

# Digitallotse Wirtschaft 4.0



XR-Standardisierungslotse:  
Strukturiert und standardisiert V/AR-Lösungen  
einsetzen und entwickeln -  
Best Practices nutzen: XR-Management-Standards

Stand: v01. 03.04.2023

Gefördert von



**Baden-Württemberg**  
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT,  
ARBEIT UND WOHNUNGSBAU

|       |                                                                                                                                                                   |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.    | Einführung .....                                                                                                                                                  | 5  |
| 1.1   | V/AR-Normen-Vorwissen aus weiteren Projekten.....                                                                                                                 | 5  |
| 1.2   | Management von V/AR .....                                                                                                                                         | 5  |
| 2.    | Passive Teilhabe an der V/AR-Normungsarbeit: Nutzung des Wissens .....                                                                                            | 6  |
| 2.1   | Argumente für die Normierung und Standardisierung .....                                                                                                           | 6  |
| 2.2   | Argumente wider die Normierung und Standardisierung.....                                                                                                          | 6  |
| 3.    | Standards zum Management von V/AR-Umgebungen .....                                                                                                                | 7  |
| 3.1   | V/AR-Management-Grundlagen .....                                                                                                                                  | 7  |
| 3.1.1 | ISO-IEC 26511: Systems and software engineering – Requirements for managers of information for users of systems, software, and services .....                     | 7  |
| 3.1.2 | IEC 63308 Virtual reality equipment and systems - Market, technology and standards requirements .....                                                             | 7  |
| 3.1.3 | The IEEE Global Initiative on Ethics of Extended Reality Report - Business, Finance, and Economics .....                                                          | 7  |
| 3.1.4 | An Imperative – Developing Standards for Safety and Security in XR Environments .....                                                                             | 8  |
| 3.1.5 | Virtual Worlds, Real Risks and Challenges .....                                                                                                                   | 8  |
| 3.1.6 | ISO-IEC 14496-13 Informationstechnik - Codierung von audio-visuellen Objekten - Teil 13: Erweiterungen zum Management und Schutz Geistigen Eigentums (IPMP) ..... | 8  |
| 3.1.7 | XRSI Privacy and Safety Framework .....                                                                                                                           | 9  |
| 3.2   | Metaverse.....                                                                                                                                                    | 9  |
| 3.2.1 | The IEEE Global Initiative on Ethics of Extended Reality (XR) Report - Metaverse and Its Governance .....                                                         | 9  |
| 3.2.2 | Council of the European Union Metaverse Metaverse - Virtual World, Real Challenges .....                                                                          | 10 |
| 3.2.3 | European Parliament Briefing: Metaverse Opportunities, risks and policy implications .....                                                                        | 10 |
| 3.3   | Diversität und Inklusion.....                                                                                                                                     | 11 |
| 3.3.1 | CTA 2103 Best Practices for Diversity in XR .....                                                                                                                 | 11 |
| 3.3.2 | Building Responsible, Safe, and Inclusive Extended Reality Ecosystems (the Metaverse) .....                                                                       | 11 |
| 3.3.3 | XRA Developers Guide Chapter 2: Creating safe, inclusive, and respectful immersive experiences.....                                                               | 11 |
| 3.3.4 | XRA Developers Guide Chapter 3: Accessibility & Inclusive Design in Immersive Experiences .....                                                                   | 12 |
| 3.3.5 | CTA 2095 Best Practices for Limited Mobility in XR .....                                                                                                          | 12 |

|       |                                                                                                                                                                                             |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4   | Daten- und Change-Management.....                                                                                                                                                           | 12 |
| 3.4.1 | VDA-Empfehlung 4967 Simulation Data Management.....                                                                                                                                         | 12 |
| 3.4.2 | VDA-Empfehlung 4965-0 Engineering Change Management Part 0 .....                                                                                                                            | 12 |
| 3.4.3 | VDA-Empfehlung 4965-1 Engineering Change Management Part 1 .....                                                                                                                            | 12 |
| 3.5   | Humanfaktoren .....                                                                                                                                                                         | 13 |
| 3.5.1 | ANSI/CTA 2087 Recommendations and Best Practices for Connection and Use of Accessories for XR Technologies .....                                                                            | 13 |
| 3.5.2 | ISO-IEC 23842-2 Information technology for learning, education, and training – Human factor guidelines for virtual reality content – Part 2: Considerations when making VR content .....    | 13 |
| 3.5.3 | ISO-IEC 5927 (AWI 5927) AR/VR safety - guidance on safe immersion, set up and usage .....                                                                                                   | 13 |
| 3.5.4 | XRA Developers Guide Chapter 1: Fundamental Design Principles for Immersive Experiences .....                                                                                               | 13 |
| 3.5.5 | ISO-IEC 5263 (AWI 5263) Use of AR/VR with Personal Protective Equipment (PPE) and cleanliness - guidance on ensuring devices enhance use of existing PPE and cleanliness requirements ..... | 14 |
| 3.6   | Management von V/AR-Anwendungen: Gesundheit.....                                                                                                                                            | 14 |
| 3.6.1 | ISO 16551 Health informatics - Reference model for VR based clinical practice simulation.....                                                                                               | 14 |
| 3.6.2 | The promise of immersive healthcare .....                                                                                                                                                   | 14 |
| 3.7   | Management von V/AR-Anwendungen: Training .....                                                                                                                                             | 15 |
| 3.7.1 | ISO-IEC 19788-2 Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung - Metadaten für Lern-Ressourcen - Teil 2: Datenelemente aus Dublin Core .....                                    | 15 |
| 3.7.2 | ISO-IEC 19788-3 Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung - Metadaten für Lernressourcen - Teil 3: Grundlegendes Anwendungsprofil .....                                    | 15 |
| 3.7.3 | ISO-IEC 19788-5 Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung - Metadaten für Lernressourcen - Teil 5: Ausbildungselemente .....                                               | 15 |
| 3.7.4 | SISO GUIDE-006-2018 Guideline on Scenario Development for Simulation Environments .....                                                                                                     | 16 |
| 3.7.5 | SISO GUIDE-005-2021 Guide for A Standards Profile for the Use of Modeling and Simulation in Support of Acquisition Activities .....                                                         | 16 |
| 3.7.6 | SISO REF-066-2021 Reference for A Standards Profile for the Use of Modeling and Simulation in Support of Acquisition Activities .....                                                       | 16 |
| 3.7.7 | ISO-IEC Guidelines for Developing VR and AR Based Education and Training Systems .....                                                                                                      | 16 |
| 3.7.8 | XRA Developers Guide Chapter 4: Designing Immersive Learning for Secondary Education.....                                                                                                   | 17 |
| 3.7.9 | ETSI GR ARF 002 V1.1.1 Augmented Reality Framework (ARF). Industrial use cases for AR applications and services .....                                                                       | 17 |

|        |                                                                                                                                                                                                           |    |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.8    | Management von V/AR-Anwendungen: Kollaboration .....                                                                                                                                                      | 17 |
| 3.8.1  | ISO-IEC 19778-1 Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung -<br>Kooperative Technologien - Kooperative Arbeitsplätze - Teil 1: Datenmodell für<br>kooperative Arbeitsplatzumgebungen..... | 18 |
| 3.8.2  | ISO-IEC 19778-2 Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung -<br>Kooperative Technologien - Kooperative Arbeitsplätze - Teil 2: Datenmodell für<br>kooperative Arbeitsplatzumgebungen..... | 18 |
| 3.8.3  | ISO-IEC 19778-3 Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung -<br>Kooperative Technologien - Kooperative Arbeitsplätze - Teil 3: Datenmodell für<br>kooperative Gruppen .....               | 18 |
| 3.8.4  | ProSTEP iViP PSI 2 - Collaborative Product Visualization (CPV) .....                                                                                                                                      | 19 |
| 3.9    | Management von V/AR-Anwendungen: Engineering und Design .....                                                                                                                                             | 19 |
| 3.9.1  | VDI 2219 Informationsverarbeitung in der Produktentwicklung - Einführung und<br>Betrieb von PDM-Systemen .....                                                                                            | 19 |
| 3.9.2  | VDI 2209 3-D-Produktmodellierung - Technische und organisatorische<br>Voraussetzungen - Verfahren, Werkzeuge und Anwendungen - Wirtschaftlicher<br>Einsatz in der Praxis.....                             | 19 |
| 3.9.3  | NATO Guidance in the use of simulation and virtual prototyping in ship design .....                                                                                                                       | 20 |
| 3.9.4  | ProSTEP iViP Engineering Change Management (ECM) .....                                                                                                                                                    | 20 |
| 3.9.5  | ProSTEP iViP Simulation Data Management in Integrated Collaborative CAD /<br>CAE Process Chains.....                                                                                                      | 20 |
| 3.9.6  | ISO-IEC 24030 Information technology - Artificial intelligence (AI) - Use cases .....                                                                                                                     | 20 |
| 3.9.7  | VDI 3693 Blatt 2 Virtuelle Inbetriebnahme - Einführung der virtuellen<br>Inbetriebnahme in Unternehmen .....                                                                                              | 20 |
| 3.9.8  | VDI 4499 Blatt 2 Digitale Fabrik - Digitaler Fabrikbetrieb .....                                                                                                                                          | 20 |
| 3.9.9  | VDI 4499 Blatt 3 Digitale Fabrik - Datenmanagement und Systemarchitekturen .....                                                                                                                          | 21 |
| 3.9.10 | VDI 4499 Blatt 5 Digitale Fabrik - Der Mensch in der Digitalen Fabrik – Prognose<br>von Umgebungseinflüssen .....                                                                                         | 21 |
| 4.     | Abkürzungen.....                                                                                                                                                                                          | 22 |
| 5.     | Literatur und Verweise .....                                                                                                                                                                              | 24 |
| 6.     | Impressum .....                                                                                                                                                                                           | 29 |
| 7.     | Förderhinweis .....                                                                                                                                                                                       | 29 |

# 1. Einführung

Die Standardisierung ist allgemein die Vereinheitlichung von Produkten, Bauteilen oder Verfahren auf eine oder wenige Varianten. Es ist eine Vereinheitlichung von Objekten nach gewissen Vorlagen. Die Vorgehensweisen zur Standardisierung sind Normung und Typisierung. Der Begriff kann auf verschiedene Gebiete angewandt werden. In den wirtschaftlichen Bereichen: Fertigungsbereich Normung und Typisierung von Teilen, Zwischen- oder Endprodukten. Rechnungsbereich: Standardisierung der Kosten (Standardkosten). Normung bezeichnet die Formulierung, Herausgabe und Anwendung von Regeln, Leitlinien oder Merkmalen durch eine anerkannte Organisation und deren Normengremien. Sie sollen auf den gesicherten Ergebnissen von Wissenschaft, Technik und Erfahrung basieren und auf die Förderung optimaler Vorteile für die Gesellschaft abzielen. Die Festlegungen werden mit Konsens erstellt und von einer anerkannten Institution angenommen. Anerkannte Normungsinstitutionen sind etwa ISO, IEC, EN, DIN.

## 1.1 V/AR-Normen-Vorwissen aus weiteren Projekten

In Vorgängerprojekten, etwa dem Landesprojekt *„Applikationszentrum V/AR“*, wurden bereits umfangreiche Arbeiten zu V/AR-Normen und -Standards erarbeitet, so etwa *„Applikationszentrum V/AR: V/AR-Anwender-Hersteller-Dialog: Bericht #24: Positionspapier V/AR-Standardisierung: Status Quo und Bedarfe“*. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..** Dort ist eine ganze Reihe aktueller Normungsorganisationen – die im Kontext V/AR veröffentlicht haben – gelistet. Ebenso findet sich dort eine erste Auswahl an V/AR-Normen und an V/AR-Normungsprojekten (also zukünftigen Normen), die alsbald mutmaßlich Relevanz erlangen werden. Ebenso wurden an der Stelle Handlungsbedarfe identifiziert.

Im vom BMBF geförderten Projekt *„Living Lab XR-Interakt“* wird derzeit vom VDC eine vollumfängliche Liste bestehender V/AR-Normen, -Standards, -Richtlinien und -Empfehlungen erarbeitet, die zudem inhaltlich verschlagwortet wird. Diese wird der Öffentlichkeit 2023 zur Verfügung gestellt.

## 1.2 Management von V/AR

Obgleich Virtual Reality (VR) seit wenigen Jahrzehnten im industriellen Einsatz ist, zeigt sich, dass bis heute ein strukturiertes V/AR-Management nicht selbstverständlich ist. Zahlreiche Handlungsfelder bringen ebenso viele Stolpersteine mit sich. Dabei stellt die Einführung von XR-Methoden und -Technologien Unternehmen vor eine nicht triviale Aufgabe: es gilt, Mitarbeiter mitzunehmen; die Führungsriege muss eine Kultur des Vormachens und aktiven Begleitens etablieren. Entwicklungs- oder Organisationsprozesse können sich durch den Einsatz einer neuen Technologie ändern und ein Prozess-Reengineering erforderlich machen. Dieses hat seinerseits Auswirkungen auf die Aufbau- und Ablauforganisation. Der Entscheidung vorgelagert sind Auswahl- und Bewertungsvorgänge, etwa hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit oder Langfristplanung. Das Projektmanagement muss schließlich alle operativen Maßnahmen koordinieren. Sucht man heute Erkenntnissen zum XR-Management, so stellt man fest, dass gut dokumentierte Handlungsempfehlungen kaum existieren. Ein Allround-Vorgehen bei der Einführung für jeglichen Einsatzfall und jegliches Unternehmen gibt es nicht. Ein anpassbarer Methodenbaukasten, anwendbar sowohl für kleine und mittelständische Unternehmen als auch für Großkonzerne, ist unserer Einschätzung nach das Mittel der Wahl. Obgleich XR einen signifikanten Beitrag zu Wertschöpfungsprozessen leisten soll, haben wir es oft erlebt, dass Entscheidungsprozesse auf der Basis von XR nicht konsequent eingebunden waren. Damit bleiben vorhandene Chancen ungenutzt und der Return-on-Investment bleibt unter seinen Möglichkeiten. Interessierte Unternehmen müssen aber keinesfalls beim Wissensstand Null beginnen; viele XR-Management-Erkenntnisse gehören mittlerweile zum Stand der Technik und haben sich in zahlreichen Normen, Standards, Richtlinien und Empfehlungen niedergeschlagen.

## 2. Passive Teilhabe an der V/AR-Normungsarbeit: Nutzung des Wissens

### 2.1 Argumente für die Normierung und Standardisierung

Der Hauptzweck der Standardisierung ist in der Kostenersparnis und der Arbeitsvereinfachung zu sehen. Die Standardisierung führt zur Erhöhung der Markttransparenz und zur Kostensenkung (bei Herstellungskosten, Informationskosten, Transaktionskosten, Versandkosten, Vertriebskosten, Wechselkosten). Durch die Verwendung von Standards können sich Hersteller auf die wirklich innovativen Aspekte ihrer Produkte konzentrieren.

Auf Seiten der Käufer standardisierter Produkte, Services und Dienstleistungen sind besonders die reduzierten Wechselkosten sowie die Kompatibilität interessant: eingekaufte Produkte und Services werden deutlich leichter austauschbar und technisch anschlussfähig, damit integrierbar. Damit intensiviert sich der Wettbewerb, was zu Preisdegression und Leistungssteigerung führen muss.

Ein ganz wesentlicher Vorteil der Normung besteht in der Erlangung gewisser Rechtssicherheit von auf den Markt gebrachten Produkten. Juristisch interessant ist hier vor allem die so genannte Beweislastumkehr: kommt es zu einem Schadensfall mit einem nicht normierten Produkt, so muss der Hersteller nachweisen, das Produkt fehlerfrei entwickelt zu haben. Kommt es jedoch zu einem Schadensfall mit einem normierten Produkt, so wird dem Hersteller zugestanden, auf der Höhe des Stands der Technik gehandelt zu haben. In diesem Fall muss der Kunde nachweisen, dass der Hersteller fehlerhaft gehandelt hat. Hier wird also die Beweislast umgekehrt.

### 2.2 Argumente wider die Normierung und Standardisierung

Den positiven Aspekten der Normierung und Standardisierung stehen allerdings auch mögliche Nachteile gegenüber.

Für den Erfolg eines Produktes, einer Dienstleistung und somit des Gesamtunternehmens sollte eine USP („unique selling proposition“), also ein Alleinstellungsmerkmal, gegeben sein. Damit kann es problematisch erscheinen, dass eine Standardlösung Basis einer guten USP sein kann, da sie sich von der Masse absetzen muss. Das heißt zwangsläufig, dass der besondere Mehrwert des Produktes, statt durch eine standardisierte Wertschöpfungskette, nur durch eine Abweichung vom Standard entstehen kann.

Analysiert man bestehende Standards, so wird deutlich, dass es sich bei den formulierten Kriterien immer um Minimalanforderungen handelt (also das, was der Kunde sowieso erwarten können sollte). Das konsequente Verfolgen von Standards kann also dazu führen, dass Unternehmen sich immer am untersten Rand der Möglichkeiten befinden und ihre Alleinstellungsmerkmale sogar aufgeben.

Blue Ocean Strategien beinhalten – etwas verkürzt gesagt – insbesondere das Weglassen erlernter Features eines Produkts oder einer Leistung, wenn dadurch möglich wird, dem Kunden an anderer Stelle einen erheblichen Mehrwert zu schaffen. Hier ist in sinnvoll, Standards nicht zu erfüllen, wenn dies dem Alleinstellungsmerkmal und dem Erfolg des Produktes dient.

Standardisierung begründet die Gefahren der Schematisierung und des Flexibilitätsverlustes. Es kann vorkommen, dass Aspekte, die nicht standardisiert werden können, vernachlässigt werden. Standardisierung ist ein abstimmungsintensiver Prozess, der hohe Kosten verursacht und im Normalfall eine Dauer von einigen Jahren benötigt. Daraus ergibt sich ein zu statischer Rahmen. Standardisierung kann dazu führen, dass der kreative Freiraum eingeschränkt wird. Dieses Abwürgen von Innovationsfeldern ist insbesondere im Umfeld der Entwicklung innovativer Technologien nicht erwünscht.

### 3. Standards zum Management von V/AR-Umgebungen

#### 3.1 V/AR-Management-Grundlagen

In diesem Abschnitt 3.1 befinden sich Standards, Normen und Empfehlungen zu V/AR-Management-Grundlagen.

##### 3.1.1 ISO-IEC 26511: Systems and software engineering – Requirements for managers of information for users of systems, software, and services

Dieses Dokument unterstützt den Bedarf der Nutzer an konsistenten, vollständigen, genauen und nutzbaren Informationen. Es enthält Anforderungen an die Strategie, Planung, Verwaltung, Personalausstattung, Übersetzung, Produktion sowie Qualitäts- und Prozessreifebewertung für Manager von Benutzerinformationen. Es spezifiziert Prozesse und Verfahren für die Verwaltung von Benutzerinformationen während des gesamten Lebenszyklus der Produkt- oder Systementwicklung. Es enthält auch Anforderungen an Schlüsseldokumente, die für das Management von Benutzerinformationen erstellt werden, einschließlich Strategie- und Projektplänen.

Veröffentlicht durch: International Organization for Standardization (ISO) am 01.12.2018 [13]

Dokumentenkatgorie: Norm

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance

##### 3.1.2 IEC 63308 Virtual reality equipment and systems - Market, technology and standards requirements

IEC TR 63308:2021 behandelt den Markt der virtuellen Realität (VR) und die technischen Bereiche, die zu einem VR-System gehören. Dieses Dokument schafft Klarheit darüber, wie bestehende Normen genutzt werden können und zeigt weitere Anforderungen an Normen im Rahmen des TC 100 auf.

Veröffentlicht durch: International Electrotechnical Commission (IEC) [12]

Dokumentenkatgorie: Technical Report

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance, Virtual Reality

##### 3.1.3 The IEEE Global Initiative on Ethics of Extended Reality Report - Business, Finance, and Economics

Ziel dieses Berichts ist die Untersuchung ethikbezogener Fragen in XR-Geschäftsmodellen und die Initiierung einer fachlich fundierten, multidisziplinären Analyse der sich entwickelnden XR-Ethik-Anforderungen mit der Vision, in künftigen Aktualisierungen Lösungen, Technologien und Standards vorzuschlagen. Die in diesem Bericht enthaltenen Empfehlungen werden hoffentlich dazu beitragen, dass die Industrie soziotechnologische Fragen konzeptualisiert, konkrete Empfehlungen hervorhebt und den Grundstein für künftige Aktivitäten zur technischen Standardisierung legt.

Veröffentlicht durch: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) [10]

Dokumentenkatgorie: IEEE Industry Connections Report

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance, Virtual Reality, Augmented Reality

### **3.1.4 An Imperative – Developing Standards for Safety and Security in XR Environments**

Virtual-Reality-Technologien gibt es zwar schon seit Jahrzehnten, aber wir befinden uns jetzt in einer Phase des raschen Wachstums von Virtual-, Augmented- und Mixed-Reality-Technologien, zusammenfassend als XR bezeichnet. Die beschleunigte Verfügbarkeit und Akzeptanz von XR lässt sich auf viele Faktoren zurückführen, vor allem auf die Senkung der Hardwarekosten, die zunehmende Verfügbarkeit hochwertiger Hochgeschwindigkeitsverbindungen und in jüngerer Zeit auf gesellschaftliche Veränderungen, die durch die globale Pandemie ausgelöst wurden. Wie bei allen aufkommenden Technologien führt das Zusammentreffen neuer wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Normen mit neuen Techniken und Fähigkeiten zu neuen Möglichkeiten, Herausforderungen und völlig neuen Paradigmen.

Veröffentlicht durch: XR Safety Initiative am 19.02.2021 [48]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance

### **3.1.5 Virtual Worlds, Real Risks and Challenges**

Immersive Technologien, einschließlich der erweiterten Realität (Extended Reality, XR) und des Internets der Dinge (Internet of Things, IoT), bringen eine Reihe neuer Bedenken in Bezug auf den Datenschutz, die Cybersicherheit und die Sicherheit mit sich, und das zu einer Zeit, in der wir die Herausforderungen des Internet-Zeitalters noch nicht vollständig bewältigt haben. Die XR-Technologien, die derzeit zur Schaffung virtueller Welten eingesetzt werden, bergen reale Risiken für die Menschen, die mit der Entwicklung zum Metaverse noch verstärkt werden. Kavya Pearlman, Gründerin und CEO der XR Safety Initiative (XRSI), erkannte die kommende Welle technologischer Herausforderungen im Jahr 2018 und begann mit der Erforschung der massiven Datenerfassung im Zusammenhang mit virtuellen Welten und den damit verbundenen realen Risiken. Die meisten Datenschutzgesetze und -grundsätze unserer Zeit werden unzureichend sein, da sie die Risiken im Zusammenhang mit der Verarbeitung von XR-Daten nicht vollständig abdecken und damit die Menschenrechte untergraben. XRSI nahm Anfang 2019 seine Arbeit auf und begann sofort mit der Erforschung und Untersuchung dieser Fragen, indem es eine öffentliche Arbeitsgruppe zur Klassifizierung von XR-Daten ins Leben rief, um die folgenden Ziele zu verfolgen: Etablierung eines "standardbasierten" Arbeitsablaufs zur Verwaltung des Zugangs und der Nutzung von XR-Daten und Rechenressourcen; Entwicklung eines Standardansatzes für die Kommunikation von Daten/Ressourcen; Erstellung von Berichten an und Koordinierung mit Finanzierungsagenturen; Entwicklung von "gemeinschaftsbasierten" Verträgen zur Rationalisierung des Erwerbs von Diensten; Ermutigung kommerzieller Anbieter zur Erforschung des entstehenden Metaverse und des Cyberspace in Übereinstimmung mit den von der Gemeinschaft generierten Anforderungen und unter Einhaltung der einschlägigen Richtlinien; Analyse von Stewardship, politikbasierten, regulatorischen, vertraglichen und finanziellen Verpflichtungen im Zusammenhang mit dem Zugang zu und der Nutzung von XR-Technologien;

Veröffentlicht durch: XR Safety Initiative am 10.12.2021 [51]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance

### **3.1.6 ISO-IEC 14496-13 Informationstechnik - Codierung von audio-visuellen Objekten - Teil 13: Erweiterungen zum Management und Schutz Geistigen Eigentums (IPMP)**

Diese Internationale Norm legt fest: die Definition sowie die Erweiterungs-Tags, die Syntax und die Semantik für eine IPMP\_Data\_BaseClass zur Unterstützung der folgenden Funktionalitäten: Gegenseitige Authentifizierung für die Kommunikation von IPMP-Werkzeug zu IPMP-Werkzeug

sowie von IPMP-Werkzeug zu Terminal; Abfrage der Verbindung/Trennung zu angeforderten IPMP-Werkzeugen durch IPMP-Werkzeuge; die Benachrichtigung der IPMP-Werkzeuge über die Verbindung/Trennung von IPMP-Werkzeugen; Gemeinsame IPMP-Verarbeitung; Interaktion von IPMP-Werkzeugen mit dem/von dem Benutzer; Syntax und Semantik für die Übertragung von IPMP-Werkzeugen im Bitstrom; Syntax und Semantik für die Übermittlung von IPMP-Informationen an und von IPMP-Tools; Syntax und Semantik für die Anforderung und Übertragung von Inhalten und IPMP-Tools zwischen Terminals sowie Erweiterungs-Tags, Syntax und Semantik für die darin verwendete IPMP\_Data\_BaseClass ISO/IEC 14496-1; XML-Syntax und -Semantik für die Beschreibung der Umgebung, in der ein MPEG-4-Terminal/eine MPEG-4-Anwendung betrieben wird; Eine Liste der Registrierungsstellen, die für die Unterstützung der hierin enthaltenen geänderten Spezifikationen erforderlich sind.

Veröffentlicht durch: International Organization for Standardization (ISO) am 15.09.2004 [19]

Dokumentenkategorie: Norm

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance

### **3.1.7 XRSI Privacy and Safety Framework**

Die XR Safety Initiative (XRSI) entwickelt und fördert ein grundlegendes Verständnis der Auswirkungen von Barrierefreiheit, Inklusion und Vertrauen auf die Privatsphäre in XR-Umgebungen, indem sie die technische Führung im Bereich XR und Spatial Computing übernimmt. XRSI entwickelt Tests, Testmethoden, Referenzdaten, Proof-of-Concept-Implementierungen und technische Analysen, um die Entwicklung und verantwortungsvolle Nutzung immersiver Technologien voranzutreiben. Zu den Aufgaben von XRSI gehört die Entwicklung von technischen, physikalischen, administrativen, sicherheitsrelevanten und datenschutzrechtlichen Standards, Rahmenwerken und Richtlinien für die menschengerechte Gestaltung und Entwicklung von XR- und Spatial Computing Umgebungen. Dieses Novel XRSI Privacy Framework bietet einen grundlegenden Ansatz für Forschung, Anleitung, Design, Entwicklung und Vordenkerrolle im Bereich Datenschutz. Oberstes Ziel ist es, Transparenz, Einbeziehung und Bewusstsein zu schaffen, um die Verantwortlichkeit und das Vertrauen in Spatial Computing und XR-Ökosysteme zu stärken, indem konkrete Leitlinien für öffentlich-private Industrien, Regierungen und akademische Organisationen bereitgestellt werden. Auf der Grundlage der verfügbaren Informationen wird sich das aktuelle Verständnis dieser Themen weiter verfeinern und weiterentwickeln.

Veröffentlicht durch: XR Safety Initiative am 01.09.2020 [52]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance"

## **3.2 Metaverse**

In diesem Abschnitt 3.2 befinden sich Managementempfehlungen zum Metaverse.

### **3.2.1 The IEEE Global Initiative on Ethics of Extended Reality (XR) Report - Metaverse and Its Governance**

Metaverse und seine Steuerung: Dieser Bericht befasst sich mit den wachsenden Governance-Lücken zwischen dem Potenzial der erweiterten Realität (XR), der Popularität des Begriffs Metaverse und dem Ausmaß der Einführung des Metaverse. Obwohl das Metaverse als Konzept eine fortgeschrittene Stufe der XR darstellt, sind wir noch nicht in diesem Stadium. Es gibt jedoch wertvolle Lehren aus der Vergangenheit, die helfen können, die gegenwärtige Entwicklung des Metaversums zu lenken und zu steuern. Die Hoffnung ist, dass die Empfehlungen die-

ses Berichts zu einem verstärkten Diskurs zwischen der Industrie, den Regierungen und anderen wichtigen Interessengruppen über die Welt führen, in der sie leben oder die sie als Erbe hinterlassen wollen.

Veröffentlicht durch: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) am 14.06.2022 [11]

Dokumentenkategorie: IEEE Industry Connections Report

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance, Virtual Reality, Augmented Reality

### **3.2.2 Council of the European Union Metaverse Metaverse - Virtual World, Real Challenges**

Dieses Papier enthält eine allgemeine Beschreibung des Metaverse: was es ist und was es antreibt. Es wird aufgezeigt, wie die vielen verschiedenen Komponenten, die für die Entwicklung des Metaverse erforderlich sind, zusammenkommen. Die Auswirkungen dieses Phänomens sind nicht nur auf die virtuelle Welt beschränkt. Anschließend werden einige der wichtigsten potenziellen Herausforderungen und Chancen des Metaverse untersucht. Es wird bewertet, warum diese Entwicklung für die EU von Belang sein sollte und wie die Regierungen darauf reagieren könnten, nicht zuletzt angesichts der Tatsache, dass andere Teile der Welt in diesem Bereich bereits weit fortgeschritten sind. Es wird versucht, die wichtigsten Fragen zu ermitteln, die durch diese technologischen Umwälzungen aufgeworfen werden. Es wird untersucht, inwiefern diese wichtigen Entwicklungen tiefgreifende Fragen zu ihrer Rolle und ihren Auswirkungen in der Gesellschaft aufwerfen, da weitere technologische Entwicklungen die aktuellen Herausforderungen wie die Auswirkungen sozialer Netzwerke auf die Demokratie und die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Wirtschaft wahrscheinlich noch verschärfen werden.

Veröffentlicht durch: Council of the European Union im März 2022 [04]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance, Virtual Reality, Augmented Reality

### **3.2.3 European Parliament Briefing: Metaverse Opportunities, risks and policy implications**

Das Metaversum, eines der meistdiskutierten Konzepte in der modernen Technologie, kann als eine immersive und konstante virtuelle 3D-Welt beschrieben werden, in der Menschen mit Hilfe eines Avatars interagieren, um eine breite Palette von Aktivitäten durchzuführen. Diese Aktivitäten können von Freizeit und Spielen bis hin zu beruflichen und kommerziellen Interaktionen, Finanztransaktionen oder sogar medizinischen Eingriffen wie Operationen reichen. Während das genaue Ausmaß und die Auswirkungen des Metaversums auf die Gesellschaft und die Wirtschaft noch nicht bekannt sind, lässt sich bereits jetzt erkennen, dass das Metaversum eine Reihe von Chancen, aber auch eine Reihe von Risiken in einer Reihe von Politikbereichen eröffnen wird. Große Technologieunternehmen weiten ihre Metaversen-Aktivitäten aus, auch durch Fusionen und Übernahmen. Dies hat eine Debatte darüber ausgelöst, wie die Fusionsvorschriften und das Kartellrecht angewendet werden sollten. Es wird erwartet, dass die Geschäfte im Metaverse weitgehend durch Kryptowährungen und nicht fälschbare Token gestützt werden, was Fragen des Eigentums, des Missbrauchs, der Interoperabilität und der Übertragbarkeit aufwirft. Darüber hinaus wirft die riesige Datenmenge, die im Metaverse verwendet wird, eine Reihe von Datenschutz- und Cybersicherheitsfragen auf (z. B. wie die Zustimmung der Nutzer eingeholt oder Avatare vor Identitätsdiebstahl geschützt werden können). In der Metaverse-Umgebung besteht erheblicher Spielraum für ein breites Spektrum illegaler und schädlicher Verhaltensweisen und Praktiken. Daher ist es wichtig, sich Gedanken darüber zu machen, wie die Verantwortung u. a. für die Bekämpfung illegaler und schädlicher

Praktiken und irreführender Werbepraktiken sowie für den Schutz der Rechte an geistigem Eigentum zugewiesen werden kann. Darüber hinaus kann das digitale Eintauchen in das Metaversum schwerwiegende negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben, insbesondere für gefährdete Gruppen, wie z. B. Minderjährige, die möglicherweise eines besonderen Schutzes bedürfen. Schließlich sind die Zugänglichkeit und die Integration des Metaversums Bereiche, in denen noch Fortschritte erzielt werden müssen, um ein Umfeld der Chancengleichheit zu schaffen.

Veröffentlicht durch: European Parliament im Juni 2022 [08]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance, Virtual Reality, Augmented Reality

### **3.3 Diversität und Inklusion**

Die Dokumente dieses Abschnitts umfassen die Empfehlungen zum Management von Diversität und Inklusion in V/AR. Darüber bestehen zahlreiche Empfehlungen zur Ethik im Kontext V/AR, die an dieser Stelle aber nicht aufgeführt sind.

#### **3.3.1 CTA 2103 Best Practices for Diversity in XR**

Dieser Standard wird eine Liste von Kriterien aufstellen, die der XR-Branche als Grundlage für den Aufbau eines Ökosystems aus Inhalten, Hardware und Software zur Förderung von Vielfalt und Integration dienen.

Veröffentlicht durch: Consumer Technology Association am 01.11.2022 [01]

Dokumentenkategorie: Standard

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance

#### **3.3.2 Building Responsible, Safe, and Inclusive Extended Reality Ecosystems (the Metaverse)**

Die Vereinigten Staaten stehen vor der beispiellosen Herausforderung, verantwortungsvolle, sichere und inklusive XR- und Metaverse-bezogene Informations- und Kommunikationstechnologie-Ökosysteme aufzubauen. Wir brauchen pragmatische politische Entscheidungen und Governance-Rahmen, die dazu beitragen, Verantwortung, Sicherheit und Inklusion für neue und aufkommende Bereiche der XR-Technologien (ein Überbegriff für AR/VR/MR) aufzubauen. Angesichts der Pandemie, die das Wachstum und die Akzeptanz dieser Technologien katalysiert und antreibt, müssen wir innehalten und darüber nachdenken: Wenn wir die Realitäten durch die immersiven Möglichkeiten von XR erweitern, welche Art von Welt wollen wir dann schaffen? Die Gesetzgeber müssen sich proaktiv mit der Frage des Schutzes der Privatsphäre und des Datenschutzes befassen und gleichzeitig verantwortungsvolle Forschung und Innovation ermöglichen. Diese Frage ist heute besonders relevant, da unsere Abhängigkeit von intelligenten Technologien wächst und wir immersive und neue Technologien nutzen, um die Zukunft zu gestalten.

Veröffentlicht durch: XR Safety Initiative am 01.03.2022 [49]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance

#### **3.3.3 XRA Developers Guide Chapter 2: Creating safe, inclusive, and respectful immersive experiences**

Die heutige Veröffentlichung ist ein weiterer Fortschritt auf dem Weg zu XRAs Mission, die verantwortungsvolle Entwicklung und den durchdachten Fortschritt der XR-Technologie weltweit

zu fördern. XR Primer 2.0 bietet Entwicklern grundlegende Designprinzipien, um Online-Sicherheit und Inklusion in zwei- und dreidimensionalen Kontexten zu schaffen und zu priorisieren.

Veröffentlicht durch: XR Association am 01.12.2019 [45]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance

### **3.3.4 XRA Developers Guide Chapter 3: Accessibility & Inclusive Design in Immersive Experiences**

Dieses eigenständige Update mit dem Titel "Accessibility & Inclusive Design in Immersive Experiences" bietet eine Reihe von branchenweit anerkannten Best Practices für die Entwicklung barrierefreier Plattformen, die das Erlebnis für alle Nutzer verbessern, nicht nur für Menschen mit Behinderungen. Die heutige Veröffentlichung stellt einen weiteren Fortschritt in Bezug auf die Mission der XRA dar, die verantwortungsvolle Entwicklung und durchdachte Weiterentwicklung von XR-Technologie weltweit zu fördern. Das neue Kapitel beschreibt Best Practices für die Implementierung von Funktionen und Anwendungen, die inklusiv sind, den Nutzern die Kontrolle über ihre Erfahrungen geben und den Input von Menschen mit Behinderungen in allen Phasen der Entwicklung berücksichtigen.

Veröffentlicht durch: XR Association am 01.10.2020 [44]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance

### **3.3.5 CTA 2095 Best Practices for Limited Mobility in XR**

Diese Norm legt Kriterien fest, die bewährte Verfahren für die Entwicklung von XR-Technologien für Benutzer mit eingeschränkter Mobilität bieten.

Veröffentlicht durch: Consumer Technology Association im Mai 2021 [02]

Dokumentenkategorie: Standard

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance, Virtual Reality, Augmented Reality, User Experience (UX) / User Interface Design (UID)

## **3.4 Daten- und Change-Management**

In diesem Abschnitt 3.4 befinden sich Managementempfehlungen zum Datenmanagement aus V/AR-benachbarten Bereichen.

### **3.4.1 VDA-Empfehlung 4967 Simulation Data Management**

Integration von Simulation und Berechnung in eine PDM-Umgebung (SimPDM) Version 2.0

Veröffentlicht durch: Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA) im Jahr 2008 [36]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management

### **3.4.2 VDA-Empfehlung 4965-0 Engineering Change Management Part 0**

Änderungsmanagement

Veröffentlicht durch: Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA) im Jahr 2010 [34]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management

### **3.4.3 VDA-Empfehlung 4965-1 Engineering Change Management Part 1**

Änderungsmanagement - Antrag auf technische Änderungen

Veröffentlicht durch: Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA) im Jahr 2010 [35]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management

### **3.5 Humanfaktoren**

In diesem Abschnitt 3.5 befinden sich Managementempfehlungen zu Humanfaktoren im V/AR-Kontext.

#### **3.5.1 ANSI/CTA 2087 Recommendations and Best Practices for Connection and Use of Accessories for XR Technologies**

Dieses Dokument befasst sich mit XR-Hardware-Zubehör und dessen Verbindungen. Ziel ist es, sich auf eine gemeinsame Terminologie und Definitionen für XR-Hardware-Zubehör auf einem gemeinsamen Konnektivitätsstandard zu einigen, einschließlich Gerätekompatibilität.

Veröffentlicht durch: Consumer Technology Association im Dezember 2019 [03]

Dokumentenkategorie: Standard

Schlagwörter: XR-Management, Virtual Reality, Augmented Reality, Ergonomie / Gebrauchstauglichkeit, sonstige XR-Hardware, Anwendung: sonstige

#### **3.5.2 ISO-IEC 23842-2 Information technology for learning, education, and training – Human factor guidelines for virtual reality content – Part 2: Considerations when making VR content**

This document presents considerations for making VR content for the learning education and training (LET) domain. This document addresses VR content that uses a head-mounted display (HMD) in the LET domain. It does not address VR content using immersive technology and does not address augmented reality, mixed or merged reality content.

Veröffentlicht durch: International Organization for Standardization (ISO) am 01.10.2020 [18]

Dokumentenkategorie: Technical Report

Schlagwörter: XR-Management, Virtual Reality, Ergonomie / Gebrauchstauglichkeit, Content-Erstellung / Modeling, Anwendung: Bildung / Training

#### **3.5.3 ISO-IEC 5927 (AWI 5927) AR/VR safety - guidance on safe immersion, set up and usage**

AR/VR-Sicherheit - Anleitung zum sicheren Eintauchen, Einrichten und Verwenden

In Arbeit durch: International Organization for Standardization (ISO) [14]

Dokumentenkategorie: Norm Draft

Schlagwörter: XR-Management, Virtual Reality, Augmented Reality, User Experience (UX) / User Interface Design (UID), Ergonomie / Gebrauchstauglichkeit

#### **3.5.4 XRA Developers Guide Chapter 1: Fundamental Design Principles for Immersive Experiences**

Diese Zusammenarbeit führender Technologieunternehmen gibt Entwicklern grundlegende Designprinzipien an die Hand, um Anwendungen auf allen Plattformen zu verbessern und mehr Benutzerkomfort und Sicherheit zu erreichen. Die Veröffentlichung des Starter Guides steht im Einklang mit der Mission der XRA, die verantwortungsvolle Entwicklung und Einführung der XR-Technologie weltweit zu fördern. Die XRA hat kürzlich ihre Branchenvertretung erweitert, um die breitere XR-Branche zu reflektieren, die Augmented Reality (AR), Mixed Reality (MR) sowie zukünftige XR-Technologien umfasst, die im sich ständig weiterentwickelnden XR-Bereich entwickelt werden. Mit dieser Erweiterung des Aufgabenbereichs änderte der Verband auch seinen früheren Namen, Global Virtual Reality Association. Die Hervorhebung von XR im Aufgabenbereich der Organisation spiegelt besser eine zukunftsorientierte Ausrichtung für eine Branche wider, die auf ein exponentielles Wachstum ausgerichtet ist, das die Entwicklung neuer, noch nicht klassifizierter Technologien mit sich bringen wird.

Veröffentlicht durch: XR Association am 01.10.2018 [47]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: Grundlagen / Begriffe, XR-Management, User Experience (UX) / User Interface Design (UID)

### **3.5.5 ISO-IEC 5263 (AWI 5263) Use of AR/VR with Personal Protective Equipment (PPE) and cleanliness - guidance on ensuring devices enhance use of existing PPE and cleanliness requirements**

Verwendung von AR/VR in Verbindung mit persönlicher Schutzausrüstung (PSA) und Sauberkeit - Anleitung zur Sicherstellung, dass Geräte die Verwendung bestehender PSA und Sauberkeitsanforderungen verbessern

In Arbeit durch: International Organization for Standardization (ISO) [26]

Dokumentenkategorie: Norm Draft

Schlagwörter: XR-Management, Virtual Reality, Augmented Reality, Ergonomie / Gebrauchstauglichkeit, sonstige XR-Hardware

## **3.6 Management von V/AR-Anwendungen: Gesundheit**

In diesem Abschnitt 3.6 befinden sich Managementempfehlungen zu V/AR-Gesundheitsanwendungen.

### **3.6.1 ISO 16551 Health informatics - Reference model for VR based clinical practice simulation**

Gesundheitsinformatik - Referenzmodell für VR-basierte klinische Praxisimulation

In Arbeit durch: International Organization for Standardization (ISO) [16]

Dokumentenkategorie: Norm Draft

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Gesundheit

### **3.6.2 The promise of immersive healthcare**

Die immersive Technologie hat in den letzten Jahrzehnten neue und verbesserte Lösungen und Behandlungen im Gesundheitswesen ermöglicht. Da die Technologie immer ausgereifter wird, sind die Erwartungen an ihr Potenzial, den medizinischen Fortschritt durch eine breite Palette neuer und verbesserter Geräte und Behandlungen weiter voranzutreiben, groß. Allerdings sehen sich die Innovatoren und Forscher, die an der Spitze dieses neuartigen Bereichs stehen, mit strukturellen, finanziellen und rechtlichen Herausforderungen konfrontiert, während sie versuchen, einen medizinischen Nutzen zu erzielen. Die Konferenz kam zu dem Schluss, dass Maßnahmen erforderlich sind, um diese Probleme anzugehen und das Potenzial von virtueller Realität (VR) und erweiterter Realität (AR) für die Bereitstellung verbesserter Gesundheitsdienste freizusetzen. Die Teilnehmer schlugen eine Reihe von Maßnahmen vor, die zur Lösung der Probleme in diesem Bereich beitragen könnten und die die Grundlage für die Empfehlungen dieses Berichts bilden. Dieser Einblick des Institution of Engineering and Technology (IET) stellt die immersive Gesundheitstechnologie in Großbritannien vor und wurde für alle akademischen, industriellen und politischen Interessenvertreter geschrieben, die sich für das Thema immersive Gesundheit interessieren. Die immersive Gesundheitsfürsorge schreitet weiter voran, aber es gibt noch viele Herausforderungen und Bedenken, die angegangen werden müssen. Dieses IET-Dokument soll einen Einblick in die wichtigsten Themen, Ansichten und Empfehlungen der Think Big: Future Health and Life Sciences Unconference geben, die gemeinsam vom IET, Immerse UK und Hatsumi VR im November 2019 veranstaltet wird. Er enthält eine Zusammenfassung der wichtigsten Empfehlungen der Teilnehmer, Daten und ethische Herausforderungen sowie Fallstudien.

Veröffentlicht durch: XR Safety Initiative am 14.05.2020 [50]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Regulierung / Ethik / Governance, Anwendung: Gesundheit

### **3.7 Management von V/AR-Anwendungen: Training**

In diesem Abschnitt 3.7 befinden sich Managementempfehlungen zu V/AR-Trainingsanwendungen.

#### **3.7.1 ISO-IEC 19788-2 Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung - Metadaten für Lern-Ressourcen - Teil 2: Datenelemente aus Dublin Core**

ISO/IEC 19788 spezifiziert auf regelbasierte Weise Metadatenelemente und ihre Attribute für die Beschreibung von Lernressourcen. Dazu gehören die Regeln für die Identifizierung von Datenelementen und die Spezifikation ihrer Attribute. Diese Metadatenelemente werden verwendet, um die Beschreibung einer Lernressource zu bilden, d.h. als Metadaten-Lernressourcen-Datensatz (MLR). Dieser Teil von ISO/IEC 19788 stellt einen Basis-Datensatz für die Beschreibung von Lernressourcen zur Verfügung, der aus dem Dublin-Core-Metadatensatz nach ISO 15836:2009 stammt und den in ISO/IEC 19788-1 vorgegebenen Rahmen nutzt. Dies sorgt für Interoperabilität, wenn bestehende Dublin-Core-Datensätze in MLR ausgedrückt werden. Diese Elemente können später mit anderen beschreibenden Elementen kombiniert werden, einschließlich derjenigen aus anderen Teilen von ISO/IEC 19788 Typ 1 oder anderen Normen, einschließlich Dublin Core Verfeinerungen und IEEE 1484.12.1-2002, um spezifischere Themen wie technische oder pädagogische Informationen zu behandeln.

Veröffentlicht durch: International Organization for Standardization (ISO) am 01.03.2013 [23]

Dokumentenkategorie: Norm

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Bildung / Training

#### **3.7.2 ISO-IEC 19788-3 Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung - Metadaten für Lernressourcen - Teil 3: Grundlegendes Anwendungsprofil**

Hauptzweck der Norm ISO/IEC 19788 ist es, Metadatenelemente und deren Attribute zur Beschreibung von Lernressourcen festzulegen. Das umfasst die Regeln, die die Ermittlung der Datenelemente und die Spezifizierung der Attribute steuern. ISO/IEC 19788 stellt Datenelemente zur Beschreibung von Lernressourcen und Ressourcen mit direktem Bezug zu Lernressourcen bereit. Dieser Teil von ISO/IEC 19788 wurde so gestaltet, dass er Implementierer dabei unterstützt, einen Ausgangspunkt zur Anwendung von ISO/IEC 19788 festzulegen, indem ein Anwendungsprofil festgelegt wird, das über das Hinzufügen von Vorgaben bezüglich der Verwendung einiger Datenelemente spezifiziert, wie der ISO/IEC 19788-Elementsatz verwendet werden kann.

Veröffentlicht durch: International Organization for Standardization (ISO) am 01.03.2014 [24]

Dokumentenkategorie: Norm

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Bildung / Training

#### **3.7.3 ISO-IEC 19788-5 Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung - Metadaten für Lernressourcen - Teil 5: Ausbildungselemente**

Zur Beschreibung von Lernressourcen legt ISO/IEC 19788 auf der Grundlage von Regeln Metadatenelemente und deren Attribute fest. Das umfasst die Regeln zur Bezeichnung von Metadatenelementen und die Festlegung der Attribute der Metadaten. Diese Metadatenelemente werden genutzt, um eine Beschreibung der Lernressource zu erstellen, d. h. als (MLR) Eintrag einer Metadaten-Lernressource. Dieser Teil von ISO/IEC 19788 legt unter Verwendung des in

ISO/IEC 19788-1 festgelegten Rahmenwerks quer durch die verschiedenen pädagogischen, kulturellen und linguistischen Konfigurationen Bildungsaspekte der Lernressourcen fest.

Veröffentlicht durch: International Organization for Standardization (ISO) am 01.04.2014 [25]

Dokumentenkategorie: Norm

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Bildung / Training

#### **3.7.4 SISO GUIDE-006-2018 Guideline on Scenario Development for Simulation Environments**

Der SISO-GUIDE-006-2018 "*Guideline on Scenario Development for Simulation Environments*" wurde von der SISO auf der Grundlage von Vorarbeiten der NATO Modelling and Simulation Task Group, MSG-086, zu "Simulation Interoperability" erstellt. Dieser neue Leitfaden ist konsistent und komplementär zu den Vorarbeiten der SISO und der NATO zu Szenarien und konzeptioneller Modellierung.

Veröffentlicht durch: Simulation Interoperability Standards Organization am 10.05.2018 [32]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Content-Erstellung / Modeling

#### **3.7.5 SISO GUIDE-005-2021 Guide for A Standards Profile for the Use of Modeling and Simulation in Support of Acquisition Activities**

Dieser SISO-Leitfaden enthält eine Reihe von Modellierungs- und Simulationsstandards und empfohlenen Praktiken als Schlüsselinstrumente für die internationale Beschaffungsgemeinschaft bei der Verwendung von Modellierung und Simulation in Aktivitäten, die während des typischen Beschaffungslebenszyklus stattfinden..

Veröffentlicht durch: Simulation Interoperability Standards Organization am 17.02.2021 [31]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Content-Erstellung / Modeling

#### **3.7.6 SISO REF-066-2021 Reference for A Standards Profile for the Use of Modeling and Simulation in Support of Acquisition Activities**

Dieses SISO-Referenzprodukt enthält die Beschreibungen und Metadaten für jeden Modellierungs- und Simulationsstandard und jede empfohlene Praxis, die im SISO Guidance Product identifiziert wurden.

Veröffentlicht durch: Simulation Interoperability Standards Organization am 17.02.2021 [33]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Content-Erstellung / Modeling

#### **3.7.7 ISO-IEC Guidelines for Developing VR and AR Based Education and Training Systems**

Dieses Whitepaper beschreibt Richtlinien für die Entwicklung virtueller Bildungs- und Ausbildungssysteme auf der Grundlage von VR- und AR-Technologie. Es soll die Informationsmodellierung mit Standards veranschaulichen, die für virtuelle Bildungs- und Trainingssysteme verwendet werden können. Es bietet Verfahren oder Methoden für die Entwicklung von virtuellen 3D-Ausbildungs- und Trainingssystemen auf der Grundlage von ISO/IEC JTC 1-Standards. Außerdem wird ein systematischer Ansatz für die Entwicklung von Anwendungen in Bereichen der Systemintegration vorgestellt. Virtuelle Bildungs- und Trainingssysteme, die auf VR und AR basieren, sind typische Beispiele für Anwendungen im Bereich der Systemintegration. Dieses Whitepaper enthält mehrere Themen, die sich auf virtuelle Bildungs- und Ausbildungssysteme beziehen. Zunächst werden die Konzepte der VR- und AR-basierten Bildung und Ausbildung

definiert. Zweitens werden die Software- und Anwendungsentwicklungstechnologien beschrieben, die für virtuelle Bildungs- und Ausbildungssysteme erforderlich sind. Drittens werden Standards für die Erzeugung, den Transfer und den Austausch von VR- und AR-Informationen bei der Entwicklung der Systeme beschrieben. Das Informationsmodell und die Architektur von virtuellen Aus- und Weiterbildungssystemen werden als grundlegende Standardkonzepte spezifiziert. Viertens werden Komponenten für die Organisation virtueller Aus- und Weiterbildungssysteme auf der Grundlage von Standardkonzepten diskutiert. Fünftens werden standardbasierte Technologien zur Anwendungsentwicklung und Software-Schnittstellen zwischen Computern und Geräten beschrieben. Schließlich werden Implementierungskomponenten für die Entwicklung von VR- und AR-basierten Bildungs- und Trainingssystemen behandelt. In diesem Whitepaper wird die Gerätehardwaretechnologie für virtuelle Bildungs- und Ausbildungssysteme nicht behandelt.

Veröffentlicht durch: International Organization for Standardization (ISO) am 12.08.2019 [15]

Dokumentenkategorie: White Paper

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Bildung / Training

### **3.7.8 XRA Developers Guide Chapter 4: Designing Immersive Learning for Secondary Education**

Das neueste Kapitel des Entwicklerhandbuchs unterstreicht die Bedeutung der Erstellung von Programmen, die auf das Lernen im Klassenzimmer zugeschnitten sind. Während sich die XR-Hardware weiterentwickelt, arbeiten Hersteller und Softwareentwickler daran, die Art und Weise, wie Schüler lernen, positiv zu verändern. Daher ist eine effektive Implementierung der Schlüssel zur Verbreitung von XR in der Sekundar- und Hochschulbildung. Das Kapitel umreißt die aktuellen Anforderungen im Klassenzimmer, erfolgreiche Anwendungsfälle und Empfehlungen für Entwickler, die auf die Belange von Schülern, Eltern und Lehrern eingehen.

Veröffentlicht durch: XR Association am 01.11.2022 [46]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Bildung / Training

### **3.7.9 ETSI GR ARF 002 V1.1.1 Augmented Reality Framework (ARF). Industrial use cases for AR applications and services**

Das vorliegende Dokument fasst die Ergebnisse eines von der Industry Specification Group Augmented Reality Framework (ISG ARF) herausgegebenen Fragebogens zu industriellen Anwendungsfällen sowie die Ergebnisse von zwei von der ISG ARF veranstalteten Workshops zusammen, in denen eine Reihe von Anwendungsfällen vorgestellt wurden.

Veröffentlicht durch: European Telecommunications Standards Institute im Juli 2019 [09]

Dokumentenkategorie: Standard

Schlagwörter: XR-Management, Augmented Reality, mobile XR, Anwendung: Bildung / Training, Anwendung: Design / Engineering, Anwendung: Assistenz, Anwendung: sonstige

## **3.8 Management von V/AR-Anwendungen: Kollaboration**

In diesem Abschnitt 3.8 befinden sich Managementempfehlungen zu V/AR-Kollaborationsanwendungen.

### **3.8.1 ISO-IEC 19778-1 Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung - Kooperative Technologien - Kooperative Arbeitsplätze - Teil 1: Datenmodell für kooperative Arbeitsplatzumgebungen**

ISO/IEC 19778:2015 spezifiziert einen tabellenbasierten Ansatz zur Definition von Datenmodellen. Diese Datenmodellspezifikation wird für die Spezifikation des Datenmodells für kollaborative Arbeitsplätze verwendet. Die gleiche Datenmodellspezifikation wird auch in ISO/IEC 19778-2 und ISO/IEC 19778-3 verwendet, um die zugehörigen Komponenten der kollaborativen Umgebung (ISO/IEC 19778-2) und der kollaborativen Gruppe (ISO/IEC 19778-3) in separaten Datenmodellen zu definieren. Das Datenmodell für kollaborative Arbeitsplätze spezifiziert die Datenmodellelemente und ihre Beziehungen untereinander, die die Erstellung von Datenmodellinstanzen für kollaborative Arbeitsplätze ermöglichen. Jede konforme Instanziierung des Datenmodells für kollaborative Arbeitsplätze beschreibt oder spezifiziert einen bestimmten kollaborativen Arbeitsplatz, mit dem sie verbunden ist.

Veröffentlicht durch: International Organization for Standardization (ISO) am 15.10.2015 [20]

Dokumentenkategorie: Norm

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Kollaboration

### **3.8.2 ISO-IEC 19778-2 Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung - Kooperative Technologien - Kooperative Arbeitsplätze - Teil 2: Datenmodell für kooperative Arbeitsplatzumgebungen**

Dieser Teil von ISO/IEC 19778 spezifiziert das Datenmodell für eine kollaborative Umgebung. Das Datenmodell für eine kollaborative Umgebung stellt kollaborative Werkzeuge zusammen und deklariert ihre kollaborativen Funktionen, indem es ihre Namen angibt. Diese Namen können als Verweise auf kollaborative Werkzeuge und kollaborative Funktionen verwendet werden, die in weiteren Spezifikationen oder Normen detailliert beschrieben sind. Wo keine solchen Spezifikationen oder Standards verfügbar oder identifiziert sind, kann die Bereitstellung von Beschreibungen für die menschliche Interpretation eine harmonisierte Verwendung dieser Namen unterstützen.

Veröffentlicht durch: International Organization for Standardization (ISO) am 15.10.2015 [21]

Dokumentenkategorie: Norm

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Kollaboration

### **3.8.3 ISO-IEC 19778-3 Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung - Kooperative Technologien - Kooperative Arbeitsplätze - Teil 3: Datenmodell für kooperative Gruppen**

Dieser Teil von ISO/IEC 19778 spezifiziert das Datenmodell für eine kollaborative Gruppe. Das Datenmodell für eine kollaborative Gruppe stellt Rollen zusammen, die von den Teilnehmern einer kollaborativen Gruppe gespielt werden können, deklariert die vorgesehenen Rolleninhaber (Positionen für das Spielen einer bestimmten Rolle) für jede Rolle und ordnet (zumindest während der Lebensdauer des kollaborativen Arbeitsplatzes) Teilnehmer diesen Rolleninhabern zu. Die Rollennamen können als Verweise auf Rollen verwendet werden, die durch weitere Spezifikationen oder Standards im Detail spezifiziert sind. Wo keine solchen Spezifikationen oder Standards verfügbar oder identifiziert sind, kann die Bereitstellung von Beschreibungen für die menschliche Interpretation eine harmonisierte Verwendung dieser Namen unterstützen. Bereitgestellte Teilnehmerkennungen können als Verweise auf detaillierte Teilnehmerinformationen verwendet werden, die in einem bereitgestellten Benutzerverwaltungssystem angegeben werden können. ANMERKUNG Es besteht die Gefahr des unsachgemäßen Zugriffs auf und des Missbrauchs von persönlichen und privaten Daten, die durch die Verwendung des

Datenmodells für kollaborative Gruppen erleichtert wird. Es liegt in der Verantwortung des Implementierers, den ordnungsgemäßen Umgang mit allen beteiligten personenbezogenen Daten sicherzustellen.

Veröffentlicht durch: International Organization for Standardization (ISO) am 15.10.2015 [22]

Dokumentenkategorie: Norm

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Kollaboration

### **3.8.4 ProSTEP iViP PSI 2 - Collaborative Product Visualization (CPV)**

Empfehlung Visualisierungsdatenaustausch

Veröffentlicht durch: ProSTEP iViP e.V. im Jahr 2007 [29]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Kollaboration

## **3.9 Management von V/AR-Anwendungen: Engineering und Design**

In diesem Abschnitt 3.9 befinden sich Managementempfehlungen zu V/AR-Engineering- und -Design-Anwendungen und thematisch benachbarter Bereiche, die ggf. übertragbar sind.

### **3.9.1 VDI 2219 Informationsverarbeitung in der Produktentwicklung - Einführung und Betrieb von PDM-Systemen**

Die Richtlinie zeigt ein strukturiertes Vorgehen bei der Ersteinführung oder dem Wechsel von Produktdatenmanagement-Systemen (PDM-Systemen). Sie bietet einen Überblick über den gegenwärtigen Stand der technischen Grundlagen von PDM-Systemen. Darüber hinaus wird die Einbindung eines PDM-Systems in den PLM-Prozess erläutert. Die Richtlinie richtet sich sowohl an Großunternehmen und global agierende Konzerne als auch mittelständische Unternehmen. Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Einsatzes von PDM-Systemen werden geeignete Bewertungsverfahren vorgeschlagen. Kleinen Unternehmen wird empfohlen, auf Basis dieser Richtlinie die Relevanz einer PDM-Einführung, insbesondere unter Kosten-Nutzen-Aspekten, zu prüfen.

Veröffentlicht durch: Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) am 01.11.2002 [39]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Design / Engineering

### **3.9.2 VDI 2209 3-D-Produktmodellierung - Technische und organisatorische Voraussetzungen - Verfahren, Werkzeuge und Anwendungen - Wirtschaftlicher Einsatz in der Praxis**

Immer mehr (häufig größere) Kunden verlangen von ihren Zulieferern nicht mehr Produktzeichnungen oder 2-D-CAD-Dateien, sondern 3-D-Produktmodelle, die in den eigenen (3-D-)Systemen weiterverarbeitet werden können. In solchen Fällen ist der Einsatz eines 3-D-CAD-Systems zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit unerlässlich. Die wichtigsten Vorteile eines 3-D-CAD-Systems gegenüber einem 2-D-System sind: vollständigere Produktmodelle, weniger einzeln zu erstellende und zu verwaltende Dokumente, da aus den 3-D-Produktmodellen viele Unterlagen (teil-)automatisch abgeleitet werden können (Zeichnungen, Stücklisten, Arbeitspläne, Montage- und Bedienungsanleitungen, Ersatzteilkataloge), frühes Erkennen und Vermeiden von funktionalen, fertigungstechnischen und anderen Problemen, dadurch weniger Optimierungszyklen im Produktentwicklungsprozess

Veröffentlicht durch: Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) am 01.03.2009 [37]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Design / Engineering

### **3.9.3 NATO Guidance in the use of simulation and virtual prototyping in ship design**

Anleitung für den Einsatz von Simulation und virtuellem Prototyping im Schiffsentwurf

Veröffentlicht durch: North Atlantic Treaty Organization (NATO) [27]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Design / Engineering

### **3.9.4 ProSTEP iViP Engineering Change Management (ECM)**

Empfehlung Engineering Change Management (ECM)

Veröffentlicht durch: ProSTEP iViP e.V. im Dezember 2007 [28]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Design / Engineering

### **3.9.5 ProSTEP iViP Simulation Data Management in Integrated Collaborative CAD / CAE Process Chains**

Empfehlung Simulationsdatenmanagement

Veröffentlicht durch: ProSTEP iViP e.V. im November 2008 [30]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Design / Engineering

### **3.9.6 ISO-IEC 24030 Information technology - Artificial intelligence (AI) - Use cases**

Dieses Dokument enthält eine Sammlung repräsentativer Anwendungsfälle von KI-Anwendungen in einer Vielzahl von Bereichen.

Veröffentlicht durch: International Organization for Standardization (ISO) am 01.05.2021 [17]

Dokumentenkategorie: Technical Report

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: sonstige

### **3.9.7 VDI 3693 Blatt 2 Virtuelle Inbetriebnahme - Einführung der virtuellen Inbetriebnahme in Unternehmen**

Diese Richtlinie definiert einen Best-Practice-Ablauf für die Einführung der virtuellen Inbetriebnahme (VIBN) in Unternehmen der Automatisierungstechnik. Ziel der VIBN ist das Aufdecken und Beheben von Fehlern aus dem Engineering des Automatisierungssystems. Eine eindeutige und systematische Definition zum Ablauf eines Projekts der VIBN für die Automatisierungstechnik wird mit dem Ziel, die VIBN im Bereich der Automatisierungstechnik zu etablieren, vorgestellt.

Veröffentlicht durch: Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) am 01.12.2018 [43]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Design / Engineering, Anwendung: sonstige

### **3.9.8 VDI 4499 Blatt 2 Digitale Fabrik - Digitaler Fabrikbetrieb**

Die Digitale Fabrik bietet die Instrumente, die zur Planung immer komplexer werdender Produkt- und Produktionsentstehungsprozesse benötigt werden. Das beinhaltet die Anwendung der Modelle, Methoden und Werkzeuge, die zur Planung, Inbetriebnahme und Betrieb einer Fabrik eingesetzt werden. Die Richtlinie beschreibt und erläutert den Digitalen Fabrikbetrieb. Sie umfasst die Lebenszyklusphasen eines Produktionssystems von der Montage- und Fertigungsprozessplanung bis hin zur Serienproduktion. Ein durchgängiges Datenmanagement, das die Ergebnisse der Produktionsplanung nutzt und an das operative IT-System liefert in Kombination mit virtuellen und/oder realen Anlagen und Anlagensteuerungen, koppelt die Realität

mit den Modellen der Digitalen Fabrik. Ein übergelagertes Fertigungsmanagementsystem in Kombination mit der Digitalen Fabrik macht das Verhalten der Anlage im Anlauf planbar.

Veröffentlicht durch: Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) am 01.05.2011 [39]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Design / Engineering, Anwendung: sonstige

### **3.9.9 VDI 4499 Blatt 3 Digitale Fabrik - Datenmanagement und Systemarchitekturen**

Die Richtlinie unterstützt bei der Auswahl und Umsetzung eines Systemarchitekturkonzepts für die Digitale Fabrik und setzt ihren Fokus auf technische und organisatorische Fragen des Datenmanagements. Sie detailliert damit die Aussagen zum Datenmanagement und zur Systemarchitektur aus VDI 4499 Blatt 1. Zur Wahrung der Neutralität der Richtlinie wird bewusst auf die Nennung von Softwareprodukten verzichtet. Mit branchenübergreifenden Empfehlungen wendet sich die Richtlinie gleichermaßen an Projektleiter, Entscheider, Anwender, Administratoren sowie Werkzeuganbieter und -entwickler, die mit der unternehmensindividuellen Konzeption, Einführung und Umsetzung von Methoden und Instrumenten der Digitalen Fabrik beauftragt sind.

Veröffentlicht durch: Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) am 01.04.2016 [40]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Anwendung: Design / Engineering, Anwendung: sonstige

### **3.9.10 VDI 4499 Blatt 5 Digitale Fabrik - Der Mensch in der Digitalen Fabrik – Prognose von Umgebungseinflüssen**

Die Einbeziehung von Arbeitsumweltfaktoren, wie Licht, Lärm oder klimatischen Bedingungen, sind für eine ergonomische und effiziente Planung und Betrieb von Arbeitssystemen und Fabriken wichtig. So können Arbeitsumweltfaktoren die Gesundheit, Leistungserbringung oder auch das Wohlbefinden eines Werkers beeinflussen. Um die Wirkung der Faktoren abzubilden, sind diese in geeigneter Art in der digitalen Fabrik einzubinden. Die VDI Richtlinie 4499 Blatt 5 soll sich vertiefend mit der Prognose von Arbeitsumweltfaktoren beschäftigen. In diesem Rahmen bringt die Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement ihre langjährigen Erfahrungen im Bereich digitale Menschmodelle ein. Auch im aktuellen Forschungsprojekt „The Smart Virtual Worker“ wird sich vertiefend mit der Einbindung und den Auswirkungen von Arbeitsumweltfaktoren beschäftigt. Im Rahmen des Projektes wird gemeinsam mit den Professuren Robotik, Graphische Datenverarbeitung, Visualisierung, Künstliche Intelligenz, Medieninformatik und Medienpsychologie an der Weiterentwicklung von digitalen Menschmodellen geforscht.

Veröffentlicht durch: Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) am 01.12.2021 [41]

Dokumentenkategorie: Recommendation

Schlagwörter: XR-Management, Menschmodelle, Anwendung: Design / Engineering, Anwendung: sonstige

## 4. Abkürzungen

|               |                                                                                                                        |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3D            | dreidimensional                                                                                                        |
| 5G            | Mobilfunkstandard der fünften Generation                                                                               |
| AR            | Augmented Reality (dt. Erweiterte Realität): Überlagerung der natürlichen Sicht mit Computer-generierten Informationen |
| AREA          | AR for Enterprise Alliance                                                                                             |
| bsi           | British Standards Institution                                                                                          |
| CEA           | Consumer Technology Association                                                                                        |
| CEN           | European Committee for Standardization                                                                                 |
| CTA           | Consumer Technology Association                                                                                        |
| DIN           | Deutsches Institut für Normung e.V.                                                                                    |
| DGQ           | Deutsche Gesellschaft für Qualität                                                                                     |
| DKE           | Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE                                       |
| DSGVO         | Datenschutz-Grundverordnung                                                                                            |
| DOF           | Freiheitsgrade (Degrees of Freedom)                                                                                    |
| DVB           | Digital Video Broadcasting                                                                                             |
| EG            | Exploratory Group                                                                                                      |
| ETSI          | European Telecommunications Standards Institute                                                                        |
| GS1 US        | Global Standards, US branch                                                                                            |
| HMD           | Head-Mounted Display (dt. Datenhelm)                                                                                   |
| IEC           | International Electrotechnical Commission                                                                              |
| IEEE          | Institute of Electrical and Electronics Engineers                                                                      |
| IETF          | Internet Engineering Task Force                                                                                        |
| ISO           | International Organization for Standardization                                                                         |
| ITU           | International Telecommunication Union                                                                                  |
| Khronos       | Khronos Group                                                                                                          |
| LED           | Light Emitting Diode (dt. Leuchtdiode)                                                                                 |
| LET           | Lernen, Bildung, Training – learning/education/training                                                                |
| mipi alliance | Mobile Industry Processor Interface Alliance                                                                           |
| MIMOSA        | Open Standards for Operations and Maintenance                                                                          |
| Mozilla       | Mozilla                                                                                                                |
| MPEG          | Moving Pictures Expert Group                                                                                           |
| MR            | Mixed Reality, gleichzeitige Präsentation künstlicher und natürlicher Sinnesreize                                      |
| M&S           | Modelling & Simulation                                                                                                 |
| NATO          | North Atlantic Treaty Organization                                                                                     |
| OGC           | Open Geospatial Consortium                                                                                             |

|          |                                                                                                                           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OLED     | organische Leuchtdiode                                                                                                    |
| OMA3     | Open Metaverse Alliance for Web3                                                                                          |
| OMAF     | Omnidirectional MediA Format                                                                                              |
| OSVR     | Open Source Virtual Reality Movement                                                                                      |
| ProSTEP  | ProSETP iViP e.V.                                                                                                         |
| QUALINET | WG2 – Standardization                                                                                                     |
| S3D      | Stereoscopic 3D                                                                                                           |
| SAE      | Society of Automobile Engineers                                                                                           |
| SDO      | Standards Developing Organization                                                                                         |
| SISO     | Simulation Interoperability Standards Organization                                                                        |
| TIFCA    | International Future Computing Association (früher: Immersive Technology Alliance)                                        |
| USP      | Unique Selling Proposition                                                                                                |
| UX       | User Experience                                                                                                           |
| VDA      | Verband der Automobilindustrie e. V.                                                                                      |
| VDI      | Verein Deutscher Ingenieure e.V.                                                                                          |
| VESA     | Video Electronics Standards Association                                                                                   |
| VR       | Virtual Reality (dt. Virtuelle Realität): interaktive Integration eines Benutzers in eine Computer-generierte 3D-Umgebung |
| VRARA    | Virtual Reality and Augmented Reality Association                                                                         |
| vrhig    | Virtual Reality Human Interface Guidelines Community                                                                      |
| VRIF     | Virtual Reality Industry Forum                                                                                            |
| W3C      | World Wide Web Consortium (W3C)                                                                                           |
| Web3D    | Web3D Consortium                                                                                                          |
| XR       | eXtended Reality; Sammelbegriff für AR, MR, VR                                                                            |
| XRA      | Extended Reality Association                                                                                              |
| XRSI     | XR Safety Initiative                                                                                                      |

## 5. Literatur und Verweise

- [01] Consumer Technology Association, „Best Practices for Diversity in XR“, Nr. 2103. Consumer Technology Association, Arlington, Virginia, USA, 1. November 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://shop.cta.tech/collections/standards/products/best-practices-for-diversity-in-xr-cta-2103>
- [02] Consumer Technology Association, „Best Practices for Limited Mobility in XR“, Nr. 2095. Consumer Technology Association, Arlington, Virginia, USA, Mai 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://shop.cta.tech/collections/standards/products/best-practices-for-limited-mobility-in-xr-cta-2095>
- [03] Consumer Technology Association, „Recommendations and Best Practices for Connection and Use of Accessories for XR Technologies“, Nr. 2087. Consumer Technology Association, Arlington, Virginia, USA, Dezember 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://shop.cta.tech/collections/standards/products/recommendations-and-best-practices-for-connection-and-use-of-accessories-for-xr-technologies>
- [04] Council of the European Union, „Metaverse - Virtual World, Real Challenges“, Nr. Metaverse. Council of the European Union, Rue de la Loi/Wetstraat 175, Brüssel, Belgien, März 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.consilium.europa.eu/media/54987/metaverse-paper-9-march-2022.pdf>
- [05] Deutsche Gesellschaft für Qualität: Blog. Normungsarbeit – wie und warum beteiligen? Online unter: <https://blog.dgq.de/normungsarbeit-wie-und-warum-beteiligen/> ; abgerufen am 6.4.2023
- [06] Deutsches Institut für Normung e.V.: Mitarbeit in der Normung. Mitmachen lohnt sich! Online unter: <https://www.din.de/de/mitwirken/mitarbeit-in-der-normung#:~:text=Damit%20der%20Markt%20die%20Normen,Markt%20und%20m%C3%B6gliche%20Wettbewerber%20beobachten.> ; abgerufen am 6.4.2023
- [07] DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE: Welche Vorteile bringt das Engagement in der Normung? Online unter: <https://www.dke.de/de/normen-standards/bedeutung-der-normung> ; abgerufen am 6.4.2023
- [08] European Parliament, „Metaverse Opportunities, risks and policy implications“, Nr. Metaverse. European Parliament, Straßburg, Juni 2022. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.euro-parl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS\\_BRI\(2022\)733557](https://www.euro-parl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2022)733557)
- [09] European Telecommunications Standards Institute, „Augmented Reality Framework (ARF). Industrial use cases for AR applications and services“, Nr. GR ARF 002 V1.1.1. ETSI, Sophia Antipolis, Frankreich, Juli 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.etsi.org/standards-search>
- [10] Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), „The IEEE Global Initiative on Ethics of Extended Reality (XR) Report–Business, Finance, and Economics“, Nr. Ehtics-Economics. IEEE, Piscataway, New Jersey, USA, 30. März 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9740586>
- [11] Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), „The IEEE Global Initiative on Ethics of Extended Reality (XR) Report–Metaverse and Its Governance“, Nr. Ehtics-Governance. IEEE, Piscataway, New Jersey, USA, 14. Juni 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9794384>

- [12] International Electrotechnical Commission (IEC), „Virtual reality equipment and systems - Market, technology and standards requirements“, Nr. 63308. IEC oder VDE-Verlag, London, UK, 9. Juli 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://webstore.iec.ch/publication/64217>
- [13] International Organization for Standardization (ISO), „Systems and software engineering – Requirements for managers of information for users of systems, software, and services“, Nr. 26511. ISO, Genf, Schweiz, 1. Dezember 2018. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/70879.html>
- [14] International Organization for Standardization (ISO), „AR/VR safety– guidance on safe immersion, set up and usage“, Nr. 5927 (AWI 5927). ISO, Genf, Schweiz. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/81847.html?browse=tc>
- [15] International Organization for Standardization (ISO), „Guidelines for Developing VR and AR Based Education and Training Systems“, Nr. Guidelines for Developing VR and AR Based Education and Training Systems. ISO, Genf, Schweiz, 12. August 2019. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/developing\\_standards/who\\_develops\\_standards/docs/White\\_Paper\\_VRAR.pdf](https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/developing_standards/who_develops_standards/docs/White_Paper_VRAR.pdf)
- [16] International Organization for Standardization (ISO), „Health informatics — Reference model for VR based clinical practice simulation“, Nr. 16551. ISO, Genf, Schweiz. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/84642.html>
- [17] International Organization for Standardization (ISO), „Information technology - Artificial intelligence (AI) - Use cases“, Nr. 24030. ISO, Genf, Schweiz, 1. Mai 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/77610.html>
- [18] International Organization for Standardization (ISO), „Information technology for learning, education, and training – Human factor guidelines for virtual reality content – Part 2: Considerations when making VR content“, Nr. 23842–2. ISO, Genf, Schweiz, 1. Oktober 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/77141.html>
- [19] International Organization for Standardization (ISO), „Informationstechnik - Codierung von audio-visuellen Objekten - Teil 13: Erweiterungen zum Management und Schutz Geistigen Eigentums (IPMP)“, Nr. 14496–13. ISO, Genf, Schweiz, 15. September 2004. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/39110.html>
- [20] International Organization for Standardization (ISO), „Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung - Kooperative Technologien - Kooperative Arbeitsplätze - Teil 1: Datenmodell für kooperative Arbeitsplatzumgebungen“, Nr. 19778–1. ISO, Genf, Schweiz, 15. Oktober 2015. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/65100.html>
- [21] International Organization for Standardization (ISO), „Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung - Kooperative Technologien - Kooperative Arbeitsplätze - Teil 2: Datenmodell für kooperative Arbeitsplatzumgebungen“, Nr. 19778–2. ISO, Genf, Schweiz, 15. Oktober 2015. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/65098.html>
- [22] International Organization for Standardization (ISO), „Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung - Kooperative Technologien - Kooperative Arbeitsplätze - Teil 3: Datenmodell für kooperative Gruppen“, Nr. 19778–3. ISO, Genf, Schweiz, 15. Oktober 2015. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/65099.html>
- [23] International Organization for Standardization (ISO), „Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung - Metadaten für Lern-Ressourcen - Teil 2: Datenelemente aus Dublin Core“, Nr. 19788–2. ISO, Genf, Schweiz, 1. März 2013. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/46157.html>

- [24] International Organization for Standardization (ISO), „Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung - Metadaten für Lernressourcen - Teil 3: Grundlegendes Anwendungsprofil“, Nr. 19788–3. ISO, Genf, Schweiz, 1. März 2014. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/52774.html>
- [25] International Organization for Standardization (ISO), „Informationstechnik - Lernen, Ausbildung und Weiterbildung - Metadaten für Lernressourcen - Teil 5: Ausbildungselemente“, Nr. 19788–5. ISO, Genf, Schweiz, 1. April 2014. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/52776.html>
- [26] International Organization for Standardization (ISO), „Use of AR/VR with Personal Protective Equipment (PPE) and cleanliness - guidance on ensuring devices enhance use of existing PPE and cleanliness requirements“, Nr. 5263 (AWI 5263). ISO, Genf, Schweiz. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/81856.html?browse=tc>
- [27] North Atlantic Treaty Organization (NATO), „Guidance in the use of simulation and virtual prototyping in ship design“. NATO, Brüssel, Belgien. [Online]. Verfügbar unter: <https://nso.nato.int/nso/nsdd/main/standards>
- [28] ProSTEP iViP e.V., „Engineering Change Management (ECM)“, Nr. Engineering Change Management. ProSTEP iViP e.V, Darmstadt, Deutschland, Dezember 2007. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.prostep.org/mediathek/veroeffentlichungen/>
- [29] ProSTEP iViP e.V., „PSI 2 - Collaborative Product Visualization (CPV)“, Nr. Collaborative Product Visualization. ProSTEP iViP e.V, Darmstadt, Deutschland, 2007. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.prostep.org/mediathek/veroeffentlichungen/>
- [30] ProSTEP iViP e.V., „Simulation Data Management in Integrated Collaborative CAD / CAE Process Chains“, Nr. Simulation Data Management. ProSTEP iViP e.V, Darmstadt, Deutschland, November 2008. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.prostep.org/mediathek/veroeffentlichungen/>
- [31] Simulation Interoperability Standards Organization, „Guide for A Standards Profile for the Use of Modeling and Simulation in Support of Acquisition Activities“, Nr. GUIDE-005-2021. SISO, St. Petersburg, FL, USA. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.sisostds.org/DigitalLibrary.aspx?Command=Core\\_Download&EntryId=52740](https://www.sisostds.org/DigitalLibrary.aspx?Command=Core_Download&EntryId=52740)
- [32] Simulation Interoperability Standards Organization, „Guideline on Scenario Development for Simulation Environments“, Nr. GUIDE-006-2018. SISO, St. Petersburg, FL, USA, 10. Mai 2018. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.sisostds.org/DigitalLibrary.aspx?Command=Core\\_Download&EntryId=47237](https://www.sisostds.org/DigitalLibrary.aspx?Command=Core_Download&EntryId=47237)
- [33] Simulation Interoperability Standards Organization, „Reference for A Standards Profile for the Use of Modeling and Simulation in Support of Acquisition Activities“, Nr. REF-066-2021. SISO, St. Petersburg, FL, USA, 17. Februar 2021. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.sisostds.org/DigitalLibrary.aspx?Command=Core\\_Download&EntryId=52743](https://www.sisostds.org/DigitalLibrary.aspx?Command=Core_Download&EntryId=52743)
- [34] Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA), „Engineering Change Management Part 0“, Nr. 4965–0. Strategic Automotive Product Data Standards Industry Group, Kingston upon Thames, UK, 2010. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vda.de/de/services/Publikationen/Publikation.~1328~.html>
- [35] Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA), „Engineering Change Management Part 1“, Nr. 4965–1. Strategic Automotive Product Data Standards Industry Group, Kingston upon Thames, UK, 2010. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vda.de/de/services/Publikationen/Publikation.~1328~.html>

- [36] Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA), „Simulation Data Management“, Nr. 4967. VDA, Frankfurt, Deutschland, 2008. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vda.de/en/services/Publications/4967---simulation-data-management.html>
- [37] Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI), „3-D-Produktmodellierung - Technische und organisatorische Voraussetzungen - Verfahren, Werkzeuge und Anwendungen - Wirtschaftlicher Einsatz in der Praxis“, Nr. 2209. Beuth, Berlin, Deutschland, 1. März 2009. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-2209-3-d-produktmodellierung-technische-und-organisatorische-voraussetzungen-verfahren-werkzeuge-und-anwendungen-wirtschaftlicher-einsatz-in-der-praxis>
- [38] Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI), „Digitale Fabrik - Grundlagen“, Nr. 4499 Blatt 1. Beuth, Berlin, Deutschland, 1. Februar 2008. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-4499-blatt-1-digitale-fabrik-grundlagen>
- [39] Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI), „Digitale Fabrik - Digitaler Fabrikbetrieb“, Nr. 4499 Blatt 2. Beuth, Berlin, Deutschland, 1. Mai 2011. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-4499-blatt-2-digitale-fabrik-digitaler-fabrikbetrieb>
- [40] Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI), „Digitale Fabrik - Datenmanagement und Systemarchitekturen“, Nr. 4499 Blatt 3. Beuth, Berlin, Deutschland, 1. April 2016. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-4499-blatt-3-digitale-fabrik-datenmanagement-und-systemarchitekturen>
- [41] Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI), „Digitale Fabrik - Der Mensch in der Digitalen Fabrik – Prognose von Umgebungseinflüssen“, Nr. 4499 Blatt 5. Beuth, Berlin, Deutschland, 1. Dezember 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-4499-blatt-5-digitale-fabrik-prognose-von-umgebungseinfluessen-auf-den-arbeitenden-menschen>
- [42] Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI), „Informationsverarbeitung in der Produktentwicklung - Einführung und Betrieb von PDM-Systemen“, Nr. 2219. Beuth, Berlin, Deutschland, 1. November 2002. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-2219-informationsverarbeitung-in-der-produktentwicklung-einfuehrung-und-betrieb-von-pdm-systemen>
- [43] Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI), „Virtuelle Inbetriebnahme - Einführung der virtuellen Inbetriebnahme in Unternehmen“, Nr. 3693 Blatt 2. Beuth, Berlin, Deutschland, 1. Dezember 2018. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-3693-blatt-2-virtuelle-inbetriebnahme-einfuehrung-der-virtuellen-inbetriebnahme-in-unternehmen>
- [44] XR Association, „Accessibility & Inclusive Design in Immersive Experiences“, Nr. Developers Guide Chapter 3. XR Association, Washington DC, USA, 1. Oktober 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://xra.org/developers-guide/>
- [45] XR Association, „Creating safe, inclusive, and respectful immersive experiences“, Nr. Developers Guide Chapter 2. XR Association, Washington DC, USA, 1. Dezember 2019. [Online]. Verfügbar unter: <https://xra.org/developers-guide/>
- [46] XR Association, „Designing Immersive Learning for Secondary Education“, Nr. Developers Guide Chapter 4. XR Association, Washington DC, USA, 1. November 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://xra.org/developers-guide/>
- [47] XR Association, „Fundamental Design Principles for Immersive Experiences“, Nr. Developers Guide Chapter 1. XR Association, Washington DC, USA, 1. Oktober 2018. [Online]. Verfügbar unter: <https://xra.org/developers-guide/>

- [48] XR Safety Initiative, „An Imperative – Developing Standards for Safety and Security in XR Environments“, Nr. An Imperative – Developing Standards for Safety and Security in XR Environments. XR Safety Initiative, San Francisco, Kalifornien, USA, 19. Februar 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://xrsi.org/research-standards>
- [49] XR Safety Initiative, „Building Responsible, Safe, and Inclusive Extended Reality Ecosystems (the Metaverse)“, Nr. Building Responsible, Safe, and Inclusive Extended Reality Ecosystems (the Metaverse). XR Safety Initiative, San Francisco, Kalifornien, USA, 1. März 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://xrsi.org/research-standards>
- [50] XR Safety Initiative, „The promise of immersive healthcare“, Nr. The promise of immersive healthcare. XR Safety Initiative, San Francisco, Kalifornien, USA, 14. Mai 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://xrsi.org/research-standards>
- [51] XR Safety Initiative, „Virtual Worlds, Real Risks and Challenges“, Nr. Virtual Worlds, Real Risks and Challenges. XR Safety Initiative, San Francisco, Kalifornien, USA, 10. Dezember 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://xrsi.org/research-standards>
- [52] XR Safety Initiative, „XRSI Privacy and Safety Framework“, Nr. XRSI Privacy and Safety Framework. XR Safety Initiative, San Francisco, Kalifornien, USA, 1. September 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://xrsi.org/research-standards>

## 6. Impressum

Verantwortlich für die Inhalte dieser Publikation ist das Virtual Dimension Center (VDC) Fellbach. Die Inhalte wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte kann jedoch keinerlei Gewähr übernommen werden. Die Inhalte unterliegen dem deutschen Urheberrecht. Die Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und jede Art der Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts bedürfen der schriftlichen Zustimmung des Erstellers.

### Verantwortlich für den Inhalt:

Virtual Dimension Center (VDC) Fellbach

Kompetenzzentrum für Virtuelle Realität und kooperatives Engineering w.V.

Prof. Dr. Christoph Runde

Auberlenstr. 13

70736 Fellbach

URL: [www.vdc-fellbach.de](http://www.vdc-fellbach.de)

### Kontakt:

Tel.: +49(0)711 58 53 09-0

Fax : +49(0)711 58 53 09-19

Email: [info@vdc-fellbach.de](mailto:info@vdc-fellbach.de)

## 7. Förderhinweis

Die vorgestellten Arbeiten entstanden im Rahmen des Projekts " *Digitallotse Wirtschaft 4.0*", welches durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg gefördert wird.



**Baden-Württemberg**

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU