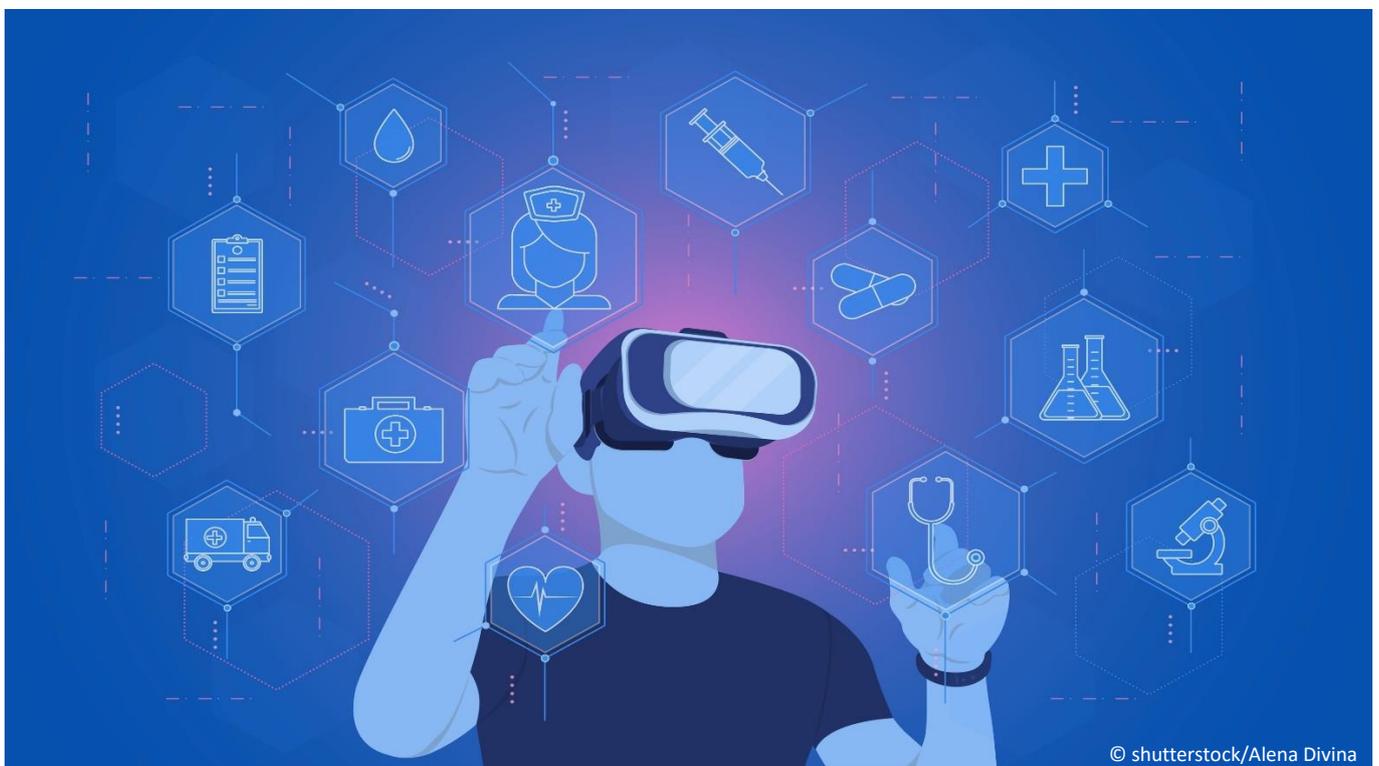


Das richtige Rezept für das Metaverse

Wie das Gesundheitswesen von virtuellen Welten profitieren könnte

Anselm Küsters und Patrick Stockebrandt



© shutterstock/Alena Divina

Das Metaverse treibt schon heute einen schleichenden Wandel im Gesundheitswesen voran. Als multisensorische Umgebung wird dieser entstehende virtuelle Raum völlig neuartige Gesundheitsdaten generieren, die in Umfang und Granularität historisch beispiellos sind und Anwendungen des maschinellen Lernens signifikant verbessern werden. Die Metaverse-Strategie der EU-Kommission sollte daher den Gesundheitsbereich priorisieren und einen europaweiten Metaverse-TÜV vorschlagen, der Nutzer über die technischen Standards von Metaverse-Gesundheitsdienstleistungen wie Datenschutz und Zugangsmöglichkeiten einheitlich aufklärt.

- ▶ Das Metaverse wird für Mediziner und Gesundheitsdienstleister neue Möglichkeiten im Bereich Ausbildung und Training, Fernkommunikation und Telemonitoring sowie Analyse und Diagnose schaffen. Gleichzeitig werden Patienten von digitalen Zwillingen, gesundheitspolitischer Sensibilisierung durch veränderbare Avatare, Schmerzlinderung, immersiven Therapien, virtueller Beratung sowie „Exergaming“ profitieren.
- ▶ Im Mittelpunkt eines europäischen Ansatzes für Gesundheitsanwendungen im Metaverse sollten Datenschutz, Zugänglichkeit, Transparenz, Sicherheitsstandards und Kontroll- und Entscheidungshoheit durch den Menschen stehen. Hinzu kommen Fragen des Wettbewerbs und der Industriepolitik, die sich auf die angestrebte Inklusivität des Gesundheitswesens im Metaverse auswirken werden. Gerade weil das Metaverse als integrierte, neue Umgebung bestimmten Anforderungen in Bezug auf Datenschutz und Zugang genügen muss, die aber weder von Nutzern noch durch Wettbewerb hinreichend überprüfbar sind, braucht es eine externe Institution, die das Zusammenspiel dieser Faktoren berücksichtigt und Standards setzt.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung: Das Metaverse kommt nach Europa	3
2	Die Auswirkungen des Metaverse für das Gesundheitswesen	5
2.1	Anwendungen für Fachpersonal und medizinische Unternehmen	7
2.2	Auswirkungen des Metaverse auf Patienten und die Bevölkerung	11
3	Der Weg zu einem Metaverse-reifen Gesundheitsökosystem in Europa	17
3.1	Chancen: Verbesserter Zugang und neuartige Leistungen	18
3.2	Risiken: Regulatorische Konflikte und Datenschutz	20
3.3	Lösung: Der Metaverse-TÜV	23
4	Fazit: Eine Chance für Europa.....	25

1 Einleitung: Das Metaverse kommt nach Europa

Das Metaverse – eine immersive virtuelle Umgebung – ist in aller Munde. Mit einem weltweiten Marktvolumen, das im vergangenen Jahr bereits 100 Milliarden Dollar überschritten hat¹ und alleine das US-amerikanische BIP bis 2035 um weitere 760 Milliarden Dollar erhöhen könnte,² wird es die globale Wirtschaft und Gesellschaft radikal verändern.³ Spätestens seit Facebook-Gründer Mark Zuckerberg sein Unternehmen in „Meta“ umbenannt hat, ist das Thema auch bei den Institutionen der Europäischen Union (EU) angekommen. Erste Ideen für eine Regulierung dieses entstehenden digitalen Raumes wurden Ende 2022 von Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen und Binnenmarkt-Kommissar Thierry Breton aufgeworfen⁴ und von Ökonomen der Kommission skizziert.⁵ Zwischen April und Mai 2023 fanden mehrere Bürgerpanel zu virtuellen Welten sowie eine erste Sondierung statt, die die Schaffung offener, interoperabler und innovativer virtueller Welten auf Basis der EU-Werte als Ziel ausgaben.⁶ Für den 11. Juli wird eine Kommissions-Strategie zum Metaverse erwartet, die die bisherigen Erfahrungen bündeln und wahrscheinlich auch erste Regulierungsvorhaben benennen wird.⁷

Die Ergebnisse der Bürgerpanel legen nahe, dass das Gesundheitswesen eine zentrale Rolle in den Plänen der EU spielen sollte. Die physische und mentale Gesundheit wird als ein „Grundpfeiler“ für die Entwicklung und Nutzung virtueller Welten in der EU betont. Auf dieser Basis empfahl das Gremium ein intensives Forschungsprogramm über die Auswirkungen virtueller Welten auf die Gesundheit des Einzelnen durchzuführen, mit einer verpflichtenden Teilnahme aller Unternehmen, die an dieser Technologie arbeiten. Darüber hinaus wurden Indikatoren eingefordert, mit denen die Auswirkungen der Nutzung virtueller Welten auf die soziale, ökologische, psychische und physische Gesundheit gemessen werden können.⁸ Diesen Impuls aufgreifend fordert der vorliegende ceplInput eine stärkere Ausrichtung der europäischen Metaverse-Pläne auf das Gesundheitswesen, da hier großes Potenzial schlummert: Auf Künstliche Intelligenz (KI) gestützte Medizintechnologien, die eine entscheidende Rolle im Metaverse spielen werden, könnten jährlich rund 400.000 Leben in Europa retten und bis zu 200 Milliarden Euro einsparen.⁹ Nicht umsonst war das Gesundheitswesen mit 6,1 Milliarden Dollar der KI-Schwerpunktbereich mit den meisten Investitionen im Jahr 2022¹⁰ – Tendenz weiter steigend.¹¹ Hinzu kommt neben dieser reinen KI die Integration verschiedener verwandter Technologien, wie etwa

¹ Siehe Meier, T., Medizinprodukte für das Metaverse, MPR 2022, S. 138.

² Schätzung aus: Deloitte, The Metaverse and its Potential for the United States, Final Report (Mai 2023), S. 4.

³ Siehe auch [The promise and peril of the metaverse | McKinsey](#).

⁴ Blog of Commissioner Thierry Breton (2022), „People, technologies & infrastructure – Europe's plan to thrive in the metaverse“, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/STATEMENT_22_5525.

⁵ DG COMP, „Understanding the metaverse – a competition perspective“, <https://eaccny.com/news/chapternews/dg-comp-understanding-the-metaverse-a-competition-perspective/>.

⁶ [Virtuelle Welten \(Metaversen\) – eine Vision für Offenheit, Sicherheit und Respekt \(europa.eu\)](#).

⁷ „Initiative on virtuell worlds“.

⁸ European Citizens' Panel on Virtual Worlds (2023), [Final recommendations Virtual Worlds \(europa.eu\)](#), S. 2, 9-10.

⁹ Deloitte (2020), The socio-economic impact of AI in healthcare (October 2020), [mte-ai-impact-in-healthcare_oct2020_report.pdf \(medtecheurope.org\)](#).

¹⁰ Nestor Maslej, Loredana Fattorini, Erik Brynjolfsson, John Etchemendy, Katrina Ligett, Terah Lyons, James Manyika, Helen Ngo, Juan Carlos Niebles, Vanessa Parli, Yoav Shoham, Russell Wald, Jack Clark, and Raymond Perrault, „The AI Index 2023 Annual Report,“ Institute for Human-Centered AI, Stanford University, Stanford, CA, April 2023, S. 195.

¹¹ Es kann davon ausgegangen werden, dass Unternehmen als auch Risikokapitalgeber weiterhin einen starken Anreiz haben werden, die Entwicklung von Medizintechnik und KI im Zusammenhang mit dem Metaverse zu finanzieren. Siehe auch Wang, G. et al. (2022), [Development of metaverse for intelligent healthcare](#), S. 927.

die auf Augmented Reality basierende „Gamification“ oder virtuelle Therapieformate, aus deren Zusammenspiel sich neuartige Regulierungsanforderungen ergeben.

Obgleich das Metaverse also nicht nur einen riesigen Markt, sondern auch eine enorme Verbesserung der Lebensqualität verspricht, erscheint das Thema hierzulande noch „weit weg“. Angesichts der wiederholten Klagen über die mangelnde Digitalisierung des deutschen Gesundheitswesens und den fortwährenden Streits über digitale Patientenakten verwundert es kaum, dass etwa 80% der Verbraucher noch nie von einem gesundheitsrelevanten Metaverse gehört haben.¹² Das ist alarmierend, denn Europa steht in einem weltweiten Wettbewerb um die Zukunft des Metaverse, das schon heute – ohne große „Fanfare“ – einen Wandel im Gesundheitswesen vorantreibt.¹³ Die US-amerikanische Zulassungsbehörde FDA arbeitet bereits zu der Frage, wie Medizinprodukte im Metaverse nutzbar gemacht werden könnten.¹⁴ Arzneimittelhersteller nutzen KI schon für ihre Arzneimittelforschung.¹⁵ Jüngst stellte die Internationale Koalition der Arzneimittelzulassungsbehörden fest, dass neue digitale Technologien den Rechtsrahmen zunehmend in Frage stellen.¹⁶ Dies gilt umso mehr im Metaverse, in dem westliche und chinesische Regulierungsmodellen miteinander konkurrieren werden.¹⁷

Während Unternehmen und Wirtschaftsberatungen oftmals eine sehr optimistische Sicht auf das ökonomische und soziale Potential des Metaverse äußern, scheinen die Empfehlungen des EU-Bürgerpanels überwiegend Ängste und Sorgen vor den neuen virtuellen Welten zu reflektieren. Bezeichnend ist, dass sich sowohl Befürworter als auch Kritiker des Metaverse in ihren Bewertungen allzu oft in abstrakten Diskussionen und vagen Prognosen verlieren. Im bewussten Gegensatz dazu stellt dieser cepInput konkrete Auswirkungen im Bereich des Gesundheitswesens vor, wie etwa neue Formen der Behandlung und Therapie, die einen nuancierten Eindruck von den zukünftigen Möglichkeiten aber auch den noch bestehenden technischen und rechtlichen Hürden geben.¹⁸ Denn ohne eine genauere Vorstellung davon, was das Metaverse ist und wie es im alltäglichen Leben genutzt werden wird, ist keine langfristig tragfähige Regulierung auf europäischer Ebene möglich. Eine gute Regulierung des hochsensiblen Gesundheitswesens kann nur gelingen, wenn entsprechende Anwendungen im Metaverse die Akzeptanz und das Vertrauen der Patienten genießen. Daher schlägt dieser cepInput ein EU-weites Metaverse-Zertifizierungssystem vor, welches das neuartige Zusammenspiel von Datenschutzaspekten und Wettbewerb für Gesundheits-Plattformen bewertet. Neben der besseren Durchsetzung bestehender Regulierungen wie der DSGVO würde dieser Metaverse-TÜV aufgrund der Sensibilität von Metaverse-Gesundheitsdaten aktiv Schwachstellentests durchführen, verpflichtende Standards formulieren und insbesondere die Integration der diversen Technologien berücksichtigen.

Dieses Argument wird in zwei Schritten hergeleitet. Abschnitt 2 beginnt mit einer Vorstellung der Auswirkungen des Metaverse auf das Gesundheitswesen. Dabei liegt das Augenmerk auf einem möglichst weitläufigen Überblick und einer jeweiligen technischen Einführung zum Forschungsstand. Auf dieser Grundlage fasst Abschnitt 3 Chancen und Risiken für Europa zusammen und schlägt die Einführung eines neuen Metaverse-TÜVs vor, um das europäische Gesundheitswesen auf das Metaverse

¹² Siehe BearingPoint (2022), [Revolution des Gesundheitswesens – Healthcare Metaverse ist keine Zukunftsmusik mehr](#).

¹³ Siehe auch BCG (2023), [The Health Care Metaverse Is More Than a Virtual Reality](#).

¹⁴ Siehe Meier, T., Medizinprodukte für das Metaverse, MPR 2022, S. 134.

¹⁵ So z.B. AstraZeneca; [Data Science & Artificial Intelligence: Unlocking new science insights \(astrazeneca.com\)](#).

¹⁶ [horizon_scanning_report_artificial_intelligence.pdf \(icmra.info\)](#).

¹⁷ [metaverse-paper-9-march-2022.pdf \(europa.eu\)](#), S. 9.

¹⁸ Einen kurzen Überblick bietet bereits: Vigkos, A., Bevacqua, D., Turturro, L., et al., VR/AR Industrial Coalition: strategic paper, Publications Office of the European Union, 2022, S. 17.

vorzubereiten. Anstatt zu analysieren, inwieweit einzelne bestehende Rechtsakte mit den Potenzialen des Metaverse im Gesundheitswesen korrespondieren oder konfliktieren, betrachten wir auf einer konzeptionellen Ebene, welche Bedingungen von der Politik geschaffen werden müssen, damit die genannten Beispiele (und viele andere!) in zehn bis zwanzig Jahren in der Versorgungsrealität tatsächlich ankommen können. Dabei kristallisieren sich Datenschutz und breite Zugänglichkeit als wichtigste Bedingungen heraus.¹⁹ Gerade die Verbindung von Datenschutz und Wettbewerbsfragen, wie sie sich aus Daten- und Vertriebsmonopolen durch Markt-Zutrittsbarrieren im Metaverse ergeben könnten, legen die Verbindung beider Themen in einem holistischen Metaverse-TÜV nahe.

2 Die Auswirkungen des Metaverse für das Gesundheitswesen

Das Gesundheitswesen bietet sich für eine Fallstudie über die Auswirkungen des Metaverse an, da sich virtuelle medizinische Dienstleistungen, wie die Telemedizin, seit der Covid-Pandemie zunehmender Beliebtheit erfreuen und somit schon erste Anwendungsfälle und Erfahrungsberichte vorliegen. Selbst jene, die dem Konzept eines Metaverse skeptisch gegenüberstehen, geben zu, dass seine zugrundeliegenden technischen Innovationen insbesondere Potenzial für die Medizin und das Gesundheitswesen haben, wobei oft die Beratung für psychische Gesundheit zitiert wird.²⁰ Die positiven Erfahrungen, die im Bereich der psychologischen Online-Beratung in den letzten Jahren gewonnen wurden, werfen die Frage auf, wie Metaverse-Technologien zur besseren Behandlung von Krankheiten genutzt werden können, ohne bestehende Gefahren oder Ungleichheiten zu verschärfen.²¹

Während der Erstellung dieser Studie hat eine Gruppe von Forschenden im Auftrag der EU bereits einen ersten, vorsichtig optimistischen Bericht über den Einsatz von Virtual Reality-Technologie vorgelegt, der sich unter anderem mit dem Bereich der Gesundheitsversorgung auseinandersetzt.²² Die Forschenden beschreiben, wie die Technologie zur Unterstützung bei Operationen oder zur Rehabilitation von Patienten eingesetzt werden kann. Gleichzeitig wird auch auf eine Reihe von Hindernissen hingewiesen, darunter eine geringe gesellschaftliche Akzeptanz, ein Mangel an qualifizierten Fachleuten und der gegenwärtige Entwicklungsstand der Geräte. Zudem betont die Studie, dass potenzielle negative Auswirkungen der Technologie noch besser erforscht werden müssen. Aus konzeptioneller Perspektive konzentriert sich die Analyse der Forschenden auf sogenannte Extended Reality (XR) im Gesundheitswesen. Der Anwendungsbereich umfasste somit Technologien der Augmented Reality (AR), der Virtual Reality (VR) und der Mixed Reality (MR), zusammenfassend als XR bezeichnet. Zur Einordnung: Die deutsche XR-Branche zählte 2022 insgesamt 1.613 zumeist mittelständische Unternehmen.²³

Das Konzept des Metaverse beschreibt jedoch viel mehr als eine partielle Nutzung oder Entwicklung einzelner AR-, VR- oder MR-Technologien; es bezieht sich im Wesentlichen auf eine immersive virtuelle Umgebung, auf die mit verschiedenen Mitteln zugegriffen werden kann und den Nutzern – mit allen seinen Sinneswahrnehmungen – förmlich „in sich hineinzieht“. Laut der Definition des Technologie-Experten und Investors Matthew Ball handelt es sich bei dem Metaverse um „ein massiv skaliertes und interoperables Netzwerk von in Echtzeit gerenderten virtuellen 3D-Welten, die von einer praktisch

¹⁹ Für die Bürgerpanel, siehe auch: Gray, P. (2023), [Wisdom of the Crowd pt. 3, Metaverse.EU \(metaversepolicy.eu\)](#).

²⁰ Pew Research Center Report, The Metaverse in 2040.

²¹ Politico's Digital Future Daily, 14 Dec 2022, Mental health in the metaverse.

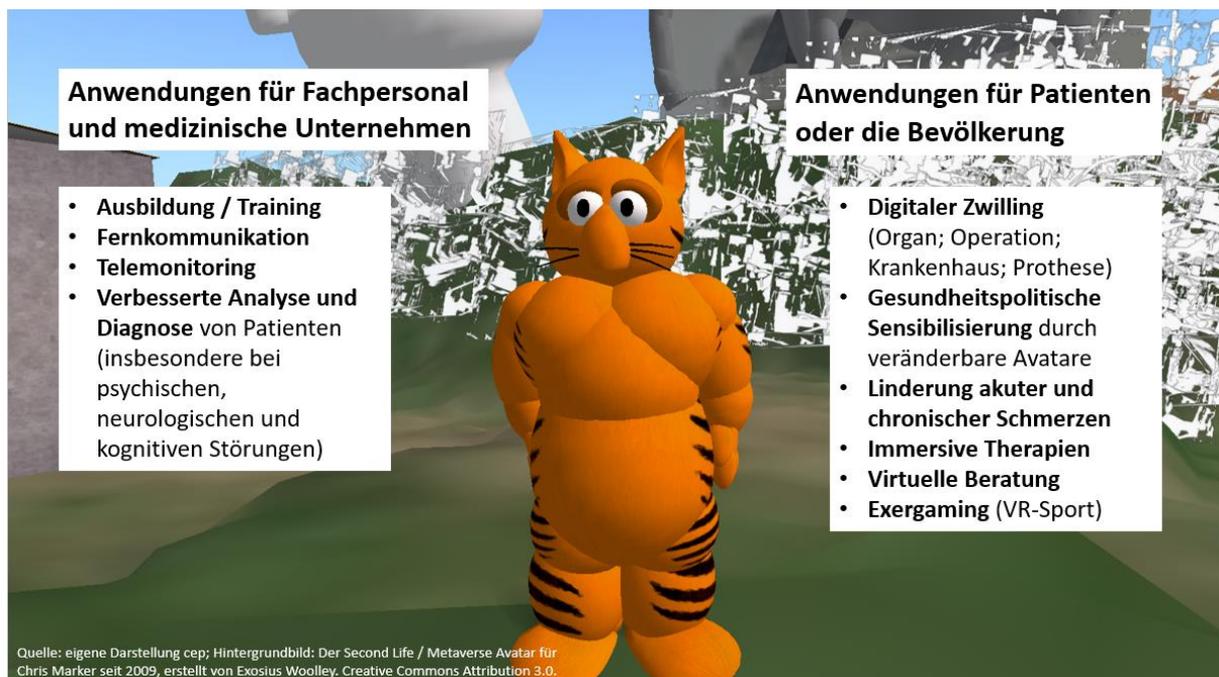
²² European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, Boel, C., Dekeyser, K., Depaepe, F., et al., Extended reality : opportunities, success stories and challenges (health, education) : final report, Publications Office of the European Union, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2759/121671>.

²³ XR-Studie Deutschland 2022, S. 6.

unbegrenzten Anzahl von Nutzern synchron und dauerhaft erlebt werden können, mit einem individuellen Gefühl der Präsenz und mit Kontinuität der Daten, wie Identität, Geschichte, Berechtigungen, Objekte, Kommunikation und Zahlungen“.²⁴ Diese Definition wird auch vom hauseigenen Analyse- und Forschungsteam am Rat der EU verwendet.²⁵

Dieser weiten Perspektive folgend schlagen wir vor, über Fallstudien hinauszugehen, die den komplementären Nutzen einzelner AR- oder VR- Geräte für bereits existierende, also physische, Krankenhaus- oder Trainingserfahrungen beschreiben, wie etwa die Hinzunahme von AR als chirurgisches Navigationssystem.²⁶ Auch wenn solche inkrementellen Verbesserungen Leben retten werden und daher nicht zu unterschätzen sind, verkennt diese enge Perspektive das Potenzial, durch das Metaverse neue, günstigere und demokratischere Zugangswege zum Gesundheitswesen zu schaffen sowie verbesserte Diagnose- und Therapiemöglichkeiten zu entwickeln. Als multisensorische Umgebung erzeugt das Metaverse eine Vielzahl an neuen, gesundheitsbezogenen Daten, die in Umfang und Granularität historisch beispiellos sind und Anwendungen des maschinellen Lernens verbessern werden. So ermöglicht das Metaverse etwa die Kombination von VR mit Biofeedback, wie die Überwachung der Herzfrequenz, und Neurofeedback. Es existieren bereits Prototypen für immersive virtuelle Welten, die aus den neuronalen und kardialen Daten der Nutzenden – also deren Hirnströme und Herzsignale – in Kombination mit KI verschiedene Emotionen automatisch erkennen und gezielt hervorrufen können.²⁷

Abb. 1: Auswirkungen des Metaverse auf das Gesundheitswesen – zwei Dimensionen



Quelle: Eigene Darstellung.

Die Auswirkungen eines solch holistisch verstandenen Metaverse für das Gesundheitswesen lassen sich je nach Nutzergruppe grob in zwei verschiedene Bereiche unterteilen (Abbildung 1). Einerseits

²⁴ Ball, Matthew, *The Metaverse: And How It Will Revolutionize Everything*, Liveright Publishing Corporation, 2022, S. 57.

²⁵ [metaverse-paper-9-march-2022.pdf \(europa.eu\)](#), S. 3.

²⁶ Durch die Integration von Echtzeit-Tracking kann die chirurgische Oberfläche durch virtuelle Bilder von kritischen Strukturen erweitert werden. Chan HHL, Haerle SK, Daly MJ, Zheng J, Philp L, Ferrari M, et al. (2021) An integrated augmented reality surgical navigation platform using multi-modality imaging for guidance. *PLoS ONE* 16(4): e0250558.

²⁷ Marín-Morales, J., Higuera-Trujillo, J.L., Greco, A. et al. Affective computing in virtual reality: emotion recognition from brain and heartbeat dynamics using wearable sensors. *Sci Rep* 8, 13657 (2018).

wird das Metaverse neue Möglichkeiten für Mediziner und Medizinunternehmen schaffen, indem es beispielsweise neue Formen der Diagnostik ermöglicht, die über die derzeitigen Möglichkeiten in der physischen Welt weit hinausgehen (Abschnitt 2.1). Andererseits wird das Metaverse auch den Nutzern, d.h. den Patienten und der allgemeinen Bevölkerung, neue Wege für den Zugang zu Gesundheitsdienstleistungen eröffnen, die in ihrem Umfang und ihrer Effizienz beispiellos sind (Abschnitt 2.2).

Zusammengefasst: Basierend auf Matthew Ball's Definition möchten wir auf die gesundheitsrelevanten Aspekte in einem immersiven Metaverse fokussieren und dabei die grundlegendere Frage stellen: Was bedeutet es für das Gesundheitswesen und seine Regulierung, wenn sich die Mehrheit der Bevölkerung im Metaverse bewegt und dadurch ein riesiger Schatz an neuen Daten entsteht, der innovative Wege der Diagnostik und Therapie ermöglicht, aber auch Herausforderungen in Bezug auf den Datenschutz mit sich bringt? In anderen Worten: Wir beschäftigen uns mit den Implikationen des Metaverse als solchem, und weniger mit den spezifischen Geräten wie Headsets oder Smartphones, mit denen auf diese in Echtzeit gerenderte Welt zugegriffen wird. Allzu oft verstricken sich solche Diskussionen über das Metaverse und seine möglichen Vorteile, Nachteile und Regulierungsbedürfnisse auf einer abstrakten Ebene, ohne konkrete Anwendungsfälle zu betrachten.²⁸ Dieser Abschnitt möchte diese Lücke schließen und einen Überblick über verschiedenen Studien, Technologien und Anwendungsfelder geben, die einen Eindruck davon vermitteln, wie das Metaverse das Gesundheitswesen revolutionieren kann – wenn die richtigen Rahmenbedingungen vorhanden sind.

2.1 Anwendungen für Fachpersonal und medizinische Unternehmen

Das Metaverse wird für Mediziner und Medizinunternehmen neue Möglichkeiten im Bereich Ausbildung und Training, Fernkommunikation und Telemonitoring sowie Analyse und Diagnose schaffen.

Ausbildung und Training

Schon heute gibt es die Möglichkeit, XR-Technologien zur Komplementierung von Aus-, Fort- und Weiterbildungsangeboten in der realen Welt einzusetzen.²⁹ Eine analoge Nutzung ist natürlich auch in der medizinischen Qualifikation denkbar, z.B. durch die Verwendung von mehr 3-D-Simulationen zur Erforschung des menschlichen Körpers.³⁰ Doch das Potenzial geht über diese graduellen Verbesserungen hinaus. Da es immer weniger Möglichkeiten gibt, mit echten Patienten zu üben, und Mediziner zunehmend virtuelle Beratungsangebote anbieten müssen, wird die Nachfrage nach immer fortschrittlicheren, realistischeren Simulationsmethoden in den nächsten Jahren weiter steigen.³¹ Vor diesem Hintergrund eröffnet das Metaverse neue Wege, um medizinisches Personal virtuell, immersiv und in einem ressourcenarmen Umfeld zu trainieren. Virtuelle Welten ermöglichen wiederholte Übungen ohne negative Auswirkungen auf den Patienten in verschiedenen medizinischen Disziplinen, eröffnen neue Wege zum Erlernen komplexer medizinischer Inhalte und bauen finanzielle, ethische und rechtliche

²⁸ So erklärt beispielsweise Matthew Ball in seinem Bestseller „The Metaverse“, wie die Umsetzung von Metaverse-Technologien in der Praxis funktionieren könnte. Dabei nennt er auch explizit die Medizin und das Gesundheitswesen als vielversprechenden Anwendungsfall, ohne sich allerdings in Details zu vertiefen. Matthew Ball, *The Metaverse: And How It Will Revolutionize Everything*, Liveright, S. 268.

²⁹ So haben US-amerikanischen Unternehmen bereits AR-Übungen für Ersthelfer entwickelt, mit denen diese kosteneffizient und ohne Reiseaufwand geschult werden können. Lajara, C. (2023), [Colorado police force uses augmented reality to train officers for dangerous scenarios \(kktv.com\)](#) (31.01.2023).

³⁰ So auch: Matthew Ball, *The Metaverse: And How It Will Revolutionize Everything*, Liveright, S. 268.

³¹ Zweifach SM, Triola MM. Extended Reality in Medical Education: Driving Adoption through Provider-Centered Design. *Digit Biomark.* 2019 Apr 10;3(1):14-21.

Beschränkungen für die Verwendung traditioneller Lernmaterialien wie Leichen ab. Eine Meta-Analyse bisheriger Studien in diesem Bereich ergab, dass das medizinische Training in AR- und VR-basierten Umgebungen als besonders einprägsam, motivierend und wirksam empfunden wurde.³²

Fernkommunikation und Telemonitoring

Dieser Trainingsaspekt, der in bisherigen Berichten zum Potenzial von XR-Technologien für das Gesundheitswesen im Vordergrund steht, ist allerdings nur der erste Schritt. Denn die virtuelle Präsenz medizinischer Fachkräfte im Metaverse verleiht diesen eine globale Reichweite, sodass neue Formen der **Fernkommunikation und des Telemonitoring** entstehen werden. Spezialisierte Chirurgen und andere Experten können ihr seltenes Wissen im Metaverse anschaulich verbreiten, ohne dass sie dafür reisen müssen.³³ Dies gilt auch im Hinblick auf den Fachaustausch. Die Idee ist an sich nicht neu und wird in Europa auch schon ohne VR/AR erfolgreich praktiziert.³⁴ Europäische Referenznetzwerke (ERNs) sind virtuelle Netzwerke europäischer Gesundheitsdienstleister, die Diskussionen über seltene Krankheiten und hochspezialisierte Behandlungen erleichtern. Ein gleichzeitiger Aufenthalt im Metaverse könnte jedoch erlauben, diesen Austausch im Sinne der Patienten zu intensivieren, effektiver zu gestalten und neuste Erkenntnisse und Wissen schneller zu teilen. So können dank kopfgetragener VR- und AR-Displays medizinische Teams leichter Daten austauschen und medizinische 3D-Bilder gleichzeitig analysieren.³⁵ Das senkt die Anzahl der erforderlichen Besprechungen, etwa vor einer Operation.

Das Telementoring geht über diesen Kommunikationsaspekt hinaus und ist Teil der Telemedizin, da es hierbei um die Fernbetreuung durch einen Spezialisten oder Chirurgen geht. AR-Systeme mit niedriger Latenz – die Verzögerung zwischen dem Zeitpunkt, an dem eine Handlung im Metaversum gestartet wird, und dem Zeitpunkt, an dem der entsprechende Avatar diese Aktion widerspiegelt – können dem Mentor unmittelbar zeigen, was der Chirurg vor Ort in diesem Moment sehen kann, während die Ratschläge des Mentors direkt im Sichtfeld des Chirurgen angezeigt werden.³⁶ Davon werden insbesondere Fachbereiche profitieren, in denen eine visuelle Überprüfung erforderlich ist, z. B. bei der Beurteilung von Verletzungen, der Patientenüberwachung und der Traumabehandlung.³⁷ Telementoring ist eine sichere Option für die Bereitstellung von Fachdiagnosen und -meinungen, die die Wahrscheinlichkeit von Fehlbehandlungen und unnötigen Patientenüberweisungen verringert.³⁸ Die Telechirurgie geht noch einen Schritt weiter, da sie die Fernsteuerung eines chirurgischen Roboters beinhaltet, und fällt daher aus dem hier gewählten Untersuchungskontext (da sie letztlich eher die physische Welt betrifft), doch es sollte zumindest erwähnt werden, dass es hierzu bereits erfolgreiche Machbarkeitsstudien gibt, die das große Potenzial für abgelegene ländliche Gebiete betonen.³⁹

³² Barteit S, Lanfermann L, Bärnighausen T, Neuhaus F, Beiersmann C. Augmented, Mixed, and Virtual Reality-Based Head-Mounted Devices for Medical Education: Systematic Review. *JMIR Serious Games*. 2021 Jul 8;9(3):e29080.

³³ Vigkos, A., Bevacqua, D., Turturro, L., et al., VR/AR Industrial Coalition: strategic paper, Publications Office of the European Union, 2022, S. 17.

³⁴ Siehe: https://health.ec.europa.eu/european-reference-networks/overview_en.

³⁵ Zu denken ist beispielsweise an Microsoft HoloLens, Magic Leap und Google Glass.

³⁶ Hamacher A, Kim SJ, Cho ST, Pardeshi S, Lee SH, Eun SJ, Whangbo TK. Application of Virtual, Augmented, and Mixed Reality to Urology. *Int Neurourol J*. 2016 Sep;20(3):172-181.

³⁷ Khor WS, Baker B, Amin K, Chan A, Patel K, Wong J. Augmented and virtual reality in surgery-the digital surgical environment: applications, limitations and legal pitfalls. *Ann Transl Med*. 2016 Dec;4(23):454.

³⁸ Gardiner S, Hartzell TL. Telemedicine and plastic surgery: a review of its applications, limitations and legal pitfalls. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2012;65:e47-53.

³⁹ In den USA wird die ferngesteuerte Chirurgie inzwischen routinemäßig eingesetzt und bietet Patienten in ländlichen Gebieten qualitativ hochwertige laparoskopische chirurgische Leistungen und ein hohes Maß an Zusammenarbeit zwischen

Analyse und Diagnose von Patienten

Die im Metaverse generierten neuen Daten bieten eine höhere Genauigkeit und Effizienz als herkömmliche medizinische Analyse- und Diagnosetechniken. Während sich die meisten Diskussionen bisher auf eine verbesserte Diagnose durch hochauflösende mikroskopische 3D-Bilder der Anatomie von Patienten bezogen haben,⁴⁰ betonen wir einen grundlegenden Punkt, nämlich dass das Metaverse die **verbesserte Analyse und Diagnose von Patienten** ermöglichen wird, wenn sich diese in virtuellen Umgebungen aufhalten und dort beobachtet werden können. Konkret wird das Metaverse eine virtuelle 3D-Umgebung schaffen, die mit schon heute handelsüblichen VR-Displays betreten werden kann und erlaubt, gängige Aufgaben zur Beurteilung von Patienten nachzuahmen, wie beispielsweise das Fixieren eines bestimmten Punktes, das gleichmäßige Verfolgung eines Objekts oder die Ausführung von sogenannten Sakkaden (sehr schnelle und kurze Bewegungen des Augapfels).⁴¹

Die Sammlung und Quantifizierung dieser Beobachtungen als digitale Daten im Metaverse ist entscheidend, weil die medizinische Bewertung eines Patienten – wie beispielsweise die neuropsychologische Bewertung des Sehvermögens – signifikant von Testbedingungen wie der Raumbelichtung abhängt. Dies schränkt die Standardisierung ein, gefährdet die Zuverlässigkeit und verhindert die Bewertung zentraler Funktionen, wie etwa die visuelle Verarbeitungsgeschwindigkeit. Die für den Zugang zum Metaverse nutzbaren VR-Geräte ermöglichen es, diese Probleme zu lösen, da sie am Kopf getragen werden und somit das gesamte Gesichtsfeld abdecken, wodurch die visuelle Stimulation abgeschirmt und standardisiert wird. Forscher fanden in Tests heraus, dass ein schon heute verfügbares Headset für die standardisierte und zuverlässige Bewertung und Diagnose elementarer kognitiver Funktionen in Labor und Klinik geeignet ist.⁴² In ähnlicher Weise konnten Forscher VR-Brillen und virtuelle Bilderkennungsaufgaben nutzen, um den Grad an Amblyopie eines Patienten zu quantifizieren; dabei handelt es sich um einen Zustand, bei dem die Eingaben eines Auges vom Gehirn unterdrückt werden.⁴³ Dies war mit konventionellen Methoden, in der physischen Welt, bislang nicht möglich.

In einem weiteren Anwendungsfall hat ein Forscherteam eine Kombination aus VR-Spielen, Eye-Tracking und KI-Methoden eingesetzt, um zu zeigen, wie Unterschiede in den Augenbewegungen zur Erkennung der Aufmerksamkeitsdefizitstörung (ADHS) bei Kindern genutzt werden können.⁴⁴ Die Forscher der Aalto Universität, der Universität Helsinki und der Åbo Akademi-Universität entwickelten hierfür ein VR-Spiel namens „EPELI“, das alltägliche Handlungen, wie das Zähneputzen, simuliert. Die Analyse zeigt, dass der Blick von ADHS-Kindern länger auf verschiedenen Objekten in der Umgebung

Chirurgen in Lehrkrankenhäusern und ländlichen Krankenhäusern. Siehe: Anvari M, McKinley C, Stein H. Establishment of the world's first telerobotic remote surgical service: for provision of advanced laparoscopic surgery in a rural community. *Ann Surg.* 2005 Mar;241(3):460-4.

⁴⁰ Siehe z.B.: [How AR & VR can transform healthcare \(linkedin.com\)](#).

⁴¹ Orlosky J, Itoh Y, Ranchet M, Kiyokawa K, Morgan J, Devos H. Emulation of Physician Tasks in Eye-Tracked Virtual Reality for Remote Diagnosis of Neurodegenerative Disease. *IEEE Trans Vis Comput Graph.* 2017 Apr;23(4):1302-1311.

⁴² Sie verwendeten Oculus Rift. Siehe: Foerster RM, Poth CH, Behler C, Botsch M, Schneider WX. Using the virtual reality device Oculus Rift for neuropsychological assessment of visual processing capabilities. *Sci Rep.* 2016 Nov 21;6:37016.

⁴³ Panachakel JT, Ramakrishnan AG, Manjunath KP. VR Glasses based Measurement of Responses to Dichoptic Stimuli: A Potential Tool for Quantifying Amblyopia? *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2020 Jul;2020:5106-5110.

⁴⁴ ADHS ist eine neurologische Entwicklungsstörung, die durch ein übermäßiges Maß an Unaufmerksamkeit, Hyperaktivität und Impulsivität gekennzeichnet ist.

verweilt und dass ihr Blick schneller und häufiger von einem Punkt zum anderen springt. Dieser Ansatz könnte auch zur Beurteilung anderer Erkrankungen, wie Autismus, im Metaverse eingesetzt werden.⁴⁵

Das größte Potenzial der neuen Metaverse-Daten in Bezug auf Analyse und Diagnose liegt wohl im Bereich bestimmter **psychischer, neurologischer und kognitiver Störungen**. Bei solchen Störungen ist es oft schwierig, den Patienten in reale Szenarien zu versetzen, in denen die relevanten Verhaltensweisen bewertet werden können. Darüber hinaus können herkömmliche klinische Fragebögen zu Verzerrungen führen. Das Metaverse bietet vor diesem Hintergrund eine sichere Plattform, um reale Situationen durch interaktive virtuelle Simulationen nachzustellen, in denen das Verhalten und die Reaktionen der Patienten genau beobachtet und aufgezeichnet werden können. Eine Meta-Studie, die verschiedene VR-Umgebungen untersuchte, stellte fest, dass diese zuverlässig die relevanten psychiatrischen Symptome hervorrufen und messen konnten und dass diese VR-Messungen mit traditionellen diagnostischen Messungen statistisch signifikant korrelierten, also im Allgemeinen übereinstimmten.⁴⁶ Häufig mit VR untersuchte Störungen sind Schizophrenie, Entwicklungsstörungen, Essstörungen und Angststörungen. Zudem kann VR eingesetzt werden, um kognitiven Fehlfunktionen bei der räumlichen Navigation,⁴⁷ neurodegenerative Erkrankungen wie die Parkinson-Krankheit,⁴⁸ Verhaltenssüchte⁴⁹ oder soziale Ängste zu diagnostizieren.⁵⁰

Virtuelle Welten bieten somit nicht-invasive, nicht-pharmakologische und einfacher zu handhabende Beobachtungs- und Interventionsumgebungen, um Diagnosen zu stellen. Eine Durchsicht schon bestehender Anwendungen von VR-Technologie am Beispiel von Alzheimer-Diagnosen fand allerdings heraus, dass die meisten heutigen Anwendungen die Vorteile virtueller Welten – nämlich das hohe Maß an Immersion und Interaktion – noch nicht voll nutzen.⁵¹ So wird sich beispielsweise zumeist noch auf herkömmliche 2D-Grafikdisplays verlassen. Die Einführung eines realistischen, multisensorischen Metaverse, das Biofeedback ermöglicht, verspricht daher noch zahlreiche qualitative Verbesserungen.

Zusammengefasst: Bei der medizinischen Beurteilung eines Patienten in virtuellen Welten ist dieser ersten Untersuchungen zufolge vollständig in das Metaverse eingetaucht und wird daher nicht, wie in physischen Untersuchungsräumen, durch äußere Faktoren abgelenkt, so dass der Arzt die Merkmale des Patienten präziser erfassen kann. Die Einführung von Gesundheitsdienstleistungen im Metaverse ermöglicht es also, die in die virtuelle Umgebung eingebrachten Informationen analog zu teuren, aufwändigen, langwierigen und letztlich fehleranfälligen klinischen Studien empirisch zu manipulieren

⁴⁵ Merzon, L., Pettersson, K., Aronen, E.T. et al. Eye movement behavior in a real-world virtual reality task reveals ADHD in children. *Sci Rep* 12, 20308 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24552-4>. Siehe auch die Berichterstattung in: McFarland, A. (2022), [VR Could Help Detect ADHD in Children - Unite.AI](#) (December 30, 2022). (2022), [VR Could Help Detect ADHD in Children - Unite.AI](#) (December 30, 2022).

⁴⁶ van Bennekom, M. J., de Koning, P. P., & Denys, D. (2017). Virtual reality objectifies the diagnosis of psychiatric disorders: A literature review. *Frontiers in Psychiatry*, 8, Article 163.

⁴⁷ Cogné M, Taillade M, N'Kaoua B, Tarruella A, Klinger E, Larrue F, Sauzéon H, Joseph PA, Sorita E. The contribution of virtual reality to the diagnosis of spatial navigation disorders and to the study of the role of navigational aids: A systematic literature review. *Ann Phys Rehabil Med*. 2017 Jun;60(3):164-176.

⁴⁸ Orlosky J, Itoh Y, Ranchet M, Kiyokawa K, Morgan J, Devos H. Emulation of Physician Tasks in Eye-Tracked Virtual Reality for Remote Diagnosis of Neurodegenerative Disease. *IEEE Trans Vis Comput Graph*. 2017 Apr;23(4):1302-1311.

⁴⁹ Segawa T, Baudry T, Bourla A, Blanc JV, Peretti CS, Mouchabac S, Ferreri F. Virtual Reality (VR) in Assessment and Treatment of Addictive Disorders: A Systematic Review. *Front Neurosci*. 2020 Jan 10;13:1409.

⁵⁰ Dechant, Martin Johannes, Sabine Trimpl, Christian Wolff, Andreas Mühlberger and Youssef Shiban. "Potential of virtual reality as a diagnostic tool for social anxiety: A pilot study." *Comput. Hum. Behav*. 76 (2017): 128-134.

⁵¹ García-Betances, R. I., Waldmeyer, M. T. A., Fico, G., & Cabrera-Umpiérrez, M. F. (2015). A succinct overview of virtual reality technology use in Alzheimer's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 7, Article 80.

und damit zu besseren Diagnosen zu gelangen. Allerdings ist dafür ein hohes Vertrauen der Patienten in die Technologie vonnöten, insbesondere, was die Verwendung dieser sensiblen Daten angeht – ein Punkt, auf den wir noch mehrfach zurückkommen werden. Zudem legen erste statistische Untersuchungen nahe, dass die virtuell gesetzten Manipulationen je nach ihrer Art und der jeweiligen Nutzergruppe unterschiedlich effektiv sind.⁵² Das zeigt, dass noch mehr Forschung notwendig ist, um herauszufinden, welche Art von Daten und virtuellen Formaten am effizientesten für zuverlässige Diagnosen sind – andere Daten, die nicht relevant sind, bräuchten dann erst gar nicht gespeichert zu werden.

2.2 Auswirkungen des Metaverse auf Patienten und die Bevölkerung

Neben den effizienzsteigernden Anwendungsfällen für Mediziner und Fachpersonal werden sich auch zahlreiche positive Auswirkungen für die Nutzenden des Metaverse, also die Patienten und die Bevölkerung im Allgemeinen, ergeben. Dies beinhaltet digitale Zwillinge zur besseren Informationsverbreitung, gesundheitspolitische Sensibilisierung durch Avatare, Schmerzlinderung und immersive Therapien, virtuelle Beratung sowie das sogenannte „Exergaming“, welches die Prävention von Krankheiten erhöht und das Klischee widerlegt, wonach Digitalisierung nur ungesundes Verhalten fördert.

Digitale Zwillinge

Zunächst befähigt das Metaverse Patienten, verschiedene Aspekte ihrer eigenen Gesundheit als auch des Gesundheitswesens besser zu verstehen, indem es diese Informationen als sogenannte **digitale Zwillinge** wiedergibt und visualisiert. Im Gesundheitswesen bezeichnet der Begriff alle digitalen Modelle, die auf einem medizinischen Datensatz basieren und hierdurch medizinische Prozesse visualisieren, simulieren und optimieren können. Das ideale Metaverse-Szenario wäre daher, analog zu den Plänen einer Industrie 4.0, die Erstellung eines personalisierten digitalen Zwillings für jeden Patienten, um medizinische Diagnosen und Behandlungen in einer virtuellen Umgebung zu simulieren.⁵³ Patienten könnten diese digitalen Zwillinge im Metaverse etwa nutzen, um sich ein erweitertes oder virtuelles Bild von dem zu vermitteln, was sie bei einer Operation erwartet. Dies würde die Dokumentation und Kommunikation verbessern, was sich letztlich auf die Qualität der Dienstleistungen und die Sicherheit der Patienten auswirkt.⁵⁴ Das Betrachten und Erleben von VR-basierten Vorschauen einer Operation kann zudem die Erteilung einer informierten Zustimmung zu chirurgischen Eingriffen verbessern. Experimentelle Ergebnisse legen nahe, dass eine immersive 3D-gestützte Einwilligungserklärung das Verständnis der Patienten für ihren Zustand verbessert, ohne ihre Angst zu verstärken.⁵⁵

Denkbar sind schließlich auch digitale Zwillinge, die über die Abbildung eines Patienten hinausgehen und andere Aspekte des Gesundheitswesens umfassen. So half beispielsweise das Projekt eines virtuellen Krankenhauses schwangeren Frauen, die Entbindungsabteilung des Krankenhauses virtuell zu besuchen, um die einzelnen Abschnitte des späteren Krankenhausbesuches zu planen und die Angst vor

⁵² Cogné M, Taillade M, N’Kaoua B, Tarruella A, Klinger E, Larrue F, Sauzéon H, Joseph PA, Sorita E. The contribution of virtual reality to the diagnosis of spatial navigation disorders and to the study of the role of navigational aids: A systematic literature review. *Ann Phys Rehabil Med.* 2017 Jun;60(3):164-176.

⁵³ Vortrag von Prof. David Matusiewicz am 24.02.2023 bei der Veranstaltung "Young Inflammation" des Rheumazentrums Rhein Ruhr an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.

⁵⁴ Khor WS, Baker B, Amin K, Chan A, Patel K, Wong J. Augmented and virtual reality in surgery-the digital surgical environment: applications, limitations and legal pitfalls. *Ann Transl Med.* 2016 Dec;4(23):454.

⁵⁵ Perin A, Galbiati TF, Ayadi R, Gambatesa E, Orena EF, Riker NI, Silberberg H, Sgubin D, Meling TR, DiMeco F. Informed consent through 3D virtual reality: a randomized clinical trial. *Acta Neurochir (Wien).* 2021 Feb;163(2):301-308.

der Geburt zu verringern.⁵⁶ In diesem Zusammenhang ist auch zu erwähnen, dass Patienten im Metaverse die Nutzung einer Prothese ausführlich und sicher erproben können. Momentan liegt die Ablehnungsquote von Prothesen bei Erwachsenen hoch, doch VR-basierte Trainingsmethoden erhöhen die Wahrscheinlichkeit einer langfristigen, vollständigen Nutzung dieser Prothesen.⁵⁷

Alle genannten vorteilhaften Anwendungsfälle beziehen sich im Wesentlichen auf Möglichkeiten, die sich aus einem digitalen Zwilling der geplanten Operation, des Krankenhauses oder der Prothese ergeben und die von den Patienten immersiv im Metaverse betrachtet, ausprobiert und erlebt werden können. Dafür ist allerdings Vertrauen in die zugrundeliegende Technik notwendig; ein Aspekt, den wir bereits bei den Anwendungsmöglichkeiten für Mediziner betonten. Obwohl es im aktuellen Stadium der technologischen Entwicklung noch Schwierigkeiten bei der Datenerfassung, der Datenfusion und der genauen Simulation gibt, ist also zu vermuten, dass digitale Zwillinge im Metaverse zu einer neuen Plattform für persönliches Gesundheitsmanagement und Gesundheitsdienste reifen werden.⁵⁸

Sensibilisierung

Ferner ermöglicht das Metaverse eine bessere gesundheitspolitische **Sensibilisierung**, indem Nutzer einen virtuellen Körper annehmen können, der sich von ihrem physischen Körper unterscheidet. Es handelt sich also nicht um einen identischen digitalen Zwilling, wie im vorherigen Abschnitt diskutiert, sondern um einen sogenannten Avatar, der beliebig angepasst werden kann. Das kann etwa genutzt werden, um das Gefühl zu simulieren, mit einer bestimmten Krankheit zu leben. Das Metaverse kann dadurch das Verständnis und die Empathie der Pflegenden verbessern und die Öffentlichkeit besser aufklären. Beispielsweise hat sich gezeigt, dass VR-Interventionen informelle Pflegepersonen von Demenzerkrankten, die oft unter den rapiden Veränderungen der von ihnen betreuten Person psychisch leiden, helfen. Die Teilnehmer einer Pilotstudie verbesserten durch die virtuelle Simulation einer eigenen Demenz ihr Einfühlungsvermögen, ihr Selbstvertrauen in die Pflege der demenzkranken Person und ihren Austausch mit dieser Person erheblich.⁵⁹ Ein anderes Beispiel betrifft Sehbehinderungen: Forschende kamen zu dem Schluss, dass moderne digitale Simulatoren, wie sie für den Zugang zum Metaverse verwendet werden können, in der Lage sind, einige der wichtigsten Alltagsschwierigkeiten im Zusammenhang mit Sehbehinderungen zu reproduzieren und objektiv zu quantifizieren.⁶⁰ Allgemeiner gefasst kann ein virtueller Körper dabei helfen, implizite Einstellungen und Wahrnehmungen besser zu erkennen und dadurch Vorurteile zu überwinden,⁶¹ was für die Gesundheit einer Bevölkerung in einem noch viel umfassenderen Sinne langfristig entscheidend ist.

⁵⁶ [Discover our latest work | Poppr.](#)

⁵⁷ Gaballa, Aya & Cavalcante, Reidner & Lamounier Jr, Edgard & Soares, Alcimar & Cabibihan, John-John. (2022). Extended Reality "X-Reality" for Prosthesis Training of Upper-Limb Amputees: A Review on Current and Future Clinical Potential. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. 10.1109/TNSRE.2022.3179327.

⁵⁸ Sun T, He X, Song X, Shu L, Li Z. The Digital Twin in Medicine: A Key to the Future of Healthcare? *Front Med (Lausanne)*. 2022 Jul 14;9:907066.

⁵⁹ Wijma EM, Veerbeek MA, Prins M, Pot AM, Willemse BM. A virtual reality intervention to improve the understanding and empathy for people with dementia in informal caregivers: results of a pilot study. *Aging Ment Health*. 2018 Sep;22(9):1115-1123.

⁶⁰ Jones, P.R., Somoskeöy, T., Chow-Wing-Bom, H. et al. Seeing other perspectives: evaluating the use of virtual and augmented reality to simulate visual impairments (OpenVisSim). *npj Digit. Med.* 3, 32 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41746-020-0242-6>.

⁶¹ Chen Vivian Hsueh Hua, Ibasco Gabrielle C., Leow Vetra Jing Xuan, Lew Juline Yun Yee (2021), The Effect of VR Avatar Embodiment on Improving Attitudes and Closeness Toward Immigrants, *Frontiers in Psychology* 12, [Frontiers | The Effect of VR Avatar Embodiment on Improving Attitudes and Closeness Toward Immigrants \(frontiersin.org\)](#).

Linderung von Schmerzen

Die Einbettung in ein immersives Metaverse, welches die Umwelt ausblendet, kann die Fähigkeit einer Person, auf neuronale Signale zu reagieren, stark beeinträchtigen. In anderen Worten, die immersive Eigenschaft des Metaverse kann im Gesundheitswesen genutzt werden, um von Schmerzen abzulenken. Da immersive Erlebnisse im Metaverse die Schmerzwahrnehmung verändern, können sie als wirksames, nicht-pharmakologisches Instrument zur **Linderung akuter und chronischer Schmerzen** eingesetzt werden.⁶² Einer Studie zufolge hatten Verbrennungspatienten, die sich aktiv mit einem VR-Spiel beschäftigten, während der Wundversorgung deutlich weniger Schmerzen als andere Patienten, wobei die statistische Analyse Kriterien wie Alter, Geschlecht, Schmerzen vor dem Eingriff, Angstzustände, Opiatkonsum und Behandlungsdauer berücksichtigte.⁶³ Besonders interessant bei dieser Studie war das Ergebnis, dass eine eher passive Ablenkung durch das Anschauen eines Films bei der Schmerzreduktion weniger wirksam war, was im Umkehrschluss einen echten Mehrwert durch neue Metaverse-Technologien nahelegt. In den USA gibt es bereits Kinderkliniken, die VR/AR zur Schmerzbehandlung einsetzen und dabei den Bedarf an Anästhesie und Physiotherapie verringern konnten.⁶⁴

Eine systematische Überprüfung bisheriger Studien und Anwendungsfälle in diesem Bereich ergab statistisch signifikante Ergebnisse bei der Schmerzlinderung und der Verbesserung der Funktionsfähigkeit durch eine Intervention mit VR-Technologie.⁶⁵ Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Metaverse-Erlebnisse nicht nur in der akuten Schmerzbehandlung, sondern auch in der Behandlung chronischer Schmerzen eingesetzt werden könnten. Die zunehmende Erschwinglichkeit und Qualität tragbarer VR-Headsets und der anhaltende Nutzen der Schmerztherapie lassen also ein großes Potenzial des Metaverse für diese Art von Gesundheitsdienstleistungen erwarten. Es sind jedoch weitere Forschungsarbeiten erforderlich, um den langfristigen Nutzen zu ermitteln, wenn Metaverse-basierte Erfahrungen in die gängigen Protokolle für Schmerzbehandlung aufgenommen werden sollen.

Virtuelle Therapien

Das Metaverse kann auch eingesetzt werden, um **virtuelle Therapien** durchzuführen. Eine jüngste Meta-Studie liefert Belege für die positiven Auswirkungen von VR-Therapie bei psychiatrischen Störungen.⁶⁶ Die Einbeziehung von VR in Therapien kann die Einfachheit, Akzeptanz und Wirksamkeit der Behandlung von Angstzuständen erhöhen. Die VR-Expositions-Therapie ermöglicht eine individuelle, schrittweise, kontrollierte, immersive Exposition, die für Therapeuten einfach umzusetzen und für Patienten oft akzeptabler ist als eine in vivo oder imaginäre Exposition.⁶⁷ Das Metaverse bietet also eine Gelegenheit, um den Zugang und die Wirksamkeit der Expositionstherapie zu verbessern. Eine VR- oder AR-basierte Therapie kann zudem, wie oben angesprochen, unterhaltsamer sein als reguläre

⁶² Ahmadpour N, Randall H, Choksi H, Gao A, Vaughan C, Poronnik P. Virtual Reality interventions for acute and chronic pain management. *Int J Biochem Cell Biol.* 2019 Sep;114:105568.

⁶³ Jeffs D, Dorman D, Brown S, Files A, Graves T, Kirk E, Meredith-Neve S, Sanders J, White B, Swearingen CJ. Effect of virtual reality on adolescent pain during burn wound care. *J Burn Care Res.* 2014 Sep-Oct;35(5):395-408.

⁶⁴ Pew Research Center Report, *The Metaverse in 2040.*

⁶⁵ Goudman L, Jansen J, Billot M, Vets N, De Smedt A, Roulaud M, Rigoard P, Moens M. Virtual Reality Applications in Chronic Pain Management: Systematic Review and Meta-analysis. *JMIR Serious Games.* 2022 May 10;10(2):e34402.

⁶⁶ Cieślík B, Mazurek J, Rutkowski S, Kiper P, Turolla A, Szczepańska-Gieracha J. Virtual reality in psychiatric disorders: A systematic review of reviews. *Complement Ther Med.* 2020 Aug;52:102480.

⁶⁷ Boeldt D, McMahan E, McFaul M, Greenleaf W. Using Virtual Reality Exposure Therapy to Enhance Treatment of Anxiety Disorders: Identifying Areas of Clinical Adoption and Potential Obstacles. *Front Psychiatry.* 2019 Oct 25;10:773.

Übungen, was die Motivation und das Engagement der Nutzer verbessern kann. In der Summe scheint eine Therapie im Metaverse akzeptabler und potenziell effektiver als eine herkömmliche zu sein.

Auch für diese Funktion gibt es bereits einige relevante Studien und Anwendungsfälle. So kann beispielsweise das Finden und Zerkleinern von Zigaretten in einer spielähnlichen Umgebung dabei helfen, individuelle Rauchgewohnheiten loszuwerden.⁶⁸ VR kann bei der Rehabilitation von Patienten mit Orientierungsschwierigkeiten eingesetzt werden.⁶⁹ Auch Essstörungen können im Metaverse behandelt werden, da laut Studien virtuelle Lebensmittel bei den Patienten die gleichen emotionalen Reaktionen hervorrufen wie echte Lebensmittel.⁷⁰ Forschende haben eine maßgeschneiderte, kontrollierte und empirisch validierte VR-basierte Körperexpositionsintervention entwickelt, um Patienten zu helfen, ihre Angst vor Gewichtszunahme zu bewältigen.⁷¹ Experimentelle AR-Systeme werden vielfach in der Schlaganfall-Rehabilitation erprobt, doch hier sind noch weitere Schritte notwendig.⁷² Schließlich kann VR-gestützte Neurorehabilitation auch in den Bereichen Motorik, Sensomotorik und Kognition eingesetzt werden.⁷³

Weitere Anwendungsfälle für das Metaverse ergeben sich aus der Kombination von VR und KI, die zusammen so eingesetzt werden können, dass Halluzinations-Effekte im Gehirn ausgelöst werden. Damit könnte, zum einen, eine Substitutionstherapie zu bestimmten Drogen entwickelt werden und, zum anderen, ganz neuartige Behandlungsarten, die auf VR/KI-Halluzinationseffekten basieren, entwickelt werden. Letztere könnten den Einsatz von Psychopharmaka signifikant reduzieren oder gar obsolet machen. Eine kürzlich durchgeführte Studie ergab, dass Teilnehmer, die eine simulierte Halluzination erlebten, danach kognitiv flexibler oder anpassungsfähiger waren. In dieser Studie wurde die kognitive Flexibilität der Teilnehmer anhand von Verhaltensaufgaben in einer VR-Umgebung gemessen, wobei die halluzinatorischen Gegenstücke von Drogen durch einen Algorithmus erzeugt wurden. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass simulierte veränderte Wahrnehmungsphänomene in der Tat konkrete Wirkungen, wie eine erhöhte kognitive Flexibilität, bewirken.⁷⁴

Ein weiterer konkreter Anwendungsfall des Metaverse zur Behandlung von Patienten ergibt sich aus der oben erwähnten skandinavischen ADHS-Studie, bei der ein VR-Spiel, Eye-Tracking und maschinelles Lernen eingesetzt wurden, um zu zeigen, wie Unterschiede in den Augenbewegungen zur Erkennung von ADHS genutzt werden können. Der neue Ansatz könnte nicht nur zur Entdeckung von ADHS, sondern auch für die ADHS-Therapie und die Behandlung anderer Erkrankungen eingesetzt werden.

⁶⁸ Pericot-Valverde I, Secades-Villa R, Gutiérrez-Maldonado J, García-Rodríguez O. Effects of systematic cue exposure through virtual reality on cigarette craving. *Nicotine Tob Res.* 2014 Nov;16(11):1470-7.

⁶⁹ Cogné M, Taillade M, N'Kaoua B, Tarruella A, Klinger E, Larrue F, Sauzéon H, Joseph PA, Sorita E. The contribution of virtual reality to the diagnosis of spatial navigation disorders and to the study of the role of navigational aids: A systematic literature review. *Ann Phys Rehabil Med.* 2017 Jun;60(3):164-176.

⁷⁰ Riva, G, Malighetti, C, Serino, S. Virtual reality in the treatment of eating disorders. *Clin Psychol Psychother.* 2021; 28: 477–488.

⁷¹ Porras-García B, Ferrer-García M, Serrano-Troncoso E, Carulla-Roig M, Soto-Usera P, Miquel-Nabau H, Olivares LFC, Marnet-Fiol R, Santos-Carrasco IM, Borszewski B, Díaz-Marsá M, Sánchez-Díaz I, Fernández-Aranda F, Gutiérrez-Maldonado J. AN-VR-BE. A Randomized Controlled Trial for Reducing Fear of Gaining Weight and Other Eating Disorder Symptoms in Anorexia Nervosa through Virtual Reality-Based Body Exposure. *J Clin Med.* 2021 Feb 10;10(4):682.

⁷² Gorman C, Gustafsson L. The use of augmented reality for rehabilitation after stroke: a narrative review. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2022 May;17(4):409-417.

⁷³ Ku, J., & Kang, Y.J. (2018). Novel Virtual Reality Application in Field of Neurorehabilitation. [\[PDF\] Novel Virtual Reality Application in Field of Neurorehabilitation | Semantic Scholar](#).

⁷⁴ Rastelli, C., Greco, A., Kenett, Y.N. et al. Simulated visual hallucinations in virtual reality enhance cognitive flexibility. *Sci Rep* 12, 4027 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08047-w>.

Den beteiligten Forschern zufolge sind die Erfahrungen damit sehr positiv.⁷⁵ Das Metaverse ermöglicht also, allgemeiner gefasst, digitale Therapie auf der Grundlage von Spielen (*gamification-based digital therapy*).

Virtuelle Beratung

Weitere wichtige Schlussfolgerungen für die Behandlung von Patienten ergeben sich aus dem erwähnten Boom der Telemedizin während der Pandemie. Dieser Boom hat Gründe, die wichtig sind, wenn man sich mit den langfristigen Implikationen des Metaverse auf das Gesundheitswesen beschäftigt. So zeigen jüngste Umfragen, dass mittlerweile mehr als die Hälfte der Menschen eine Online-Therapie einer persönlichen Behandlung vorziehen.⁷⁶ Darüber hinaus gaben 94 % der Nutzer von Telemedizin an, dass sie in Zukunft „auf jeden Fall“ oder „wahrscheinlich“ erneut medizinische Leistungen per Telemedizin in Anspruch nehmen werden. Die wichtigsten Gründe für die Inanspruchnahme solcher virtuellen Angebote waren Bequemlichkeit (61 %), die Möglichkeit einer schnellen Versorgung (49 %) und der einfache Zugang zu Gesundheitsinformationen (28 %).⁷⁷

Die Bereitschaft während der Pandemie, psychologische Beratung online in Anspruch zu nehmen, eröffnet somit die Frage, wie das Metaverse zur Behandlung psychologischer Krankheiten, und allgemeiner für **Beratungsdienstleistungen**, genutzt werden könnte. Bei der Beantwortung dieser Frage scheinen die sozialen Aspekte der Technologie besonders relevant zu sein. So fanden Forschende heraus, dass Menschen, die in virtuellen Welten anstatt in klassischen 2D-Online-Formaten – wie Videosprechstunden oder Zoom-Räumen – kommunizieren, sich eher in einen physischen Raum versetzt fühlten. Sozialisierende Aktivitäten wie das Treffen von Freunden in einer VR-Umgebung wurden mit Verbundenheit und Vergnügen in Verbindung gebracht. Diese Ergebnisse, die auf einer Umfrage unter 220 Teilnehmern basieren, liefern eine erste quantitative Einschätzung über die potenziellen positiven Auswirkungen des Metaverse auf das breitere Wohlbefinden der Patienten und der Bevölkerung.⁷⁸

Diese Ergebnisse sind im Prinzip nicht verwunderlich, wenn man sich die Erfahrungen vergegenwärtigt, die Nutzer und Forscher im letzten Jahrzehnt bereits mit einer Art Proto-Metaverse, der Online-Umgebung „Second Life“, gewonnen haben. In Second Life erstellen die Benutzer einen digitalen Avatar, der sie repräsentiert, und können dann die Welt erkunden, andere Benutzer treffen und sogar Handel treiben. Second Life erlebte seinen kommerziellen Höhepunkt in den späten 2000er Jahren und seine blockartigen Grafiken und die damals notwendige Tastatur- und Maussteuerung sind weit entfernt von der aktuellen Metaverse-Vision eines Mark Zuckerberg, die auf teuren VR-Headsets basiert. Dennoch ist Second Life wahrscheinlich das am längsten laufende Experiment einer Metaverse-ähnlichen Erfahrung.⁷⁹ Das ist hilfreich, weil es bereits Studien gibt, die den psychologischen Nutzen von Second Life-Nutzern untersucht haben.⁸⁰ Das Maß, in dem die virtuellen Erfahrungen in Second Life psychologische

⁷⁵ Merzon, L., Pettersson, K., Aronen, E.T. et al. Eye movement behavior in a real-world virtual reality task reveals ADHD in children. *Sci Rep* 12, 20308 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24552-4>. Für die Erfahrungen, siehe: McFarland, A. (2022), [VR Could Help Detect ADHD in Children - Unite.AI](#) (December 30, 2022).

⁷⁶ Die Zahlen basieren auf der J.D. Power 2022 U.S. Telehealth Satisfaction Study.

⁷⁷ Hagen, J. (2022), [Survey: Consumers prefer telehealth over in-person visits for routine, mental healthcare | MobiHealth-News](#) (September 29, 2022).

⁷⁸ Barreda-Ángeles M, Hartmann T. Psychological benefits of using social virtual reality platforms during the covid-19 pandemic: The role of social and spatial presence. *Comput Human Behav.* 2022 Feb; 127:107047.

⁷⁹ So auch: Gent, E. (2021), [What Can the Metaverse Learn From Second Life? - IEEE Spectrum](#) (29 November 2021).

⁸⁰ Für eine Übersicht, siehe: Barreda-Ángeles M, Hartmann T. Psychological benefits of using social virtual reality platforms during the covid-19 pandemic: The role of social and spatial presence. *Comput Human Behav.* 2022 Feb; 127:107047.

Bedürfnisse wie Zugehörigkeit, Wertschätzung und Selbstverwirklichung adressierten und zu einer Steigerung von Autonomie, Kompetenz, Verbundenheit, Maßhalten und Geborgenheit führten, legt nahe, dass das Metaverse einen mindestens gleich hohen Nutzen im Bereich psychologischer Beratung haben wird. Schon heute versammeln sich Menschen, die unter Schlaflosigkeit oder Einsamkeit leiden, mit Headsets in VR-Schlafräumen, die Entspannung und Gesellschaft unter miteinander unbekanntem Menschen bieten.⁸¹ Andere nehmen an Sitzungen teil, um sich über Trauerfälle und den Tod austauschen.⁸² Die Kombination aus Anonymität und Zusammengehörigkeit im Metaverse ermöglicht somit einen intensiven und produktiven virtuellen Kontakt, der zugleich viele der sozialen Spannungen vermeidet, die sich in klassischen Arzt-Patienten-Verhältnissen ergeben.

In der Summe bietet das Metaverse also enorme und sich schnell weiterentwickelnde Möglichkeiten für die **virtuelle Beratung** von Menschen, die an Angst, Stress oder signifikanten psychologischen Einschnitten leiden. Empirische Ergebnisse legen nahe, dass der Einsatz digitaler psychologischer Interventionen zur Verringerung des psychischen Stresses in der Bevölkerung während der Pandemie erfolgreich war.⁸³ Das Metaverse kann somit zukünftig dazu beitragen, Einsamkeit entgegenzuwirken, Verbundenheit zu verbessern und ältere Erwachsene in betreuten Wohngemeinschaften intellektuell zu stimulieren.⁸⁴ Zudem hat sich gezeigt, dass das Metaverse zahlreiche neue Zugangsmöglichkeiten auf medizinische Informationen oder die Teilnahme an medizinischen Therapien, insbesondere für benachteiligte oder körperlich beeinträchtigte Menschen, bietet. Gleichwohl ist auch hier noch weiterer Untersuchungsbedarf: Zwei der Bestandteile des sogenannten therapeutischen Bündnisses, nämlich die Einigung auf Ziele und Aufgaben, können im virtuellen Kontext leicht erreicht werden; das dritte Element, die Qualität der Beziehung, ist hingegen noch fraglich.⁸⁵

Exergaming

Schließlich kann das Metaverse zur motorischen Entwicklung und gesundheitspolitischen Prävention eingesetzt werden, insbesondere bei Kindern mit neurologischen Bewegungsstörungen.⁸⁶ Das sogenannte **Exergaming** beschreibt die körperliche Betätigung, die mit den Aktivitäten eines Videospieles verbunden ist, wobei traditionell digitale Hardware – beispielsweise die Wii oder die Xbox – verwendet wird. Das Metaverse bietet eine fesselnde, immersive Umgebung für solche Exergaming-Techniken, die die Autonomie der Patienten stärken und das zielgerichtete Training maximieren. Beispielsweise steigerte VR in einer Studie nachgewiesenermaßen den Spaß an der Bewegung und die Kinder bevorzugten Übungen in virtuellen Umgebungen. Dieser Ablenkungseffekt der VR war bei übergewichtigen

⁸¹ [Inside the cozy but creepy world of VR sleep rooms | MIT Technology Review.](#)

⁸² Hana Kiro (2023). Inside the metaverse meetups that let people share on death, grief, and pain. MIT Technology Review (January 12, 2023).

⁸³ Riva, G., Di Lernia, D., Tuena, C., Bernardelli, L., Maldonado, J. G., Garcia, M. F., ... Serino, S. (2021, September 14). COVID Feel Good – A Self-Help Virtual Therapeutic Experience for Overcoming the Psychological Distress of the COVID-19 Pandemic: Results from a European Multicentric Trial. <https://doi.org/10.31234/osf.io/r23sa>.

⁸⁴ [Impact of Virtual Reality \(VR\) Experience on Older Adults' Well-Being | Request PDF \(researchgate.net\).](#)

⁸⁵ So die Schlussfolgerung von: Weinberg, H. (2020). Online group psychotherapy: Challenges and possibilities during COVID-19—A practice review. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, 24(3), 201–211.

⁸⁶ Bond S, Laddu DR, Ozemek C, Lavie CJ, Arena R. Exergaming and Virtual Reality for Health: Implications for Cardiac Rehabilitation. *Curr Probl Cardiol.* 2021 Mar;46(3):100472.

Kindern stärker ausgeprägt als bei normalgewichtigen Kindern. Das Metaverse könnte also nützlich sein, um gerade fettleibigen Kindern dabei zu helfen, Spaß am Sport zu entwickeln.⁸⁷

Im Gegensatz zu den meisten in der Literatur diskutierten XR-Angeboten wären diese Vorteile allerdings nicht nur auf Menschen mit bestimmten Gesundheitsproblemen ausgerichtet und könnten prinzipiell von jedem genutzt werden. Man könnte also diskutieren, ob Krankenkassen solche Exergaming-Erlebnisse im Metaverse als Teil einer Präventionsstrategie bezahlen sollten. So werden VR-Umgebungen schon bei der Behandlung von Adipositas-Patienten eingesetzt, um die körperliche Aktivität durch spielerische Erfahrungen zu fördern. In einem vergleichbaren Ansatz nutzt das von Horizon 2020 finanzierte „Holobalance“ Projekt AR-Technologie, um ältere Menschen mit einer personalisierten digitalen Trainerplattform zu unterstützen.⁸⁸ Das Konzept des Exergaming illustriert somit, wie das Metaverse zur Förderung eines gesunden Lebensstils und zur Verbesserung des körperlichen und emotionalen Wohlbefindens der Allgemeinbevölkerung verwendet werden könnte.

3 Der Weg zu einem Metaverse-reifen Gesundheitsökosystem in Europa

Der vorherige Abschnitt hat gezeigt, dass das Metaverse Schmerzlinderung, Stressabbau und Rehabilitation unterstützen sowie neue Diagnosetechniken auf Basis von VR/AR bieten kann. Dies hat auch Auswirkungen in der „realen“ Welt, da die damit entstehenden Daten in der Regel unmittelbar an den Vertrieb gekoppelt sein werden. Damit wirft das Metaverse auch Fragen des Wettbewerbs und der Industriepolitik auf. Gerade im Gesundheitsbereich sind es weltweit vor allem Start-ups, die bereits viele der vorgestellten Anwendungsfälle für das Gesundheitswesen im Metaverse entwickeln, nicht dominante Spieler wie das erwähnte Meta.⁸⁹ Die Beispiele deuten das immense Potential an, das teilweise schon heute genutzt werden könnte. In diesem Abschnitt gehen wir näher auf zwei große Chancen für Europa ein, nämlich einen breiteren Zugang zur Gesundheitsversorgung und bessere, personalisierte Leistungen (Abschnitt 3.1). Gleichwohl ist der Weg von der Erkenntnis über eine mögliche sinnvolle Nutzung hin zur Etablierung des Ganzen in der Versorgungsrealität der Patienten kein leichter. Es sind sowohl europäische als auch nationale Voraussetzungen einzuhalten, von Zulassungsbedingungen über Werbegesetze bis hin zu Preisen und der Kostenerstattung durch (Kranken-)Versicherungen.⁹⁰ Hier betonen wir zwei primäre Herausforderungen: das Setzen von einheitlichen Regeln sowie ein passgenauer Datenschutz (Abschnitt 3.2).⁹¹ Mit einem neuen Metaverse-TÜV können Rahmenbedingungen so gesetzt werden, dass ein real-funktionierendes Metaverse-Gesundheitsökosystem in Europa entsteht, welches die beschriebenen Chancen nutzt und gleichzeitig einen angemessenen Datenschutz gewährleistet (Abschnitt 3.3).

⁸⁷ Rosa M. Baños, Patricia Escobar, Ausias Cebolla, Jaime Guixeres, Julio Alvarez Pitti, Juan Francisco Lisón, and Cristina Bottella (2016), Using Virtual Reality to Distract Overweight Children from Bodily Sensations During Exercise, *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking* 2016 19:2, 115-119.

⁸⁸ Vigkos, A., Bevacqua, D., Turturro, L., et al., VR/AR Industrial Coalition: strategic paper, Publications Office of the European Union, 2022, S. 17.

⁸⁹ Siehe auch BCG (2023), [The Health Care Metaverse Is More Than a Virtual Reality](#).

⁹⁰ Siehe z.B. Kaulartz, M., Schmid, A., Müller-Eising, F. (2022), Das Metaverse – eine rechtliche Einführung, in: RDi 2022, S. 521 ff. oder Wiring, R., Riese, R. (2022), [Das Healthcare Metaverse: Neue Gesundheitsversorgung, neues Recht?](#).

⁹¹ Für Vorschläge, die in eine ähnliche Richtung gehen, allerdings außerhalb des Metaverse-Kontextes, siehe auch: [Digital health: An opportunity to advance health equity | McKinsey](#).

3.1 Chancen: Verbessertes Zugang und neuartige Leistungen

Zugänglichkeit von Metaverse-Gesundheitsdienstleistungen

Der soziale und gesundheitliche Schutz aller EU-Bürger ist ein wichtiges Ziel der EU. Doch die Leistung der Gesundheitssysteme variiert stark zwischen verschiedenen Mitgliedstaaten, mit starken Unterschieden beispielsweise bei der Müttersterblichkeit während der Geburt und Schwangerschaft oder bei der Krebssterblichkeit.⁹² Vor diesem Hintergrund können digitale Anwendungen und Leistungen⁹³ und die oben beschriebenen Metaverse-Technologien die Gesundheitsversorgung in der EU breiter zugänglich und damit gerechter machen, von der Vereinfachung schwer zu erhaltenden Behandlungsmethoden bis hin zur Beseitigung von Reise- und Transportfaktoren beim Zugang zur Gesundheitsversorgung. In kurz: besserer Zugang, bessere Ergebnisse und niedrigere Kosten.⁹⁴

Die Einführung der entsprechenden Technologien könnte aber auch neue Ungleichheiten innerhalb von und zwischen Gesellschaften schaffen. Die vielzitierte „digitale Kluft“ könnte im Metaverse-Gesundheitsbereich fortbestehen, da der Zugang zum Metaverse digitale und finanzielle Kenntnisse, eine hohe Internet-Bandbreite, geringe Latenzzeiten, einen ständigen Internetzugang und teure Hardware erfordert.⁹⁵ Das Metaverse könnte aber auch, wie oben dargelegt, stark inklusiv wirken. Der Zugang zu innovativen Metaverse-Technologien im Gesundheitsbereich und die Inklusivität wird letztlich durch monetäre Erschwinglichkeit und technische Verfügbarkeit (z. B. mangelhafte Abdeckung in ländlichen Gebieten) beschränkt werden, wenn dem nicht entgegengewirkt wird. Es braucht mehr Zusammenarbeit zwischen Politik, Unternehmen und Zivilgesellschaft, um digitale Kompetenzen zu verbessern und die digitale Konnektivität zu erhöhen.⁹⁶ Auf EU-Ebene ist hier insbesondere an den Gigabit Infrastructure Act (GIA) der Kommission zu denken, der den Gigabitausbau effizienter, schneller und günstiger machen soll. Doch in seiner aktuellen Form würde der GIA den Glasfaserausbau in Europa eher bremsen, weil er den strategischen Überbau von Glasfasernetzen begünstigt.⁹⁷ Gerade vor dem Hintergrund der Bedürfnisse des Metaverse sollten EU-Institutionen den Entwurf daher nachbessern.

Neuartige Datenarten verbessern Gesundheitsdienstleistungen

Neben breiterem und einfacherem Zugang zu Gesundheitsdienstleistungen kann Europa davon profitieren, dass im Metaverse die oben beschriebenen neuartigen Datenarten anfallen werden, die es erlauben, medizinische Dienstleistungen durch maschinelles Lernen signifikant zu verbessern. Heutige Datensätze im Gesundheitswesen sind aufgrund von Anonymisierungsanforderungen oftmals durch das Weglassen von Merkmalen wie Geschlecht und Alter eingeschränkt. Die bisherige Nutzung von Algorithmen bei Gesundheitsentscheidungen hat daher oft zu diskriminierenden Verzerrungen geführt, weil unzureichende Proxys genutzt werden mussten, um für fehlende Daten zu substituieren.⁹⁸

⁹² Peseckyte (2023), [Mehr als 700 Mütter sterben täglich bei Geburt und Schwangerschaft – EURACTIV.de](#); Peseckyte (2023), [Studie zeigt große Unterschiede bei Krebssterblichkeit innerhalb der EU – EURACTIV.de](#).

⁹³ Siehe hierzu auch Ludewig, G.; Klose, C.; Hunze, L.; Matenaar, S. (2021), [Digitale Gesundheitsanwendungen: gesetzliche Einführung patientenzentrierter digitaler Innovationen in die Gesundheitsversorgung](#).

⁹⁴ Siehe auch auch BCG (2023), [The Health Care Metaverse Is More Than a Virtual Reality](#).

⁹⁵ Siehe: Matthew Ball, *The Metaverse: And How It Will Revolutionize Everything*, Liveright.

⁹⁶ Siehe auch, für die USA: Deloitte, *The Metaverse and its Potential for the United States*, Final Report (Mai 2023), S. 5.

⁹⁷ [BREKO kritisiert Entwurf des Gigabit Infrastructure Act der EU \(brekoverband.de\)](#).

⁹⁸ So führte etwa ein in den USA weit verbreiteter Algorithmus zu unbeabsichtigter rassistischer Diskriminierung, aufgrund dessen die Zahl schwarzer Patienten, die für eine zusätzliche Behandlung ausgewählt werden, um mehr als die Hälfte sank. Die Verzerrung entstand, weil der Algorithmus die Gesundheitskosten als Indikator für den Gesundheitsbedarf verwendete. Für schwarze Patienten, die den gleichen Bedarf haben, wird weniger Geld ausgegeben, so dass der Algorithmus

Beispielsweise sind KI-Programme, die Krankheiten auf Röntgenbildern von Lungen erkennen sollen, in der Vergangenheit oft irreführend gewesen, weil sie sich auf die zur Beschriftung des Bildes verwendeten Markierungen – anstatt auf medizinisch relevante Merkmale – konzentrierten.⁹⁹ In diesem Kontext versprechen die zahlreichen neuen Daten, die im Metaverse aufgezeichnet werden können, algorithmische Vorhersagen und Screenings zu verbessern, indem sie personalisierter werden und auf eine noch breitere empirische Basis zurückgreifen können. So könnten etwa Daten zu Augenbewegungen, die in VR-Umgebungen gewonnen werden, für die automatisierte Erkennung verschiedener Symptome verwendet werden und den Weg für eine präzisere Diagnostik ebnen.¹⁰⁰ Dies bringt natürlich auch wichtige Datenschutzbedenken mit sich, auf die weiter unten eingegangen werden wird.

Die verbesserte und signifikant breitere Datenbasis im Metaverse ist gerade im Gesundheitswesen von hoher Relevanz, weil KI-Systeme dort momentan unter einer sogenannten **Reproduzierbarkeitskrise** leiden, d.h. dass viele der angeblichen Errungenschaften nicht auf wissenschaftlicher Basis wiederholt werden können. Im Jahr 2021 werteten Forscher 511 wissenschaftliche Arbeiten aus verschiedenen KI-Teilbereichen aus und stellten fest, dass maschinelles Lernen für den Gesundheitsbereich im Vergleich zu anderen Bereichen hinsichtlich verschiedener Reproduzierbarkeitsmetriken, zum Beispiel die Zugänglichkeit von Datensätzen und Code, bedeutend schlechter funktioniert.¹⁰¹ Als Forschende etwa die bei einem Wettbewerb besten Algorithmen für die automatische Diagnose von Lungenkrebs anhand von CT-Scans später mit einer Teilmenge der Scans testeten, stellten sie „erhebliche Leistungsunterschiede“ fest. Sie kamen zu dem Schluss, dass „die Verallgemeinerbarkeit der Modelle noch erheblich verbessert werden kann“.¹⁰² Ein Hauptgrund bei der bisherigen Nutzung von maschinellem Lernen im Gesundheitswesen ist die Knappheit medizinischer Datensätze, die zu Ungenauigkeiten und Verzerrungen führen kann. Nach Ansicht von Experten werden größere offene Datensätze benötigt, die Informationen von vielen unterschiedlichen Personen enthalten – Metaverse-Applikationen im Gesundheitswesen können, wie oben ausführlich beschrieben, diese granularen Daten erzeugen. Neben der Hinzunahme weiterer Daten muss die Forschung über die robustesten und besten Algorithmen für Anwendungen im Gesundheitswesen vorangetrieben werden.¹⁰³

Ein erster Schritt zur Sammlung und Auswertung dieser Daten mag der europäische Gesundheitsdatenraum sein („EU Health Data Space“ bzw. EHDS). Dieser soll die künftige Grundlage für die EU-weite Nutzung von Gesundheitsdaten bilden.¹⁰⁴ Das EU-Vorhaben ist ohne Frage ambitioniert und das Gesetzgebungsverfahren noch lange nicht abgeschlossen. Jedoch verspricht der EHDS substanziellen Fortschritt. So sollen Gesundheitsdaten u.a. für Forschung und Entwicklung nutzbar gemacht werden.

fälschlicherweise zu dem Schluss kam, dass schwarze Patienten gesünder sind als gleich kranke weiße Patienten. Wichtig ist hier das Ergebnis, dass diese rassistische Verzerrung *nicht* mehr auftrat, nachdem der Algorithmus auf eine bessere Datengrundlage hin spezifiziert wurde, bei der Kosten nicht mehr als Proxy für den Bedarf herangezogen werden müssen. Siehe: Obermeyer, Powers, Vogeli, & Mullainathan. (2019). Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. *Science*, 366(6464), 447-453. 10.1126/science.aax2342.

⁹⁹ Savage, N. (2023), [Why artificial intelligence needs to understand consequences \(nature.com\)](https://www.nature.com/articles/d41586-023-00000-0) (24.02.2023).

¹⁰⁰ Merzon, L., Pettersson, K., Aronen, E.T. et al. Eye movement behavior in a real-world virtual reality task reveals ADHD in children. *Sci Rep* 12, 20308 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24552-4>.

¹⁰¹ McDermott, Matthew B. A., Wang, Shirly, Marinsek, Nikki, Ranganath, Rajesh, Foschini, Luca, Ghassemi, Marzyeh (2021). Reproducibility in machine learning for health research: Still a ways to go, *J Science Translational Medicine* 13 (586), doi:10.1126/scitranslmed.abb1655, <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/scitranslmed.abb1655>.

¹⁰² Yu K, Lee TM, Yen M, Kou SC, Rosen B, Chiang J, Kohane IS, Reproducible Machine Learning Methods for Lung Cancer Detection Using Computed Tomography Images: Algorithm Development and Validation, *J Med Internet Res* 2020;22(8):e16709, doi: 10.2196/16709, <https://www.jmir.org/2020/8/e16709>, eigene Übersetzung.

¹⁰³ Savage, N. (2023), [Why artificial intelligence needs to understand consequences \(nature.com\)](https://www.nature.com/articles/d41586-023-00000-0) (24.02.2023).

¹⁰⁴ Siehe hierzu insgesamt [cepAnalyse 13/2023](https://www.cepinput.de/cepAnalyse-13/2023).

Dabei sollen Daten aus verschiedensten Quellen einbezogen werden, von jeder elektronischen Patientenakte bis hin zu allen Wearables, wie z.B. Smart Watches.¹⁰⁵ Im nächsten Schritt kann das Metaverse zahlreiche Datenpunkte von verschiedenen Menschen auf der ganzen Welt, die Wearables mit Herzfrequenz-Messung oder Headsets mit Eye-Tracking verwenden, generieren und verbinden. Mit anderen Worten: Der EHDS setzt eine Grundlage für den EU-weiten, sicheren Austausch von Gesundheitsdaten und das Metaverse könnte in Zukunft dann dazu beitragen, die Datensätze im Gesundheitswesen größer und zugleich repräsentativer zu machen und auf diese Weise moderne KI-Anwendungen mit einem enormen Potenzial für die Patienten zu fördern. Dies würde jedoch die Schaffung von Standards für die Sammlung von Daten im Metaverse und die Berichterstattung über die Ergebnisse von KI-Anwendungen auf diese Daten sowie die Einwilligung der Teilnehmer in die Verwendung ihrer Daten erfordern. Darüber hinaus muss es Regeln geben, die gewährleisten, dass solche Produkte und Dienstleistungen die Privatsphäre respektieren. Diesen Risiken wenden wir uns im Folgenden zu.

3.2 Risiken: Regulatorische Konflikte und Datenschutz

Regulatorische Lücken und Konflikte im Metaverse

Das Metaverse wird nicht direkt, auf einen Schlag, entstehen – es wird kein „vor dem Metaverse“ und „nach dem Metaverse“ geben. Stattdessen wird es sich im Laufe der Zeit herausbilden, wenn verschiedene Produkte, Dienste und Fähigkeiten integriert werden und miteinander verschmelzen.¹⁰⁶ Da das Metaverse in diesem dynamischen Prozess eine Vielzahl von neuartigen Funktionen, Daten und Möglichkeiten mit sich bringen wird, ist die Anwendung bestehender Regelungsregime eine echte Herausforderung.¹⁰⁷ Viele der heutigen Gesetze sind schlicht nicht „fit“ für die Metaverse-Zukunft. Bislang existiert nicht einmal eine allgemein anerkannte, rechtswissenschaftliche Definition des Begriffs „Metaverse“.¹⁰⁸ Daher ist zu erwarten, dass es gerade in der Anfangszeit zu zahlreichen regulatorischen Lücken oder Konflikten kommen wird.

Aus den zahlreichen Beispielen für die zu erwartenden regulatorischen Herausforderungen, die die Literatur bereits sammelt,¹⁰⁹ wählen wir hier zu Illustrationszwecken ein repräsentatives Problem aus. Da KI-Lösungen in Wearables oder bildgebenden Geräten zu finden sind, die den Zugang zum Metaverse erleichtern, ist beispielsweise zukünftig eine Angleichung des geplanten KI-Gesetzes an die Verordnung über Medizinprodukte (MDR) und die Verordnung über In-vitro-Diagnostika (IVDR) von entscheidender Bedeutung, um den Zugang zu innovativen Metaverse-Dienstleistungen zu erleichtern. Nach dem vorgeschlagenen KI-Gesetz würden Medizinprodukte oder In-vitro-Diagnostika, die selbst ein KI-System sind oder ein KI-System als Sicherheitskomponente verwenden, der MDR/IVDR und dem KI-Gesetz unterliegen. Das Gesetz wird bestimmen, wie und ob neue KI-gestützte Medizintechnologien auf den Markt gebracht werden und Krankenhäuser und Patienten erreichen. Nach dem risikobasierten Ansatz des von der Kommission vorgeschlagenen KI-Gesetzes würden u.a. alle KI-gestützten

¹⁰⁵ Im EHDS-Vorschlag bezeichnet als „Wellness-Anwendungen“; dies sind Geräte oder Software, also z. B. Fitnessuhren oder Fitness-Apps, mit denen der Einzelne Gesundheitsdaten abseits der institutionalisierten Gesundheitsversorgung erzeugen kann, um z.B. eine gesunde Lebensweise einzuhalten.

¹⁰⁶ Ball, M. (2020), [The Metaverse: What It Is, Where to Find it, and Who Will Build It](#).

¹⁰⁷ Siehe ähnlich Bender-Paukens, L., Werry, S. (2023), Datenschutz im Metaverse, Datenschutzrechtliche Herausforderungen im Zusammenhang mit der DS-GVO, in: ZD 2023, S. 127 ff.

¹⁰⁸ Siehe hierzu Meier, T., Medizinprodukte für das Metaverse, MPR 2022, S. 135.

¹⁰⁹ Weitere Beispiele, siehe Wiring, R., Riese, R. (2022), [Das Healthcare Metaverse: Neue Gesundheitsversorgung, neues Recht?](#).

Medizintechnologien als risikoreich gelten, da sie einer Konformitätsbewertung nach der MDR/IVDR unterzogen werden müssen. In diesem Zusammenhang erklären Branchenexperten, dass einheitliche Regeln wichtig sind, um regulatorische Doppelarbeit oder Konflikte zu vermeiden.¹¹⁰

Wird dies nicht beachtet, könnten sich die Probleme mit einem ohnehin schon schwerfälligen Regulierungssystem noch verschärfen. Insbesondere können widersprüchliche regulatorische Anforderungen Gesundheitsdienstleister und Technologieunternehmen in der EU daran hindern, den europäischen Patienten im zukünftigen Metaverse innovative Lösungen anzubieten. Das Metaverse und sein Potential für das Gesundheitswesen sind jedoch wertvoll für jeden einzelnen Patienten. Europa steht mit Blick auf die Nutzung von Gesundheitsdaten zudem in einem weltweiten Wettbewerb. Die Potentiale des Metaverse für das Gesundheitswesen sind also klar erkennbar – nun bedarf es des politischen und regulatorischen Willens, in Europa gemeinsam voranzuschreiten, gerade jetzt, da man vielseitigen Nutzen aus einer Strategie der frühzeitigen Entwicklung ziehen kann.¹¹¹ Es ist daher dringend erforderlich, die Gegenwart aus der Zukunft zu betrachten, um bereits heute ein europäisches Gesundheitsökosystem¹¹² aufzubauen, das dafür sorgt, dass ein wahrhaftig digitales Gesundheitssystem und damit ein Metaverse-reifes Gesundheitsökosystem in 20 Jahren Realität in Europa sein kann. In dem Maße, wie sich Aspekte des Metaverse verwirklichen, werden neuartige rechtliche Fragen auftauchen, die noch nicht absehbar sind.¹¹³ Deshalb ist das Ganze kein einmaliger Akt, sondern ein dynamischer und konstanter Prozess.¹¹⁴ Als ersten Schritt bedarf es demnach eines stetig durchzuführenden Metaverse-TÜVs, der auch die datenschutzrechtlichen Aspekte umfasst und unten vorgestellt werden wird.

Datenschutzrechtliche Herausforderungen im Metaverse

Wie zahlreiche der oben angeführten Beispiele zeigen, können Unternehmen, Krankenkassen und Regierungen im Metaverse neue Zielgruppen im Gesundheitswesen erreichen, bessere Produkte kreieren sowie Vertrauen aufbauen, indem sie die Patienten über neue digitale Kanäle ansprechen, die zuvor nicht – oder nicht kostengünstig – zur Verfügung standen. Dabei müssen sie allerdings zunächst die zahlreichen, sich – auch stetig¹¹⁵ – neu ergebenden Datenschutzfragen beantworten. Dies betrifft so unterschiedliche Bereiche wie virtuelle Sprechstunden, aus VR-gewonnene Daten und die Anwendung fortgeschrittener KI-Modelle im Metaverse. Im Folgenden konzentrieren wir uns auf diese datenschutzrechtlichen Aspekte der Metaverse-Technologien und lassen andere, direktere Gefahren auf die Gesundheit außen vor.¹¹⁶

¹¹⁰ Dieser Abschnitt basiert auf der ausführlichen Analyse von: Olbrechts, A. (2023), [How the AI Act could unintentionally impact access to healthcare – EURACTIV.com](#).

¹¹¹ Siehe auch BCG (2023), [The Health Care Metaverse Is More Than a Virtual Reality](#). Demnach gehören dazu vor allem Lernkurven-Effekte, Netzwerkeffekte, Erstanbietervorteile, Rückkopplungseffekte und mehr Innovation.

¹¹² Damit ist eine regulatorische und technische Struktur gemeint, die alle Beteiligten – vom Patienten, über Ärzte bis zum Forscher – erfasst und die betroffenen Bereiche – von KI-Algorithmen, über physische Geräte zur Nutzung des Metaverse bis zu Daten – umfasst. Siehe auch Wang, G. et al. (2022), [Development of metaverse for intelligent healthcare](#).

¹¹³ Siehe auch Norton Rose Fulbright (2021), [The Metaverse: The evolution of a universal digital platform](#).

¹¹⁴ So könnte dies z.B. ein Aspekt sein, auf den eine Institution (Kommission, Parlament, Rat, nationale Regierung, nationales Parlament) standardmäßig eingehen muss, wenn es ein Gesetz vorschlägt.

¹¹⁵ Vor diesem Hintergrund offener Entwicklungen soll (und kann) hier eine erste Annäherung erfolgen. Siehe auch Klar, M., Wegmann, S., Galandi, M. (2022), Datenschutz im Metaverse, in: BB 2022, S. 2691.

¹¹⁶ So können Wearables, die bereits heute vielfach im Sport-Kontext verwendet werden und im Zuge der Nutzung bestimmter Metaverse-Anwendungen sogar unerlässlich werden könnten, elektrische Störungen verursachen, die verhindern, dass Herzgeräte ordnungsgemäß funktionieren. Forscher fanden heraus, dass der elektrische Strom, der in intelligenten Wearables während der sogenannten „Bioimpedanzmessung“ verwendet wird, die ordnungsgemäße Funktion einiger implantierter Herzgeräte von drei führenden Herstellern beeinträchtigt; siehe insgesamt Gia-Bao Ha; Benjamin A. Steinberg;

Medizinische Produkte und Dienstleistungen im Metaverse werden die digitale Aufnahme, Archivierung und Verwendung von Bildern, Videos sowie Bio- und neuronales Feedback benötigen, und es ist wichtig, dass diese hochsensiblen und personenbezogenen Daten auf ethische und sichere Weise verwaltet werden. Eine Möglichkeit besteht darin, das sofortige Hochladen von Bildern oder Videos auf einen sicheren, verschlüsselten Server im Gesundheitswesen zu ermöglichen.¹¹⁷ Jüngste Auswertungen zeigen schon bei der aktuellen Generation an Telemedizin- und Arzttermin-Portalen gravierende Datenschutzlücken auf, da z.B. oft keine oder nur eine unzureichende ausdrückliche Einwilligung in die Verarbeitung von Gesundheitsdaten eingeholt wird.¹¹⁸ Im Metaverse-Kontext ist das Einholen einer solchen Einwilligung nochmal komplexer, da man sich in einer einheitlichen, immersiven digitalen Welt bewegt und von Dienstleistung in Dienstleistung „läuft“, ohne einen Haken in eine Box setzen zu können. In einer Untersuchung des Verbraucherzentrale Bundesverbands gaben acht von neun untersuchten Telemedizin-Anbietern an, Tracking-Dienste zu verwenden.¹¹⁹ Dies könnte mit dem Digital Services Act¹²⁰ der EU konfliktieren, der es Plattformen untersagt, sensible Daten für Werbung zu verwenden.

Diese Problematik gilt umso mehr im Kontext einer immersiven virtuellen Welt, bei der beispielsweise ein verwendetes VR-Headset mit zahlreichen Kameras ausgestattet ist, die jede Bewegung der Wimper verfolgen. Aus diesen Daten lassen sich letzten Endes Rückschlüsse auf den Gesundheitszustand ziehen. Neueste Forschung zeigt: Menschen, die VR-Headsets benutzen, können bereits eindeutig und zuverlässig identifiziert werden, indem nur ihre Kopf- und Handbewegungen in Bezug auf virtuelle Objekte erfasst werden.¹²¹ Auch wenn die Rolle von Datenschutz im Metaverse schon länger zur Debatte steht, ist erstaunlich, wie wenig VR-Daten benötigt werden, um einen Nutzer im Metaverse eindeutig zu identifizieren – das zeigt, wie schwierig es ohne Regulierung und ohne den Einsatz bestimmter Anonymisierungstechniken werden wird, echten Datenschutz und echte Privatsphäre in virtuellen Gesundheitsdienstleistungen zu garantieren. Weitere Datenschutzprobleme ergeben sich aus der neuesten Generation an generativer KI, die sich derzeit enormer Popularität erfreut und auch für digitale Leistungen im Gesundheitswesen in Betracht gezogen wird. Problematisch an deren Anwendung in Metaverse-Umgebungen im Bereich Gesundheitswesen wäre insbesondere, dass sich diese generativen KI-Modelle persönliche Informationen und Bilder in ihren Trainingssets einprägen.¹²²

Roger Freedman; Antoni Bayés-Genís; Benjamin Sanchez (2023). Safety evaluation of smart scales, smart watches, and smart rings with bioimpedance technology shows evidence of potential interference in cardiac implantable electronic devices, *Heart Rhythm*, DOI:<https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2022.11.026>. Bei der Nutzung von XR-Technologie kann auch eine Bewegungskrankheit entstehen. Letztlich gibt es viele „unknown unknowns“, d.h. Risiken, von denen wir noch nicht wissen, dass wir sie nicht kennen (z.B. die Auswirkung langfristiger Nutzung auf die Umorganisation im Gehirn des Patienten); siehe auch Meier, T., *Medizinprodukte für das Metaverse*, MPR 2022, S. 141 f.

¹¹⁷ Khor WS, Baker B, Amin K, Chan A, Patel K, Wong J. Augmented and virtual reality in surgery-the digital surgical environment: applications, limitations and legal pitfalls. *Ann Transl Med*. 2016 Dec;4(23):454.

¹¹⁸ VZBV (2023). Datenschutz bei Videosprechstunden, Ergebnisbericht der Untersuchung (Februar 2023).

¹¹⁹ VZBV (2023). Datenschutz bei Videosprechstunden, Ergebnisbericht der Untersuchung (Februar 2023).

¹²⁰ Zum „DSA“ siehe auch die [dreiteilige Studie des Centres for European Policy Network](#).

¹²¹ Dies geht aus einer kürzlich durchgeführten Studie hervor, die Daten über eine große Anzahl echter VR-Nutzer sammelte. Nach dem Training eines Klassifizierungsmodells auf 5 Minuten Daten pro Person konnte ein Nutzer aus dem gesamten Pool von 55.541 Nutzern mit 94,33 % Genauigkeit aus 100 Sekunden Bewegung und mit 73,20 % Genauigkeit aus nur 10 Sekunden Bewegung eindeutig identifiziert werden. Nair et al. (2023). Unique Identification of 50,000+ Virtual Reality Users from Head & Hand Motion Data, arXiv:2302.08927v1 [cs.CR] 17 Feb 20, 23.

¹²² Computerwissenschaftler bei Google, DeepMind, UC Berkeley, ETH Zürich und Princeton demonstrieren jüngst, dass State-of-the-Art Bilderzeugungsmodelle wie Stable Diffusion und Googles Imagen dazu veranlasst werden können, identifizierbare Fotos von echten Menschen und echten medizinische Bilder zu erstellen. Insgesamt gelang es der Gruppe an Forschern, über 100 Repliken von Bildern aus dem Trainingssatz der beiden KI-Modelle zu extrahieren. Dies könnte auch Auswirkungen auf Metaverse-Startups haben, die generative KI im Gesundheitswesen einsetzen wollen, da die Forschung nahelegt, dass sensible private Informationen unkontrolliert verbreitet werden könnten. Nicholas Carlini, Jamie Hayes,

Datenschutz im Metaverse ist insgesamt kein Luxusgut, das Innovation hemmt, sondern von Anfang an notwendig, damit sich diese Technologien wirklich entfalten können. In einer Online-Befragung im Auftrag der Verbraucherzentrale Bundesverband gaben rund drei Viertel der Befragten an, dass ihnen der Schutz ihrer Daten bei digitalen Gesundheitsangeboten sehr bzw. eher wichtig ist.¹²³ Die Erfüllung hochwertiger Datenschutz-Standards ist also für prospektive Anbieter von Metaverse-Gesundheitsdienstleistungen nicht nur rechtlich geboten, sondern auch im Sinne des Geschäftsmodells notwendig, um gesellschaftliche Akzeptanz und damit auch eine breite und erfolgreiche Anwendung zu erreichen. Darüber hinaus gibt es, wie am Anfang dieses Abschnitts erwähnt, neue Fragen des Wettbewerbs und der Industriepolitik, da Daten- und Vertriebsmonopole durch Markt-Zutrittsbarrieren, oder „Metaverse-Zugangsbarrieren“, entstehen könnten. Die Verbindung von Datenschutz und Wettbewerb, die das europäische Wettbewerbsrecht in den letzten Jahren vor allem im Bereich der Sozialen Medien immer wieder beschäftigt hat, ist gerade im Metaverse besonders evident. Die Verbindung beider Themen, die im Metaverse eine neue, eigentümliche Qualität annimmt, unterstützt somit die Forderung nach einem Metaverse-TÜV.

3.3 Lösung: Der Metaverse-TÜV

Um die beschriebenen Chancen für das Gesundheitswesen in Europa zu nutzen und gleichzeitig die wichtigen Datenschutzfragen nicht zu vernachlässigen, schlagen wir die Einführung eines „Metaverse-TÜVs“ vor. Konzeptionelle Anregungen dafür kommen von der *Coalition for Health AI*, die kürzlich einen „Entwurf für vertrauenswürdige KI“ veröffentlicht hat.¹²⁴ Dieser fordert hohe Transparenz- und Sicherheitsstandards für den Einsatz der Technologie in der Medizin und empfiehlt eine intensive menschliche Überwachung von KI-Systemen während ihres Betriebs sowie hohe Anforderungen an den Datenschutz und die Datensicherheit. Unsere frühere Erörterung potenzieller Technologien, ihrer aktuellen Schwachstellen und ihrer Angewiesenheit auf das Vertrauen der Patienten legt nahe, dass dieselben Elemente im Mittelpunkt eines europäischen Ansatzes für Gesundheitsanwendungen im Metaverse stehen und von der EU-Kommission in ihrer Strategie priorisiert werden sollten. In anderen Worten, Transparenz, Sicherheitsstandards, humans-in-the-loop-Modelle und Datenschutz sollten die Bestandteile eines neuen **technologischen und regulatorischen Metaverse-TÜVs** werden, anhand dessen ein Metaverse-reifes Gesundheitsökosystems in Europa vorbereitet werden kann.

Um die Entwicklung eines Metaverse für das Gesundheitswesens in der EU zu fördern, das die vorgestellten technischen Potenziale ausnutzt und gleichzeitig Risiken minimiert, sollte die EU also ein Metaverse-Zertifizierungssystem einführen, das dem in Deutschland verwendeten TÜV-System ähnelt. Dieser **Metaverse-TÜV** würde darauf abzielen, die Sicherheit und die Datenschutzaspekte von Metaverse-Plattformen im Gesundheitswesen zu bewerten und zu überprüfen. Dafür würde die Kommission zunächst mit Experten, Interessengruppen und Regulierungsbehörden zusammenarbeiten, um umfassende **Zertifizierungskriterien** für Gesundheitsanwendungen im Metaverse zu definieren. Hierfür kann etwa auf die Empfehlungen der EU-Bürgerpanel sowie auf die oben diskutierten Studien zurückgegriffen werden. Das würde nahelegen, Datenschutz, Sicherheit, Interoperabilität, ethische Erwägungen, Schutz der Privatsphäre der Nutzer und die Einhaltung einschlägiger Vorschriften wie der

Milad Nasr, Matthew Jagielski, Vikash Sehwal, Florian Tramèr, Borja Balle, Daphne Ippolito, Eric Wallace (2023), Extracting Training Data from Diffusion Models, arXiv:2301.13188 [cs.CR].

¹²³ VZBV (2022), Videosprechstunden und Datenschutz. Ergebnisse einer internetrepräsentativen Befragung von eye square GmbH im Auftrag des vzbv (Dezember 2022).

¹²⁴ Blueprint for Trustworthy AI. Implementation Guidance and Assurance for Healthcare (2023) (coalitionforhealthai.org).

Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) als relevante Zertifizierungskriterien zu definieren. Zentral ist dabei das Zusammenspiel mit dem europäischen Datenschutz.¹²⁵ Dass das Metaverse eine Herausforderung für Datenschutzprinzipien¹²⁶ darstellt, ist offensichtlich – vor allem, weil eine noch nie dagewesene Menge biometrischer Gesundheitsdaten entsteht.¹²⁷ Damit geht eine große Verantwortung einher.¹²⁸ Die hieraus resultierenden Spannungsfelder lassen sich zwar nicht ohne weiteres auflösen, aber etwa durch eine innovations- und technikoffene Auslegung der Datenschutzgrundsätze einhegen.¹²⁹ Hinzu kommen die angesprochenen Fragen des Wettbewerbs und der Industriepolitik, die sich direkt auf den Zugang – und somit die angestrebte Inklusivität des Gesundheitswesens im Metaverse – auswirken werden. Gerade weil das Metaverse die Integration verschiedener Technologien zu einer eigentümlich neuen „Umgebung“ verspricht, die bestimmten Anforderungen in Bezug auf Datenschutz und Zugang genügen muss, die aber wiederum weder vom Nutzer noch durch Wettbewerb hinreichend überprüfbar sind, braucht es eine externe Institution zur Kontrolle und Aufsicht.

Auf der Basis der ausgewählten Kriterien könnte die EU-Kommission dann **unabhängige Zertifizierungsstellen** ermächtigen, Metaverse-Plattformen im Gesundheitswesen daraufhin zu untersuchen, ob die Plattformen die festgelegten Zertifizierungskriterien erfüllen. Ob diese Zertifizierungsstellen neu zu gründen sind oder auf bereits bestehende Strukturen wie beispielsweise das neue *European Centre for Algorithmic Transparency* (ECAT) oder das im Rahmen des KI-Gesetzes geplante *AI Office* zurückgegriffen werden kann, soll hier bewusst offengehalten werden. Entwickler von Metaverse-basierten Gesundheitsdienstleistungen würden wiederum ihre Anträge auf Zertifizierung bei den benannten Stellen einreichen. Die Zertifizierungsstellen müssten eine gründliche Bewertung der Plattformen durchführen und dabei Faktoren wie Datenverarbeitungspraktiken, Sicherheitsmaßnahmen, Mechanismen zur Einwilligung der Nutzer und die Einhaltung der DSGVO berücksichtigen – im Rahmen der erarbeiteten Kriterien. Ähnlich wie beim TÜV-System würde die **technische Prüfung** eine entscheidende Rolle im Zertifizierungsprozess spielen. So würden die Zertifizierungsstellen etwa Audits der Datenanonymisierung und Schwachstellentests wie Red Teaming (simulierte Angriffe auf ein System) durchführen, um sicherzustellen, dass die Metaverse-Plattformen die erforderlichen Sicherheitsstandards erfüllen.

Daten von elektronischen Patientenakten, CT-Scans und anderen medizinischen Bildern können etwa vom Krankenbett über eine verschlüsselte VPN-Verbindung (*Virtual Private Network*) in eine Cloud-Umgebung geladen werden, wobei dank bestimmter Ausführungsumgebungen Vertraulichkeit entlang der gesamten Verarbeitungskette geboten wird.¹³⁰ Neben solchen vertrauenswürdigen

¹²⁵ Der Datenschutz wird gern als „Bremse“ der Digitalisierung im Gesundheitswesen bezeichnet; siehe hierzu auch den Gastbeitrag vom 4.2.23 des Bundesdatenschutzbeauftragten Kelber: <https://netzpolitik.org/2023/digitalisierung-und-datenschutz-schluss-mit-ausreden/>.

¹²⁶ Siehe hierzu auch Klar, M., Wegmann, S., Galandi, M. (2022), Datenschutz im Metaverse, in: BB 2022, S. 2694.

¹²⁷ Siehe auch Bender-Paukens, L., Werry, S. (2023), Datenschutz im Metaverse, Datenschutzrechtliche Herausforderungen im Zusammenhang mit der DS-GVO, in: ZD 2023, S. 128 sowie Norton Rose Fulbright (2021), [The Metaverse: The evolution of a universal digital platform](#).

¹²⁸ So auch Norton Rose Fulbright (2021), [The Metaverse: The evolution of a universal digital platform](#).

¹²⁹ Siehe hierzu auch Klar, M., Wegmann, S., Galandi, M. (2022), Datenschutz im Metaverse, in: BB 2022, S. 2691 ff.

¹³⁰ Um diese sensiblen Daten zu schützen, wird in der bisherigen Praxis beispielsweise das sogenannte Vertrauliche Rechnen (*Confidential Computing*) eingesetzt. Vertrauliches Rechnen ist der Schutz von Daten bei der Verwendung von hardware-basierten vertrauenswürdigen Ausführungsumgebungen (*Trusted Execution Environment*, „TEE“). Eine vertrauenswürdige Ausführungsumgebung ist ein Merkmal eines modernen Prozessors (CPU), das die Probleme des Eingabedatenschutzes, des Schutzes des Codes und der Codesicherheit entschärft. Mit anderen Worten: diese Technik verspricht Vertraulichkeit entlang der gesamten Verarbeitungskette, da relevante Informationen nicht nur bei Speicherung und Übertragung

Ausführungsumgebungen stehen zahlreiche weitere Ansätze zur Verfügung, um die Risiken für den Schutz der Privatsphäre bei der Nutzung sensibler oder vertraulicher Daten im Metaverse zu verringern, die aber in der Diskussion oft zu kurz kommen. Diese Methoden – einige noch experimentell, andere schon in praktischer Anwendung – werden kollektiv als Technologien zum Schutz der Privatsphäre (*Privacy-Enhancing Technologies*) bezeichnet.¹³¹ Gesundheitseinrichtungen können mit diesen Methoden gemeinsam KI-Modelle trainieren, ohne sensible Rohdaten zu teilen.¹³² Die von diesen Methoden gebotenen Eigenschaften in Bezug auf Sicherheit und Schutz der Privatsphäre stehen in eindeutigem Zusammenhang mit den Werten, die von der EU zunehmend in ihrer Datenregulatorik verankert werden. Technologien zum Schutz der Privatsphäre sind ein Produkt des Vorsorgeprinzips und stimmen mit den Grundsätzen des „privacy by design“ über, die im KI-Gesetz der EU entwickelt werden.

Wie oben erwähnt wird die Entstehung eines gesundheitsrelevanten Metaverse ein sich langsamer entfaltender Prozess ohne klare Zäsur sein. Alle Aktualisierungen oder Änderungen an den Plattformen und ihren Richtlinien müssten daher kontinuierlich bewertet werden, um die Integrität der hier vorgeschlagenen Zertifizierung aufrechtzuerhalten. Erfolgreich zertifizierte Metaversen-Plattformen des Gesundheitswesens würden ein erkennbares **Zertifizierungssiegel** erhalten, das ihre Übereinstimmung mit den festgelegten Standards anzeigt. Die Zertifizierungsstellen würden eine öffentlich zugängliche Datenbank der zertifizierten Anbieter führen, die es den Nutzern ermöglicht, die Standards einer bestimmten Metaverse-Gesundheitsdienstleistung zu überprüfen, bevor sie sich entscheiden, diese in Anspruch zu nehmen. Mit einem solchen Metaverse-Zertifizierungssystem kann die EU die Entwicklung von Metaverse-Plattformen im Gesundheitswesen fördern, die neuartige Gesundheitslösungen anbieten und gleichzeitig die Daten und die Privatsphäre der Nutzer schützen – vor allem, weil der Zertifizierungsprozess das dringend benötigte Vertrauen bei den Nutzern schaffen würde.

4 Fazit: Eine Chance für Europa

Das Metaverse steht im Begriff, einen schleichenden Wandel im Gesundheitswesen einzuleiten, obwohl die Mehrheit der Verbraucher noch nie von einem gesundheitsbezogenen Metaverse gehört hat. Es handelt sich um eine multisensorische Umgebung, die eine enorme Menge an gesundheitsrelevanten Daten generieren wird, deren Umfang und Detailgrad historisch beispiellos sind. Dies wird zu signifikanten Verbesserungen in Anwendungen des maschinellen Lernens führen und könnte die Medizin

verschlüsselt, sondern auch in einem geschützten Bereich des Prozessors, der Enklave, ausgeführt werden. Siehe: [Digital Twin in der Medizin: Mit KI und Confidential Computing zu besseren Behandlungsmethoden | heise](#).

¹³¹ Dazu gehören insbesondere sichere Mehrparteienberechnungen, homomorphe Verschlüsselung, differentieller Datenschutz und verteiltes Lernen. Siehe: Task Team of the UN Committee of Experts on Big Data and Data Science for Official Statistics (2023), UN Guide on Privacy Enhancing Technologies for Official Statistics, [UN-CEBD](#). Darüber hinaus werden auch Blockchain-Technologien eine wichtige Rolle in einer Null-Vertrauen-Umgebung einnehmen, z. B. für Speicherung von Patientendaten – so könnte im Metaverse die Pseudonymisierung von Daten z.B. durch eine Blockchain-Verschlüsselung erreicht werden: Bender-Paukens, L., Werry, S. (2023), Datenschutz im Metaverse, Datenschutzrechtliche Herausforderungen im Zusammenhang mit der DS-GVO, in: ZD 2023, S. 127-131, insbesondere S. 129; BCG (2023), [The Health Care Metaverse Is More Than a Virtual Reality](#) sowie Wang, G. et al. (2022), [Development of metaverse for intelligent healthcare](#). Siehe auch European Union Agency for Cybersecurity, ENISA, (2023), [Engineering Personal Data Sharing](#).

¹³² Ein akademisches Forschungsprojekt hat bereits vor einigen Jahren verschiedene Konfigurationen einer verteilten Deep-Learning-Methode namens SplitNN vorgeschlagen, um solche Kooperationen zu erleichtern. SplitNN gibt weder Rohdaten noch Modelldetails an die kooperierenden Einrichtungen weiter und richtet sich insbesondere an Einrichtungen, die über unterschiedliche Modalitäten von Patientendaten verfügen, zentralisierte und lokale Gesundheitseinrichtungen, die an mehreren Aufgaben zusammenarbeiten. Praneeth Vepakomma, Otkrist Gupta, Tristan Swedish, Ramesh Raskar (2023). Split learning for health: Distributed deep learning without sharing raw patient data, arXiv:1812.00564 [cs.LG].

aus ihrer aktuellen „Reproduzierbarkeitskrise“ führen. Angesichts des bereits absehbaren regulatorischen Wettbewerbs mit den USA und China sollte die Metaverse-Strategie der EU-Kommission verstärkt auf das Gesundheitswesen ausgerichtet werden. Hierfür empfiehlt dieser cepInput die Einführung eines europaweiten Metaverse-TÜVs, der alle Stakeholder wie Patienten, Ärzte und Forscher einbindet und die Vielzahl der betroffenen Bereiche, einschließlich KI-Algorithmen und physischer Geräte zur Speicherung von Metaverse-Daten, bei der Zertifizierung berücksichtigt.

Das Metaverse wird im Gesundheitswesen neue Möglichkeiten für Mediziner und Medizinunternehmen schaffen. Wie die zahlreichen Beispiele in dieser Studie zeigen, sind insbesondere positive Auswirkungen auf Ausbildung und Training, Fernkommunikation und Telemonitoring sowie Analyse und Diagnose zu erwarten. Schon heute zeigen Konzepte wie das einer mit VR- und AR-bereicherten „Health City“ auf, wie sich klassische Gesundheitsindustrien verändern müssen.¹³³ Gleichzeitig werden auch die Patienten von dieser neuen Technologie profitieren. Sie können virtuelle Welten für digitale Zwillinge, gesundheitspolitische Sensibilisierung, Schmerzlinderung, immersiven Therapien, virtueller Beratung und „Exergaming“ nutzen. Das Metaverse hat also das Potenzial, das Gesundheitswesen zu revolutionieren und breiteren Zugang zu Behandlungsmethoden zu gewähren. Da das Metaverse eine Vielzahl von neuartigen Funktionen hervorbringt, ist die Anwendung bestehender Regelungsregime schwierig.¹³⁴ Insbesondere stellt das Metaverse eine Herausforderung für bestehende Datenschutzprinzipien dar – vor allem weil die Menge der biometrischen Daten exponentiell zunimmt.¹³⁵

Diese Chancen und Risiken des Metaverse für das europäische Gesundheitswesen müssen mit der Errichtung rechtlicher Rahmenbedingungen aufgefangen werden, damit der „Innovationsstandort Europa und die damit einhergehende ausreichende Gesundheitsversorgung“¹³⁶ in Europa weiter garantiert werden können. Bei der Gestaltung der angekündigten Metaverse-Strategie der Kommission sollte daher das Gesundheitswesen priorisiert werden – dies wäre auch im Einklang mit den Forderungen der EU-Bürgerpanel. Kriterien wie Datenschutz, Zugänglichkeit, Transparenz, Sicherheitsstandards und Kontroll- und Entscheidungshoheit durch den Menschen müssen in Form eines neuen Zertifizierungssystems berücksichtigt werden, wofür hier ein neuer Metaverse-TÜV vorgeschlagen wurde. Hinzu kommen die angesprochenen Fragen des Wettbewerbs und der Industriepolitik, die sich direkt auf den Zugang – und somit die angestrebte Inklusivität des Gesundheitswesens im Metaverse – auswirken werden. Gerade weil das Metaverse die Integration verschiedener Technologien zu einer eigentümlich neuen „Umgebung“ verspricht, die bestimmten Anforderungen in Bezug auf Datenschutz und Zugang genügen muss, die aber wiederum weder vom Nutzer noch durch Wettbewerb hinreichend überprüfbar sind, braucht es eine externe Institution zur Kontrolle und Aufsicht.

Insgesamt zeigt die vorliegende Analyse, dass das Metaverse eine vielversprechende Entwicklung darstellt, die das Gesundheitswesen in Europa angesichts der Herausforderungen des demographischen Wandels enorm bereichern kann. Es ist wichtig, dass die EU ihre Strategie entsprechend anpasst, um dieses Potenzial auszuschöpfen. Ein umfassendes Zertifizierungssystem, das ein angemessenes Niveau an Datenschutz sowie breite Zugänglichkeit gewährleistet, ist unerlässlich, um das Vertrauen der

¹³³ Siehe entsprechend Meier, T., Medizinprodukte für das Metaverse, MPR 2022, S. 136.

¹³⁴ Siehe ähnlich Bender-Paukens, L., Werry, S. (2023), Datenschutz im Metaverse, Datenschutzrechtliche Herausforderungen im Zusammenhang mit der DS-GVO, in: ZD 2023, S. 127.

¹³⁵ Siehe auch Bender-Paukens, L., Werry, S. (2023), Datenschutz im Metaverse, Datenschutzrechtliche Herausforderungen im Zusammenhang mit der DS-GVO, in: ZD 2023, S. 128.

¹³⁶ Meier, T., Medizinprodukte für das Metaverse, MPR 2022, S. 134 f.

Patienten zu gewinnen und die Akzeptanz von Metaverse-Anwendungen im Gesundheitswesen zu fördern. Mit einem transparenten Zertifizierungssystem, das in einer öffentlichen Datenbank leicht einsehbar ist, würde die Bildung eines europäischen Gesundheitsökosystem gefördert werden, d.h. eine regulatorische und technische Struktur, die alle Stakeholder – vom Patienten über Ärzte bis zum Forscher – einbindet und die betroffenen Bereiche – von KI-Algorithmen über physische Geräte zur Nutzung des Metaverse bis zu Daten – sinnvoll erfasst.¹³⁷ Durch eine gezielte Ausrichtung ihrer Metaverse-Strategie auf das Gesundheitswesen kann die EU eine strategische Rolle in diesem sich entwickelnden digitalen Raum einnehmen und den Menschen zugutekommen.

¹³⁷ Siehe auch Wang, G. et al. (2022), [Development of metaverse for intelligent healthcare](#).

**Autoren:**

Dr. Anselm Küsters, LL.M., Leiter des Fachbereichs Digitalisierung und neue Technologien
kuesters@cep.eu

Dr. Patrick Stockebrandt, Leiter des Fachbereichs Verbraucher und Gesundheit
stockebrandt@cep.eu

Centrum für Europäische Politik FREIBURG | BERLIN

Kaiser-Joseph-Straße 266 | D-79098 Freiburg
Schiffbauerdamm 40 Räume 4205/06 | D-10117 Berlin
Tel. + 49 761 38693-0

Das **Centrum für Europäische Politik** FREIBURG | BERLIN, das **Centre de Politique Européenne** PARIS, und das **Centro Politiche Europee** ROMA bilden das **Centres for European Policy Network** FREIBURG | BERLIN | PARIS | ROMA.

Das gemeinnützige Centrum für Europäische Politik analysiert und bewertet die Politik der Europäischen Union unabhängig von Partikular- und parteipolitischen Interessen in grundsätzlich integrationsfreundlicher Ausrichtung und auf Basis der ordnungspolitischen Grundsätze einer freiheitlichen und marktwirtschaftlichen Ordnung.