

V/AR-Anwender-Hersteller-Dialog:

Bericht #24: Positionspapier V/AR-Standardisierung:
Status Quo und Bedarfe

Stand: v06. 31.05.2021

Gefördert von



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT,
ARBEIT UND WOHNUNGSBAU

Inhalt

1.	Einführung	4
1.1	Argumente für die Normierung und Standardisierung	4
1.2	Argumente wider die Normierung und Standardisierung.....	4
2.	Standardisierung im V/AR-Kontext.....	5
2.1	Grundlagen der V/AR	6
2.2	V/AR-Hardware	7
2.3	Datenformate:.....	8
2.4	Content und Anwendungen	8
2.5	Usability und Ergonomie	10
2.6	Interoperabilität, Kommunikationstechnik, Datenaustausch	11
3.	Aktive Organisationen in der V/AR-Standardisierung	12
4.	V/AR-Standardisierungsbedarfe I: Aktivitäten und Pläne	15
4.1	Khronos Group	15
4.2	IEEE Standards Association.....	16
4.3	International Electrotechnical Commission IEC	17
4.4	World Wide Web Consortium W3C.....	19
4.5	MPEG Group.....	20
4.6	Deutsches Institut für Normung DIN e.V.....	22
4.7	Weitere Aktivitäten verschiedener Akteure	23
5.	V/AR-Standardisierungsbedarfe II: weitere Forderungen.....	26
6.	Erwartungen	28
6.1	Erwartungen an die Politik	28
6.2	Erwartungen an die Wirtschaft	29
7.	Abkürzungen.....	30
8.	Literatur und Verweise	32
9.	Impressum	34
10.	Förderhinweis.....	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mögliche Gliederung der Gruppen an Normen und Standards im V/AR-Kontext	5
Abbildung 2: Stakeholder-Gruppen in V/AR-Normierungs- und Standardisierungsaktivitäten	12
Abbildung 3: Auflistung der aktiven V/AR-Normierungs- und -Standardisierungsorganisationen	14
Abbildung 4: Vergangene, aktuelle und geplante Normierungs-/Standardisierungsaktivitäten der Khronos Group	15
Abbildung 5: Vergangene, aktuelle und geplante Normierungs-/Standardisierungsaktivitäten des IEEE.....	16
Abbildung 6: Vergangene, aktuelle und geplante Normierungs-/Standardisierungsaktivitäten des IEC	18
Abbildung 7: Vergangene, aktuelle und geplante Normierungs-/Standardisierungsaktivitäten des W3C.....	19
Abbildung 8: Aktuelle Roadmap der MPEG-I(MPEG Immersive)-Subgruppe.....	20
Abbildung 9: Einordnung der Aktivitäten der MPEG-I(MPEG Immersive)-Subgruppe in die Themenfelder Cross Plattform Media Distribution, VR360, on demand and live sowie Immersive Media with 6 Degrees of Freedom	20
Abbildung 10: Vergangene, aktuelle und geplante Normierungs-/Standardisierungsaktivitäten der MPEG Group.....	21
Abbildung 11: Vergangene, aktuelle und geplante Normierungs-/Standardisierungsaktivitäten des DIN	22
Abbildung 12: Vergangene, aktuelle und geplante Normierungs-/Standardisierungsaktivitäten weiterer Parteien.....	23
Abbildung 13: Standardisierungs-Roadmap des OGC	24
Abbildung 14: Überblick über Standardisierungs-Aktivitäten im Bereich immersiver Medien (Quelle: Timmerer[07])	25

1. Einführung

Die Standardisierung ist allgemein die Vereinheitlichung von Produkten, Bauteilen oder Verfahren auf eine oder wenige Varianten (Normung). 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).

1.1 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).

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.

1.2 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 es 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.

2. Standardisierung im V/AR-Kontext

Virtual Reality (VR) ist eine räumliche Benutzungsschnittstelle für 3D-Daten. VR lässt sich definieren als eine Computer-generierte, echtzeitfähige 3D-Umgebung, in die eine oder mehrere Personen eintauchen, indem sie per Positionserfassung in das räumliche Koordinatensystem der 3D-Szene eindeutig verortet werden. Nur damit reagiert die Wahrnehmung der 3D-Inhalte (Perspektivwechsel, richtungsabhängiges Hören, Abtasten, etc.) so, wie wir es aus der natürlichen Realität gewohnt sind. Dadurch kann der Mensch die präsentierten 3D-Inhalte besser erfassen und in ihrer Räumlichkeit verstehen. Mit Hilfe von VR lassen sich 3D-Umgebungen also besser wahrnehmen als mit einfachen Desktop-Rechnersystemen. Gleichzeitig unterstützt VR die räumliche Interaktion mit den präsentierten 3D-Daten. Grundvoraussetzung für den sinnvollen VR-Einsatz sind räumlich-geometrisch komplexe 3D-Daten. Augmented Reality (AR) ist die Überlagerung der natürlichen Sichtperspektive mit (3D-) Computergraphik. AR verschmilzt damit also eine Virtuelle Umgebung mit der Realität. Dieses kann sinnvoll sein für Assistenzsysteme oder Soll-Ist-Abgleiche (digitaler Plan versus physische Realität). Mixed Reality (MR) ist die gleichzeitige Präsentation natürlicher und künstlicher Sinnesreize, zumeist digitaler Visualisierung in Kombination mit physisch-haptischen Schnittstellen.

Virtuelle Realität und Erweiterte Realität sind keine neuen Methoden: die ersten Umsetzungen von VR begannen spätestens in den 1960er Jahren, die der AR spätestens in den 1970er Jahren. VR und AR (auch V/AR oder XR) sind Querschnittstechnologien und -methoden, die eine riesige Anzahl von Wissensdomänen umfassen können. Dazu zählen die Wahrnehmungs-/ Kognitionspsychologie, Arbeitswissenschaften, Computergraphik, Akustik, Haptik, User Interface Design, Hardware-Entwicklung, Software-Entwicklung, etc. Dazu kommt für die praktische Nutzung häufig noch geballtes Wissen aus dem Anwendungsfeld (etwa Design, Wartung, Ergonomie, Industrial Engineering, Marketingkommunikation, etc.) und aus der Branche.

Diese Vielfalt an Themengebieten schlägt sich auch unmittelbar bei der Betrachtung der Standardisierungsfelder nieder. Letztlich lassen sich die in Abbildung 1 gezeigten sechs Themenfelder identifizieren.

Mögliche Gliederung der Normen und Standards im V/AR-Kontext

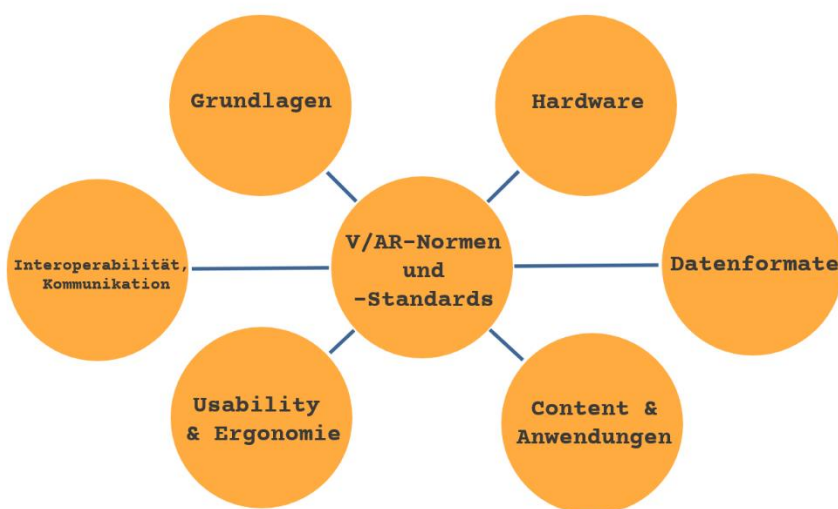


Abbildung 1: Mögliche Gliederung der Gruppen an Normen und Standards im V/AR-Kontext

2.1 Grundlagen der V/AR

a) Begriffe:

Im ersten Themengebiet der „Grundlagen der V/AR“ werden Begriffe, Definitionen, Charakteristiken, Taxonomien, auch technische und organisatorische Voraussetzungen diskutiert. Hier geht es darum, eine einheitliche Terminologie und einheitliche Definitionen zu verwenden: nur wenn eine gemeinsame Sprache gesprochen wird, kann gemeinsam sinnvoll agiert werden. Zu den relevanten Normen zählen:

- CTA Definitions and Characteristics of Augmented and Virtual Reality Technologies
- IEEE P2048.1 Standard for Virtual Reality and Augmented Reality: Device Taxonomy and Definitions
- IEC 63203-101 Wearable electronic devices and technologies – Part 101-1: Terminology
- VDA 4965-0 Engineering Change Management
- UIG e.V. Glossar zu Usability und User Experience

b) Architekturen:

Das zweite Themengebiet der „Grundlagen der V/AR“ behandelt die Integration von V/AR-Systemen und -Methoden in ihr jeweiliges technisches und / oder organisatorisches Umfeld. Zu den relevanten Normen zählen:

- VDA Integration of Simulation and Computation in a PDM-Environment SimPDM
- IEEE 1278.1 Standard for Distributed Interactive Simulation--Application Protocols
- ISO/IEC 14772-2:2004 The Virtual Reality Modeling Language (VRML) - Part 2: External authoring interface (EAI)
- ISO/IEC 19775-1.2 X3D Architecture and base components
- NATO MSG-128 Incremental Implementation of NATO Mission Training through Distributed Simulation Operations
- NATO MSG-134 NATO Distributed Simulation Architecture & Design, Compliance Testing and Certification

c) V/AR-Management:

Im V/AR-Management-Themengebiet sind organisatorische, verwaltungs- und leitungstechnische Aspekte zentral. Zu den relevanten Normen zählen:

- NATO MSG-162 Guideline for Scenario Development
- NATO MSG-152 NATO Modelling and Simulation Professional Corps Development
- VDA 4965-1 Engineering Change Management - Engineering Change Request
- VDI 3633-02 Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen: Lastenheft, Pflichtenheft
- Intel Guidelines for Immersive Virtual Reality Experiences
- Leap Motion VR Best Practices Guidelines
- ProSTEP iViP Empfehlung Engineeringdatenmanagement
- VDI 3-D-Produktmodellierung - Technische und organisatorische Voraussetzungen

2.2 V/AR-Hardware

a) Graphische Ausgabesysteme:

Hier werden optische Eigenschaften graphischer Ausgabesysteme und Messverfahren zur Erfassung derselben beschrieben. Zu den relevanten Normen zählen:

- ASTM F 1181 Prüfverfahren zur Messung der binokularen Disparation in transparenten Teilen
- DIN EN ISO 9241-11 Ergonomische Anforderungen an Bildschirmtätigkeit - Gebrauchstauglichkeit
- IEC 63145 Eyewear display
- IEC 63145-22-20 Specific measurement methods for AR type - Image quality
- IEC PWI 110-17 ED1 Measurement method of holographic display - optical
- IEC PWI 110-29 ED1 3D HUD
- ISO 15227 Optics and optical instruments - Microscopes - Testing of stereo microscopes
- SAE AS 8055 A Minimum Performance Standard for Airborne Head Up Display (HUD)

b) Haptische Ausgabesysteme:

Hier werden haptische Eigenschaften taktiler, haptischer und kinästhetischer Ausgabesysteme und Messverfahren zur Erfassung derselben beschrieben. Zu den relevanten Normen zählen:

- IEC IEC 62908-12-20 Touch and interactive displays - Part 12-20: Measuring methods of touch displays - Multi-touch performance
- IEC PNW 110-1060 Touch and interactive displays – Part 13-20: Test methods of touch displays –Mechanical endurance
- IEC PWI 110-8 ED1 Measuring methods of haptic devices
- VDI 2057 Blatt 4 Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Messung von Arbeitsplätzen in Gebäuden

c) Akustische Ausgabe:

Hier werden auditive Eigenschaften akustischer Ausgabesysteme und Messverfahren zur Erfassung derselben beschrieben. Zu den relevanten Normen zählen:

- IEEE P2048.10 Standard for Virtual Reality and Augmented Reality: Immersive Audio File and Stream Formats
- Khronos Group OpenGL ES offener Standard für dreidimensionale Audiosysteme
- IEEE P2048.9 Standard for Virtual Reality and Augmented Reality: Immersive Audio Taxonomy and Quality Metrics
- ITU-R BS.2088-0 Immersive Sound

d) Sonstige Hardware:

Weitere, oben nicht angeführte Hardware-Bereiche können natürlich Relevanz für das V/AR-Umfeld besitzen:

- IEC 63203-101-1 ED1 Wearable electronic devices and technologies – Part 101-1: Terminology
- IEEE P2048.1 Standard for Virtual Reality and Augmented Reality: Device Taxonomy and Definitions
- DIN EN ISO 14915-3 Software-Ergonomie für Multimedia-Benutzungsschnittstellen - Teil 3: Auswahl und Kombination von Medien
- VDI 3882 Blatt 1 Olfaktometrie: Bestimmung der Geruchsintensität

2.3 Datenformate:

Daten - vor allem 3D-Daten – sind die Grundvoraussetzung für 3D-Darstellungen. Es gibt eine ganze Reihe verschiedener mathematischer Beschreibungsverfahren für 3D-Geometrien (facettierte Oberflächenmodelle, Grundkörper, parametrische Modelle, Splines, regularisierte Halbräume, Voxel, etc.), die sich hinsichtlich verschiedener Eigenschaften (Allgemeinheit, Präzision, Ein-Eindeutigkeit, Darstellungsgeschwindigkeit, etc.) unterscheiden. Dementsprechend existieren zahlreiche verschiedene 3D-Datenformate. Diese bewegen sich durchaus auf verschiedenen Abstraktionsebenen (bis hin zu semantischen Aspekten) und gehen damit in einen Grenzbereich zum Themengebiet *Content und Anwendungen* über. Zu den relevanten Normen zählen etwa:

- IEEE P2048.3 Standard for Virtual Reality and Augmented Reality: Immersive Video File and Stream Formats
- ISO 16739 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries
- ISO 29481-1 Building information models - Information delivery manual - Part 1: Methodology and format
- ISO 29481-2 Building information models - Information delivery manual - Part 2: Interaction framework
- ISO/IEC 14772-1 The Virtual Reality Modeling Language (VRML)
- ISO/IEC 19775 X3D
- Khronos Group COLLADA offenes Austauschformat für Daten zwischen verschiedenen 3D-Programmen
- Khronos Group glTF offenes Austauschformat für 3D-Szenen und 3D-Modellen für Webbrowser
- Khronos Group Vulkan offener Standard für die plattform- und programmiersprachenübergreifende 3D-Grafik-Entwicklung
- Khronos Group WebGL low-level Rendering-Bibliothek (äquivalent zu OpenGL) im Browser
- OGC ARML 2.0 Augmented Reality Markup Language 2.0
- VDA 3D-Datenaustausch in der Fabrikplanung

2.4 Content und Anwendungen

Die Normen und Standard im Rahmen von Content und Anwendungen gehen über die reinen mathematischen Beschreibungen der Geometrien, Szenengraphen, Farb-, Materialgebung etc. hinaus. Sie definieren die Anwendung der 3D-Szenen in einem spezifischen Kontext und müssen daher auch bedeutungsbezogene Informationen mitliefern. Einige wichtige Anwendungen der V/AR sind heute die Produktentwicklung, das Industrial Engineering oder das Training.

a) Produktentwicklung:

Die Unterstützung der Produktentwicklung mittels digitalen Prototypings ist ein wichtiges Anwendungsgebiet der V/AR. Zu den relevanten Normen und Richtlinien zählen etwa:

- VDA Collaborative Product Visualization
- ISO 12006-3 Building construction - Organization of information about construction works - Framework for object-oriented information
- ProSTEP iViP Empfehlung Simulationsdatenmanagement, Empfehlung Visualisierungsdatenaustausch
- VDI 3-D-Produktmodellierung - Technische und organisatorische Voraussetzungen - Verfahren, Werkzeuge und Anwendungen

b) Industrial Engineering:

Die Unterstützung der Fabrikplanung und der technischen Produktionsplanung mittels digitalen Prototypings ist ein wichtiges Anwendungsgebiet der V/AR. Zu den relevanten Normen und Richtlinien zählen etwa:

- VDI 3693 Virtuelle Inbetriebnahme
- VDI 4499 Blatt 1 Digitale Fabrik
- VDI 3633 Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen - Begriffsdefinitionen

c) Training:

Das digitale, gefahrlose, verteilte Training in virtuellen Umgebungen ist ein wichtiges Anwendungsgebiet der V/AR. Zu den relevanten Normen und Richtlinien zählen etwa:

- IEEE P1484.11.1 Draft Standard for Learning Technology--Data Model for Content Object Communication
- IEEE P1589 Standard for an Augmented Reality Learning Experience Model
- NATO MSG-162 Guideline for Scenario Development
- NATO MSG-146 Simulation for Training and Operation Group-Land (STOG-L)

d) Menschmodelle:

Die Beurteilung menschlicher Tätigkeiten und Handlungen, die Bewertung von Auswirkungen von Tätigkeiten auf den Menschen (etwa ergonomische Beurteilungen) sind ein wichtiges Anwendungsgebiet der V/AR. Die Anwendungen können für vielerlei Branchen interessant sein, etwa für die Fahrzeug-, Bekleidungs- oder Verteidigungsindustrie. Zu den relevanten Normen und Richtlinien zählen etwa:

- NATO MSG-127 Reference Architecture for Human Behaviour Modelling in Military Training Applications
- IEEE IC15-004-01 3D Body Processing
- ISO 15536-1/-2 Ergonomics - Computer manikins and body templates
- ISO 18831:2016 Clothing. Digital fittings. Attributes of virtual garments
- ISO/IEC 19774 Information technology - Computer graphics and image processing - Humanoid Animation (H-Anim)

e) Sonstige:

Zu den sonstigen, relevanten Normen unter dieser Rubrik zählen etwa:

- ASAM OpenCRG Standard zur Beschreibung von Fahrbahnoberflächen zur Anwendung in Fahrsimulatoren
- ASAM OpenDrive Standard für exakte, physikalisch beschriebene Straßen- und Fahrbahnmodelle für Fahr-, Verkehrssimulationen
- ASAM OpenScenario Content für Fahrsimulatoren
- NATO MSG-ET-049 High-Fidelity Electro-Optic/Infrared Scene Simulation for Decision Support
- IEEE IC16-004-02 Augmented Reality in the Oil/Gas/Electric Industry
- ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, BIM

2.5 Usability und Ergonomie

Das es sich im Vergleich zu Standard-Desktop-Interaktionssystemen, bestehend aus Maus, Tastatur, Mauszeiger und Fensterdarstellung, bei V/AR um wesentlich komplexere Interaktionsmechanismen handelt, werden hier auch gesonderte Normen notwendig. Allerdings gibt es hier noch kein allgemein-gültig akzeptiertes oder gar verabschiedetes, verbindliches Regelwerk. Zumeist sind lediglich Richtlinien, Anleitungen (Guidelines) und praktikable Beispiele (Best Practices) verfügbar. Zu den relevanten zählen etwa:

a) User Interface:

Das User Interface legt fest, auf welche Art und Weise, mit welchen Ein- und Ausgaben der Benutzer mit einer V/AR-Anwendung interagiert. Das User Interface ist damit zentral für die Usability.

- Apple Apple Human Interface Guidelines Apple Human Interface Guidelines
- Intel Guidelines for Immersive Virtual Reality Experiences Guidelines for Immersive Virtual Reality Experiences
- Oculus Oculus User Interface Guidelines Oculus Oculus User Interface Guidelines
- Leap Motion VR Best Practices Guidelines VR Best Practices Guidelines
- EN ISO 13407 Benutzer-orientierte Gestaltung interaktiver Systeme
- IEC PWI 110-40 ED1 Future of IEC 63145-50: User interaction
- vrhig.org Virtual Reality Human Interface Guidelines
- Martijn van Welie Über 120 Interaction Design Patterns aus 3 Hauptkategorien: User needs, Applikation needs, Context of Design.

b) Wahrnehmung:

Das Verständnis über die wahrnehmungspsychologischen Grundlagen ist das Fundament für die Entwicklung geeigneter User Interfaces. Relevante Normen sind etwa:

- SAE ARP 4032B Human Engineering Considerations in the Application of Color to Electronic Aircraft Displays
- IEEE P3333.1.2 Standard for the Perceptual Quality Assessment of Three Dimensional (3D) and Ultra High Definition (UHD) Contents
- ISO 5496 Sensory analysis - Methodology - Initiation and training of assessor in the detection and recognition of odours

c) Allgemeine Ergonomie und Usability:

Diese weiteren Normen, Standards und Richtlinien unterstützen weiterhin bei der Entwicklung geeigneter Benutzungsschnittstellen:

- DIN EN ISO14915-1 Software-Ergonomie für Multimedia-Benutzungsschnittstellen - Teil 1: Gestaltungsgrundsätze und Rahmenbedingungen
- DIN EN ISO 14915-2 Software-Ergonomie für Multimedia-Benutzungsschnittstellen - Teil 2: Multimedia-Navigation und Steuerung
- DIN EN ISO 14915-3 Software-Ergonomie für Multimedia-Benutzungsschnittstellen - Teil 3: Auswahl und Kombination von Medien
- ISO 15536-1/-2 Ergonomics - Computer manikins and body templates
- DIN 9241-9 Ergonomische Anforderungen an Bildschirmtätigkeit – Eingabemittel außer Tastaturen
- VDI 5005 Software-Ergonomie in der Bürokommunikation

2.6 Interoperabilität, Kommunikationstechnik, Datenaustausch

Im Themengebiet der Interoperabilität und Kommunikation werden die Aspekte behandelt, die den Hintergrund haben, V/AR-Komponenten mit weiteren Systemen zusammenarbeiten zu lassen, sei es Legacy-IT, seien es Komponenten der physischen Realität. Einige Beispiele relevanter Normen sind etwa:

- Mozilla WebVR API um in Webbrowsern auf VR-Geräte (z.B. HMDs) zugreifen zu können
- Mozilla WebXR API um in Webbrowsern auf VR/AR/XR-Geräte zugreifen zu können
- NATO MSG-145 Operationalization of Standardized C2-Simulation Interoperability
- NATO MSG-136 Modelling and Simulation as a Service (MSaaS), Rapid deployment of interoperable and credible simulation environments
- NATO MSG-158 Operational Requirements for Training Interoperability—2019
- IEEE P2048.3 Standard for Virtual Reality and Augmented Reality: Immersive Video File and Stream Formats
- IEEE P2048.7 Standard for Virtual Reality and Augmented Reality: Map for Virtual Objects in the Real World
- IEEE P2048.8 Standard for Virtual Reality and Augmented Reality: Interoperability between Virtual Objects and the Real World
- IEEE 1278.1 Standard for Distributed Interactive Simulation--Application Protocols
- IEEE 1730-2010 Recommended Practice for Distributed Simulation Engineering and Execution Process (DSEEP)
- Khronos Group OpenMAX API für Multimedia-Codecs
- Khronos Group OpenCL offener Standard für plattformübergreifendes Rechnen auf CPUs und GPUs
- Khronos Group OpenGL offener Standard für die plattform- und programmiersprachenübergreifende 3D-Grafik-Entwicklung
- Khronos Group OpenGL ES OpenGL-Version für eingebettete Systeme
- Khronos Group OpenVG offener Standard für die Beschleunigung der Verarbeitung von zweidimensionalen Vektorgrafiken
- Khronos Group OpenVX geplanter Standard für Bildverarbeitung
- Khronos Group OpenXR geplanter, offener Standard für Virtual und Augmented Reality Applikationen und Geräte
- OSVR SDK OSVR is a movement founded to create a universal open source VR ecosystem for technologies across different brands

3. Aktive Organisationen in der V/AR-Standardisierung

Korrespondierend zu der enormen Bandbreite der im vorherigen Kapitel bereits angerissenen Themen ist auch die Anzahl und der Hintergrund aktiver Organisationen in der V/AR-Normierung und -Standardisierung entsprechend vielfältig. Nach Sichtung beteiligen sich aktuell mindestens folgende Organisationen:

- Verbände der V/AR-Anwenderbranchen
- Verbände der V/AR-Hersteller
- einzelne V/AR-Hersteller
- User Communities und Individuen
- Normungsorganisationen

Da die Interessen dieser Gruppen durchaus unterschiedlich gelagert sind, engagieren diese sich auch sichtbar unterschiedlich in den einzelnen in Abbildung 1 (Seite 5) gezeigten Themengebieten, siehe u.a. Abbildung 2.



Abbildung 2: Stakeholder-Gruppen in V/AR-Normierungs- und Standardisierungsaktivitäten

Die Branchenverbände der Anwender kümmern sich um die Grundlagen, um ihre Mitglieder auf einen gemeinsamen Verständnisstand und eine gemeinsame Begrifflichkeit zu heben. Die Interoperabilität und die Kommunikationstechnik sind Arbeitspunkte der V/AR-Herstellerverbände und von User Communities. User Communities, einzelne V/AR-Hersteller und Normungsorganisationen engagieren sich heute weiterhin in Fragestellungen der V/AR-Usability und -Ergonomie. Die Normierung von V/AR-Content und von Anwendungen fällt in den Arbeitsbereich der Branchenverbände und (als Exot) der NATO. Normungsorganisationen kümmern sich weiterhin um Hardware und Datenformate. Datenformate werden ebenfalls von den Branchenverbänden der V/AR-Anwender festgelegt, wohingegen die Branchenverbände der V/AR-Hersteller auch die V/AR-Hardware schauen.

Folgende Abbildung gibt einen aktuellen Überblick über die im Rahmen dieser Arbeit identifizierten Organisationen, die im Umfeld der V/AR-Normierung und Standardisierung aktiv sind. Angegeben sind der Organisationsname, eine eventuelle Fachgruppe, in der V/AR-Spezifika erarbeitet werden sowie ein Hyperlink zur Gesamtorganisation oder eben zur Fachgruppe, falls gegeben.

Auflistung der V/AR-Normierungs- und -Standardisierungsorganisationen

Kürzel	Voller Name der Organisation	Fachgruppe (falls gegeben)	URL
BSI	British Standards Institution	The BSI Standards Catalogue	https://shop.bsigroup.com/?ga=2.124424589.605947943.1543325451-701466709.1543325446
CEA	Consumer Technology Association	Arbeitsgruppe in VR/AR Standards	https://www.cta.tech
CEN	European Committee for Standardization	Übersicht aller Technical Bodies	https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=CENWEB:6:::NO:::
CEN	European Committee for Standardization	Building Information Modelling (BIM)	https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:7:0:::FSP_ORG_ID:1991542&cs=16AAC0F2C377A541DCA571910561FC17F
CEN	European Committee for Standardization	Materials modelling terminology, classification and metadata	https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:7:0:::FSP_ORG_ID:2301711&cs=1E88728758F1460484FE6AD7406F13C76
DIN	Deutsches Institut für Normung	Übersicht Normenausschüsse	https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse
DIN	Deutsches Institut für Normung	Informationstechnik und Anwendungen (NIA)	https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/nia
DIN	Deutsches Institut für Normung	Arbeitsgestaltung in der Industrie 4.0	https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/innovative-arbeitswelt
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informations-technik in DIN und VDE	AK 742.0.6 "Display und Projektion"	https://www.dke.de/de/ueber-uns/dke-organisation-auftrag/dke-fachbereiche/dke-gremium?id=2000298&type=dke%7Cgremium
DVB	Digital Video Broadcasting	CM-VR; published its Virtual Reality Study Mission Report in October 2016	https://www.dvb.org
GS1 US	Global Standards, US branch	not-for-profit information standards organization. GS1 US has 300,000-plus members, and GS1 Standards are the most widely-used supply chain standards in the world	https://www.gs1us.org
IEC	International Electrotechnical Commission	TC 110: Electronic Displays	https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:29:0:::FSP_ORG_ID:1313
IEC	International Electrotechnical Commission	TC 110 / WG 6: 3D Display Devices (3DDD)	https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:14:2372783507877:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:7362,25
IEC	International Electrotechnical Commission	TC 110 / WG 9: Touch and interactive displays	https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:14:2372783507877:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:10594,25
IEC	International Electrotechnical Commission	JTC 1/SC 24/WG 9 - Augmented Reality Continuum Concepts and Reference Model	https://standards.iteh.ai/catalog/tc/iso/ffd00520-a70c-4565-8cfa-4037db25795c/iso-iec-jtc-1-sc-24-wg-9
IEC	International Electrotechnical Commission	TC 110 / WG 12: Eyewear display	https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:14:2372783507877:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:21030,25
IEC	International Electrotechnical Commission	TC 124 Wearable electronic devices and technologies	https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:7:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:20537,25
IEC	International Electrotechnical Commission	SC24 Computer Graphics	https://www.iso.org/committee/45252/x/catalogue/p/1/u/1/w/0/d/0
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	AR-LEM - Augmented Reality Learning Experience Model	http://standards.ieee.org/develop/wg/AR-LEM.html
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	IEEE 2048 VR/AR Working Group (VRARWG)	https://sagroups.ieee.org/2048wg
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Digital Reality	https://digitalreality.ieee.org/standards
IETF	Internet Engineering Task Force	Internet Standards Group	https://www.ietf.org/standards
ISO	International Organization for Standardization	Coding of audio, picture, multimedia and hypermedia information - SC 29 Working Group 11	https://www.iso.org/committee/45316.html
ISO	International Organization for Standardization	common Web3D working Group on X3D, VRML	http://www.web3d.org/working-groups/x3d
ITU	International Telecommunication Union	Standardization Sector	https://www.itu.int/en/ITU-T/Pages/default.aspx
Khronos	Khronos Group	-	https://www.khronos.org/about
mipi alliance	Mobile Industry Processor Interface Alliance	Application Area A/VR	https://www.mipi.org/augmented-virtual-reality
MIMOSA	Open Standards for Operations and Maintenance	-	https://www.mimosa.org/specifications/ccom-4-0-0
Mozilla	Mozilla	Mixed-Reality-Entwicklergemeinschaft	https://mixedreality.mozilla.org
MPEG	Moving Pictures Expert Group	OMAF	https://mpeg.chiariglione.org
NATO	North Atlantic Treaty Organization	Science & Technology Organisation (STO), Modelling & Simulation Group	https://www.sto.nato.int/Pages/activitieslisting.aspx?FilterField1=Panel&FilterValue1=NATO%20Modeling%20and%20Simulation%20Group
NATO	North Atlantic Treaty Organization	NATO Modelling and Simulation Group	https://www.sto.nato.int/Pages/technical-team.aspx?k=%28%2A%29&s=Search%20MSG%20Activities
NATO	North Atlantic Treaty Organization	NATO M&S Resources/Standards Support Team MSG-157	https://www.sto.nato.int/Lists/test1/activtydetails.aspx?ID=16330
OGC	Open Geospatial Consortium	Übersicht der OGC Standards	http://www.opengeospatial.org/standards
OSVR	Open Source Virtual Reality Movement	-	http://www.osvr.org/what-is-osvr.html
ProSTEP	ProSTEP iViP e.V.	-	https://www.prostep.org/mediathek/veroeffentlichungen
QUALINET	WG2 - Standardization	IMEX Immersive Media Experiences Taskforce	http://www.qualinet.eu
SAE	Society of Automobile Engineers	SAE Standards	https://www.sae.org/standards
SISO	Simulation Interoperability Standards Organization	-	https://www.sisostds.org

Kürzel	Voller Name der Organisation	Fachgruppe (falls gegeben)	URL
TIFCA	International Future Computing Association (früher: Immersive Technology Alliance)	Immersive Technology Alliance	https://tifca.com/divisions
TIFCA	International Future Computing Association (früher: Immersive Technology Alliance)	Alliance of Content Creators	https://tifca.com/divisions
VDA	Verband der Automobilindustrie e. V.	Publikationen	https://www.vda.de/de/services/Publikationen.html
VDI	Verein Deutscher Ingenieure	Richtlinienkatalog	https://www.vdi.de/technik/richtlinien
VESA	Video Electronics Standards Association	Special Interest Group Focused on Emergent Virtual and Augmented Reality Markets	https://vesa.org/featured-articles/vesa-forms-special-interest-group-focused-on-emergent-virtual-and-augmented-reality-markets
VESA	Video Electronics Standards Association	DisplayPort	https://vesa.org/standards-specifications
VRARA	Virtual Reality and Augmented Reality Association	3D Working Group within the Retail Committee	https://www.thevrara.com/industry-committees
vrhig	Virtual Reality Human Interface Guidelines Community	-	http://vrhig.com
VRIF	Virtual Reality Industry Forum	VRIF Guidelines Working Group	https://www.vr-if.org/guidelines
W3C	World Wide Web Consortium (W3C)	Immersive Web Community Group	https://www.w3.org/community/immersive-web

Abbildung 3: Auflistung der aktiven V/AR-Normierungs- und -Standardisierungsorganisationen

4. V/AR-Standardisierungsbedarfe I: Aktivitäten und Pläne

Von verschiedener Seite wurden V/AR-Standardisierungserfordernisse entweder direkt formuliert und veröffentlicht oder aber die Zukunftspläne im Thema offenbart. Diese Zukunftspläne spiegeln natürlich die Sicht und die Interessen der jeweiligen Organisation wider und geben daher indirekt darüber Auskunft, welche Erfordernisse von dort gesehen werden. Beide Arten von Aussagen sind somit sinnvoll auszuwerten.

4.1 Khronos Group

Die Khronos Group ist ein im Jahr 2000 gegründetes Industriekonsortium, das sich für die Erstellung und Verwaltung von offenen Standards im Multimedia-Bereich auf einer Vielzahl von Plattformen und Geräten einsetzt. Zu den über 100 Mitgliedern zählen unter anderem AMD, Intel, NVIDIA, SGI, Apple, Microsoft, Google sowie Oracle.

Die aktuellen Exploratory Groups beschäftigen sich mit den beiden Themengebieten „*Embedded Camera*“ und „*Heterogeneous Communication*“.

Die V/AR-bezogenen Standardisierungsaktivitäten der Khronos Group stellen sich aktuell wie folgt dar:

fertiggestellt				
Status	Jahr	Organisation	Bezeichnung	Beschreibung
✓	2008	Khronos Group	COLLADA	offenes Austauschformat für Daten zwischen verschiedenen 3D-Programmen
✓	2008	Khronos Group	OpenVG	offener Standard für die Beschleunigung der Verarbeitung von zweidimensionalen Vektorgrafiken
✓	2015	Khronos Group	glTF	offenes Austauschformat für 3D-Szenen und 3D-Modellen für Webbrowser
✓	2015	Khronos Group	OpenGL ES	OpenGL-Version für eingebettete Systeme
✓	2017	Khronos Group	glTF	The GL Transmission Format (glTF) is an API-neutral runtime asset delivery format. glTF bridges the gap between 3D content creation tools and modern 3D applications by providing an efficient, extensible, interoperable format for the transmission and loading of 3D content.
✓	2018	Khronos Group	WebGL	low-level Rendering-Bibliothek (äquivalent zu OpenGL) im Browser
✓	2019	Khronos Group	OpenGL	offener Standard für die plattform- und programmiersprachenübergreifende 3D-Grafik-Entwicklung
✓	2019	Khronos Group	OpenVX	offener Standard für Bildverarbeitung
✓	2019	Khronos Group	OpenXR	offener Standard für Virtual und Augmented Reality Applikationen und Geräte
✓	2019	Khronos Group	Vulkan	offener Standard für die plattform- und programmiersprachenübergreifende 3D-Grafik-Entwicklung
✓	2020	Khronos Group	OpenCL	offener Standard für plattformübergreifendes Rechnen auf CPUs und GPUs
in Arbeit / geplant				
Status	Jahr	Organisation	Nummer	Bezeichnung
	permanente Weiterentwicklung der o.a. Standards			

Abbildung 4: Vergangene, aktuelle und geplante Normierungs-/Standardisierungsaktivitäten der Khronos Group

4.2 IEEE Standards Association

Das Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) ist ein weltweiter Berufsverband von Ingenieuren hauptsächlich aus den Bereichen Elektrotechnik und Informationstechnik mit juristischem Sitz in New York City und Betriebszentrale in Piscataway, New Jersey. Er ist Veranstalter von Fachtagungen, Herausgeber diverser Fachzeitschriften und bildet Gremien für die Standardisierung von Techniken, Hardware und Software. Wissenschaftlichen Beiträgen in Zeitschriften oder zu Konferenzen des IEEE wird im Allgemeinen eine besonders hohe fachliche Güte unterstellt. Mit Veröffentlichungen wie der Zeitschrift IEEE Spectrum setzt sich die Organisation auch für eine fachübergreifende Information und die Diskussion der gesellschaftlichen Auswirkungen neuer Technologien ein. Der IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) organisiert mehrere Untergruppen, in denen VR- oder AR-Themen behandelt werden. Dazu zählen die Gruppen (1) Digital Reality, (2) Augmented Reality Learning Experience Model (AR-LEM), die (3) IEEE 2048 VR/AR Working Group (VRARWG) und eine (4) Smart Glasses Interest Group. Weiterhin betreibt der IEEE eine Standards Group. Dort wo letztere mit einer der zuvor genannten vier Themengruppen kooperieren, entstehen V/AR-relevante Normen, Standards und Richtlinien. Aktuelle Arbeiten des IEEE in unserem Kontext drehen sich um:

- AR Directions and Standards
- Smart Glasses
- AR application for health, for oil, gas and utility industries.

Die V/AR-bezogenen Standardisierungsaktivitäten des IEEE stellen sich aktuell wie folgt dar:

fertiggestellt				
Status	Jahr	Organisation	Nummer	Bezeichnung
✓	2017	IEEE	P3241	Standard for 3D Body Processing
✓	2019	IEEE	P2048.01	Standard for VR and AR: Device Taxonomy and Definitions
✓	2019	IEEE	P2048.02	Standard for VR and AR: Immersive Video Taxonomy and Quality Metrics
✓	2019	IEEE	P2048.03	Standard for VR and AR: Immersive Video File and Stream Formats
✓	2019	IEEE	P2048.04	Standard for VR and AR: Person Identity
✓	2019	IEEE	P2048.05	Standard for VR and AR: Environment Safety
✓	2019	IEEE	P2048.06	Standard for VR and AR: Immersive User Interface
✓	2019	IEEE	P2048.07	Standard for VR and AR: Map for Virtual Objects in the Real World
✓	2019	IEEE	P2048.08	Standard for VR and AR: Interoperability between Virtual Objects and the Real World
✓	2019	IEEE	P2048.09	Standard for VR and AR: Immersive Audio Taxonomy and Quality Metrics
✓	2019	IEEE	P2048.10	Standard for VR and AR: Immersive Audio File and Stream Formats
✓	2019	IEEE	P2048.11	Standard for VR and AR: In-Vehicle Augmented Reality
✓	2019	IEEE	P2048.12	Standard for VR and AR: Content Ratings and Descriptors
✓	2020	IEEE	P1589	Standard for an Augmented Reality Learning Experience Model (ARLEM)
✓	2020	IEEE	P3333.1.2	Standard for the Perceptual Quality Assessment of Three Dimensional (3D), Ultra High Definition (UHD) and High Dynamic Range (HDR) Contents
in Arbeit / geplant				
Status	Jahr	Organisation	Nummer	Bezeichnung
⚠	2022	IEEE	IC15-004-01	3D Body Processing
⚠	2022	IEEE	IC16-004-02	Augmented Reality in the Oil/Gas/Electric Industry
⚠	2022	IEEE	IC16-005-02	Consumer Healthcare Alliance
⚠	offen	IEEE	IC17-007	Neurotechnologies for Brain-Machine Interfacing

Abbildung 5: Vergangene, aktuelle und geplante Normierungs-/Standardisierungsaktivitäten des IEEE

4.3 International Electrotechnical Commission IEC

Die International Electrotechnical Commission (IEC) ist eine internationale Normungsorganisation für Normen im Bereich der Elektrotechnik und Elektronik mit Sitz in Genf. Einige Normen werden gemeinsam mit der ISO (International Organization for Standardization) entwickelt. Die IEC wurde 1906 gegründet und befindet sich in Genf. Die IEC war wesentlich daran beteiligt, Normen für Maßeinheiten zu vereinheitlichen, insbesondere Gauß, Hertz und Weber. Man schlug auch als erste ein System von Standards vor, das Giovanni-Giorgi-System, das letztlich zum SI, dem Internationalen Einheitensystem, wurde. Die IEC-Satzung schließt die gesamte Elektrotechnik ein, einschließlich Wandlung und Verteilung von Energie, Elektronik, Magnetismus und Elektromagnetismus, Elektroakustik, Multimedia, Telekommunikation und Medizintechnik als auch allgemeine Disziplinen wie Fachwortschatz und Symbole, elektromagnetische Verträglichkeit, Messtechnik und Betriebsverhalten, Zuverlässigkeit, Design und Entwicklung, Sicherheit und Umwelt.

Die International Electrotechnical Commission (IEC) besitzt zahlreiche technische Komitees, Joint Task Forces und Sub Chapters, die sich mit VR und AR befassen. Zu diesen zählen (1) TC 110: Electronic Displays, (2) TC 110 / WG 6: 3D Display Devices [3DDD], (3) TC 110 / WG 9: Touch and interactive displays, (4) JTC 1/SC 24/WG 9 - Augmented Reality Continuum Concepts and Reference Model, (5) TC 110 / WG 12: Eyewear display, (6) TC 124 Wearable electronic devices and technologies sowie (7) SC24 Computer Graphics. An entsprechend vielen Themen wird am IEC aktuell gearbeitet, u.a. auch in Kooperation mit weiteren Organisationen wie der MPEG Group (s.o.).

Die V/AR-bezogenen Standardisierungsaktivitäten des IEC (ohne MPEG und W3C) stellen sich aktuell wie folgt dar:

fertiggestellt				
Status	Jahr	Organisation	Nummer	Bezeichnung
	2015	ISO/IEC	30113-1	User interface - Gesture-based interfaces across devices and methods
	2020	ISO/IEC	18038	Information technology — Computer graphics, image processing and environmental representation — Sensor representation in mixed and augmented reality
	2019	ISO/IEC	18039	Mixed and augmented reality (MAR) reference model
	2019	ISO/IEC	18040	Live actor and entity representation in mixed and augmented reality (MAR)
	2019	ISO/IEC	18520	Benchmarking of vision-based spatial registration and tracking methods for mixed and augmented reality (MAR)
	2019	IEC	62629-41-1 ED1	3D Display devices - Part 41-1: Generic introduction of holographic display
	2019	IEC	PWI 110-16 ED1	Blank detail specification of retina direct projection laser display devices
	2019	IEC	PWI 110-28 ED1	Specific measurement methods for AR type - Image quality (future IEC 63145-22-20)
	2020	IEC	63145	Eyewear display
	2019	IEC	63145-20-10 ED1	Eyewear display - Part 20-10: Fundamental measurement methods - Optical properties
	2019	IEC	63145-20-20 ED1	Eyewear display - Part 20-20: Fundamental measurement methods - Image quality
	2020	IEC	63145-22-10 ED1	Eyewear display - Part 22-10: Specific measurement methods for AR type - Optical properties
	2020	IEC	PWI 110-8 ED1	Measuring methods of haptic devices
in Arbeit / geplant				
Status	Jahr	Organisation	Nummer	Bezeichnung
	2021-10	IEC	PWI 110-17 ED1	Measurement method of holographic display - optical
	2021-12	IEC	PWI 110-22 ED1	Measurement method of volumetric display

	2021-12	IEC	PWI 110-30 ED1	Measurement of autostereoscopic display – image quality
	2021-10	IEC	PWI 110-36 ED1	Future IEC 63145-30: Durability test methods of eyewear display
	2022-08	IEC	63145-1-2 ED1	Eyewear display - Part 1-2: Generic - Terminology
	2022-07	IEC	63145-10 ED1	Eyewear display - Part 10: Specifications
	2022-06	IEC	63145-21-20 ED1	Specific measuring methods for VR image quality – Screen Door Effect
	2022-10	IEC	63145-22-20	Eyewear display – Part 22-20: Specific measurement methods for AR type – Image quality
	2021-10	IEC	63145-23	Contact lens type
	2021-10	IEC	63145-30	Durability test methods of eyewear display
	2021-10	IEC	63145-40	Measurement methods of specific functions with sensors for eyewear display
	2021-10	IEC	63145-50	User Interaction
	2021-10	IEC	63145-201	Optical components of eyewear display
	2022-05	IEC	63203-301-1	Wearable electronic devices and technologies – Part 301-1: Test method of electrochromic films for wearable equipments
	2021-11	IEC	PNW 110-1060	Touch and interactive displays – Part 13-20: Test methods of touch displays –Mechanical endurance
	2022-10	IEC	62629-62-11	3D Display Devices - Part 62-11: Measurement methods for transparent virtual-image type - Optical
	2024-05	IEC	62629-52-1 ED1	3D display devices - Part 52-1: Fundamental measurement methods of aerial display - Optical
	<i>offen</i>	ISO/IEC	n.n.	Mixed Method for UX Evaluation in MAR/VR
	<i>offen</i>	ISO/IEC	3721-1 (AWI 3721-1)	Information technology — Computer graphics, image processing and environmental data representation - Information model for Mixed and Augmented Reality Contents — Part 1: Core Objects and Attributes
	<i>offen</i>	ISO/IEC	3721-2 (AWI 3721-2)	Information model for mixed and augmented reality: — Part 2: Augmentation Style Specification
	<i>offen</i>	ISO/IEC	5147 (AWI TS 5147)	Information technology — Guidelines for Representation and Visualization of Smart Cities
	<i>offen</i>	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
	<i>offen</i>	ISO/IEC	5927 (AWI 5927)	AR/VR safety-- guidance on safe immersion, set up and usage
	<i>offen</i>	ISO/IEC	23488 (CD 23488)	Object/Environmental Representation for Image-based Rendering in Virtual/Mixed and Augmented Reality
	<i>offen</i>	ISO/IEC	23763 (AWI 23763)	Display device interface for mixed and augmented reality
	<i>offen</i>	ISO/IEC	23488	Object/Environmental Representation for Image-based Rendering in Virtual/Mixed and Augmented Reality
	<i>offen</i>	ISO/IEC	23884 (DTS 23884)	Material Property and Parameter Representation for Model based Haptic Simulation of Objects in Virtual, Mixed and Augmented Reality (VR, MAR)

Abbildung 6: Vergangene, aktuelle und geplante Normierungs-/Standardisierungsaktivitäten des IEC

4.4 World Wide Web Consortium W3C

Das World Wide Web Consortium (kurz W3C) ist das Gremium zur Standardisierung der Techniken im World Wide Web. Es wurde am 1. Oktober 1994 am MIT Laboratory for Computer Science in Cambridge (Massachusetts) gegründet. Das W3C ist eine Mitgliedsorganisation. Das W3C entwickelt technische Spezifikationen und Richtlinien in einem ausgereiften, transparenten Prozess, um maximalen Konsens über den Inhalt technischer Protokolle, hohe technische und redaktionelle Qualität und Zustimmung durch das W3C und seine Anhängerschaft zu erzielen. Beispiele für durch das W3C standardisierte Technologien sind HTML, XHTML, XML, RDF, OWL, CSS, SVG und WCAG.

Das W3C beschäftigt sich im Rahmen seiner „Immersive Web Community Group“ mit VR- und AR-Themen. Bereits Anfang der 1990er Jahre entstanden auf den ersten HTML-Kongressen Ideen zu einer 3D-Erweiterung des Internets, die dann in die Virtual Reality Language (VRML) als Pendant zur HTML mündeten.

Die V/AR-bezogenen Standardisierungsaktivitäten des W3C stellen sich aktuell wie folgt dar:

fertiggestellt				
Status	Jahr	Organisation	Nummer	Bezeichnung
	2003	ISO/IEC	14772-1:1997/AMD 1:2003	The Virtual Reality Modeling Language — Part 1: Functional specification and UTF-8 encoding — Amendment 1: Enhanced interoperability
	2004	ISO/IEC	14772-2	The Virtual Reality Modeling Language (VRML) — Part 2: External authoring interface (EAI)
	2013	ISO/IEC	19775	Extensible 3D (X3D) — Part 1: Architecture and base components
	2013	ISO/IEC	19775-1.2	Extensible 3D (X3D) — Part 1: Architecture and base components
	2015	ISO/IEC	19775-2	Extensible 3D (X3D) — Part 2: Scene access interface (SAI)
	2015	ISO/IEC	19775-2.2:200x FCD	X3D Scene access interface
	2015	ISO/IEC	19776-1.2:2009 FDIS	X3D encodings: XML encoding
	2015	ISO/IEC	19776-2	Extensible 3D (X3D) encodings — Part 2: Classic VRML encoding
	2015	ISO/IEC	19776-3	Extensible 3D (X3D) encodings — Part 3: Compressed binary encoding
	2016	ISO/IEC	14772-1:1997	The Virtual Reality Modeling Language — Part 1: Functional specification and UTF-8 encoding
	2019	ISO/IEC	19774-1	Part 1: Humanoid animation (HAnim) architecture
	2019	ISO/IEC	19774-2	Part 2: Humanoid animation (HAnim) motion data animation
	2019	ISO/IEC	19777-1	Extensible 3D (X3D) language bindings — Part 1: ECMAScript
	2019	ISO/IEC	19777-2	Extensible 3D (X3D) language bindings — Part 2: Java
	2019	W3C	WebXR	WebXR Device API
in Arbeit / geplant				
Status	Jahr	Organisation	Nummer	Bezeichnung
	offen	ISO/IEC	19777-3	Extensible 3D (X3D) language bindings — Part 3: Extensible 3D (X3D) language bindings — C
	offen	ISO/IEC	19777-4	Extensible 3D (X3D) language bindings — Part 4: X3D language bindings — C++
	offen	ISO/IEC	19777-5	Extensible 3D (X3D) language bindings — Part 5: C#

Abbildung 7: Vergangene, aktuelle und geplante Normierungs-/Standardisierungsaktivitäten des W3C

4.5 MPEG Group

Die Moving Picture Experts Group (MPEG, dt. „*Expertengruppe für bewegte Bilder*“) ist eine Gruppe von Experten, die sich mit der Standardisierung von Videokompression und den dazugehörigen Bereichen, wie Audiodatenkompression oder Containerformaten, beschäftigt. Umgangssprachlich wird mit „MPEG“ meistens nicht die Expertengruppe, sondern ein spezieller MPEG-Standard bezeichnet. Drei- oder viermal jährlich kommt die MPEG in fünftägigen Treffen zusammen. Etwa 350 Experten aus 200 Unternehmen und Organisationen aus 20 Ländern nehmen an diesen Treffen, den MPEG-Meetings, teil. Die MPEG ist ein Teil des ISO/IEC JTC1/SC29 (International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission, Joint Technical Committee 1, Subcommittee 29) und dort seit Juni 2020 in verschiedene Arbeitsgruppen aufgeteilt (vormals "Working Group 11"). Die Standards werden mit der Internationalen Fernmeldeunion (ITU) abgeglichen und größtenteils in gemeinsamen Arbeitsgruppen entwickelt. Prominentestes Beispiel ist der MPEG-4 AVC Standard, der im Wortlaut identisch als ITU-T H.264 verabschiedet wurde.

Boyce [01][02], Stockhammer [07], Timmerer [14] und Wien [16] skizzieren die Pläne der ISO IEC MPEG Group für die nächsten Jahre. Insbesondere gibt es dort eine MPEG-Immersive-Media-Subgruppe [07], die V/AR-relevante Themenstellungen bearbeitet. Aktuelle Arbeitsgebiete können der EG Immersive Media Standardization Roadmap entnommen werden. Diese beinhaltet:

- AR/VR Audio Extension
- Audio Wavefield coding, Immersive Sound
- Point Cloud Compression
- Light Field Coding
- VR360, On-Demand and Live (3 DoF)
- Immersive Media with 6 DoF, combining natural and synthetic Environment
- MPEG project: ISO/IEC 23090: coded representation of immersive Media

Die aktuellen Aktivitäten im MPEG-Projekt ISO/IEC 23090 (Blatt 2 veröffentlicht; Blatt 1 und 9 ausstehend) „Coded Representation of immersive Media“ beinhaltet folgende Unterpunkte:

- Architectures
- Omnidirectional Media Format (OMAF)
- New & Immersive Video Coding
- New & Immersive Audio Coding
- Point Cloud Coding
- Metadata for Immersive Services and Applications
- Metrics for Immersive Services and Applications
- Network-Based Media Processing

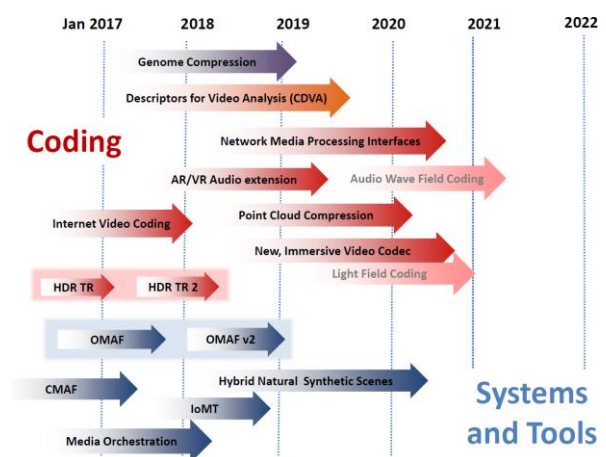


Abbildung 8: Aktuelle Roadmap der MPEG-I(MPEG Immersive)-Subgruppe

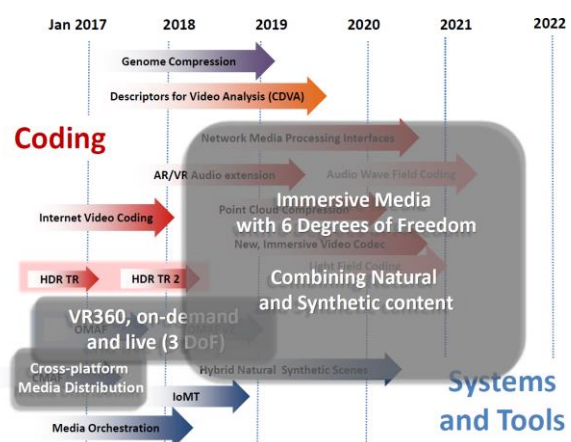


Abbildung 9: Einordnung der Aktivitäten der MPEG-I(MPEG Immersive)-Subgruppe in die Themenfelder Cross Plattform Media Distribution, VR360, on demand and live sowie Immersive Media with 6 Degrees of Freedom

Die V/AR-bezogenen Standardisierungsaktivitäten der MPEG Group stellen sich aktuell wie folgt dar:

fertiggestellt				
Status	Jahr	Organisation	Nummer	Bezeichnung
	2004	ISO/IEC	14496-2	Coding of audio-visual objects -- Part 2: Visual
	2008	ISO/IEC	23000-9	Multimedia application format (MPEG-A) — Part 9: Digital Multimedia Broadcasting application format — Amendment 1: Conformance and reference software. ISO/IEC 23000-9 can be used for multimedia file format transmission.
	2009	ISO/IEC	14496-3	Coding of audio-visual objects -- Part 3: Audio (AAC)
	2011	ISO/IEC	14496-16	Coding of audio-visual objects -- Part 16: Animation Framework eXtension (AFX)
	2016	ISO/IEC	23005-5	Media context and control (MPEG-V)
	2017	ISO/IEC	23000-12	Multimedia application format (MPEG-A) — Part 13: Augmented reality application format
	2017	ISO/IEC	23000-13	Multimedia application format (MPEG-A) -- Part 13: Augmented reality application format (ARAF)
	2018	ISO/IEC	23003	MPEG audio technologies -- Part 2: Spatial Audio Object Coding (SAOC)
	2019	ISO/IEC	23090-2	Coded representation of immersive media
in Arbeit / geplant				
Status	Jahr	Organisation	Nummer	Bezeichnung
	offen	ISO/IEC	23090-1	Coded representation of immersive media - Part 1: Immersive media
	offen	ISO/IEC	23090-9	Coded representation of immersive media - Part 5: Graphics-based Point Cloud Compression

Abbildung 10: Vergangene, aktuelle und geplante Normierungs-/Standardisierungsaktivitäten der MPEG Group

4.6 Deutsches Institut für Normung DIN e.V.

Das Deutsche Institut für Normung e. V. (DIN) ist die bedeutendste nationale Normungsorganisation in Deutschland. Der heutige Name „DIN Deutsches Institut für Normung e. V.“ wurde 1975 im Zusammenhang mit dem zwischen der Organisation und der Bundesrepublik Deutschland abgeschlossenen Normenvertrag gewählt. Eine unter der Leitung von Arbeitsausschüssen dieser Normungsorganisation erarbeitete Norm wird als DIN-Norm oder Deutsche Industrienorm DIN bezeichnet. Das Deutsche Institut für Normung ist ein eingetragener Verein, wird privatwirtschaftlich getragen und bei seinen europäischen und internationalen Normungsaktivitäten von der Bundesrepublik Deutschland als einzige nationale Normungsorganisation unterstützt. Es bietet den sogenannten „interessierten Kreisen“ (Hersteller, Handel, Industrie, Wissenschaft, Verbraucher, Prüfinstitute und Behörden) ein Forum, im Konsensverfahren Normen zu erarbeiten. Der interessierte Kreis der Verbraucher wird durch den Verbraucherrat des DIN vertreten. Das DIN ist Mitglied der Europäischen Bewegung Deutschlands. Die V/AR-bezogenen Standardisierungsaktivitäten des DIN stellen sich aktuell wie folgt dar:

fertiggestellt				
Status	Jahr	Organisation	Nummer	Bezeichnung
✓	2002	DIN EN ISO	14915-1	Software-Ergonomie für Multimedia-Benutzungsschnittstellen - Teil 1: Gestaltungsgrundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14915-1:2002)
✓	2003	DIN EN ISO	14915-2	Software-Ergonomie für Multimedia-Benutzungsschnittstellen - Teil 2: Multimedia-Navigation und Steuerung (ISO 14915-2:2003)
✓	2003	DIN EN ISO	14915-3	Software-Ergonomie für Multimedia-Benutzerschnittstellen - Teil 3: Auswahl und Kombination von Medien
✓	2018	DIN EN ISO	9241-11	Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte
✓	2000	DIN EN ISO	9241-12	Ergonomische Anforderungen an Bildschirmtätigkeit - Informationsdarstellung
✓	2014	DIN EN ISO	9241-110	Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 411: Bewertungsverfahren für die Gestaltung von physikalischen Eingabegeräten
✓	2020	DIN EN ISO	9241-110	Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Interaktionsprinzipien
✓	2017	DIN EN ISO	9241-112	Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 112: Grundsätze der Informationsdarstellung
✓	2016	DIN EN ISO	9241-161	Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 161: Leitfaden zu visuellen User-Interface-Elementen
✓	2019	DIN EN ISO	9241-210	Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 210: Menschzentrierte Gestaltung interaktiver Systeme
✓	2013	DIN EN ISO	9241-331	Optische Eigenschaften von autostereoskopischen Displays (ISO/TR 9241-331:2012)
✓	2017	DIN EN ISO	9241-333	Stereoskopische Displays unter Verwendung von Brillen
✓	2017	DIN EN ISO	9241-392	Ergonomische Anforderungen zur Reduktion visueller Ermüdung durch stereoskopische Bilder
✓	2012	DIN EN ISO	9241-410	Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte
✓	2011	DIN EN ISO	9241-420	Auswahlverfahren für physikalische Eingabegeräte
✓	2007	DIN EN ISO	9241-400	Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 400: Grundsätze und Anforderungen für physikalische Eingabegeräte
✓	2018	DIN EN ISO	9241-960	Rahmen und Anleitung zur Gestensteuerung
✓	2011	DIN EN ISO	9241-910	Rahmen für die taktile und haptische Interaktion
✓	2016	DIN EN ISO	9241-920	Anleitung zu taktilen und haptischen Interaktionen
✓	2017	DIN EN ISO	9241-960	Rahmen und Anleitung zur Gestensteuerung
✓	2020	DIN EN ISO	92419	Grundsätze der ergonomischen Gestaltung assistiver Systeme
in Arbeit / geplant				
Status	Jahr	Organisation	Nummer	Bezeichnung
⚠	offen	DIN	n.n.	Ergebnisse des Arbeitskreises "Datenbrille" im DIN

Abbildung 11: Vergangene, aktuelle und geplante Normierungs-/Standardisierungsaktivitäten des DIN

4.7 Weitere Aktivitäten verschiedener Akteure

Weitere Organisationen neben den oben genannten sind - wenn auch weniger intensiv – in der Normierung und Standardisierung von V/AR aktiv oder sie erstellen Richtlinien im Thema, die aufgrund ihrer Marktposition, beispielsweise als zentrale Treiber einer Plattform oder eines Ökosystems, eine entsprechende standardisierende Wirkung entfalten können.

Zu den Organisationen, die in diesem Kontext betrachtet werden, zählen die ISO, das OGC, der VDI, der VDA, die NATO, die CTA, das VR Industry Forum, das VRARA oder die Firmen Leap Motion, Intel, Microsoft und Facebook / Oculus.

Die V/AR-bezogenen Standardisierungsaktivitäten dieser Parteien stellen sich aktuell wie folgt dar:

fertiggestellt				
Status	Jahr	Organisation	Nummer	Bezeichnung
✓	2005	ISO	15536-1/-2	Ergonomics — Computer manikins and body templates — Part 1: General requirements
✓	2007	OGC	GML	OpenGIS Geography Markup Language (GML) Encoding standard
✓	2009	VDI	2209	3-D-Produktmodellierung - Technische und organisatorische Voraussetzungen - Verfahren, Werkzeuge und Anwendungen - Wirtschaftlicher Einsatz in der Praxis
✓	2010	VDA	3D Datenaustausch in der Fabrikplanung	3D Datenaustausch in der Fabrikplanung
✓	2012	OGC	Augmented Reality Markup Language 2.0	ARML 2.0 (Augmented Reality Markup Language 2.0)
✓	2012	OGC	CityGML	City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard
✓	2013	NATO	MSG-ET-30	Immersive Environments Interoperability Requirements
✓	2015	Leap Motion	VR Best Practices Guidelines	Leap Motion VR Best Practices Guidelines
✓	2016	ISO	18831	Clothing — Digital fittings — Attributes of virtual garments
✓	2017	Intel	Guidelines for Immersive Virtual Reality Experiences	Guidelines for Immersive Virtual Reality Experiences
✓	2018	OGC	IndoorGML	IndoorGML Encoding Standard
✓	2018	NATO	MSG-162	Guideline for Scenario Development
✓	2019	NATO	MSG-ET-050	Standards for xR (Virtual, Augmented and Mixed Reality)
✓	2019	ISO/PAS	17506	COLLADA. Industrial automation systems and integration — COLLADA digital asset schema specification for 3D visualization of industrial data
✓	2019	Microsoft	MRTK Mixed Reality Toolkit	MRTK Mixed Reality Toolkit
✓	2020	Oculus	<u>Oculus User Interface Guidelines</u>	Oculus User Interface Guidelines
✓	2020	CTA	2069-A	Definitions and Characteristics of Augmented and Virtual Reality Technologies
✓	2021	VR Industry Forum	VRIF Guidelines	Production and delivery of 360 degree video content
in Arbeit / geplant				
Status	Jahr	Organisation	Nummer	Bezeichnung
⚠	2022	VRARA	3D Modeling Guideline	3D Modeling Standards and Guidelines for Virtual and Augmented Reality
⚠	2022	NATO	MSG-ET-052	Common Framework for the assessment of XR Technologies for Use in Training and Education
⚠	draft, offen	OGC	City GML 3.0	open data model and XML-based format for the storage and exchange of virtual 3D city models.
⚠	offen	JPEG	Pleno	standard framework for representing new imaging modalities, such as texture-plus-depth, light field, point cloud, and holographic imaging

Abbildung 12: Vergangene, aktuelle und geplante Normierungs-/Standardisierungsaktivitäten weiterer Parteien

Die NATO berichtet über ihre aktuellen und geplanten Aktivitäten auf den Seiten ihrer (1) Science & Technology Organisation STO, (2) Modelling & Simulation Group MSG und (3) M&S Resources/ Standards Support Team.

Das Open Geospatial Consortium (OGC) ist eine 1994 als Open GIS Consortium gegründete gemeinnützige Organisation, die sich zum Ziel gesetzt hat, die Entwicklung von raumbezogener Informationsverarbeitung (insbesondere Geodaten) auf Basis allgemeingültiger Standards zum Zweck der Interoperabilität festzulegen. Dabei baut sich das OGC aus Mitgliedern von Regierungsorganisationen, privater Industrie und Universitäten auf, deren Mitgliedschaft im OGC kostenpflichtig ist. Das OGC seinerseits ist seit Januar 2007 Mitglied des World Wide Web Consortiums (W3C). Das OGC hat eine eigene Entwicklungsroadmap seiner Standardisierungsaktivitäten vorgelegt (siehe Abbildung 13).

OGC Standards Roadmap

Progress of Official OGC Standards **OGC** & **Community Standards** **Community** 2021-05-27

	SWG Work / Work Item	OAB Review	OGC-NA Review	Public Review	Prepare for Approval	TC Approval to Vote	TC Vote	PC Vote	Public Release
Proposed Standards									
OGC Abstract Spec Topic 0 04-084	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC Abstract Spec Topic 2 - Referencing by Coordinates 18-005	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC Abstract Spec Topic 20 - Observations, Measurements and Samples 20-082	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC Abstract Spec Topic 21 - DGGS v. 2.0 20-040	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC Abstract Spec Topic 22 - Tiling 19-014	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC Abstract Spec Topic 6 - Schema for coverage geometry and functions	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC CDB 1.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC CDB 2.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC CityGML 3.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Community CityJSON	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC Common Object Model Container SWG	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC Coverage Implementation Schema - ReferenceableGridCoverage Extension 1.1 16-003r6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC EO Extension for OpenSearch 13-026r9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC EO Product Metadata GeoJSON/JSON-LD Encoding 17-003	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC GeoAPI 09-083r4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC GeoPackage 1.3 12-128r16	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC GeoPose	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC GeoTIFF 19-008	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC GroundwaterML2 v2.3 19-013	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC HDF5 Core 18-043	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Community IMDF 19-089	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC IndoorGML 1.1 19-011	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC MetOcean Profile and Extensions to WCS 2.1 15-045, 15	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC Moving Features Encoding Extension - JSON 19-045	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC OGC API - Common 19-072	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC OGC API - Coverages	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC OGC API - Environmental Data Retrieval 19-086	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC OGC API - Features - Part 1: Core 17-069	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC OGC API - Features - Part 2: Coordinate Reference System by Reference 18-058	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC OGC API - Features - Part 3: Filtering and the Common Query Language (CQL) 19-079	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC OGC API - Features - Part 4: Create, Replace, Update and Delete 20-002	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC OGC API - Features - Part 5: OpenAPI 3.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC OGC API - Maps	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC OGC API - Processes	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC OGC API - Records	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC OGC API - Styles	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC OGC API - Tiles	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Community OpenFlight 16.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC OpenSearch GeoJSON/JSON-LD Response Encoding 17-047	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC PipelineML 18-073	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC Semantic Sensor Network Ontology 16-079	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC SensorML 2.1 12-000r1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC SensorThings API 1.1 - Part 1 18-088	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC Symbology Conceptual Model: Core 18-067	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC Time Ontology in OWL 16-071	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC TimeseriesML 1.3 15-042r6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC Two Dimensional Tile Matrix Set 17-083	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OGC Well Known Text Representation of Coordinate Reference Systems 18-010	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Community Zarr	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Abbildung 13: Standardisierungs-Roadmap des OGC

Timmerer [14] gibt einen Überblick über weitere Standardisierungsaktivitäten im Bereich der immersiven Medien. Neben den Arbeiten der MPEG Group (siehe Abschnitt 0) hebt er auch auf die Aktivitäten der JPEG Group an die die Pleno-Initiative vorantreibt. Er ordnet weiterhin die Aktivitäten der verschiedenen Initiativen in die Themenfelder (1) Quality of Experience, (2) Guidelines, (3) System Standards and APIs, (4) Data Representation and Formats ein (siehe Abbildung 14).

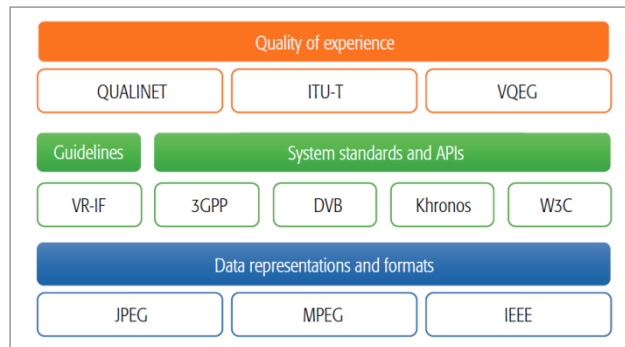


Abbildung 14: Überblick über Standardisierungs-Aktivitäten im Bereich immersiver Medien (Quelle: Timmerer[14])

Als aktuell vorangetriebene Arbeiten identifiziert Timmerer in der Folge:

- data representation and formats:
 - o JPEG: depth, point cloud, lightfield, JPEG XS low latency, 360° capture
 - o MPEG immersive media, OMAF, audio, point cloud
 - o IEEE P2048, P3333.3
- Guidelines. System Standards, and APIs:
 - o VRIF-Aktivitäten
 - o Khronos OpenXR
 - o W3C WebVR, 360° services in HTML5
- Quality of Experience
 - o QUALINET: European network concerned with QoE (quality of experience) in multimedia systems and services

5. V/AR-Standardisierungsbedarfe II: weitere Forderungen

Das vorangegangene Kapitel zeigte vergangene und aktuelle Standardisierungsaktivitäten. Beide sind selbstverständlich auf entsprechende Bedarfe zurückzuführen. Aktuelle Standardisierungsaktivitäten spiegeln damit auch immer aktuelle Standardisierungsbedarfe wider. Darüber hinaus kann es aber durchaus auch Standardisierungsbedarfe geben, denen aktuell keine entsprechende Aktivität gegenübersteht. Dieses Kapitel versucht derartige, unentsprochende Bedarfe zu identifizieren:

Die British Standards Institution (bsi) [06] veröffentlichte im März 2018 die Ausarbeitung „*The Requirement for Standards in the VR and AR Sectors*“. Neben einer Einschätzung der aktuellen Marktentwicklung sowie der Positionierung der britischen Industrie im V/AR-Segment (Schwerpunkte: Kreativindustrien, Gesundheit, Sicherheit, Fachkräftesicherung) würde auch einige Themenfelder genannt, in denen sich die bsi mehr Standardisierungsaktivitäten wünscht. Insgesamt ist der Blick der bsi sehr stark auf die Kreativwirtschaft und deren V/AR-Anwendungen gerichtet. Timmerer [14] gibt in „*Immersive Media Delivery: Overview of Ongoing Standardization Activities*“ einen Überblick über Standardisierungsaktivitäten im Bereich der immersiven Medien. Gleichzeitig nennt er einige Punkte, in denen er weiteren Standardisierungsbedarf im V/AR-Kontext sieht. Stockhammer [14] stellt die MPEG MP20 Standardisation Roadmap vor. Won Lee [20] erstellte mit „*White Paper. Guidelines for Developing VR and AR Based Education and Training Systems*“ eine Anleitung zur Entwicklung V/AR-basierter Trainingssysteme. Darin stellt er auch einige Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise auf. Seiner Meinung nach ist sein Ansatz auf weitere Anwendungsfelder der V/AR übertragbar. Price [11] weitet in ihrem Aufsatz „*The role of international standards in virtual education and training systems*“ den Blick insbesondere in benachbarte Themenfelder, als sie das Thema des V/AR-basierten Trainings behandelt. Sie plädiert insbesondere dafür, die dort vorhandenen Kompetenzen und vorhandene Standards zu nutzen und auf die V/AR-Anwendung hin zu adaptieren. Wajahat [18] erläutert in seinem Vortrag „*New Proposal: Mixed methods User Experience Evaluation in AR/VR. A lean process for selecting appropriate UX evaluation methods and techniques in AR/VR*“ den Vorschlag zur neuen ISO/IEC JTC 1/SC 24. Shim [13] befasst sich in seinem Vortrag „*Medical 3D Printing Scanning and Standards Requirements*“ mit der anwendungsorientierten Standardisierung und mit standardisierten Prozessketten im Arbeitsprozess der medizinischen 3D-Bildverarbeitung sowie des 3D-Drucks. Im Projekt »Augmentend5G« [04] entwickeln die Projektpartner Aixemtec GmbH und oculavis GmbH aus Aachen zusammen mit der Hella GmbH und Co. KG aus Lippstadt unter der Leitung des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT neue Augmented-Reality-Anwendungen für die Fertigung und Montage optischer Systeme. Für die Entwicklungsarbeit werden die Produktionsmaschinen und -anlagen in eine »Remote Expert Platform« integriert. Auch der Einsatz der leistungsstarken 5G-Mobilfunktechnologie für die Datenübertragung im Remote Service will das Projektteam testen. Mirt [07] sensibilisiert in seinem Beitrag „*Standardization Could Be A Major Problem For Virtual Reality*“ für die Nachteile der geschlossenen V/AR-Ökosysteme, wie beispielsweise durch die Firmen Facebook (Oculus Store), Sony (Playstation VR) und HTC (Steam-Plattform) vorangetrieben.

Insgesamt lassen sich die Forderungen der o.a. Autoren in folgende fünf Themenbereiche klassifizieren:

1. Systemintegration

Mirt [07] plädiert für offene V/AR-Standards wie seinerzeit WebVR, heute WebXR, um die Bildung geschlossener technischer Ökosysteme zu verhindern. Auch Won Lee [20] sieht Standardisierungsbedarfe in der Entwicklung einer Systemintegrationsmethodologie für V/AR-basierte Ausbildungs- und Trainingssysteme sowie für V/AR-basierte Gesundheitsinformationssysteme und Wearable-Systeme.

2. Datenübertragung, Interoperabilität

Die bsi [06] fordert Industrie-weite Standards für Metadaten und Untertitel in V/AR-Content. Diese seien durch VR-Plattformen, Content-Erfassung, Software-Firmen, Inhabern von Rechten an Content zu unterstützen. Stockhammer [14] und Timmerer [15][16] fordert effizientere Abbildungs(Projektions)formate anstelle der heute üblichen Methode „*equirectangular*“ bei 360°-Inhalten, ebenso bessere Codierungs- und Kapselungsmechanismen für eine adaptive Auslieferung von Multimedia-Inhalten. Price [11] plädiert für die Nutzung der ISO/IEC SC 24 (s.o., graphische Datenverarbeitung), ebenso SC 29 (Datenübertragung, Encoding / Decoding) im V/AR-Kontext. Im Projekt »Augmentend5G« [04] möchten die Partner erste Branchenstandards für die Datenkonvertierung für AR setzen.

3. Content

Die bsi [06] fordert Standards für Contents (for health and safety), Die bsi sieht weiterhin Vorteile in Standards für die Platzierung von Untertiteln in VR-Content. Won Lee [20] erkennt neue Arbeitsfelder in einem Rahmenwerk für V/AR-basierte Ausbildungs- und Trainingssysteme. Price [11] plädiert für die Nutzung der ISO/IEC SC 36 (Lernen, Bildung, Training – learning/education/training LET, mitsamt der zugehörigen Datenverarbeitung). LET-Informationen seien in einem standardisierten Format in einer Wissensdatenbank abzulegen. Shim [13] schlägt einen sicheren Datenverarbeitungsprozess unter Einhaltung schon bereits bestehenden Legacy-Systeme und Standards (CT, MRI, DICOM, Segmentierung, 3D-Handling, STL Imager, CAD/CAM, Slicer/G-Coder, 3D-Drucker) vor.

4. Guidelines zur Anwendung

Die bsi [06] fordert Best Practice Guidelines zur sicheren Anwendung der V/AR. Weiterhin wurden Standards und Best Practice Guidelines für 360°-Video-Content als notwendig genannt. Im Projekt »Augmentend5G« [04] möchten die Partner erste Branchenstandards für die softwaregestützte Erstellung von AR-Anleitungen setzen.

5. Begriffe, Qualität, User Experience (UX)

Die bsi [06] sieht Bedarfe bei Begriffsklärung, Nomenklatur und Qualitätssicherung durch Vergabe geschützter Begriffe “VR”, “AR” usw. (durch die bsi). Auch Timmerer [14] sieht starken Bedarf in einer standardisierten Definition und Behandlung von Aspekten der User Experience (UX) und Quality of Experience (QoE). Price [11] fordert, geeignete User Interfaces müssten die Behandlung und Kontrolle der Interaktion mit LET (s.o.) in Virtuellen Umgebungen gewährleisten. Wajahat [18] plädiert dafür, eine UX-Evaluation von V/AR-System unter Zuhilfenahme mehrerer, kombinierter UX-Analysemethoden zu standardisieren.

6. Erwartungen

Als noch vergleichsweise junge IT-Systeme sind VR- und AR-Plattformen Gegenstand intensiven Wettbewerbs, der darauf abzielt, abgeschottete technische Ökosysteme zu etablieren. Erneut – wie etwa bei PCs, bei Smartphones oder bei Tablet PCs – geht es darum, Hardware-Systeme (in diesem Falle V/AR-Endgeräte wie VR-Headsets) mit spezifischen App-Stores als Torwächter in breiter Masse zu etablieren. Wichtige konkurrierende VR-Plattformen sind heute etwa SteamVR (Fa. Valve), Oculus (Fa. Facebook) oder Windows Mixed Reality (Fa. Microsoft). Über abgeschottete technische Ökosysteme wird der Wechsel von Kunden zu Wettbewerbern erschwert. Aktuell (Sommer 2021) wird seitens verschiedener Hersteller versucht, über – teils massiv – subventionierte V/AR-Endgeräte, substantielle Ökosysteme aufzubauen. Die Wertschöpfung muss später über Bezahl-Inhalte, Werbung oder den Verkauf von Nutzerdaten erfolgen.

6.1 Erwartungen an die Politik

Abgeschottete technische V/AR-Ökosysteme führen aufgrund des „customer lock-in effect“ zu einer höheren Kundenbindung. Diese behindert den Wettbewerb und mindern den Innovationsdruck. Abhilfe schaffen hier offene Standards wie WebXR (W3C, Mozilla) und OpenXR (Khronos Group).

Das gleiche gilt für fehlende 3D-Datenverarbeitungsstandards: Sie führen zu erhöhten Arbeitsaufwänden, erfordern ggf. kundenindividuelle Lösungen und bergen somit ebenfalls einen Lock-In-Effekt. Die mit V/AR zu erzielende Wertschöpfung wird vermindert.

Mangelnde V/AR-Interaktionsstandard bringen verstärkte Einarbeitungsaufwände mit sich und erschweren den Wechsel von einem 3D- oder V/AR-Werkzeug zum nächsten, gleichgültig ob im Rahmen eines bestehenden Arbeitsprozesses oder im Zuge eines Austausches des 3D- oder V/AR-Werkzeugs durch ein anderes. Die mit V/AR zu erzielende Wertschöpfung wird vermindert, ein Lock-In-Effekt kann sich einstellen.

Die Politik sollte sich zur Aufgabe machen, Innovationsmaßnahmen zu befördern und Wettbewerbs-hemmnisse zu reduzieren. Den hier genannten V/AR-Einführungs-, -Nutzungs-, und -Wechselbarrieren gilt es entgegenzusteuern. Die wichtigsten inhaltlichen Themenfelder in der V/AR-Normierung und -Standardisierung wurden in den vorangegangenen zwei Kapiteln erarbeitet. Die Politik könnte über folgende flankierende Maßnahmen im Kontext V/AR-Standardisierung und -Normierung die Verbreitung und die Nutzungsintensität von V/AR-Technologien und -Methoden fördern:

I. Standardisierungs- und Normierungsaktivitäten im V/AR-Kontext fördern

Es gibt, wie in den vorherigen beiden Kapiteln gezeigt, noch massive Bedarfe und Aktivitäten in verschiedensten Normierungs- und Standardisierungsfeldern. Hier könnte die Politik die laufenden Aktivitäten organisatorisch, finanziell und marketingtechnisch unterstützen.

II. Standardisierte und normierte Lösungen bevorzugen

Im Rahmen öffentlicher Ausschreibungen und Vergaben sollte standardisierte, offene V/AR-Lösungen favorisiert und gefordert werden.

III. Wichtige, unbesetzte Standardisierungsfelder identifizieren und besetzen

Die Normierung und Standardisierung von V/AR-Content und 3D-Datenverarbeitungsprozessketten ist ein wichtiger Hebel für den wirtschaftlichen Erfolg der V/AR-Nutzung in Unternehmen. Hier kann es im Bereich spezifischer Anwendungen (Fahrzeugentwicklung, Maschinenentwicklung, Industrie 4.0, Medizintechnik, Optik, Wirkstoffentwicklung, ...) durchaus thematisch unbesetzte Gebiete geben, in denen Normierungs- und Standardisierungsinitiativen aus

Deutschland oder Europa international eine realistische Chance hätten, sich durchzusetzen. Hier könnte die Politik gemeinsam mit Wissenschaft und Verbänden Themen mit großer Wichtigkeit für den Wirtschaftsstandort Deutschland identifizieren.

IV. Förderung des Engagements der heimischen Wirtschaft in V/AR-Standardisierungs- und Normierungsaktivitäten

Die heimische Wirtschaft und Wissenschaft sollten seitens der Politik dazu ermuntert und ggf. gefördert werden, heimische Belange in laufende und zukünftige V/AR-Standardisierungsaktivitäten/-gremien einzubringen.

V. Informationsbereitstellung zu V/AR-Standards und -Normen

Der Erfolg heimischer V/AR-Lösungen kann dadurch befördert werden, dass sie bestehende und kommende Normen und Standards unterstützen. Dazu bedarf es einer transparenten Information über relevante bestehende Normen, Standards und Richtlinien sowie über laufende und geplante Initiativen. Dieses Positionspapier ist dazu bereits ein erster Beitrag.

6.2 Erwartungen an die Wirtschaft

Die Wirtschaft, insbesondere die V/AR-Endanwender, können massiv von der Standardisierung und -normierung profitieren. Dieses kann ein ganz direkter, konkreter Nutzen sein, wie etwa das Offenhalten einer Wechoption. Es kommen aber auch indirekte, eher mittel- bis langfristige Nutzenaspekte zum Tragen, wie etwa Beiträge zu einer Norm, auf die eigene Lösungen bereits abgestimmt sind. Die Wirtschaft könnte über folgende flankierende Maßnahmen die V/AR-Standardisierung und -Normierung fördern:

I. Standardisierte und normierte Lösungen bevorzugen

Auch die Wirtschaft sollte im Eigeninteresse bei Ausschreibungen standardisierte, offene V/AR-Lösungen favorisieren und fordern.

II. Wichtige, unbesetzte Standardisierungsfelder identifizieren und besetzen

Unternehmen sind aufgefordert, in ihren jeweiligen V/AR-Anwendungsgebieten oder V/AR-Technologiefeldern nach „*weißen Flecken*“ auf der Normierungslandkarte Ausschau zu halten. Ist solch ein Thema gefunden, könnte es mit Partnern - wie etwa dem DIN oder mit Wettbewerbern im Rahmen einer vorwettbewerblichen Zusammenarbeit (Coopetition) - zu einer Standardisierungsinitiative ausgebaut werden.

III. Engagement in V/AR-Standardisierungs- und Normierungsaktivitäten

Die heimische Wirtschaft sollte ihre spezifischen Belange in laufenden und zukünftigen V/AR-Standardisierungsaktivitäten/-gremien artikulieren.

IV. Nutzung bestehender V/AR-Standards und -Normen

Unternehmen sollten ihre V/AR-Lösungen auf der Basis bestehender Normen, Standards und Richtlinien entwickeln.

7. Abkürzungen

3D	dreidimensional
5G	Mobilfunkstandard der fünften Generation
AR	Augmented Reality (dt. Erweiterte Realität): Überlagerung der natürlichen Sicht mit Computer-generierten Informationen
bsi	British Standards Institution
CEA	Consumer Technology Association
CEN	European Committee for Standardization
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
DOF	Freiheitsgrade (Degrees of Freedom)
DVB	Digital Video Broadcasting
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
NATO	North Atlantic Treaty Organization
OGC	Open Geospatial Consortium
OLED	organische Leuchtdiode
OMAF	Omnidirectional MediA Format
OSVR	Open Source Virtual Reality Movement
ProSTEP	ProSETP iViP e.V.
QUALINET	WG2 - Standardization

SAE	Society of Automobile Engineers
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)
XR	eXtended Reality; Sammelbegriff für AR, MR, VR

8. Literatur und Verweise

- [01] Boyce, Jill & Dore, Renaud & Dziembowski, Adrian & Fleureau, Julien & Jung, Joel & Kroon, Bart & Salahieh, Basel & Malamal Vadakital, Vinod & Yu, Lu. (2021). MPEG Immersive Video Coding Standard. Proceedings of the IEEE. PP. 1-16. 10.1109/JPROC.2021.3062590
- [02] Boyce, Jill: MPEG-I Future Directions, *SMPTE 2018*, 2018, pp. 1-12, doi: 10.5594/M001830. Auch online unter <https://www.youtube.com/watch?v=DSAEpabeX78> , abgerufen am 25.5.2021
- [03] Brennesholtz, Matthew. (2018). 3-1: Invited Paper: VR Standards and Guidelines. SID Symposium Digest of Technical Papers. 49. 1-4. 10.1002/sdtp.12476.
- [04] Fraunhofer IPT: Standards für Augmented-Reality-Anwendungen in der Produktion. In: Virtual Reality Magazin; online unter: <https://www.virtual-reality-magazin.de/standards-fuer-augmented-reality-anwendungen-in-der-produktion/> , abgerufen am 25.5.2021, Vaterstetten: 4. August 2020
- [05] Green, Lloyd / IEEE Standards Association: Standardization Needs and Efforts in Virtual Reality/Augmented Reality; presentation at AWE USA 2017, Santa Clara, California May 31- June 2, 2017
- [06] McGarr, Tim / British Standards Institution; Boreham, Michael / Futuresource Consulting Ltd: The Requirement for Standards in the VR and AR Sectors. British Standards Institution (BSI), London / UK: März 2018
- [07] Mirt, Jernej: Standardization Could Be A Major Problem For Virtual Reality; online unter: <https://medium.com/@viarbox/standardization-could-be-a-major-problem-for-virtual-reality-9250efae1848> ; 18. April 2016, abgerufen am 25.5.2021
- [08] Open Geospatial Consortium: OGC Standards Roadmap, online unter: <https://www.ogc.org/roadmap> , abgerufen am 25.5.2021
- [09] Perrey, Christine: Enterprise AR Interoperability and Standards Webinar. Augmented Reality Enterprise Alliance AREA: 9. Oktober 2019; online unter: <https://www.youtube.com/watch?v=bj1yXUjfBOg> , abgerufen am 25.5.2021
- [10] Preda, Marius; et al.: ETSI GR ARF 001 V1.1.1. Group Report Augmented Reality Framework (ARF); AR standards landscape. ETSI Industry Specification Group (ISG), Sophia Antipolis/ Frankreich, April 2019
- [11] Price, Antoinette: The role of international standards in virtual education and training systems. In: e-tech News & views from the IEC. International Electrotechnical Commission, Genf/Schweiz, 1. Juni 2020
- [12] Schreer, Oliver; et al.: XR4All Revised Landscape Report 2020. XR4All Consortium, Brüssel/Belgien, 2020
- [13] Shim, Kyu-Won: Medical 3D Printing Scanning and Standards Requirements. In: ISO/IEC JTC 1/SC24 WG9 & Web3D Meetings, Seoul/Korea: 24. Januar 2019. Online unter: <https://www.web3d.org/event/web3d-korea-chapter-and-isoiec-jtc-1sc24-wg9> , abgerufen am 25.5.2021
Stockhammer Thomas / Qualcomm: MPEG Immersive Media. MP20 Standardisation Roadmap. October 2017

- [14] Stockhammer, Thomas: MPEG Immersive Media. MP20 Standardisation Roadmap. In: International Telecommunication Union, ITU-T Study Group 16 Meeting, Geneva, 16-27 January 2017. Genf: 19. Januar 2017
- [15] Timmerer, Christian: Immersive Media Delivery: Overview of Ongoing Standardization Activities. IEEE Communications Standards Magazine, New York, USA: Dezember 2017
- [16] Timmerer, Christian: MPEG Standardisation Roadmap, ISO/IEC JTC1 SC29/WG11 MPEG, 122nd meeting, San Diego, CA, USA, Doc. N17506, Apr., 2018
- [17] Verein Deutscher Ingenieure e.V.: VDI-Richtlinienarbeit. Grundsätze und Anleitungen. VDI 1000. VDI e.V., Düsseldorf, Februar 2017
- [18] Wajahat, Ali Kahn; Lee, Sung Ryong; Kim, Gerard: Standards for usability/UX evaluation process of VR/MAR contents. In: ISO/IEC JTC 1/SC24 WG9 & Web3D Meetings, Online unter: <https://www.web3d.org/event/web3d-korea-chapter-and-isoiec-jtc-1sc24-wg9> , abgerufen am 25.5.2021, Seoul/Korea: 24. Januar 2019.
- [19] Wien, Mathias; Boyce, Jill M.; Stockhammer, Thomas; Peng, Wen-Hsiao: Standardization Status of Immersive Video Coding. In: IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems, volume: 9, Issue: 1, March 2019, pp. 5 – 17
- [20] Won Lee, Myeong; et al.: White Paper. Guidelines for Developing VR and AR Based Education and Training Systems. ISO/IEC JTC 1/VR AR for Education Ad Hoc Group; ISO/IEC: 12. August 2019

9. 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

Kontakt:

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

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

Email: info@vdc-fellbach.de

10. Förderhinweis

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



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU