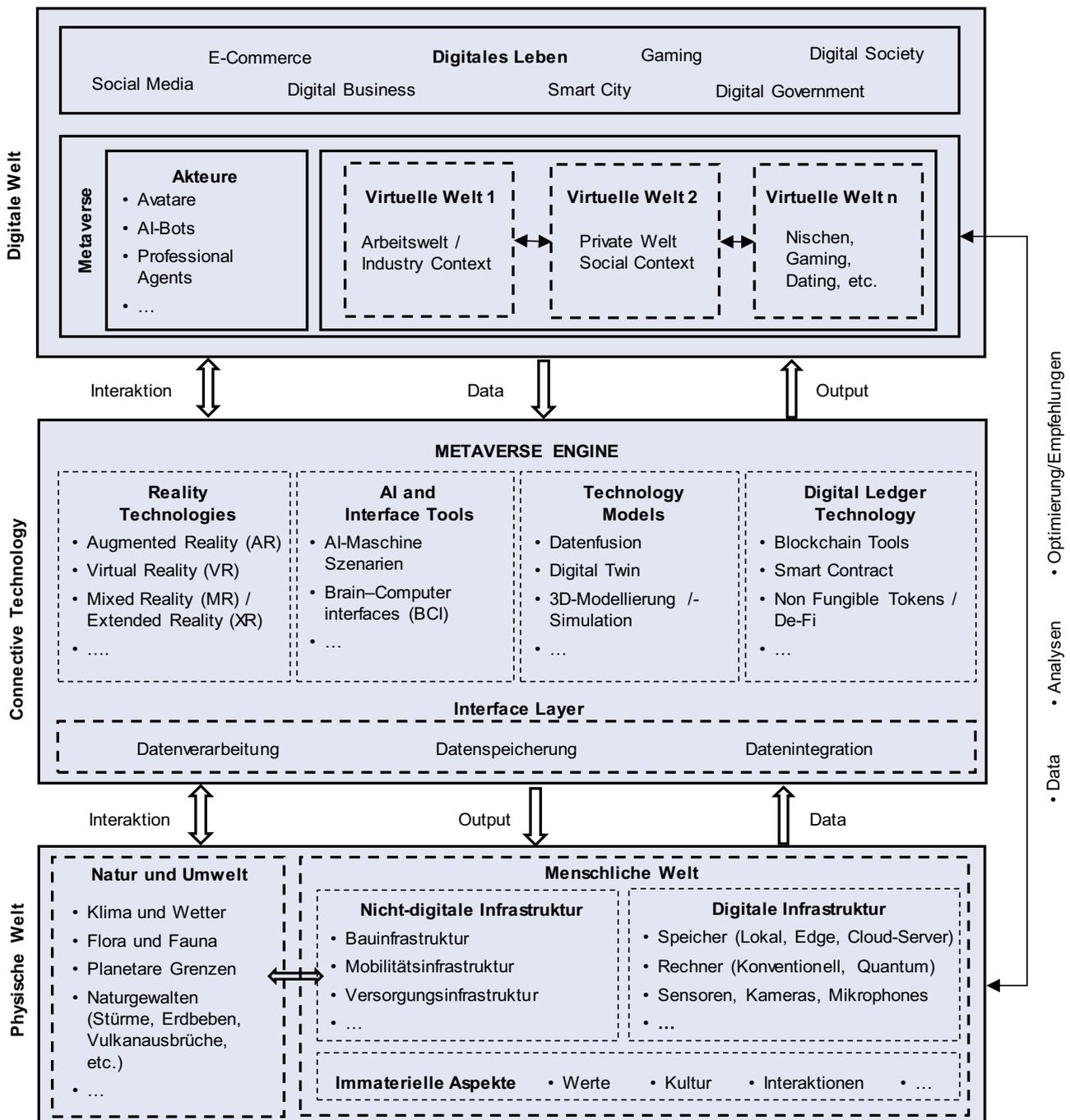
### 3. Funktionales Modell des Industriellen Metaverse

Die grundlegende Architektur des Industriellen Metaverse kann durch einen konzeptionellen Bezugsrahmen dargestellt werden, der drei hierarchische Ebenen umfasst: die **digitale Welt**, die **physische Welt** und die Ebene der **Verbindungstechnologien**. *Abb. 2* veranschaulicht das Zusammenspiel zwischen dem physischen und dem digitalen Bereich innerhalb des Metaverse-Umfelds (Inhalte teilweise basierend auf *Abdulsattar Jaber, 2022, S. 7; Mourtzis, 2023a, S. 6, 2023b, S. 1110*).



Quelle: *Wirtz, 2024, S. 286*.

Abb. 1: Entwicklung von der Industrie 3.0 zum Industrial Metaverse.



Quelle: Wirtz, 2024, S. 288.

Abb. 2: Industrial Metaverse-Framework.

Die **physische Welt** umfasst die natürliche Umwelt in ihrer Gesamtheit und beinhaltet Elemente wie Klima, biologische Vielfalt oder Naturphänomene. Sie umfasst auch vom Menschen geschaffene Strukturen und Merkmale, einschließlich **nicht-digitaler Infrastrukturen** wie Gebäude, Verkehrssysteme und Versorgungseinrichtungen sowie **digitaler Infrastrukturen** wie Datenspeicher, Computersysteme und Sensornetzwerke. Im Mittelpunkt dieser Domäne steht der Mensch als zentraler Akteur bei der Gestaltung und Interaktion, beeinflusst durch seine **Werte, kulturellen Normen** und **zwischenmenschlichen Beziehungen**.

Im Gegensatz dazu umfasst die **digitale Welt** eine Reihe von Komponenten, die zusammen das digitale Leben ausmachen und so unterschiedliche Bereiche wie **soziale Medien, E-Commerce-Plattformen, Smart-City-Initiativen, Spielumgebungen, digitale Behördendienste** und ein breiteres digitales gesellschaftliches Umfeld umfassen. Ein wesentlicher Bestandteil dieses Umfelds ist das Metaverse, eine digitale Welt, die eine Vielzahl von Entitäten beherbergt, darunter **Avatare**, die **Einzelpersonen** repräsentieren, **AI-gesteuerte Bots** und professionelle **digitale Agenten**. Diese Entitäten interagieren in verschiedenen virtuel-

len Umgebungen, die Bereiche wie **virtuelle Arbeitsplätze**, **digitale Marktplätze** und **Beschaffungsplattformen** umfassen.

Die Integration zwischen der physischen und der digitalen Welt wird durch die **Connective Technology Layer** erleichtert, die als Kanal für eine nahtlose Interaktion dient. Im Zentrum dieser Schicht steht die **Metaverse Engine**, die als vereinheitlichende Kraft für die verschiedenen Technologien fungiert, aus denen sich das industrielle Metaverse zusammensetzt. Dazu gehören **Reality Technologies** wie Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR) und Mixed Reality (MR)/Extended Reality (XR) sowie **AI-gesteuerte Werkzeuge** wie Brain-Computer Interfaces (BCI). Darüber hinaus tragen Technologiemodelle wie Datenfusion und 3D-Modellierung/Simulation in Verbindung mit **Digital Ledger-Technologien**, die Blockchain-Tools, Smart Contracts und **Non-Fungible Tokens (NFTs)/De-Fi** umfassen, zur Technologielandschaft des Metaversums bei. Entscheidend hierbei ist, dass die Schnittstellenebene eine effiziente **Verarbeitung, Speicherung und Integration** von Daten gewährleistet und einen nahtlosen Austausch zwischen virtuellen und physischen Domänen ermöglicht.

#### 4. Zusammenfassung und Ausblick

Die **Konvergenz** von **Sensorik, Automatisierung, künstlicher Intelligenz** und **virtueller Replikation** hat eine Ära eingeläutet, in der Unternehmen versuchen, nicht nur einzelne Produktionseinheiten, sondern ganze Wertschöpfungsketten und Geschäftsprozesse digital abzubilden. Dieser Wandel, der im Konzept des Industrial Metaverse zusammengefasst wird, steht für eine **symbiotische Beziehung** zwischen **physischen** und **digitalen Unternehmensbereichen**. Die Entwicklung des Industrial Metaverse, die insbesondere auf die Anfänge der **Digital Twin Technologie** und deren Anwendung in der Industrie zurückgeht, stellen hier wichtige Meilensteine dar. Ursprünglich auf die Spiegelung einzelner Anlagen fokussiert, entwickelten sich digitale Zwillinge zu umfassenderen organisatorischen Funktionen und legten damit den Grundstein für die Virtualisierung ganzer Wertschöpfungsketten.

Das Industrial Metaverse ist ein **digitales Abbild** von Unternehmen und Märkten, in dem die Grenzen zwischen physischer und digitaler Welt verschwimmen. Es umfasst nicht nur virtualisierte Anlagen, sondern auch Interaktionen im weiteren **Markt- und Kundenumfeld**. Diese Komplexität unterstreicht das **transformative Potenzial** des Industrial Metaverse. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, auch die Chancen und Risiken dieser Entwicklung zu sehen.

Das Industrial Metaverse bietet zahlreiche Chancen für Unternehmen, darunter verbesserte betriebliche Effizienz, **vo-rausschauende Wartung** und **flexibles Lieferkettenma-**

**nagement**. Virtualisierung ermöglicht **Rapid Prototyping**, **simulationsbasierte Entscheidungsfindung** und **beschleunigte Innovationszyklen**. Darüber hinaus erleichtert sie die Zusammenarbeit über große Entfernungen hinweg und erweitert die **Marktreichweite**, wodurch die Globalisierung und der grenzüberschreitende Handel gefördert werden.

Trotz seiner Potenziale geht die Nutzung des Industrial Metaverse einher mit deutlichen Risiken. Da sich Unternehmen zunehmend auf vernetzte **digitale Ökosysteme** verlassen, sind die Gefahren von Datenmissbrauch, Verstoß gegen die Privatsphäre und anderen Cyber-Bedrohungen groß. Darüber hinaus verschärft die **digitale Kluft** Ungleichheiten und wirft Fragen der Zugänglichkeit und Integration auf. Zudem kann der übermäßige Einsatz virtueller Simulationen zu **Selbstgefälligkeit** und einer **Abkopplung** von der **physischen Realität** führen, was in kritischen Sektoren erhebliche Risiken birgt (vgl. *Mourtzis/Angelopoulos/Panopoulos, 2023, S. 4*).

Das Industrial Metaverse wird die staatlichen, wirtschaftlichen und sozialen Ausgangsstrukturen deutlich verändern. Angesichts der Risiken steht der Staat vor der Herausforderung, **digitale Ökosysteme** zu regulieren und gleichzeitig Innovationen zu fördern und öffentliche Interessen zu schützen. Auf wirtschaftlicher Ebene verändert das Metaverse die Wertschöpfungs-, Vertriebs- und Konsummuster, was Anpassungsstrategien für Unternehmen erfordert. Auf gesellschaftlicher Ebene verändert es die Beschäftigungsdynamik, die Qualifikationsanforderungen und die **Mensch-Maschine-Interaktion**, was eine Anpassung der Gesellschaft an das digitale Paradigma erfordert. Das industrielle Metaverse stellt einen Paradigmenwechsel in der Art und Weise dar, wie Unternehmen digitale Ökosysteme gestalten und betreiben. Es bietet nicht nur neue Möglichkeiten für Innovation und Effizienz, sondern bringt auch erhebliche Risiken und Herausforderungen mit sich. Vor diesem Hintergrund ist ein **ganzheitlicher Ansatz** erforderlich, der technologischen Fortschritt mit **ethischen Erwägungen** und **gesellschaftlichem Wohlergehen** in Einklang bringt. Durch die Nutzung des Potenzials des Industrial Metaverse bei gleichzeitiger Eindämmung seiner Risiken können die Stakeholder eine Zukunft gestalten, in der digitale Innovation integratives Wachstum und Wohlstand fördert.

#### Literatur

- Abdulsattar Jaber, T.*, Security Risks of the Metaverse World, in: International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM), 16. Jg. (2022), S. 4–14.
- Bhattacharya, P., Saraswat, D., Savaliya, D., Sanghavi, S., Verma, A., Sakariya, V., Tanwar, S., Sharma, R., Raboaca, M. S., Manea, D. L.*, Towards future internet: The metaverse perspective for diverse industrial applications, in: Mathematics, 11. Jg. (2023), S. 941.

bitcom, Wegweiser in das Metaverse. Technologische und rechtliche Grundlagen, geschäftliche Potenziale, gesellschaftliche Bedeutung, Online im Internet: URL: [https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-07/220714\\_LF\\_Metaverse.pdf](https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-07/220714_LF_Metaverse.pdf) (Abrufdatum: 24.4.2024).

Bobier, J.-F., Mery, T., Robnett, S., Grebe, M., Feng, J., Rehberg, B., Woolsey, K., Hazan, J., The Corporate Hitchhiker's Guide to the Metaverse, Online im Internet: URL: <https://web-assets.bcg.com/85/18/a876a489473c98a41f406aa5ddfb/bcg-the-corporate-hitchhikers-guide-to-the-metaverse-27-apr-2022.pdf> (Abrufdatum: 07/08/2023).

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. K., Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy, in: International Journal of Information Management, 66. Jg. (2022), S. 102542.

Guibert, S., The Metaverse Opportunities for Business Operations – Drive Immersive, Augmented Experiences Across Your Organization, Online im Internet: URL: [https://prod.ucwe.capgemini.com/wp-content/uploads/2022/07/2022-07-22\\_Invent\\_Automotive-Metaverse-Pov\\_A4\\_Proof.pdf](https://prod.ucwe.capgemini.com/wp-content/uploads/2022/07/2022-07-22_Invent_Automotive-Metaverse-Pov_A4_Proof.pdf) (Abrufdatum: 7/8/2023).

Laß, D., Technologien und Use Cases für das (Industrial) Metaverse. Fakt oder Fiktion?, Online im Internet: URL: [https://www.iuk.fraunhofer.de/content/dam/iuk/de/Download/Technologien%20und%20Use%20Cases%20f%C3%BCr%20das%20\(Industrial\)%20Metaverse.pdf](https://www.iuk.fraunhofer.de/content/dam/iuk/de/Download/Technologien%20und%20Use%20Cases%20f%C3%BCr%20das%20(Industrial)%20Metaverse.pdf) (Abrufdatum: 24.4.2024).

Meige, A., Eagar, R., The Industrial Metaverse – Making the invisible visible to drive sustainable growth, Online im Internet: URL: [https://www.adlitle.com/sites/default/files/reports/ADL\\_BLUE%20SHIFT\\_Industrial\\_metaverse\\_2023\\_0.pdf](https://www.adlitle.com/sites/default/files/reports/ADL_BLUE%20SHIFT_Industrial_metaverse_2023_0.pdf) (Abrufdatum: 7/8/2023).

MIT Technology Review, Siemens, The emergent industrial metaverse, Online im Internet: URL: <https://ter.li/5k80kk> (Abrufdatum: 25.4.2024).

Mourtzis, D., Digital twin inception in the Era of industrial metaverse, in: Frontiers in Manufacturing Technology, 3. Jg. (2023a), S. 1155735.

Mourtzis, D., The Metaverse in Industry 5.0: A Human-Centric Approach towards Personalized Value Creation, in: Encyclopedia, 3. Jg. (2023b), S. 1105–1120.

Mourtzis, D., Angelopoulos, J., Panopoulos, N., Blockchain integration in the era of industrial metaverse, in: Applied Sciences, 13. Jg. (2023), S. 1353.

Prummer, M., Regnath, E., Singh, S., Kosch, H., From Virtual Worlds to Real-World Impact: An Industrial Metaverse Survey, in: K. Arai (Hrsg.), Advances in Information and Communication, Cham 2024, S. 592–613.

Ritterbusch, G. D., Teichmann, M. R., Defining the Metaverse: A Systematic Literature Review, in: IEEE Access, 11. Jg. (2023), S. 12368–12377.

Tantawi, K., Fidan, I., Huseynov, O., Musa, Y., Tantawy, A., Advances in industry 4.0: from intelligentization to the industrial metaverse, in: International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM) (2024), S. 1–12.

Wirtz, B. W., Digital Business. Strategien, Geschäftsmodelle und Technologien, 8. Aufl., Wiesbaden 2024.

# Sicher investieren.



||| vahlen.de/38063404

Bieg/Kußmaul/Waschbusch  
**Investition**

4. Auflage. 2025. XXX, 362 Seiten. Gebunden € 36,90  
ISBN 978-3-8006-7660-6 | **Neu im Januar 2025**

## Das Lehr- und Handbuch

setzt sich grundlegend und umfassend mit den Fragen der Investition und des Investitionsmanagements von Unternehmen auseinander, wobei die betriebswirtschaftlich gebotene Entscheidungsorientierung in den Mittelpunkt der Überlegungen gestellt wird.

”

Das Lehrbuch ist klar und übersichtlich gegliedert, die Ausführungen sind gut verständlich abgefasst und enthalten Zusammenfassungen zu zentralen Schwerpunkten. Anhand von Beispielen, einschließlich der Lösungsskizzen, werden konkrete Anwendungsmöglichkeiten für die einzelnen Rechenverfahren aufgezeigt (...) Fazit: Das Buch kann den von den Verfassern ins Auge gefassten Zielgruppen sehr gut empfohlen werden.

Bernd W. Müller-Hedrich, in: [www.rezensionen.ch](http://www.rezensionen.ch) 22.02.2016, zur Voraufgabe

Erhältlich im Buchhandel oder bei: [beck-shop.de](http://beck-shop.de)  
Verlag Franz Vahlen GmbH · 80791 München | [kundenservice@beck.de](mailto:kundenservice@beck.de)  
Irrtümer, Preisänderungen und Druckfehler vorbehalten.  
Preise inkl. MwSt. | 177954 | [linkedin.com/company/vahlen](https://www.linkedin.com/company/vahlen)

# Vahlen