

Nr.  
03

# WHITE PAPER \

JULI  
2024



M  
E  
T  
A  
V  
E  
R  
S  
M

SMART CITIES IM  
VIRTUELLEN RAUM

**ZDE** ZENTRUM  
FÜR DIGITALE  
ENTWICKLUNG

# EINLEITUNG



DAS METAVERSE ODER AUCH METAVERSUM BEZEICHNET EINE ZUNEHMENDE VERSCHMELZUNG DER VIRTUELLEN MIT DER REALEN WELT, DIE DURCH FORTSCHREITENDE ENTWICKLUNG UND NUTZUNG VON AUGMENTED- UND VIRTUAL-REALITY-TECHNOLOGIEN ERMÖGLICHT WIRD.

Das Metaverse steht für die Generierung einer virtuellen Gemeinschaft, in welcher soziale Komponenten eine wesentliche Rolle spielen und verschiedene Bereiche wie beispielsweise Unterhaltung, Arbeit, Einkaufsmöglichkeiten und Dienstleistungen vereint werden. Das Konzept des Metaverse ist keine Neuheit, sondern viel mehr eine Zusammenfassung verschiedener Themen, welche durch technische und gesellschaftliche Entwicklungen in den vergangenen Jahren zunehmend populär geworden sind [1].

So gibt es bereits seit über zwei Jahrzehnten Anwendungen; vor allem aus dem Bereich Gaming, in welchen virtuelle Welten und Avatare genutzt werden, um mit digitalen Objekten zu interagieren. Durch den aktuellen Wandel des Web 2.0 hin zum Web 3.0 steht das Metaverse zunehmend im Fokus, da es wesentliche Elemente wie Dezentralität und Offenheit von Grund auf implementiert [2]. Dies spiegelt sich im Interesse der Wirtschaft wider, da große

Unternehmen und Regierungen enorme Summen in die Entwicklung der Metaverse-Plattformen investieren. So möchte die chinesische Stadt Shanghai bis 2025 einen Industriefond in der Höhe von 1,4 Milliarden US-Dollar einrichten, welcher für den Auf- und Ausbau der örtlichen Metaverse-Infrastruktur, sowie zur Unterstützung von Unternehmen der Metaversebranche dienen soll [3].

Der gesellschaftliche Wandel trägt zur Entwicklung des Metaverse bei, da durch die COVID-19-Pandemie einerseits die Notwendigkeit von virtuellen Anwendungen und deren Anbindung an die physische Welt aufgezeigt wurde, sowie die Möglichkeiten, welche das digitale Leben bietet. So sind die Nutzer, unabhängig von ihrem Standort in der Lage, gemeinsam mit Geschäftspartnern aus der ganzen Welt, digitale Zwillinge in Virtual-Reality-Umgebungen zu betrachten [4] oder virtuelle, interaktive Festivals und Events in ihrem Lieblingsspiel zu erleben [5].

Der technologische Fortschritt bringt konstant Neuerungen und Technologien hervor, welche die Entwicklung innovativer Anwendungen im Kontext des Metaverse ermöglichen. Immer leistungsfähigere Rechnerarchitekturen, optimierte Betriebssysteme, sowie intelligente Programme und Künstliche Intelligenz (KI) ermöglichen Entwicklungen, welche die Verschneidung von virtuellen und physischen Welten zunehmend realer werden lassen [6].

Ein Bereich, im welchem das Metaverse großes Potenzial bietet, ist der Bereich der Städte und Kommunen. Weltweit befinden sich Städte und Kommunen aktuell im digitalen Wandel. Das Metaverse ermöglicht neue Ansätze in der Digitalisierung und ist in der Lage, die soziale Gemeinschaft der Bürger zu stärken [7].

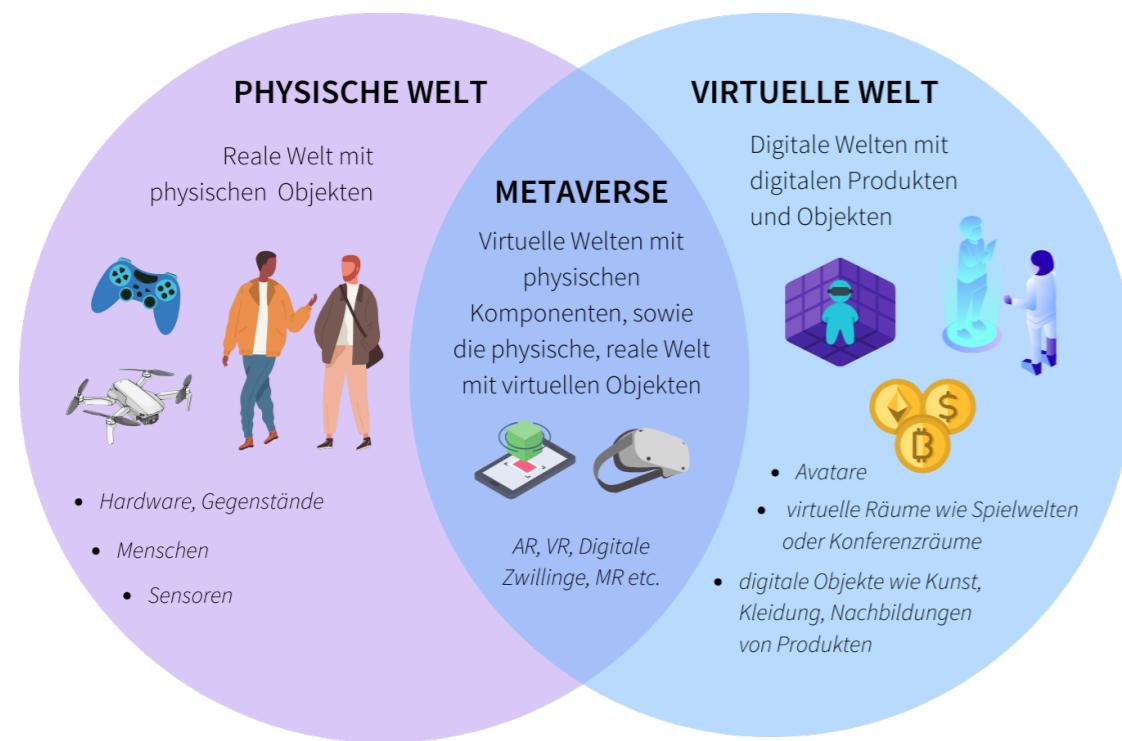
# DEFINITION

Das Metaverse bezeichnet ein konzeptionelles, digitales Universum, das durch die Verschmelzung von virtueller Realität, erweiterter Realität und dem Internet entsteht. In seinem Kern ist das Metaverse eine immersive und interaktive 3D-Umgebung, die es Benutzern ermöglicht, in Echtzeit miteinander zu interagieren, digitale Objekte zu erstellen und zu teilen sowie verschiedene virtuelle Erfahrungen zu erleben. Die Grundlage des Metaverse liegt in der Integration von mehreren Technologien, darunter

Virtual- und Augmented-Reality-Headsets, haptische Rückmeldungen, 3D-Modelle, Blockchain und künstliche Intelligenz. Es bietet eine Plattform für soziale Interaktionen, Handel, Bildung, Unterhaltung und vieles mehr. Das Metaverse verspricht, die Art und Weise, wie Menschen miteinander kommunizieren, arbeiten und spielen, zu revolutionieren und könnte eine bedeutende Rolle in der Zukunft der digitalen Gesellschaft spielen [8].

# GRUNDLAGEN

Stand heute gibt es kein alleiniges Metaverse, sondern mehrere Metaverse-Anwendungen wie beispielsweise Decentraland oder Sandbox, sowie Anwendungen, welche wesentliche Metaverse-Attribute implementieren. Die Anwendungen verfolgen unterschiedliche Ziele und sind meistens auf Gaming und Unterhaltung ausgerichtet. Ebenso spielen die Bildung, die Industrie, der Einzelhandel, das Gesundheitswesen und der Tourismus eine Rolle in einem Teil der Anwendungen [9]. Das Metaverse entsteht aus der Schnittmenge zwischen der physischen, realen und der virtuellen, digitalen Welt. Es ermöglicht Verknüpfungen in beiden Richtungen und generiert dadurch immersive Erlebnisse.

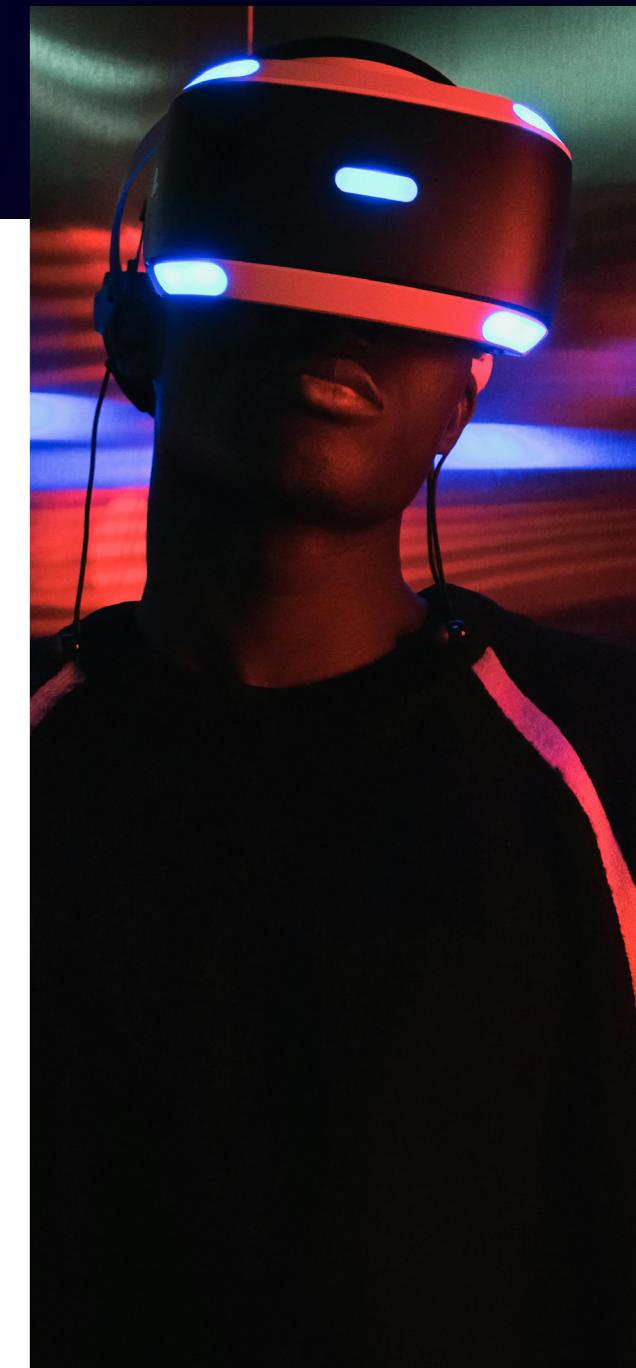


03

Einordnung des Metaverse (eigene Darstellung)

SEIT DER UMBENENNUNG VON FACEBOOK IN META ERFÄHRT DER BEGRIFF METAVERSE ZUNEHMEND AUFMERKSAMKEIT.

Seit der Umbenennung des Social-Media-Giganten Facebook in Meta erfährt der Begriff Metaverse zunehmend Aufmerksamkeit. Dies wird deutlich an der Anzahl von Entwicklungen und Publikationen in diesem Bereich. Ebenso ist die Entwicklung im Bereich der Soft- und Hardwareprodukte stark gestiegen. Hardware wird benötigt, um Interaktionen zu ermöglichen und immersive Erlebnisse zu schaffen. Dabei greifen die Hersteller meist auf Technologien aus den Bereichen Virtual Reality und Augmented Reality zurück. Die Technologien bieten den Nutzern die Möglichkeit, mit ihren Avataren zu interagieren und mit anderen Teilnehmern zu kommunizieren. Ebenso ermöglichen sie das Erkunden der virtuellen Welten [9].



04

# KERNATTRIBUTE DES METAVERSE-ÖKOSYSTEMS

Derzeit gibt es keine offizielle Definition des Begriffs "Metaverse". Allerdings liefert eine Quelle [10] eine prägnante Beschreibung, die Ziel und Inhalt des Metaverse treffend zusammenfasst:

„Das Metaverse ist ein miteinander verbundenes Netz allgegenwärtiger virtueller Welten, die teilweise mit der physischen Welt überlappen und diese erweitern. Diese virtuellen Welten ermöglichen es den Nutzern, dargestellt durch Avatare, miteinander zu interagieren und benutzergenerierte Inhalte in einer immersiven, skalierbaren, synchronen und beständigen Umgebung zu erleben und zu konsumieren. Ein Wirtschaftssystem bietet Anreize zur Mitgestaltung des Metaverse. [10]“

Aus dieser Definition lassen sich mehrere zentrale Merkmale des Metaverse ableiten. Im Folgenden werden acht wesentliche Attribute erläutert, die in zukünftigen Metaversen von Bedeutung sein werden. Sie entstammen der Quelle [10].

## INTEROPERABILITÄT

*Die persönlichen Avatare und digitalen Gegenstände der Nutzer stehen ohne Einschränkungen plattformübergreifend zur Verfügung.*

## USER-GENERATED CONTENT

*Erstellung und Bereitstellung von Inhalten und Dienstleistungen durch die Nutzer.*

## SYNCHRONITÄT

*Geringe Latenzen bei der Kommunikation und der Übertragung von Daten.*

## IMMERSIVER REALISMUS

*Berücksichtigung von physikalischen Gesetzen und Erstellung von realitätsgenauen, virtuellen Erlebnissen.*

## PERSISTENZ

*Dauerhafte Verfügbarkeit und nutzerübergreifende Veränderungsstruktur innerhalb der Metaverse-Anwendung.*

## ÖKONOMIE

*Bereitstellung von wirtschaftlichen Komponenten in Form von Verdienst- und Bezahlmöglichkeiten.*

## PHYSISCHE UND DIGITALE KOEXISTENZ

*Verschmelzung der digitalen und physischen Welt.*

## SKALIERBARKEIT

*Gleichzeitige Verarbeitung von Daten und die Bereitstellung der Anwendung, unabhängig der Nutzeranzahl.*

FOLGENDE TECHNOLOGISCHE INNOVATIONEN UND MEILENSTEINE HABEN DAS METAVERSE MASSGEBLICH BEEINFLUSST UND GEFORMT:

# HISTORIE

Die Entwicklung des Metaverse ist ein komplexes Zusammenspiel aus menschlichem Bedürfnis nach Kommunikation, der kulturellen Evolution und dem technologischen Fortschritt. Schon in der Antike zeigten Erzählungen wie die des Königs Gilgamesch, dass die Menschen Interesse an anderen Welten und fiktiven Zuständen haben. Diese kulturellen Wurzeln, kombiniert mit signifikanten technologischen Durchbrüchen, bilden das Fundament des Metaverse, wie wir es heute kennen [11].

- Film & Literatur
- Gaming
- VR / AR / MR
- Technik
- Social Media



## 1935: Pygmalion's Brille

Die Vision der Virtual Reality Brille in Stanley G. Weinbaums "Pygmalion's Brille" (1935) eröffnete die Vorstellung von vollständig immersiven Erfahrungen [12].

## 1946 – 1962: Erste Videospiele

Frühe Videospiele und Technologien wie das Flugzeugspiel von Thomas T. Goldsmith Jr. und Estle Ray Mann (1946), "Spacewar" (1962) und das Sensorama (1962) ebneten den Weg für interaktive und multisensorische Erlebnisse [13][14].

## 1968: Erste VR Brille

Das Schwert des Damokles (1968), eines der ersten Head-Mounted-Displays, revolutionierte die interaktive Computergrafik [15][16].

## 1989: Entstehung Internet

Das World Wide Web (1989), erschaffen von Tim Berners-Lee, ermöglichte den globalen Datenaustausch und legte damit die Basis für Online-Interaktionen [17].

## 1992 – Erstmalige Verwendung Begriff "Metaverse"

Neal Stephensons "Snow Crash" (1992), wo erstmals der Begriff "Metaverse" auftauchte, inspirierte Generationen und weckte breites Interesse an virtuellen Welten[18].

## 1996: ICQ als erster Social Media Messenger

Die Einführung von ICQ (1996) förderte die direkte Online-Kommunikation zwischen Einzelpersonen und ebnete den Weg für die Entwicklung sozialer Medien [19].

## 1998 – Erste Kryptowährung

B-Money (1998) und die Konzeption digitaler Zwillinge durch die NASA und Dr. Michael Grieves boten einen Blick in die Zukunft digitaler Währungen und der Verschmelzung von physischer und digitaler Welt [20].

# POTENZIELLE USE-CASES

Das Metaverse bietet vielseitige Möglichkeiten Mehrwerte innerhalb einer Smart City zu generieren. Dabei spielen besonders Planungskomponenten und Dienstleistungen eine wesentliche Rolle. Die folgende Tabelle auf Seite 9 bietet eine Übersicht über mögliche Use-Cases:

Anwendungsbereich	Anwendung	Stakeholders
<b>Stadtplanung und Simulation</b>	Stadtplanung	Verwaltung Planungsbüros Behörden
	Risikoplanung	Verwaltung Behörden
	Digitaler Stadt-Zwilling	Verwaltung Industrie Bauhof
	Umweltüberwachung und-management	Verwaltung Gesetzgeber
	Planungstool für erneuerbare Energien und Einsparpotenziale	Verwaltung Bürger Behörden
	Digitale Verwaltungsdienstleistungen	Verwaltung Bürger
<b>Bürgerservice &amp; Beteiligung</b>	Digitale Formulare	Verwaltung Bürger
	Virtuelle Kundencenter	Verwaltung Bürger
	Digitale Bürger-ID	Verwaltung Bürger
	Bürgerbeteiligung und virtuelle Abstimmungen	Verwaltung Bürger Politik
	Bereitstellung von stadtbezogenen Echtzeitinformationen	Bürger Touristen
	Bereitstellung von Informationen über Maßnahmen und Finanzierungsmöglichkeiten	Bürger Industrie Vereine
<b>Tourismus</b>	Virtuelle Stadtführungen	Bürger Touristen Einzelhandel
	Virtuelle Sehenswürdigkeiten	Bürger Touristen
	Stadtmarketing	Verwaltung Bürger
	Statusvisualisierung	Verwaltung Bürger
<b>Verkehr, Infrastruktur und Netze</b>	Planung und Vorhersage der Kapazitätsauslastung	Verwaltung Bürger öffentliche Behörden
	Entwicklung intelligenter Netze in den Bereichen Wasser, Strom, Gas und Internet	Verwaltung Energieversorger Stadtwerke
	Virtuelle Einkaufszentren und Einzelhandelsplattformen	Einzelhandel Industrie Bürger
	Marketingplattform für lokale Unternehmen	Einzelhandel Industrie
<b>Einzelhandel &amp; Industrie</b>	Bereitstellung von digitalen Arbeitsplatzangeboten	Verwaltung Industrie Bürger
	Bereitstellung einer Plattform für KMUs zur Simulation und Optimierung von Produktion und Logistik	Industrie
	Präsentation lokaler Kulturgüter	Verwaltung Vereine Bürger Touristen
	Gemeinschaftliche Angebote zur Erhaltung von Kultur und Brauchtum	Verwaltung Vereine Bürger
<b>Erhaltung des Kulturerbes</b>	Quellen: [2][4][21][22][23][24][25][26][27][28][29][30][31]	

# REAL-WORLD METAVERSE ANWENDUNGEN IN DER SMART CITY

Stadt / Land / Bezirk	Plattform	Bereits implementierte Smart City Metaverse-Anwendungen
<b>Seoul</b> Süd-Korea	Metaverse Seoul	Digitale Verwaltungsdienste, virtuelle Stadtführungen * [32][33]
<b>Helsinki</b> Finnland	Zoan	Stadtplanung, digitale Verwaltungsdienste, virtuelle Veranstaltungen und Ausstellungen, virtuelle Stadtführungen, virtuelle Einkaufszentren und Einzelhandelsplattformen [34][35]
<b>Catalonia</b> Spanien	CatVers	Soziale Treffpunkte [31]
<b>Barbados</b>	Decentraland	Digitale Verwaltungsdienste, digitale Immobilien [36]
<b>London</b> England	-	Stadtplanung, virtuelle Stadtrundgänge, virtuelle Sehenswürdigkeiten, Präsentation von lokalem Kulturgut [37] [38]
<b>New York City</b> USA	-	Statusvisualisierung (ÖPNV), Planung und Prognose der Kapazitätsauslastung (ÖPNV) [39]
<b>Santa Monica</b> USA	FlickPlay	Digitale Verwaltungsdienste, virtuelle Stadtführungen, Marketingplattform für lokale Unternehmen [40]
<b>Shanghai</b> China	-	Digitale Verwaltungsdienstleistungen, digitale Produkte, digitale Jobs und Vermittlung von Arbeitslosen [41]
<b>Singapore</b>	-	Risikoplanung, digitaler Städtezwillig, Umweltüberwachung und -management, Verfolgung der Ressourcennutzung und Verbrauchsoptimierung, digitale Verwaltungsdienste, Bereitstellung von stadtbezogenen Echtzeitinformationen [42]
<b>Dubai</b> UAE	-	Bereitstellung von stadtbezogenen Echtzeitinformationen, Statusvisualisierung (Verkehr) [43]
<b>Benidorm</b> Spanien	Steam	Virtuelle Stadtführungen, virtuelle Sehenswürdigkeiten, Stadtmarketing [44]

\* Weitere Anwendungen sind geplant, aber noch nicht umgesetzt.

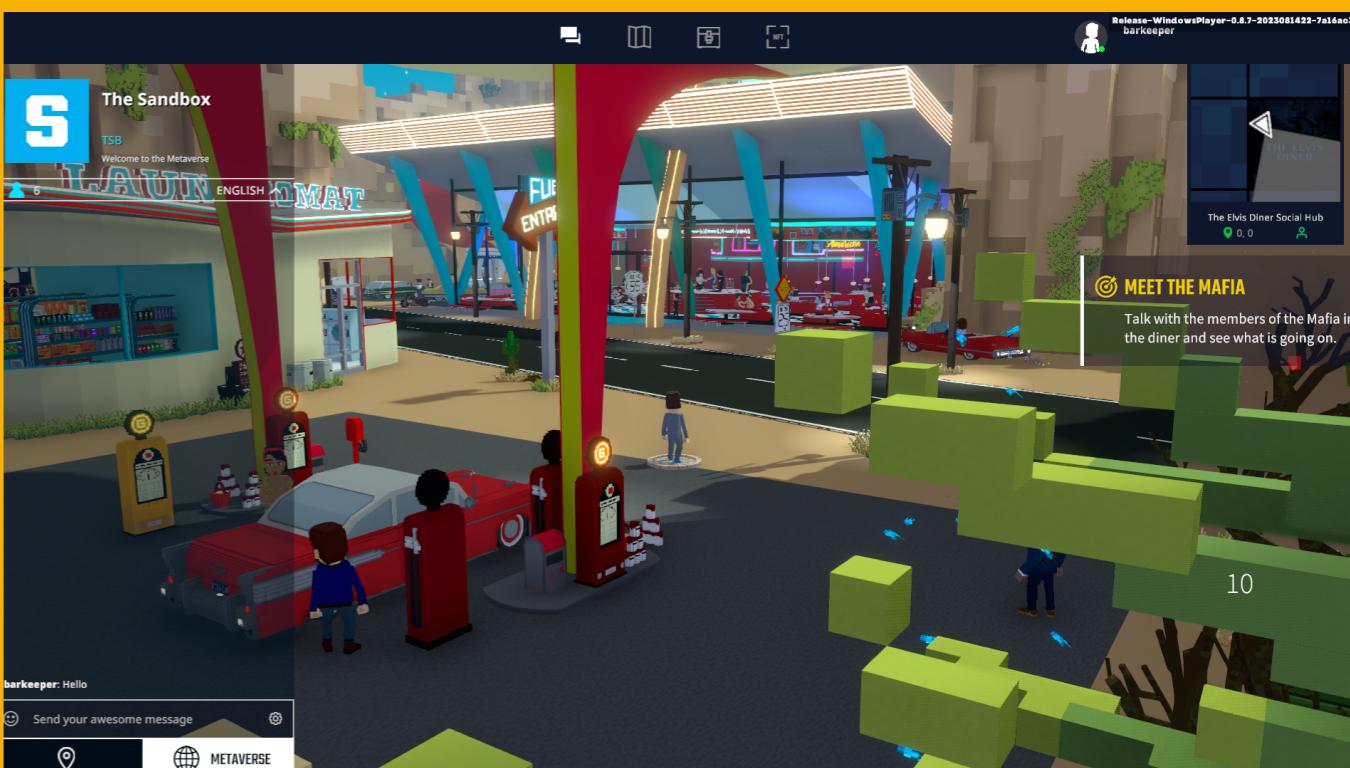
# CHALLENGES

Die Einführung und der Betrieb des Metaverse steht vor vielfältigen Herausforderungen, die sorgfältig adressiert werden müssen, um potenzielle Auswirkungen auf Mensch und Umwelt zu minimieren. Eine zentrale Herausforderung betrifft das Vertrauen der Nutzer, insbesondere in Bezug auf Cybersicherheit und Datenschutz, da der verstärkte Einsatz von Sensoren und digitaler Vernetzung Risiken birgt und Datenschutzbedenken verstärkt. Die Möglichkeit von Cyberangriffen und Datenmissbrauch erfordert eine überzeugende Argumentation für die Bereitstellung persönlicher Daten für digitale Identitäten und die Implementierung sicherer Technologien [22]. Zudem besteht die Gefahr der Diskriminierung durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz und Algorithmen, da historische Daten möglicherweise Vorurteile enthalten und die Entwicklung fairer und transpar-

enter Algorithmen notwendig ist, um Diskriminierung zu verhindern [45]. Die Verbreitung von Fake News stellt eine weitere große Herausforderung dar, da die dynamische und immersive Natur des Metaversums die schnelle Verbreitung manipulierter oder irreführender Informationen begünstigt [46]. Mechanismen zur Überprüfung der Authentizität von Informationen sind daher entscheidend, um die Verbreitung von Fake News einzudämmen und das Vertrauen der Nutzer zu erhalten [47][48]. Infrastrukturelle Aspekte wie die Zuverlässigkeit und der Energieverbrauch des Metaversums sind ebenfalls von großer Bedeutung. Die Bereitstellung einer zuverlässigen Infrastruktur und die Gewährleistung eines effizienten Energieverbrauchs erfordern Investitionen und kontinuierliche Wartung, um eine optimale Leistung sicherzustel-

len [22]. Darüber hinaus müssen soziale Auswirkungen berücksichtigt werden, einschließlich potenzieller wirtschaftlicher Veränderungen und sozialer Entwicklungen. Die Verlagerung des Lebens in die virtuelle Welt könnte physische Einrichtungen und Geschäfte beeinträchtigen, was sich negativ auf die lokale Wirtschaft auswirken könnte. Es

besteht auch die Gefahr der Entfremdung der Bürger und des Verlusts lokaler Kulturen und Traditionen, was die Notwendigkeit betont, sicherzustellen, dass alle Mitglieder der Gemeinschaft von den Entwicklungen im Metaversum profitieren. Eine ganzheitliche Planung und Koordination sind erforderlich, um sicherzustellen, dass das Metaversum die Bedürfnisse der Nutzer erfüllt und gleichzeitig eine positive gesellschaftliche Entwicklung fördert [22].



Aktueller Stand der Technik (eigene Aufnahme)

## Chancen & Potentiale



## Folgen & Risiken



Chancen und Risiken Metaverse (eigene Darstellung)

# TECHNOLOGIESTACK

Das Metaverse, eine immersive und interaktive digitale Welt, verspricht eine Revolution in der Art und Weise, wie Menschen miteinander interagieren, arbeiten und Unterhaltung erleben. Um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen, bedarf es einer Vielzahl technischer Schichten und Komponenten, die zusammen eine robuste und nahtlose Infrastruktur bilden. Die folgende Grafik veranschaulicht die wesentlichen technologischen Ebenen, die für den Aufbau eines funktionierenden Metaverse notwendig sind. Trotz der Fortschritte in vielen dieser Bereiche bleiben einige Herausforderungen bestehen, die es zu überwinden gilt.

Diese oberste Schicht fokussiert sich auf die Schnittstellen und Geräte, die Benutzer für die Interaktion mit dem Metaverse nutzen. Fortschritte in VR, AR und MR ermöglichen immersive Erfahrungen, während Brain Computer Interfaces (BCIs) und Smart Glasses neue Interaktionsmöglichkeiten eröffnen. Diese Technologien müssen weiterentwickelt und massentauglich gemacht werden, um eine breite Akzeptanz zu finden [1].



## Herausforderungen und Zukunftsaussichten

Obwohl in vielen dieser Bereiche bemerkenswerte Fortschritte erzielt wurden, gibt es noch erhebliche Herausforderungen, die angegangen werden müssen, um ein voll funktionsfähiges Metaverse zu schaffen. Dazu gehören die Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit und Zugänglichkeit von Interaktionsgeräten, die Skalierbarkeit und Sicherheit von Cloud- und Blockchain-Technologien sowie die Erweiterung der Netzwerkinfrastruktur zur Unterstützung einer globalen Benutzerbasis.

# RELEVANTE ENTSCHEIDER

**DIE STETIG VORANSCHREITENDE ENTWICKLUNG  
VERSCHIEDENER METAVERSE-ANWENDUNGEN  
ZEIGT, DASS DAS METAVERSE, UNABHÄNGIG  
SEINER FORM, KÜNFTIG EINEN TEIL IN UNSEREM  
ALLTAG SPIELEN WIRD.**

Damit Städte und Kommunen für die kommenden Metaverse-Anwendungen und deren Anforderungen gut aufgestellt sind, müssen frühzeitig stabile Infrastrukturen aufgebaut und Grundlagen geschaffen werden, welche einen skalierbaren Betrieb ermöglichen. Unabhängig der Smart City-Anwendungen ist die Bereitstellung einer zuverlässigen Infrastruktur seitens der Kommunen und Städten notwendig, damit Unternehmen und private Anwender nicht von den Vorteilen des Metaverse aufgrund unzureichender Infrastruktur ausgeschlossen werden. Damit die Infrastruktur und Metaverse-Anwendungen entstehen kann, müssen verschiedene Akteure Entscheidungen und Grundlagen schaffen, welche folgend aufgelistet sind.

## STÄDTISCHE / KOMMUNALE VERWALTUNG

Die Verwaltungen der Städte und Kommunen sind für den Ausbau der lokalen Infrastrukturen zuständig und daher maßgeblich an der Infrastruktur des Metaverse beteiligt. Zuverlässige Kabel- und Funknetze, sowie flächendeckende Sensornetze legen die Grundsteine für Metaverse-Anwendungen. Des Weiteren sind die lokalen Verwaltungen für die Genehmigung und Rahmenbedingungen von Bauvorhaben zuständig, sowie für digitale, öffentliche Dienstleistungen. Für den künftigen Ausbau und Anschaffungen sind Rücklagen erforderlich, um den Kommunen die Metaverse-Investitionen zu ermöglichen. Des Weiteren können sich die Verwaltungen einsetzen, um Angebote hinsichtlich Gesundheit, Beratung, Marketing für den Einzelhandel, sowie Bildung im Metaverse zu schaffen. Hierfür ist die konstante Betrachtung von staatlichen Förderprogrammen sinnvoll, um die Investitionen möglichst gering zu halten [2].

## 6. RELEVANTE ENTSCHEIDER

### STADTWERKE

Die Stadtwerke und Energieversorger sind hinsichtlich der Infrastrukturplanung und der Bereitstellung von ausreichenden Energiemengen mit in die Planung einzubeziehen. Ebenso können Metaverse-Anwendungen wiederum den Energieverbrauch monitoren und senken [2].

### UNTERNEHMEN

Der Fachkräftemangel stellt die Unternehmen und Wirtschaft vor Herausforderungen, welche durch attraktive Arbeitsangebote im Metaverse angegangen werden können. Für Unternehmen ergeben sich neben dem Arbeitsmarkt Potenziale, ihre Produkte neu zu vermarkten und internationale Geschäfte zu tätigen. Da die Unternehmen meist tiefer mit den Technologien vertraut sind, als die lokalen Verwaltungen, ist es sinnvoll, diese bei den Entscheidungen mit einzubeziehen [23].

### BEHÖRDEN

Das Metaverse erfordert Regulierungen, welche vorerst von den Behörden überwacht werden. Daher ist es sinnvoll, bereits bei der Entwicklung geeignete Maßnahmen mit den Experten der Behörden zu bestimmen, um einen fairen und rechtlich korrekten Betrieb zu ermöglichen. Zudem entstehen Anwendungen für die Behörden selbst, welche sie bei den Einsätzen unterstützen können [27].

### STAAT

Der Staat dient in erster Linie als Regulierungsorgan, welches Richtlinien und Gesetze für die Entwicklung und den Betrieb vorgibt. Der Staat treibt durch Förderprogramme die Entwicklung voran und ermöglicht jungen Unternehmen sich am Markt zu etablieren [28].

### BÜRGER

Die Meinung der Bürger ist bei der Entwicklung von kommunalen Anwendungen relevant, da sie die Nutzergruppe sind [2].

### BILDUNG & FORSCHUNG

Bildungseinrichtungen und Universitäten tragen wesentlich bei der Bildung eines gesunden Arbeitsmarktes bei und hinsichtlich neuer Erkenntnisse für die Wirtschaft. Sie ermöglichen das Lösen von lokalen Herausforderungen und das Verbessern von verschiedensten Herausforderungen im Kontext des Metaverse [46]. Der Aufbau einer zuverlässigen Metaverse-Infrastruktur im kommunalen Umfeld erfordert die Zusammenarbeit verschiedener Akteure, um die Potenziale des Metaverse voll auszuschöpfen und gleichzeitig sicherzustellen, dass ethische und rechtliche Anliegen angemessen berücksichtigt werden. Dabei sind interkommunale Entwicklungen hilfreich, um Erkenntnisse und Erfahrungen zu erhalten und um Daten mit angrenzenden Regionen auszutauschen [2].

# FAZIT

Das Metaversum steckt noch in den Kinderschuhen. Das liegt daran, dass viele Technologien, die für eine Masseneinführung erforderlich sind, bisher noch nicht das erforderliche Leistungs niveau erreicht haben. Dennoch lassen sich im Kontext einer Smart City zahlreiche Anwendungen vorstellen, die verschiedenen Interessengruppen erhebliche Vorteile bringen sollen.

Die ersten Versuche und Anwendungen zeigen jedoch, dass das Metaverse im Zusammenhang mit Städten und Gemeinden durchaus Potenzial bietet. Bereits jetzt finden sich metaverse-basierte digitale Verwaltungsdienste in sechs von den elf städtischen Metaverse-Beispielen, womit diese Anwendung die am häufigsten realisierte ist, gefolgt von tourismusbezogenen Anwendungen. Während andere

Anwendungen wie Stadtplanung und Simulation in mehreren Beispielen auftauchen, wurden Bereiche wie Governance und Politikgestaltung nicht berücksichtigt. Anwendungsfelder wie Gesundheitswesen und Bildung scheinen nicht im Hauptfokus der Smart-City-Metaverse-Initiativen zu stehen, werden jedoch von anderen Fachbereichen erforscht und entwickelt.

Trotz der Implementierung verschiedener Anwendungen wird deutlich, dass der Großteil dieser Beispiele sich noch in der Entwicklung oder in einem eher experimentellen Stadium befindet. Dennoch ist es wichtig, Erfahrungen und Grundlagen zu schaffen, um einerseits den Anschluss an die Technik nicht zu verlieren und andererseits eine solide Infrastruktur für die kommende Generation zu schaffen.



# 10 THESEN

- 1.** Der gesellschaftliche Wandel und die Covid-19-Pandemie haben die Entwicklung des Metaverse wesentlich beeinflusst.
- 2.** Die Entwicklung des Metaverse ist keine Neuentwicklung, sondern basiert vielmehr auf Konzepten, Ideen und Erfindungen aus dem vergangenen Jahrhundert.
- 3.** Das Metaverse bietet vielseitige Möglichkeiten zur Generierung von Mehrwerten innerhalb einer Smart City, insbesondere im Bereich der Stadtplanung, Bürgerbeteiligung, Tourismus, Verkehr und Einzelhandel.
- 4.** Bereits heute gibt es Metaverseanwendungen, die besonders im Bereich von Gaming und Industrie eingesetzt werden und immersive Erlebnisse ermöglichen sowie Alltagsthemen erleichtern.
- 5.** Die Einführung und der Betrieb des Metaverse stehen vor vielfältigen Herausforderungen, darunter Cybersicherheit, Datenschutz, Fake News, Infrastrukturzuverlässigkeit und soziale Auswirkungen.
- 6.** Eine ganzheitliche Planung und Koordination unter Beteiligung verschiedener Akteure wie städtischer Verwaltungen, Stadtwerken, Unternehmen, Behörden, dem Staat, Bürgern sowie Bildungs- und Forschungseinrichtungen ist entscheidend, um die Potenziale des Metaverse voll auszuschöpfen und gleichzeitig ethische und rechtliche Anliegen angemessen zu berücksichtigen.
- 7.** Die Metaverse-Entwicklung erfordert eine sorgfältige Abwägung zwischen technologischem Fortschritt und menschlichen Bedürfnissen, um sicherzustellen, dass die virtuelle Realität eine positive Ergänzung zum realen Leben darstellt.
- 8.** Die Metaverse-Infrastruktur muss auf stabilem Fundament stehen, um ein reibungsloses Funktionieren und eine skalierbare Nutzung zu gewährleisten, was eine gemeinsame Anstrengung verschiedener Interessengruppen erfordert.
- 9.** Die Rolle der staatlichen Regulierung im Metaverse ist entscheidend, um faire Bedingungen für alle Teilnehmer zu schaffen und sicherzustellen, dass ethische Standards eingehalten werden.
- 10.** Trotz der aktuellen Herausforderungen und Unklarheiten birgt das Metaverse enormes Potenzial, um die Art und Weise, wie wir kommunizieren, arbeiten, lernen und interagieren, grundlegend zu verändern und eine neue Ära der menschlichen Erfahrung einzuleiten.

# ROADMAP

## Was können Sie noch heute tun?

### Informieren und Bewusstsein schaffen:

Nehmen Sie sich Zeit, um sich über das Metaverse und seine potenziellen Auswirkungen auf Städte und Gemeinden zu informieren. Schulungen, Workshops und Informationsveranstaltungen von qualifizierten Unternehmen können dabei helfen, ein grundlegendes Verständnis aufzubauen.

17



### Beteiligung an Pilotprojekten und Experimenten:

Suchen Sie nach Möglichkeiten, sich an Pilotprojekten oder Experimenten im Bereich des Metaverse zu beteiligen. Dies kann Ihnen helfen, erste Erfahrungen zu sammeln und zu verstehen, wie das Metaverse in Ihrer spezifischen Umgebung eingesetzt werden kann.



### Evaluieren Sie die aktuellen Ressourcen und Infrastruktur:

Prüfen Sie, welche technologischen Ressourcen und Infrastrukturen bereits vorhanden sind und wie sie für Metaverse-Anwendungen genutzt werden können. Identifizieren Sie potenzielle Engpässe oder Bereiche, die verbessert werden müssen. Hierbei sind auch Bestandaufnahmen mit Branchenexperten hilfreich.



### Entwicklung von Richtlinien und Standards:

Beginnen Sie mit der Entwicklung von Richtlinien und Standards für die Nutzung des Metaverse in Ihrer Stadt oder Gemeinde. Dies kann Themen wie Datenschutz, Sicherheit, Barrierefreiheit und ethische Grundsätze umfassen.



### Förderung von Innovation und Zusammenarbeit:

Schaffen Sie ein Umfeld, das Innovation und Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Interessengruppen fördert. Ermutigen Sie zu Partnerschaften zwischen der öffentlichen Verwaltung, Unternehmen, Bildungseinrichtungen und der Zivilgesellschaft, um das volle Potenzial des Metaverse auszuschöpfen.



### Weiterbildung und Kompetenzaufbau:

Investieren Sie in Weiterbildung und Kompetenzaufbau für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Stadtverwaltung, um sicherzustellen, dass sie mit den neuen Technologien und Entwicklungen im Metaverse Schritt halten können.



18

# LITERATURVERZEICHNIS

1. Lee, L.-H.; Braud, T.; Zhou, P.; Lin, A.W. All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda. arXiv 2021, arXiv:2110.05352. [Google Scholar]
2. Allam, Z.; Sharifi, A.; Bibri, S.E.; Jones, D.S.; Krogstie, J. The Metaverse as a Virtual Form of Smart Cities: Opportunities and Challenges for Environmental, Economic, and Social Sustainability in Urban Futures. *Smart Cities* 2022, 5, 771–801. [Google Scholar] [CrossRef]
3. Pessarlay, W. Coingeek. 2023. Available online: <https://coingeek.com/shanghai-eyes-nearly-7b-from-metaverse-investment-in-culture-tourism-sectors/> (Abruf vom 10. Juni 2024).
4. Bibri, S.E.; Allam, Z. The Metaverse as a Virtual Form of Data-Driven Smart Urbanism: On Post-Pandemic Governance through the Prism of the Logic of Surveillance Capitalism. *Smart Cities* 2022, 5, 715–727. [Google Scholar] [CrossRef]
5. Orsolits, H.; Lackner, M. Virtual Reality und Augmented Reality in der Digitalen Produktion; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2020; ISBN 9783658290085. [Google Scholar]
6. Jeon, H.-J.; Youn, H.; Ko, S.; Kim, T. Blockchain and AI Meet in the Metaverse. In Advances in the Convergence of Blockchain and Artificial Intelligence; Fernández-Caramés, T.M., Fraga-Lamas, P., Eds.; IntechOpen: London, UK, 2022; ISBN 9781789840940. [Google Scholar]
7. Okafor, C.C.; Aigbavboa, C.O.; Akinradewo, O.I.; Thwala, W.D. The future of smart city: A review of the impending smart city technologies in the world. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 2021, 1107, 12228. [Google Scholar] [CrossRef]
8. Ball, M. The Metaverse: And How It Will Revolutionize Everything; Liveright: New York, NY, USA, 2022. [Google Scholar]
9. N Zhang und weitere Y Wang Z Su. A Survey on Metaverse: Fundamental, Security, and Privacy - Section II: An Overview of Metaverse. 2022. URL: <http://www.parkjonghyuk.net/lecture/2022-2nd-lecture/ict/sks1.pdf> (Abruf vom 05. 06. 2023).
10. Weinberger, M. What Is Metaverse?—A Definition Based on Qualitative Meta-Synthesis. *Future Internet* 2022, 14, 310. <https://doi.org/10.3390/fi14110310>
11. Raymond Meester. The Metaverse: The future of the internet. 2021. URL: <https://raymondmeester.medium.com/the-metaverse-the-future-of-the-internet-72789b63ddc8> (Abruf vom 11. 05. 2023).
12. Michael Matzer. Stanley G. Weinbaum – Die besten Stories von Stanley G. Weinbaum. 2020. URL: <http://buchwurm.org/stanley-g-weinbaum-die-besten-stories-von-stanley-g-weinbaum/> (Abruf vom 16. 05. 2023).
13. GameGuideWiki. Geschichte der Videospiele 1946–1969. 2023. URL: [https://gameguidewiki.de/index.php?title=Geschichte\\_der\\_Videospiele\\_1946-%E2%80%931969](https://gameguidewiki.de/index.php?title=Geschichte_der_Videospiele_1946-%E2%80%931969) (Abruf vom 10. 08. 2023).
14. Norbert Landsteiner. Spacewar. 2022. URL: <https://www.masswerk.at/space-war/> (Abruf vom 16. 05. 2023).
15. Stefan Reismann. Sensorama – Virtual Reality in 1962. 2023. URL: <https://www.w.netzpiloten.de/sensorama-virtual-reality-in-1962/> (Abruf vom 16. 05. 2023).
16. Volker Reimann. Wie Ivan Sutherland im Jahr 1968 die virtuelle Realität erfunden hat. 2022. URL: <https://filmpuls.info/ivan-sutherland-virtuelle-reali-taet-vr/> (Abruf vom 16. 05. 2023).
17. CERN. The birth of the Web. o.D. URL: <https://home.cern/science/computing/birth-web> (Abruf vom 16. 05. 2023).
18. Peter Kafka. Snow Crash author Neal Stephenson predicted the metaverse. What does he see next? 2023. URL: <https://www.vox.com/technology/2023/3/6/23627351/neal-stephenson-snow-crash-metaverse-goggles-movies-games-tv-podcast-peter-kafka-media-column> (Abruf vom 16. 05. 2023).
19. Michael Kroker. Die Social-Media-Geschichte: Vom Bulletin-Board-System 1978 bis Snapchat & Vine. 2015. URL: <https://blog.wiwo.de/look-at-it/2015/11/16/die-social-media-geschichte-vom-bulletin-board-system-1978-bis-snapchat-vine/> (Abruf vom 16. 05. 2023).
20. Joseph Bonneau u.a. „SoK: Research Perspectives and Challenges for Bitcoin and Cryptocurrencies“. In: 2015 IEEE Symposium on Security and Privacy. 2015, S. 104–121. DOI: 10.1109/SP.2015.14.
21. Chen, Z.; Gan, W.; Wu, J.; Lin, H.; Chen, C.-M. Metaverse for smart cities: A survey. *Internet Things Cyber-Phys. Syst.* 2024, 4, 203–216. [Google Scholar] [CrossRef]
22. Kuru, K. MetaOmniCity: Toward Immersive Urban Metaverse Cyberspaces Using Smart City Digital Twins. *IEEE Access* 2023, 11, 43844–43868. [Google Scholar] [CrossRef]
23. Yaqoob, I.; Salah, K.; Jayaraman, R.; Omar, M. Metaverse applications in smart cities: Enabling technologies, opportunities, challenges, and future directions. *Internet Things* 2023, 23, 100884. [Google Scholar] [CrossRef]
24. Wang, J.; Medvegy, G. Exploration of the future of the metaverse and smart cities. In Proceedings of the International Conference on Electronic Business (ICEB), Online, 13–17 October 2022; Volume 22, pp. 106–115. [Google Scholar]
25. Weinberger, M. Eine Smart City Kommt am Metaverse Nicht Vorbei. Available online: <https://background.tagesspiegel.de/smart-city/eine-smart-city-kommt-am-metaverse-nicht-vorbei> (Abruf vom 10. Januar 2024).
26. Riese, R.; Wiring, R. Das Healthcare Metaverse: Neue Gesundheitsversorgung, Neues Recht. Available online: <https://www.cmshs-bloggt.de/rechtsthemen/metaverse/das-healthcare-metaverse-neue-gesundheitsversorgung-neues-recht/> (Abruf vom 10. Januar 2024).
27. Tross, R.; Chung, J.; Bangash, T. The Traveler's Guide to Unlocking the Value of Metaverse in Government: The Public Sector May Have Opportunities to Serve Constituents Better by Blending the Physical, Digital, and Social Worlds Using Metaverse Technologies. Available online: <https://www2.deloitte.com/uk/en/insights/industry/public-sector/metaverse-technologies-public-and-government.html> (Abruf vom 18. Februar 2024).
28. Corridore, M. The Metaverse: Revolutionizing the Way Government Agencies Function. Available online: <https://www2.deloitte.com/ca/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/metaverse-considerations-government-public-service.html> (Abruf vom 18. Februar 2024).
29. Zhang, X.; Yang, D.; Yow, C.H.; Huang, L.; Wu, X.; Huang, X.; Guo, J.; Zhou, S.; Cai, Y. Metaverse for Cultural Heritages. *Electronics* 2022, 11, 3730. [Google Scholar] [CrossRef]
30. Cureton, D. Catalonia Launches CatVers Metaverse Project. Available online: <https://www.xrtoday.com/mixed-reality/catalonia-launches-catvers-metaverse-project/> (Abruf vom 1. März 2024).
31. Cureton, D. Catalonia Launches CatVers Metaverse Project. Available online: <https://www.xrtoday.com/mixed-reality/catalonia-launches-catvers-metaverse-project/> (Abruf vom 1. März 2024).
32. Ramos, J. Seoul Is the First City to Join the Metaverse (and This Is What Can Already Be Done). Available online: <https://www.tomorrow.city/seoul-metaverse/> (Abruf vom 20. Januar 2024).
33. Seoul Metropolitan Government. Metaverse Seoul. Available online: <https://metaverseseoul.kr/user/> (Abruf vom 20. Januar 2024).
34. City of Helsinki. Virtual Helsinki. Available online: <https://www.myhelsinki.fi/en/see-and-do/sights/virtual-helsinki> (Abruf vom 1. März 2024).
35. Zoan Corporation. The Virtual Capital. Available online: <https://virtualhelsinki.fi> (Abruf vom 1. März 2024).
36. Thurman, A. Barbados to Become First Sovereign Nation with an Embassy in the Metaverse. Available online: <https://www.coindesk.com/business/2021/11/15/barbados-to-become-first-sovereign-nation-with-an-embassy-in-the-metaverse/> (Abruf vom 1. März 2024).
37. VU.CITY London. Available online: <https://www.vu.city/cities/london> (Abruf vom 1. März 2024).
38. PR Newswire. Nextech AR Chosen by the City of London for Metaverse Launch. Available online: <https://www.prnewswire.com/news-releases/nextech-ar-chosen-by-the-city-of-london-for-metaverse-launch-301398859.html> (Abruf vom 1. März 2024).
39. Reid, R.L. In NYC, Digital Twin Project Tackles Traffic. Available online: <https://www.asce.org/publications-and-news/civil-engineering-source/civil-engineering-magazine/article/2022/09/in-nyc-digital-twin-project-tackles-traffic> (Abruf vom 1. März 2024).
40. Bautista, P.S. City Branding and Place Branding in the Metaverse: How Real Cities Build their Virtual Image and How Virtual Cities Do It. *Fuori Luogo J. Sociol. Territ. Tour. Technol.* 2022, 13, 16–32. [Google Scholar] [CrossRef]
41. Muhammad, I. Shanghai Aims to Build a \$52B Metaverse Industry Come 2025. Available online: <https://www.beyondgames.biz/24735/shanghai-aims-to-build-a-52b-metaverse-industry-come-2025/> (Abruf vom 1. März 2024).
42. Pereira, D. Speculative Design: “Virtual Singapore” Is a Massive, Fully Functional Digital Twin of the Asian City-State. Available online: <https://www.oodaloop.com/archive/2023/05/23/speculative-design-virtual-singapore-is-a-massive-fully-functional-digital-twin-of-the-asian-city-state/> (Abruf vom 1. März 2024).
43. The Government of Dubai. RTA Exhibits Metaverse Dubai Metro Stations Network, Digital Platforms at GITEX 2022. Available online: <https://mediaoffice.ae/en/news/2022/October/09-10/RTA-exhibits-Metaverse-Dubai-Metro> (Abruf vom 1. März 2024).
44. City Benidorm. Benidorm Jumps into the Metaverse. Available online: <https://benidorm.org/en/news/benidorm-jumps-metaverse> (Abruf vom 10. Januar 2024).
45. Frankish, K.; Ramsey, W.M. The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2014; ISBN 9780521871426. [Google Scholar]
46. Bibri, S.E.; Allam, Z. The Metaverse as a virtual form of data-driven smart cities: The ethics of the hyper-connectivity, datafication, algorithmization, and platformization of urban society. *Comput. Urban Sci.* 2022, 2, 22. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
47. Barclay, D.A. Fake News, Propaganda, and Plain Old Lies: How to Find Trustworthy Information in the Digital Age, 1st ed.; Rowman & Littlefield Publishers Incorporated: Blue Ridge Summit, PA, USA, 2018; ISBN 978-1538108895. [Google Scholar]
48. Gaur, L. (Ed.) Deepfakes: Creation, Detection, and Impact, 1st ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2023; ISBN 9781032139203. [Google Scholar]
49. Law, K.H.; Lynch, J.P. Smart City: Technologies and Challenges; IEEE: New York, NY, USA, 2019. [Google Scholar]

# AUTOREN

## UNSERE EMPFEHLUNG:

**Metaverse Meets Smart Cities  
—Applications, Benefits, and Challenges**  
von Florian Maier und Markus Weinberger

ZUR VERÖFFENTLICHUNG

Möchten Sie mehr über das Metavers erfahren?  
Dann nehmen Sie gerne Kontakt mit uns auf.



**FLORIAN MAIER**

IoT Consultant bei ZDE GmbH  
[f.maier@digitaleentwicklung.de](mailto:f.maier@digitaleentwicklung.de)

*Florian Maier arbeitet beim Zentrum für Digitale Entwicklung GmbH als IoT Consultant und berät Städte, Kommunen und Unternehmen im Bereich der Digitalisierung und Implementiert Anwendungen vor Ort. Sein Fachgebiet ist die Planung, der Aufbau und die Anwendung von LoRaWAN Netzen und Sensoren, sowie die Integration von IoT-Sensorik im städtischen Umfeld. Des Weiteren vertritt er Themen wie 5G, Metaverse, KI & Machine Learning, sowie Systeme zur Erfassung des Verkehrs.*



**PROF. DR. MARKUS WEINBERGER**

Professor an der Fakultät für Elektronik und Informatik der Hochschule Aalen  
[markus.weinberger@hs-aalen.de](mailto:markus.weinberger@hs-aalen.de)

*Markus Weinberger ist Professor für Internet der Dinge in der Fakultät für Elektronik und Informatik der Hochschule Aalen. Er lehrt und forscht zu den Themen Metaverse, Internet of Things, Digitalisierung, Business Model Innovation und Blockchain-Technologie.*

## IMPRESSUM

### Redaktion & Konzept:

Johannes Röder, Wolfgang Weiß, Georg Würffel

### Gestaltung & Design:

Daniela Schwaderer

21

### Zentrum für Digitale Entwicklung GmbH

In der Waage 9  
73463 Westhausen

**Geschäftsführer:** Georg Würffel

**Registereintrag:** Eingetragen beim Handelsregister  
Amtsgericht Ulm Register Nr. HRB 510652

**Umsatzsteuer:** Ust.-ID-Nr. DE 246216582