



## Metaverse – immersive, cyberphysische Welten

Themenkurzprofil Nr. 63 | Robert Peters | Februar 2023

Unter dem Begriff Metaverse werden mögliche Erscheinungsformen immersiver, cyberphysischer Welten diskutiert. Aufmerksamkeit bekommt das Thema insbesondere infolge der 2021 bekannt gewordenen Umbenennung des US-Konzerns Facebook in Meta. Verbreitet sind Anwendungen des Metaverse bislang vor allem in der Spieleindustrie. Erste Einzelhändlerunternehmen bereits Versuche, im Metaverse Filialen zu eröffnen und hier neue Vertriebswege aufzubauen. Auch Industrieunternehmen entwickeln Metaverse-Anwendungen, die hier z.B. die Entwicklung neuer Produkte in einem virtuellen Raum möglich machen sollen. Technisch basiert das Metaverse auf der Konvergenz unterschiedlicher Technologien. Dazu zählen bandbreiten- und leistungsstarke Mobilfunknetze, Edge Computing, künstliche Intelligenz, Blockchain und Non-Fungible Token (NFTs), das Internet der Dinge, Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) sowie digitale Zwillinge. Neben ökonomischen Potenzialen werden einer zunehmenden Diffusion des Metaverse auch gesellschaftliche Potenziale beigemessen, etwa im Gesundheitsbereich. Eine systematische Untersuchung dieser Potenziale ist bislang nicht erfolgt. Risiken ergeben sich insbesondere aufgrund des immersiven Charakters in einer virtuellen Welt erlebter Eindrücke. So könnten die Aufmerksamkeitsressourcen von Nutzer/innen stark beansprucht werden und infolge dessen Diskurse in der digitalen Öffentlichkeit noch anfälliger für Desinformation werden. Gerade für besonders schutzbedürftige Gruppen wie Kinder dürften sich die schon im Internet existierenden Gefahren wie Pädokriminalität verstärken. Für politische Entscheider/innen stellt sich die Herausforderung, wie vor dem Hintergrund einer bislang unzureichenden Evidenz die Potenziale des Metaverse für Wirtschaft und Gesellschaft genutzt werden können und gleichzeitig den Risiken wirksam und vorausschauend begegnet werden kann.

### Hintergrund und Entwicklung

Mit cyberphysischen Welten wird die Hoffnung assoziiert, zahlreiche bereichernde Erfahrungen machen zu können (Rathenau Institut 2022a), auf eine neue Weise immersiv im digitalen Raum mit Menschen zu kommunizieren und neue Möglichkeiten der Erzeugung von Einkünften zu kreieren (Rathenau Institut 2022b). Die Visionen und Erwartungen an eine immersive cyberphysische Welt sind vielfältig und heterogen und betreffen sowohl Privat- als auch Arbeitsleben ebenso wie industrielle und Geschäftsprozesse. Aufmerksamkeit erfahren immersive, virtuelle Welten seit 2021 im Zusammenhang mit der Umbenennung von Facebook in Meta (Google 2022). Seitdem werden die Chancen wie auch die Herausforderungen, die mit virtuellen Welten assoziiert werden, zunehmend in der Öffentlichkeit diskutiert.

Mit digitalen Technologien realisierte, virtuelle Welten sind bereits seit Jahrzehnten Gegenstand wissenschaftlich-technologischer Entwicklung und kultureller Betrachtungen. Der Begriff Metaverse wurde erstmals 1992 von Neal Stevenson in seinem Roman „Snow Crash“ verwendet. Dort beschreibt er das Metaverse als einen dreidimensionalen, virtuellen Raum, in dem Menschen mittels Avataren ebenso miteinander wie auch mit softwarebasierten Agenten interagieren. Innerhalb der von Stevenson beschriebenen Welt können Nutzer/innen neue virtuelle Gegenstände erstellen. Dabei macht Stevenson auf ein mögliches Spannungsfeld zwischen dem Eigentumsanspruch von Spieler/innen einerseits und den Betreibern des Metaverse andererseits aufmerksam (Park/Kim 2022, S. 4214). Der Roman ist eine kulturelle Reflexion der technischen Entwicklung der vorausgegangenen eineinhalb Jahrzehnte vor allem aus dem Bereich der Computerspieleindustrie.

Erste virtuelle Spielwelten entstanden in den späten 1970er Jahren (McKinsey 2022, S. 12). Diese konnten ab

Mitte der 1980er Jahre mit einem Avatar – also einem den Spieler repräsentierenden virtuellen Charakter – erkundet werden (Downey 2014, S.57f.). Ab Ende der 1980er Jahre wurde es möglich, über die Erstellung von Inhalten und Objekten mit der virtuellen Welt zunehmend zu interagieren (Downey 2014, S.58f.). Einen Meilenstein der Entwicklung markierte 2003 die Plattform „Second Life“, weil damit technisch erstmals die Realisierung von Konferenzen und Seminaren im virtuellen Raum möglich wurde (Gollmer 2021). Mit Google Street View wurde 2007 die erste umfassende digitale Repräsentanz der physischen Welt für

Nutzer/innen zugänglich (Marr 2021). Google Street View schuf dabei noch kein hochgradig immersives Erlebnis, wie sie heutige Visionen des Metaverse beschreiben, generierte jedoch erstmals eine dreidimensional erfahrbare Version einer Landkarte. Wie virtuelle und physische Welt immersiv miteinander verschmelzen können, zeigte erstmals das 2016 in Deutschland erschienene Spiel „Pokémon Go“. Dabei bewegen sich Nutzer/innen mit ihrem Smartphone und einer AR-App durch die physische Welt, um an bestimmten geografisch festgelegten Orten Monster zu jagen (Moorstedt 2017). Mit dem Spiel wurden konkrete Auswir-

## Technische Grundlagen des Metaverse

	<p><b>Netzwerke</b> Bandbreitenstarke und niedriglatente Netzwerke (z.B. Glasfaserinternet, 5G und 6G) ermöglichen eine unterbrechungsfreie Kommunikation, die für die Realisation einer immersiven Teilnahme an virtuellen Welten unerlässlich ist (z.B. keine Unterbrechungen/Ton- und Bildstörungen bei der Erkundung einer virtuellen Welt).</p>
	<p><b>Edge Computing</b> Digitale Endgeräte wie Smartphones, Tablets und VR-/AR-Brillen mit hoher Rechenleistung sind erforderlich, um den Betrieb komplexer Applikationen und ein latenzfreies, immersives Wahrnehmungserlebnis zu ermöglichen (z.B. störungsfreie Erkundung virtueller Welten).</p>
	<p><b>Künstliche Intelligenz</b> Für die Realisation des Metaverse ist vor allem die Computer Vision relevant. Darunter versteht man meist KI-gestützte Technologien, die eine visuelle Lokalisation ermöglichen (etwa auf einer virtuellen Landkarte), Mimik, Gestik und Bewegungen sowie Objekte erkennen, Entfernungen abschätzen und Handlungen von Subjekten interpretieren können (z.B., um einen Avatar mittels Körperbewegung zu steuern). Auch Technologien für die gezielte Manipulation von Bildern fallen darunter, wenn beispielsweise virtuelle Objekte in das Bild einer realen Umgebung eingefügt (augmentiert) werden, etwa beim Spiel „Pokémon Go“.</p>
	<p><b>Blockchain und NFTs</b> Via Blockchain können im Metaverse z.B. dezentrale Datenhaltungs- sowie sichere Datenteilungskonzepte realisiert und Interoperabilität sichergestellt werden. Den größten potenziellen Mehrwert bietet die Blockchain jedoch, indem darüber virtuelle Vermögenswerte abgesichert werden, etwa ein digitales Kleidungsstück für einen Avatar. So können die Einzigartigkeit und der Besitzanspruch an einem virtuellen Vermögenswert verifiziert werden.</p>
	<p><b>Internet der Dinge</b> Das Internet der Dinge (Internet of Things – IoT) schafft über die Vernetzung von Entitäten (etwa autonome Fahrzeuge, Roboter) eine zentrale Voraussetzung für eine wirksame Verschmelzung von physischer und digitaler Welt. So lassen sich mittels IoT z.B. virtuelle Umgebungen für robotische Systeme kreieren und dadurch die Mensch-Roboter-Interaktion weiterentwickeln.</p>
	<p><b>Erweiterte Realität (Extended Reality – XR)</b> VR, AR und Holografie ermöglichen es Menschen, das Metaverse immersiv zu erfahren, virtuelle Welten zu erkunden und ihr physisches Umfeld auf neue, erweiterte (augmentierte) Weise zu erfahren, indem etwa Informationen digital in ihr Sichtfeld eingefügt werden.</p>
	<p><b>Digitaler Zwilling</b> Digitale Zwillinge repräsentieren Objekte wie das digitale Abbild einer Maschine und Subjekte der physischen Welt, z.B. den Avatar eines Menschen. Dabei kann zwischen digitalen Modellen (einfache digitale Repräsentanz, ohne Interaktion zwischen physischer und digitaler Welt, z.B. ein 3-D-Rundgang durch ein Museum), digitalem Schatten (digitale Repräsentanz, die ihre Eigenschaften verändert, wenn sich die Eigenschaften des physischen Objektes ändern, etwa beim Livemonitoring des Betriebs einer Maschine oder Anlage) und einem digitalen Zwilling (digitale Repräsentanz, die ihre Eigenschaften verändert, wenn sich die Eigenschaften des physischen Objektes ändern und umgekehrt, wie bei der Lokalisation von Fahrzeugen in einer Car-Sharing-App).</p>

Quellen: Lee et al. 2021, Peters et al. 2022

kungen einer durch XR erzeugten Verschmelzung von virtueller und physischer Welt sichtbar: In Düsseldorf kamen tagtäglich so viele Spieler/innen mit ihren Smartphones an eine Brücke in der Innenstadt, dass die Stadtverwaltung diese für den Autoverkehr sperren musste, um die Verkehrssicherheit aufrechtzuerhalten (Berkemeyer 2016).

Aufmerksamkeit erfährt das Metaverse vor allem infolge der Umbenennung von Facebook in Meta im Jahr 2021. Marc Zuckerberg kündigte in diesem Zusammenhang eine Anfangsinvestition von mehr als 10 Mrd. US-Dollar für die Entwicklung einer immersiven, virtuellen Welt an (McKinsey 2022, S.18; SPIEGEL Online 2021). Dabei bleibt das Interesse am Thema nicht auf den Meta-Konzern beschränkt. Offenbar halten auch viele andere Unternehmen das Metaverse für ein zumindest ökonomisch vielversprechendes Projekt. Hierfür spricht, dass sich von 2021 auf 2022 die weltweiten Investitionen in die Entwicklung des Metaverse auf rund 120 Mrd. US-Dollar verdoppelten (McKinsey 2022). Seit 2022 mehren sich jedoch Zweifel, ob die futuristischen Visionen, die vor allem von Mrd. US-Dollar an Investitionen großer Digitalkonzerne befeuert werden, sich tatsächlich realisieren lassen (Hurtz 2022). So fehlt aktuell noch ein einheitliches Verständnis davon, was das Metaverse ist und ob es sich bei diesem Phänomen tatsächlich um ein relevantes Zukunftsthema handelt (Peters et al. 2022, S.12).

#### **Ausgangspunkte zur Beschreibung des Metaverse**

Seit der erstmaligen Verwendung des Begriffs Metaverse im Jahr 1992 lassen sich mehr als 50 verschiedene Definitionen identifizieren (Park/Kim 2022, S.4215). Dabei wird

der Fokus teils auf die eingesetzten Technologien gelegt (z.B. Metaverse als eine mithilfe von AR- und VR-Technologien erschaffene Welt), teils auf die Funktionalitäten (z.B. Metaverse als immersive Erfahrung virtueller Welten) oder auf das Phänomen als Ganzes (z.B. Metaverse als neue Form des Internets).

Eine übergreifende Definition liefern Lee et al. 2021. Sie beschreiben das Metaverse als eine virtuelle Umgebung, in der physische und digitale Entität verschmelzen. Dabei lassen sich verschiedene Technologien als Grundlage für das Metaverse identifizieren (Infokasten) (Lee et al. 2021; Peters et al. 2022).

Über diese Beschreibung der technischen Grundlagen ist das Metaverse jedoch nur begrenzt zu erklären, da es erst über die fortschreitende Konvergenz, also das zielgerichtete Zusammenwirken dieser technischen Elemente entsteht (Peters et al. 2022). Viel eher lässt sich das Metaverse über seine Eigenschaften begreifen. In Anlehnung an Borbier et al. (2022) kann das Metaverse als eine cyberphysische Welt verstanden werden, die sich wie folgt charakterisieren lässt:

- dauerhaft und kontinuierlich (nicht pausierend, nicht zurücksetzbar),
- synchron und live (in Echtzeitsynchronität von physischer und virtueller Welt),
- simultan (multiple Akteure interagieren gleichzeitig und parallel),
- immersiv (Akteure tauchen in eine mit vielen Sinnen erfahrbare virtuelle Welt ein),



- ökosystembasiert (unterschiedliche Akteure erstellen und konsumieren physischen und virtuellen Content<sup>1)</sup> und
- vielfältig (Koexistenz kommerzieller und nichtkommerzieller Angebote)

### Grenzen von virtueller und physischer Welt verschwimmen

Das Metaverse wird in der bisherigen Debatte auch als „nächste Evolutionsstufe des Internets“ bezeichnet (atp magazin 2022). Das Metaverse sei demnach vergleichbar mit „dem Aufkommen des stationären Internets der 1990er Jahre und der späteren Entstehung des mobilen Internets Mitte der 2000er“ (atp magazin 2022). Das stationäre Internet ermöglichte erstmals eine Vernetzung über den Zugangspunkt des Personal Computers (PC). Das disruptive Potenzial des stationären Internets zeigte sich z.B. im Aufkommen des Onlinevertriebs über Webshops. Dank drahtloser Internetverbindung und internetfähiger mobiler Endgeräte (Smartphones) schuf das mobile Internet die Möglichkeit, digitale, internetbasierte Services wie soziale Netzwerke und Musikstreaming ortsunabhängig zu nutzen. Das Metaverse und die damit einhergehenden Veränderungen könnten sich als neue Entwicklungsstufe der digitalen Transformation in Gesellschaft und Wirtschaft herauskristalisieren (Peters et al. 2022). Mit dieser Entwicklung deutet sich ein Paradigmenwechsel an in der Art und Weise, wie Menschen im Internet agieren. Bereits in den vergangenen Jahren zeigte sich, dass sich Menschen im Internet auch anders als lediglich schriftlich ausdrücken (Interview Heesen). So findet im mobilen Internet schon seit Jahren Kommunikation verstärkt durch Bildinhalte statt: z.B. per Smiley, Icon, Meme, GIF oder Reel<sup>2</sup>. Das Metaverse könnte nun eine neue Qualität der Interaktion im Netz ermöglichen. Der Mensch kann hier erstmals, verkörpert durch Avatare und immersiv erfahrbar mit XR, in das Internet eintreten (Interview Heesen u. Rostalski). Daher wird das Metaverse bereits als „verkörpertes Internet“ (Embodied Internet) bezeichnet (Credit Suisse 2022). Die Folge: Während bislang von vielen Nutzer/innen vergleichsweise klar zwischen analoger und digitaler Welt unterschieden wird, könnten künftig die Grenzen verstärkt verwischen oder sogar beide Welten verschmelzen (Interview Rostalski; Thiem 2022).

### Gegenwärtige und künftige Anwendungsszenarien

Anwendungsbeispiele für das Metaverse gibt es schon heute in den unterschiedlichsten Gesellschaftsbereichen. Teilweise sind sie bereits Realität, überwiegend befinden sie sich noch in Entwicklung. Nachfolgend werden bereits existierende sowie künftig denkbare Anwendungsfälle für das Metaverse exemplarisch beschrieben.

- 1 Siehe Anwendungsbeispiel im Gamingsektor: Nutzer/innen können auf Spieleplattformen wie „Roblox“ schon heute eigene Spiele entwickeln und zur Verfügung stellen.
- 2 Kurzvideo mit Musikunterlegung

### Gaming

Virtuelle Welten haben ihren Ursprung in der Spieleindustrie. Sie zeigen heute am deutlichsten, welche Potenziale im Metaverse liegen könnten. Mit rund 350 Mio. Nutzer/innen im Jahr 2021 und einem Jahresumsatz von rund 5,1 Mrd. US-Dollar (Bobier et al. 2022, S. 3) ist „Fortnite“ gegenwärtig die mit Abstand größte Plattform. Dabei handelt es sich um eine 3-D-Spielewelt, basierend auf dem Prinzip eines kooperativen Überlebensshooters. Ein weiteres Beispiel ist „Roblox“. Hier können Nutzer/innen mit einem einfachen Programmiersystem aus virtuellen, Lego-ähnlichen Bausteinen eigene Spielelemente entwickeln oder auch ganze Spiellandschaften kreieren (Vanbrocklin 2012) und gemeinsam mit anderen erleben (Spieleratgeber NRW o.J.). „Roblox“ hatte Ende 2021 fast 50 Mio. aktive tägliche Nutzer/innen weltweit und verzeichnete 2020 einen Umsatz von rund 920 Mio. US-Dollar. Die genannten Beispiele aus der Spieleindustrie werden auch als Metawelten bezeichnet. Metawelten schaffen virtuelle Gemeinschaften und Inhalte, die basierend auf durch den Anbieter festgelegten Spielregeln und mit einem Benutzerkonto genutzt werden können (Bobier et al. 2022, S. 3).

### Social Media

Das Unternehmen Meta proklamiert in seiner Kommunikation offensiv, dass Interaktionen, die heute über Social Media erfolgen, in Zukunft im Metaverse stattfinden werden. Während der ehemalige Facebook-Konzern jedoch gegenwärtig wirtschaftlich unter Druck gerät (Tagesschau.de 2022), zeigen andere Plattformen, dass die Idee einer Metaverse-Version von sozialen Medien tatsächlich realistisch ist und es Nutzer/innen gibt, die solche Angebote in Anspruch nehmen. Beispielsweise hat die südkoreanische Plattform „Zepeto“ bis zu 20 Mio. aktive monatliche Nutzer/innen, hauptsächlich aus Südkorea, Japan und China (Davies/Song 2022). Nutzer/innen können hier gemeinsam mit Freund/innen fiktive virtuelle Welten erkunden, mitei-



ander kommunizieren und virtuelle Erlebnisse wie Konzertveranstaltungen teilen (Wojtczak 2022).

### **Einzelhandel und E-Commerce**

Einzelhandels- und E-Commerce-Unternehmen beginnen schon heute, das Metaverse als einen neuen Weg zu nutzen, Kund/innen für ihre Marken zu begeistern. Adidas, Burberry, Gucci, Tommy Hilfiger, Ralph Lauren, Nike, Walmart, Samsung, Louis Vuitton und viele andere bekannte Unternehmen haben mittlerweile erste Metaverse-Filialen eröffnet (Murad/Smale 2022). Hier können Kund/innen bereits einige physische und virtuelle Produkte, z.B. NFT-basierte, virtuelle Kleidung, erwerben und anprobieren (Wojtczak 2022). Das Metaverse könnte so den anhaltenden Trend zum Omni-Channel-Vertrieb, also die nahtlose Integration digitaler und analoger Vertriebskanäle, stärken und sich dauerhaft als ergänzender Vertriebsweg neben dem klassischen Onlinevertrieb und dem stationären Handel etablieren (Peters et al. 2022, S.6).

### **Gesundheitswesen**

Den Gesundheitssektor hebt die EU-Kommission als ein wesentliches Potenzialfeld für den möglichen gesellschaftlichen Nutzen des Metaverse hervor (Rusch 2022). Eine erste Analyse konkreter Effekte auf diesen Sektor zeigt: Durch das Metaverse könnten digitale medizinische Angebote eine neue Entwicklungsstufe erreichen. Entsprechende Visionen werden auch unter den Begriffen „decentral medical internet of things“ und „metaverse of medical technology and AI“ diskutiert (Peters et al. 2022, S.9). So werden in Forschungsprojekten bereits Versorgungskonzepte entwickelt, die darauf abzielen, pflegerische und medizinische Versorgung stärker in den Alltag von Menschen zu integrieren. Dadurch könnte es gelingen, Versorgung von zu pflegenden Menschen verstärkt vom Krankenhaus oder der Pflegeeinrichtung (Point of Care) in das Lebensumfeld von Menschen zu integrieren, etwa in ihr Zuhause oder den Arbeitsplatz. Dabei helfen etwa die über VR und Robotik realisierte, virtuelle Präsenz von medizinischem Fachpersonal, die robotische Assistenz in den eigenen vier Wänden (BMBF o.J.b) oder die Nutzung von In-Home-Gesundheitssensorik, etwa zur Erkennung von medizinischen Notfällen in der Wohnung (BMBF o.J.a). Im Bereich der klinischen Medizin könnten künftig Patient/innen z.B. über eine bevorstehende Operation aufgeklärt werden, indem sie die Operation vorab virtuell erleben. Zudem könnte das medizinische Personal mit AR und VR bei der Durchführung medizinischer Eingriffe unterstützt werden (Peters et al. 2022, S.9 ff).

### **Industrie**

Unternehmen arbeiten bereits heute an immersiven Anwendungen für das Industrial Metaverse. Perspektivisch sollen Beschäftigte dabei in virtuellen Arbeitsumgebungen mit digitalen Modellen gemeinsam an der Entwicklung von Produkten oder Prozessen arbeiten (Peters et al. 2022, S.7 ff.). So realisieren der Autobauer BMW und

NVIDIA, ein Entwickler von Grafikprozessoren, ein System zur virtuellen Fabrikplanung, bei welchem alle vorgesehenen Anlagen und Prozesse digital abgebildet werden, um Arbeitsabläufe zu optimieren (BMW Group 2021). Neben immersiv erfahrbaren Produktionshallen sollen bei Siemens auch Produktkonzepte – Entwurf, Testing und inkrementelle Anpassung – künftig rein virtuell entwickelt werden können (Papadopoulos 2022).

### **Bildung und Weiterbildung**

Nachdem schon Anfang der 2000er Jahre in der virtuellen Welt „Second Life“ Ansätze für Seminare in virtuellen 3-D-Umgebungen erprobt wurden (Gollmer 2021), könnte das Metaverse künftig mithilfe immersiver Technologien weitere Potenziale für Bildung und Weiterbildung schaffen (Niklowitz 2022). Neben der Nachbildung formeller Lehr-Lern-Settings (z.B. virtuelle Klassenräume oder Vorlesungen) könnten im Metaverse komplexe und interaktive Lernumgebungen immersiv realisiert werden, indem physische Arbeitsvorgänge VR-gestützt nachvollzogen werden. In der Industrie könnte damit künftig etwa die Bedienung von Maschinen erlernt werden, in der Medizin Personal orts- und zeitpunktunabhängig therapeutische Techniken einüben, ohne physischen Kontakt zu infektiösen Menschen oder Material (Peters et al. 2022; Sandrone 2022). Inwiefern sich diese bislang diskutierten Potenziale in der Praxis realisieren lassen, ist nicht klar. Erste Ansätze immersiver Lernarrangements gibt es jedoch bereits. So setzt die Hochschule Karlsruhe (2022) z.B. ein immersives Vorlesungskonzept in der Praxis um. Dabei wird nicht nur eine klassische Vorlesungssituation im virtuellen Raum nachempfunden. Vielmehr interagieren Studierende in der Lehrveranstaltung auch in virtuellen Experimentier- und Pausenräumen miteinander. Technisch möglich wird dies durch VR-Brillen und Avatare. Auch das Unternehmen T-Systems erprobt immersive Trainings für Vertriebsmitarbeiter/innen, bei denen Vertriebsstrategien von Beschäftigten gemeinsam erlernt werden können, die sich an unterschiedlichen Orten der Welt befinden (Buchwald/Droste 2022).

### **Grafikqualität und Gamification machen den Unterschied**

Für die meisten der zuvor beschriebenen Anwendungen des Metaverse stellt vor allem die im Vergleich zu bisherigen 3-D-Darstellungen hohe Grafikqualität einen entscheidenden Qualitätssprung dar. So ist z.B. virtuelle Produkt- und Fabrikplanung schon seit vielen Jahren im Prinzip möglich und wird in der Praxis bereits realisiert. Industrial-Metaverse-Anwendungen, wie sie z.B. von NVIDIA mit dessen „Omniverse“ für BMW entwickelt werden, greifen auf Grafiksysteme und Algorithmen zurück, wie sie bislang vor allem in der Spieleindustrie zum Einsatz kommen und den dortigen hohen Anforderungen an Grafikleistung entsprechen. BMW verspricht sich durch diese Übertragung der Systeme aus der Consumerindustrie auf die Planung der industriellen Produktion vor allem eine Darstellungs- und Interaktionsqualität, die nicht nur Expert/innen, sondern alle in der Produktion wirkenden Menschen in einen in-

teraktiven Planungsprozess einbeziehen kann (Interview Piller). Doch nicht nur bei den technischen Grundlagen bedienen sich Unternehmen und Anbieter entsprechender Services aus der Spieleindustrie. Ob beim virtuellen Self-monitoring von Gesundheitsdaten oder bei der kokreativen Produktentwicklung im virtuellen Raum: Im Metaverse werden häufig spieletypische Elemente und Anreizmechanismen genutzt (Gamification) (Peters et al. 2022, S.3 ff.).

## Gesellschaftliche und politische Relevanz

### Ethische und soziale Folgen

Die sozialen und ethischen Implikationen einer zunehmenden Nutzung des Metaverse sind bislang nicht umfassend und systematisch analysiert (Peters et al. 2022, S.10). Unterrepräsentiert ist vor allem die Betrachtung möglicher positiver Effekte, etwa hinsichtlich Teilhabechancen. Die Europäische Kommission (2022) spricht in ihrem Jahresprogramm für 2023 abstrakt von gesellschaftlichen Potenzialen und verweist auf ausgewählte Anwendungskontexte wie den Gesundheitssektor. Auch der Deutsche Bundestag setzt sich bereits mit dem Thema auseinander. Der Ausschuss für Digitales (2022) führte am 14. Dezember 2022 eine öffentliche Anhörung zum Thema „Web 3.0 und Metaverse“ durch.

Hinsichtlich potenzieller gesellschaftlicher und ethischer Risiken wird neben Gesundheitsauswirkungen und Fragen eines gerechten und inklusiven Zugangs bislang vor allem auf Folgen für Grundrechte, demokratische Diskurse, Verfahren und Prozesse hingewiesen (Hermann 2022). Das Metaverse könnte noch mehr Aufmerksamkeitsressourcen beanspruchen als bisherige Social-Media-Plattformen und dadurch die Autonomie, die Selbstbestimmung und das kritische Denken der Nutzer/innen beeinträchtigen (Wintermayr 2021). Nicht nur würde dies eine systematische Unterminierung von Grundrechten darstellen, sondern auch ein Problem für demokratische Strukturen bewirken. Durch ein zentralisiertes und privatisiertes Metaverse könnten Diskurse gesteuert, Desinformation verbreitet und kollektive Willensbildungsprozesse beeinträchtigt werden (Hermann 2022).

Während diese Risiken primär aus der Skalierung der negativen Effekte von sozialen Medien und digitaler Öffentlichkeit abgeleitet werden (Peters et al. 2022), lassen sich auch für den Bereich psychologischer Effekte Hinweise finden, dass bestehende Risiken digitaler Anwendungen durch das Metaverse verstärkt werden können. Bereits auf klassischen Social-Media-Plattformen haben ihre individuellen Erfahrungen weitreichende psychische Auswirkungen auf Nutzer/innen. So werden Beleidigungen im Internet von Betroffenen als ähnlich verletzend empfunden wie körperliche Übergriffe in der physischen Welt (Interview Rostalski). In immersiven Welten haben virtuelle Erlebnisse eine noch größere Wirkung auf die Nutzer/innen. Gewaltdarstellungen



gen werden beispielsweise stärker empfunden. Auch bei der zwischenmenschlichen Kommunikation in immersiven Welten kommen Effekten wie der Suggestivkraft – also die starke psychische, emotionale Wirkung und Beeinflussung eines Menschen – eine deutlich stärkere Wirkung zu (Interview Rostalski). Dies ist auf die empfundene weitaus geringere Distanz zwischen Menschen und virtueller Welt zurückzuführen, wie etwa bei einem immersiven 3-D-Erlebnis (Gjon 2019) z.B. im Vergleich zum Rezipieren eines Textes oder dem Konsum eines Videos (Jantschewski 2018).

Erhebliche Risiken bestehen im Metaverse auch im Zusammenhang mit virtuellen, körperlichen Übergriffen, sexueller Gewalt oder Gewalt gegenüber Kindern. Ein Übergriff kann dabei schon darin bestehen, dass Nutzer/innen mit ihren Avataren durch die Avatare anderer hindurchlaufen oder sich diesen sehr stark annähern. Dies kann dazu führen, dass Betroffene ihre Avatare nicht normal nutzen können und sie sich in ihrer virtuellen Verkörperung nicht respektiert fühlen (Interview Heesen). Bereits in den 2000er Jahren wurde von Fällen in der virtuellen Welt „Second Life“ berichtet, bei denen sich Erwachsene mittels ihrer Avatare auf unangemessene Weise den Avataren von Kindern näherten (Stöcker 2007). Im Metaverse könnten nun aufgrund des immersiven Charakters heutiger virtueller Welten realitätsnah fiktive sexuelle Handlungen mit und an Kindern ausgeführt werden (Faehling 2021). Während bereits heute fiktionale bzw. wirklichkeitsnahe Kinderpornografie in der Strafverfolgung bekannt ist (Faehling 2021), gilt auch bei solchen Inhalten, dass bei einer immersiven Realisierung die Wirkung dieser Inhalte deutlich verstärkt werden könnte, wodurch nicht zuletzt der Jugendmedienschutz berührt ist (Interview Heesen).

Auch bezogen auf die Diversität ergeben sich im Metaverse Risiken für eine scheinbare Inklusion. Es besteht etwa die Möglichkeit einer bloß fiktiven Repräsentation gesellschaftlicher Gruppen durch Dritte. So könnte ein Anbieter im Metaverse bewusst Avatare nutzen, die als People of

Color gelesen werden können, die jedoch von Menschen gesteuert werden, die nicht zu dieser Gruppe gehören (Interview Heesen).

### Ökonomische Implikationen

Ökonomisch ergeben sich für Unternehmen in Deutschland sowohl im Endkunden- (B2C) als auch im Geschäftskundensegment (B2B) erhebliche Potenziale (Peters et al. 2022). Das Metaverse bietet im B2C-Segment die Chance für Unternehmen, neue Zielgruppen zu erreichen. Für das Segment B2B hingegen dürften sich vor allem neue Wertschöpfungspotenziale im Bereich industrieller Dienstleistungen ergeben. So könnten Industrieunternehmen künftig einen wachsenden Anteil ihres Umsatzes mit Dienstleistungen (z.B. Fernwartung, Inlineoptimierung<sup>3</sup>) und einen schrumpfenden Anteil mit dem Verkauf physischer Maschinen generieren (Peters et al. 2022, S.8).

Wirtschaftliche Risiken für Unternehmen in Deutschland könnten neben Betrugs- und Reputationsrisiken insbesondere daraus resultieren, dass sich auch im Metaverse über Netzwerk- und Skaleneffekte Monopole realisieren, wie sie bereits aus der aktuellen Internetwirtschaft bekannt sind, etwa bei Suchmaschinen, sozialen Netzwerken und Cloud-diensten (Peters et al. 2022). Die Realisierung ökonomischer Potenziale dürfte dadurch unterstützt werden, dass Unternehmen und Staaten sich aktiv an der Entwicklung offener Standards beteiligen (Interview Piller). The Metaverse Standards Forum, eine internationale Initiative von mehr als 1.800 Unternehmen, Standardisierungsorganisationen und Wissenschaftseinrichtungen (Stand: November 2022), stellt die aktuell mitgliederstärkste Initiative zur Schaffung offener Metaverse-Standards dar (Lawton 2022). Eine weitere Voraussetzung dafür, dass sich ökonomische Potenziale des Metaverse verwirklichen lassen, ist die Verfügbarkeit von Fachkräften und Expert/innen in den Bereichen Spieleentwicklung, 3-D-Modellierung und User-Experience-Design in Deutschland.

### Ökologische Implikationen

Die ökologischen Folgen einer verstärkten Adaption des Metaverse sind bislang nur sehr bedingt absehbar. Ein positiver Effekt könnte daraus resultieren, dass das Metaverse neue Möglichkeiten bietet, über immersives Erleben noch eindrücklicher die Folgen des Klimawandels zu verdeutlichen – sozusagen spürbar zu machen – und dadurch Aufmerksamkeit und Bewusstsein für die Gefahr zu stärken. Damit ist das Metaverse auch für Natur- und Umweltschutzorganisationen eine potenzielle Plattform für ihre Aktivitäten, die manche Organisationen bereits heute nutzen (Süddeutsche Zeitung 2022; t3n 2022).

Auch über eine Veränderung des Konsums könnte das Metaverse positive Effekte auf die Umwelt erzielen, etwa,

wenn sich Konsumgewohnheiten künftig weg von physischen Produkten hin zum Konsum digitaler Dienstleistungen und Produkte verschieben würde (Peters et al. 2022, S.11). Ob ein solcher Wandel jedoch tatsächlich erfolgen wird und ob die Umweltbilanz virtueller Vermögenswerte besser abschneidet als diejenige physischer Vermögenswerte, ist bislang nicht abzuschätzen.

Absehbar sind allerdings die Herausforderungen für den Ressourcenverbrauch, die sich aus einer stärkeren Adaption des Metaverse ergeben. Bereits heute verbrauchen Informations- und Kommunikationstechnologien erhebliche Summen Energie, die in den kommenden Jahren weiter steigen werden (TAB 2022). Umso mehr geben neueste Berichte des Halbleiterherstellers Intel Anlass zur Sorge, wonach die für eine weltweite Diffusion des Metaverse perspektivisch erforderlichen Rechenkapazitäten die heute verfügbaren um den Faktor 1.000 übersteigen werden (Gartenberg 2021; Intel 2021; Klaiber 2022).

### Regulatorische Implikationen

Die juristische Auseinandersetzung mit der Frage, welche regulatorischen Bedarfe sich perspektivisch aus dem Metaverse ergeben könnten, steht noch am Anfang. Bisher diskutierte künftige Erscheinungsformen immersiver virtueller Welten scheinen zumindest kurzfristig keine spezifischen neuen Rechtsnormen zu erfordern (Interview Rostalski). Dies gilt auch für die jüngst veröffentlichten Rechtsakten Gesetz über digitale Dienste und Gesetz über digitale Märkte (Interview Rostalski). Auch Vorfälle, die spezifisch im Metaverse auftreten könnten, sind durch diese Gesetze erfasst. Lläuft ein Avatar einer Person durch den Avatar einer anderen Person hindurch, könnte dies bereits auf Grundlage heutigen Rechts als Beleidigung beurteilt werden. Damit würden entsprechende Handlungen vermutlich schon heute als strafbar gelten (Interview Rostalski). Wenn – wie bisherige Erkenntnisse nahelegen – in immersiven, virtuellen Welten Übergriffe (z.B. Beleidigungen) ein höheres Leidempfinden bei Betroffenen auslösen, als dies bislang im digitalen Raum der Fall war, könnte es künftig nötig werden, den Strafrahmen auszuweiten – etwa über die Schaffung von Regelbeispielen zur Auslegung bestimmter Rechtsnormen – oder das Strafmaß für bestimmte Tatbestände zu erhöhen (Interview Rostalski). Offen bleibt, ob dann, wenn entsprechende Taten künftig gehäuft auftreten, zusätzliche Tatbestände (z.B. Übergriffe auf Avatare) eingeführt werden müssten. Ein systematisches Problem für den bestehenden Regulierungsrahmen dürfte vor allem dann entstehen, wenn sich das Metaverse stark dezentral entwickeln würde und sich daraus bestehendes Recht nicht mehr auf das Metaverse anwenden ließe. Das Gesetz über digitale Märkte wird in aktueller Fassung nur auf Unternehmen angewendet, die zum einen den Zugang anderer Akteure zu einem Markt oder einem realen bzw. virtuellen Raum beeinflussen oder sogar verweigern können (Gatekeeperfunktion) (Zimmerman/Heinzel 2022) und die zum anderen mehr als 2 Mio. Nutzer/innen aufweisen (Jaurisch

3 Optimierung von Produktionsprozessen im laufenden Betrieb



2022). Hier nimmt die EU vor allem große Plattformen in den Blick (Zimmerman/Heinzel 2022). Entstehen im Metaverse nun verstärkt kleine, dezentrale Akteure, könnte das Gesetz seine Wirksamkeit langfristig einbüßen (Interview Rostalski).

### Mögliche vertiefte Bearbeitung des Themas

Die Entwicklung des Metaverse schreitet derzeit voran. Es zeichnet sich ab, dass die Diffusion immersiver, virtueller Welten künftig zu erheblichen gesellschaftlichen Folgen führen könnte, auch wenn bislang unklar ist, in welchen Bereichen und in welcher Geschwindigkeit die Diffusion des Metaverse in den nächsten Jahren voranschreiten wird. Eine Untersuchung und Abschätzung der Potenziale, Herausforderungen und Risiken sind derzeit mit großen Unsicherheiten behaftet. Angezeigt erscheint daher eine aufmerksame Beobachtung im Sinne eines Monitorings mit speziellem Blick auf technische Fortschritte, das Engagement wirtschaftlicher und öffentlicher Akteure, Wechselwirkungen mit anderen ökonomischen und wissenschaftlich-technischen Entwicklungen sowie gesellschaftspolitische und rechtliche Aspekte. Aus dieser Beobachtung heraus sollte nach einiger Zeit geprüft und beurteilt werden, ob andere Akteure das Thema ausreichend behandeln oder ob der Zeitpunkt für eine vertiefte Untersuchung durch das TAB gekommen sein wird. Über Zuschnitt und Umfang einer Analyse wäre dann zu entscheiden.

### Literatur

- ▶ atp magazin (2022): „Das Metaverse ist der Digitale Zwilling der Welt“. <https://atpinfo.de/aktuell/atp-magazin-42022-metaverse-ar-und-vr-in-der-prozessindustrie/> (3.2.2023)
- ▶ Berkemeyer, K. (2016): Pokémon Go(es) absurd: Wahnsinn zwingt Bürgermeister in die Knie. CHIP, 29.7.2016, [https://www.chip.de/news/Pokemon-Go-absurd-Duesseldorf-sperrt-Bruecke-und-stellt-Dixi-Klos\\_97538806.html](https://www.chip.de/news/Pokemon-Go-absurd-Duesseldorf-sperrt-Bruecke-und-stellt-Dixi-Klos_97538806.html) (3.2.2023)
- ▶ BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (o.J.a): sens@home. <https://www.interaktive-technologien.de/projekte/sens-home> (2.2.2023)
- ▶ BMBF (o.J.b): Teleskoop. <https://www.interaktive-technologien.de/projekte/teleskoop> (2.2.2023)
- ▶ BMW Group (2021): BMW Group und NVIDIA heben virtuelle Fabrikplanung auf die nächste Ebene. <https://www.press.bmwgroup.com/deutschland/article/detail/T0329569DE/bmw-group-und-nvidia-heben-virtuelle-fabrikplanung-auf-die-naechste-ebene?language=de> (3.2.2023)
- ▶ Bobier, J.-F.; Merey, T.; Robnett, S.; Grebe, M. (2022): The Corporate Hitchhiker's Guide to the Metaverse. Boston Consulting Group, <https://ismguide.com/wp-content/uploads/2022/05/bcg-the-corporate-hitchhikers-guide-to-the-metaverse-27-apr-2022.pdf> (3.2.2023)
- ▶ Buchwald, P.; Droste, A. (2022): Best Practice Metaverse Experience of 4 Years. Vortrag am 5.9.2022 an der RWTH Aachen
- ▶ Credit Suisse (2022): Metaverse: A guide to the Next-Gen internet. <https://www.credit-suisse.com/media/assets/corporate/docs/about-us/media/media-release/2022/03/metaverse-14032022.pdf> (3.2.2023)
- ▶ Davies, C.; Song, J. (2022): Asia's largest metaverse platform Zepeto ramps up global expansion. Financial Times,

- 27.9.2022, <https://www.ft.com/content/14c88e84-f3c8-485e-a9df-31ead34e48f0> (3.2.2023)
- ▶ Ausschuss für Digitales (2022): Anhörung zum Web 3.0 und Metaverse. Deutscher Bundestag, [https://www.bundestag.de/ausschuesse/a23\\_digitales/Anhoerungen/921548-921548](https://www.bundestag.de/ausschuesse/a23_digitales/Anhoerungen/921548-921548) (3.2.2023)
  - ▶ Downey, S. (2014): History of the (Virtual) Worlds. In: The Journal of Technology Studies 40(1/2), S. 54–66
  - ▶ EK (Europäische Kommission) (2022): Commission Work programme 2023. [https://commission.europa.eu/system/files/2022-10/com\\_2022\\_548\\_3\\_en.pdf](https://commission.europa.eu/system/files/2022-10/com_2022_548_3_en.pdf) (3.2.2023)
  - ▶ Faehling, K. (2021): Die Strafbarkeit von fiktionaler und wirklichkeitsnaher Kinderpornografie in § 184b StGB sowie der neue Straftatbestand des § 184l StGB (Sexpuppen mit kindlichem Erscheinungsbild; u.a. BT-Drs. 19/23707, 19/24901, 19/27928) – Darstellung, Reichweite der Normen und (kritische) Würdigung. Kriminalpolitische Zeitschrift, <https://kripoz.de/wp-content/uploads/2021/09/faehling-die-straftbarkeit-von-fiktionaler-und-wirklichkeitsnaher-kinderpornografie-in-184b-stgb.pdf> (3.2.2023)
  - ▶ Gartenberg, C. (2021): Intel thinks the metaverse will need a thousand-fold increase in computing capability. The Verge, 15.12.2021, <https://www.theverge.com/2021/12/15/22836401/intel-metaverse-computing-capability-cpu-gpu-algorithms> (3.2.2023)
  - ▶ Gjon, D. (2019): Wahrheitsfindung mit Virtual-Reality-Brille. In: plädoyer Nr. 4/19, S.22–25
  - ▶ Gollmer, P. (2021): Schon lange vor Facebook zeigte die Online-Welt „Second Life“, was im Metaversum alles möglich ist. Neue Zürcher Zeitung, 9.11.2021, <https://www.nzz.ch/technologie/second-life-was-uns-eine-18-jaehrige-online-welt-ueber-das-metaversum-erzaehlt-ld.1653856> (3.2.2023)
  - ▶ Google (2022): Google Trends „metaverse“. <https://trends.google.de/trends/explore?date=2020-01-01%202022-11-30&q=metaverse> (23.1.2023)
  - ▶ TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) (2022): Energieverbrauch der IKT-Infrastruktur. (Grünwald, R.; Caviezel, C.) TAB-Arbeitsbericht Nr. 198, Berlin
  - ▶ Hermann, I. (2022): Demokratische Werte nach europäischem Verständnis im Metaverse. Stiftung Zukunft Berlin, <https://www.stiftungzukunftberlin.eu/wp-content/uploads/2022/11/Studie-Metaverse-221107.pdf> (3.2.2023)
  - ▶ Hochschule Karlsruhe (2022): Lernen und Lehren in immersiven virtuellen Welten. <https://www.h-ka.de/die-hochschule-karlsruhe/aktuelles/news/2022/immersive-vorlesungen-woelfel> (3.2.2023)
  - ▶ Hurtz, S. (2022): Wenn Zuckerberg diese Wette verliert, ist Meta am Ende. Süddeutsche Zeitung, 13.10.2022, <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/meta-meta-verse-mark-zuckerberg-apple-facebook-1.5674433?reduced=true> (3.2.2023)
  - ▶ Intel (2021): Powering the Metaverse. <https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/opinion/powering-metaverse.html#gs.niau62> (3.2.2023)
  - ▶ Jantschewski, P. (2018): Virtual-Reality-Journalism – Eine ganz neue Art der Berichterstattung? Aspekteins, 28.12.2018, <https://www.aspekteins.com/virtual-reality-journalism-eine-ganz-neue-art-der-berichterstattung/> (3.2.2023)
  - ▶ Jaurisch, J. (2022): Neue EU-Regeln für digitale Dienste: Warum Deutschland eine starke Plattformaufsicht braucht. Stiftung Neue Verantwortung, <https://www.stiftung-nv.de/de/publication/dsa-warum-deutschland-eine-starke-plattformaufsicht-braucht> (3.2.2023)
  - ▶ Klaiber, H. (2022): Metaverse – Ein Albtraum für die Umwelt? Absatzwirtschaft, 30.6.2022, <https://www.absatzwirtschaft.de/metaverse-ein-albtraum-fuer-die-umwelt-234699/> (3.2.2023)
  - ▶ Lawton, G. (2022): The Metaverse Standards Forum: What you need to know. TechTarget, 2.11.2022, <https://www.techtarget.com/searchcio/feature/The-Metaverse-Standards-Forum-What-you-need-to-know> (3.2.2023)
  - ▶ Lee, L.-H.; Braud, T.; Zhou, P.; Wang, L.; Xu, D.; Lin, Z.; Kumar, A.; Bermejo, C.; Hui, P. (2021): All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda. <http://arxiv.org/pdf/2110.05352v3> (3.2.2023)
  - ▶ Marr, B. (2021): The Fascinating History And Evolution Of Extended Reality (XR) – Covering AR, VR And MR. Forbes, 17.5.2021, <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2021/05/17/the-fascinating-history-and-evolution-of-extended-reality-xr--covering-ar-vr-and-mr/?sh=5351091a4bfd> (3.2.2023)
  - ▶ McKinsey (2022): Value creation in the metaverse. The real business of the virtual world. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/marketing%20and%20sales/our%20insights/value%20creation%20in%20the%20metaverse/Value-creation-in-the-metaverse.pdf> (3.2.2023)
  - ▶ Moorstedt, M. (2017): Pokémon Go war erst der Anfang. Süddeutsche Zeitung, 11.11.2017, <https://www.sueddeutsche.de/digital/digital-das-ende-des-echten-1.3733071> (3.2.2023)
  - ▶ Murad, A.; Smale, W. (2022): The retailers setting up shop in the metaverse. BBC News, 4.7.2022, <https://www.bbc.com/news/business-61979150> (3.2.2023)
  - ▶ Niklowitz, M. (2022): Metaverse – der virtuelle Klassenraum macht Schule. Handelszeitung, 19.8.2022, <https://www.handelszeitung.ch/insurance/metaverse-der-virtuelle-klassenraum-macht-schule-526100> (3.2.2023)
  - ▶ Park, S.-M.; Kim, Y.-G. (2022): A Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges. In: IEEE Access 10, S. 4209–4251
  - ▶ Peters, R.; Schmietow, B.; Krieger, B. (2022): Zwischen Hype und Zukunftsthema: Auf dem Weg ins Metaverse? Bestandsaufnahme und Handlungsperspektiven für die Gestaltung des Metaverse. Institut für Innovation und Technik, iit-perspektive Nr. 62, Berlin

- ▶ Papadopoulos, T. (2022): Next Generation Engineering im Metaverse. Vortrag am 5.9.2022 an der RWTH Aachen
- ▶ Rathenau Instituut (2022a): The metaverse makes a discussion about our digital society even more urgent. <https://www.rathenau.nl/en/living-together-digital-world/metaverse-makes-discussion-about-our-digital-society-even-more-urgent> (3.2.2023)
- ▶ Rathenau Instituut (2022b): What is the metaverse? <https://www.rathenau.nl/en/digital-society/what-metaverse> (3.2.2023)
- ▶ Rusch, L. (2022): EU-Kommission nimmt 2023 Metaverse ins Visier. Tagesspiegel, 17.10.2022, <https://background.tagesspiegel.de/digitalisierung/eu-kommission-nimmt-2023-metaverse-ins-visier> (3.2.2023)
- ▶ Sandrone, S. (2022): Medical education in the metaverse. In: Nature medicine 28, S. 2456–2457
- ▶ SPIEGEL Online (2021): Facebook heißt jetzt Meta. 28.10.2021, <https://www.spiegel.de/netzwelt/web/facebook-heisst-jetzt-meta-der-digitalkonzern-benennt-sich-um-a-2eaadb52-d023-4478-8c7c-6210aaa4d283> (3.2.2023)
- ▶ Spieleratgeber NRW (o.J.): Roblox. <https://www.spieleratgeber-nrw.de/Roblox.5561.de.1.html> (2.2.2023)
- ▶ Stöcker, C. (2007): Staatsanwalt ermittelt wegen Sex mit virtuellen Kindern. Spiegel Online, 7.5.2007, <https://www.spiegel.de/netzwelt/web/second-life-staatsanwalt-ermittelt-wegen-sex-mit-virtuellen-kindern-a-481467.html> (3.2.2023)
- ▶ Süddeutsche Zeitung (2022): WWF will im Metaverse gegen Plastikmüll-Krise kämpfen. Süddeutsche Zeitung, 16.9.2022, <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/internet-wwf-will-im-metaverse-gegen-plastikmuell-krise-kaempfen-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-220916-99-784148> (3.2.2023)
- ▶ T3n (2022): Mit NFT gegen Plastikmüll: WWF will im Metaverse gegen Umweltzerstörung kämpfen. 16.9.2022, <https://t3n.de/news/wwf-metaverse-save-your-world-nft-1499308/> (3.2.2023)
- ▶ Tagesschau.de (2022): Meta entlässt 11.000 Beschäftigte. 9.11.2022, <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/facebook-meta-stellenabbau-historische-massentlassung-aktie-101.html> (3.2.2023)
- ▶ Thieme, T. (2022): „Das Metaverse kann zum verbindenden Element werden“. absatzwirtschaft, 5.7.2022, <https://www.absatzwirtschaft.de/die-welten-verschmelzen-234652/> (3.2.2023)
- ▶ Vanbrocklin, T. (2012): How to Learn Roblox and Roblox Studio. EnvatoTuts+, 26.12.2012, <https://gamedevelopment.tutsplus.com/articles/how-to-learn-roblox-and-roblox-studio--gamedev-2304> (3.2.2023)
- ▶ Wintermayr, A. (2021): Weniger Demokratie wagen. Taz, 16.11.2021, <https://taz.de/Facebooks-Metaverse/!5812202/> (3.2.2023)
- ▶ Wojtczak, S.-S. (2022): Kleidung online anprobieren: So funktionieren virtuelle KI-Umkleiden. T3n, 7.3.2022, <https://t3n.de/news/walmart-virtuelle-umkleide-ki-1457163/> (3.2.2023)
- ▶ Zimmerman, H.; Heinzel, C. (2022): Der Digital Markets Act. Plattform-Regulierung für Demokratie und Nachhaltigkeit in der EU – aktueller Stand und Verbesserungspotenziale. Germanwatch e.V. (Hg.), Bonn

Im Rahmen der Recherche zu diesem Beitrag wurden drei Experteninterviews durchgeführt. Der Autor dankt Frauke Rosalski, Jessica Heesen und Frank Piller für die zur Verfügung gestellten Informationen und ihr Mitwirken an diesem Beitrag.

Das Horizon-Scanning ist Teil des methodischen Spektrums der Technikfolgenabschätzung im TAB.

**Horizon**  
**SCANNING**

Mittels Horizon-Scanning werden neue technologische Entwicklungen beobachtet und diese systematisch auf ihre Chancen und Risiken bewertet. So werden technologische, ökonomische, ökologische, soziale und politische Veränderungspotenziale möglichst früh erfasst und beschrieben. Ziel des Horizon-Scannings ist es, einen Beitrag zur forschungs- und innovationspolitischen Orientierung und Meinungsbildung des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung zu leisten.

In der praktischen Umsetzung werden im Horizon-Scanning softwaregestützte Such- und Analyseschritte mit expertenbasierten Validierungs- und Bewertungsprozessen kombiniert.

Herausgeber: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)

Gestaltung und Redaktion: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Bildnachweise: EvgeniyShkolenko/iStock (S.1); Antonio\_Diaz/iStock (S.3,4); hakule/iStock (S.6); /iStock (S.7); Thinkhubstudio/iStock (S.8)

ISSN-Internet: 2629-2874