

ELSI in XR Guideline

Heike Wiesner, Christoph Runde, Lily Dausch, Kâan Turan, Jan Stepczynski



GEFÖRDERT VOM

ELSI in XR Guideline

Hrsg. Heike Wiesner, Christoph Runde, Lily Dausch, Kâan Turan, Jan Stepczynski

November 2025



Impressum

Herausgeber:innen:

Heike Wiesner, Christoph Runde, Lily Dausch,
Kâan Turan, Jan Stepczynski

DOI: 10.6084/m9.figshare.30749810

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Dieser Guideline wird im Rahmen des Projektes „XR Interakt: Living Lab“ der Förderlinie „Interaktive Systeme in virtuellen und realen Räumen – Innovative Technologien für die digitale Gesellschaft“ vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) unter dem Förderkennzeichen 16SV8827 gefördert.

ERSTELLT VON



Hochschule für
Wirtschaft und Recht Berlin
Berlin School of Economics and Law

Zuwendungsempfänger:

Hochschule für Wirtschaft und Recht (HWR) Berlin
Badensche Straße 52
10825 Berlin

VIRTUAL DIMENSION CENTER



Virtual Dimension Center (VDC) w.V.
Auberlenstraße 13
70736 Fellbach

Die ethischen und sozialen Implikationen wurden von dem HWR-Team erarbeitet und verantwortet. Die rechtlichen Aspekte wurden vom VDC verantwortet. Durch die Zusammenführung der ethischen, sozialen und rechtlichen Aspekte wurde somit ein ELSI-Guideline im Bereich XR-Technologien gemeinsam umgesetzt.

Leitung und Organisation des Gesamtprojekts:

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Christoph Runde
Virtual Dimension Center (VDC) w.V.

Leitung und Organisation dieser Publikation:

Prof. Dr. Heike Wiesner
Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin

Gestaltung: Elo Hüskes

Illustrationen: © Visual Generation_istockphoto.
com (Cover, S. 6, 13, 23, 29, 35)

Für die Erstellung der Guideline wurden für einige Inhaltsblöcke in Teilen KI-basierte Large Language Models eingesetzt u.a. zur Literaturrecherche, Rechtschreibung und Kürzung der Texte.

Stand: November 2025

Einleitung

Zielsetzung und Gliederung der XR-ELSI-Guideline

Extended Reality (XR) steht als Sammelbegriff für Technologien wie Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR), die es ermöglichen, digitale und reale Welten interaktiv zu verbinden. Das sogenannte Metaverse sorgt für viel Aufsehen. Die Potenziale dieser dezentral organisierten Umgebungen sind enorm – sie eröffnen neue Möglichkeiten für Kreativität, Zusammenarbeit und wirtschaftliche Entwicklung. Mit diesen Chancen gehen jedoch auch erhebliche ethische, rechtliche und soziale Herausforderungen (ELSI: Ethical, Legal and Social Implications) einher.

In der vorliegenden Guideline wird ein gestaltungsorientiertes XR-Konzept entlang des XR-Entwicklungsprozesses vorgestellt, das auf den Prinzipien der ELSI-Forschung (Ethical, Legal and Social Implications) basiert. Es verknüpft Erkenntnisse aus den Bereichen Inklusions-, Geschlechter-, Diversitätsforschung sowie intersektionaler Ansätze mit technischen und technologischen Entwicklungen im XR-Feld. Zusätzlich wurde die rechtliche Dimension systematisch zu jedem Unterpunkt integriert, um auch die rechtlichen Rahmenbedingungen zumindest punktuell abzubilden.

Aufgabe dieser Guideline ist es, Orientierungswissen bereitzustellen, das insbesondere gesellschaftlichen Institutionen, Unternehmen und verschiedenen Nutzergruppen hilft, verantwortungsvolle und inklusive XR-Anwendungen zu entwickeln.

Die Empfehlungen resultieren aus beteiligungsorientierter Forschung im Rahmen der Förderlinie „Interaktive Systeme in virtuellen und realen Räumen – Innovative Technologien für die digitale Gesellschaft“ des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR). Die Perspektiven und das informelle Wissen (Tacit knowledge) aller 15 geförderten XR-Projekte wurde über drei Jahre systematisch analysiert – in Form von direkt umsetzbaren Praxistipps – herausgearbeitet.

Institutionen und Unternehmen – speziell kleine und mittlere Unternehmen (KMU) – können von den ELSI-Empfehlungen besonders profitieren, indem sie innovative und bedarfsgerechte Produkte/Prozesse gestalten, die die Gesellschaft in ihrer Vielfalt gezielt adressieren. Es werden neue Marktchancen erschlossen, die zugleich einem gesellschaftlich orientierten Prüfstand standhalten.

Das zentrale Anliegen dieser Guideline besteht darin, die Entwicklung und Etablierung von Standards für die Gestaltung inklusiver und verantwortungsvoller XR-Räume nachhaltig umzusetzen. Während der wissenschaftliche Diskurs diese bisher kaum adressiert hat, bildet die Orientierung an Standards die Grundlage für die folgende Leitliniensammlung und deren praktische Umsetzung. XR-Systeme müssen inklusiv gestaltet werden, um zu vermeiden, dass neue Technologien bestehende soziale Vorurteile und Machtverhältnisse widerspiegeln und Ungleichheiten reproduzieren oder verschärfen. Stattdessen muss inklusives XR den Nutzer:innen faire Chancen und gleichberechtigte Erfahrungen, sodass digitale Innovationen idealerweise allen Menschen zugänglich werden.

Der Guideline gliedert sich in fünf thematische Abschnitte, die sich jeweils an den ELSI-Prinzipien entlang orientieren. Die ethischen und sozialen Implikationen wurden absichtsvoll zusammengefasst, da die Kategorien Geschlecht, Alter, sozialer und kultureller Hintergrund keine gänzlich isolierbaren Kategorien sind, sondern zumeist ineinander verschränkt vorkommen. Somit kommen neben Gender- und Diversity-Studien auch intersektionale Forschungsansätze in allen Abschnitten zum Tragen.

Die rechtlichen Implikationen wurden in allen fünf Inhaltsblöcken kontinuierlich integriert, um auf die bestehenden Normen und Standards hinzuweisen, die in allen Projektentwicklungsphasen wichtig sind, aber häufig erst in der letzten Phase – der Vermarktungsphase – stärker fokussiert werden.

Alle vorangestellten Empfehlungen werden jeweils durch einen komprimierten wissenschaftlichen Begründungsrahmen begleitet.

Die Umsetzung der folgenden Handreichung soll als Orientierung dienen, die Qualität von XR-Produkten im Hinblick auf ELSI zu verbessern.

Inhaltsverzeichnis

1	Organisations- und Personalentwicklung	6
	1.1 Ethische und soziale Implikationen	7
	1.2 Rechtliche Implikationen	10
2	Technologie und Design	13
	2.1 Ethische und soziale Implikationen	14
	2.2 Rechtliche Implikationen	20
3	Inhalt und Didaktik	23
	3.1 Ethische und soziale Implikationen	24
	3.2 Rechtliche Implikationen	26
4	Tests und Evaluation	29
	4.1 Ethische und soziale Implikationen	30
	4.2 Rechtliche Implikationen	33
5	Verbreitung und Vermarktung	35
	5.1 Ethische und soziale Implikationen	36
	5.2 Rechtliche Implikationen	37
6	Literatur	40

1 Organisations- und Personalentwicklung



Der erste Abschnitt widmet sich der Organisations- und Personalentwicklung. Dieser stellt dar, welche organisationalen Handlungsspielräume bestehen, um Zugänglichkeit in der Entwicklung von XR möglich zu machen.

1.1 Ethische und soziale Implikationen

Soziale und ethische Implikationen betreffen die Prinzipien und Verantwortlichkeiten, die Organisationen und Projektteams leiten sollten, wenn sie XR-Technologien entwickeln. In besonderem Maße betrifft dies die Personaleinstellung und das Projektmanagement zentrale Motoren inklusiver organisationaler Prozesse, die das Einbringen vielfältiger Perspektiven ermöglichen, sowie die Entwicklung von Inklusionskompetenzen und Qualifikationen, die für die Zusammenarbeit in diversen Teams notwendig sind. Damit tragen soziale Implikationen dazu bei, diskriminierungsfreie

Arbeitsumgebungen zu schaffen sowie die Teilhabe und Handlungsmöglichkeiten aller Beteiligten zu sichern und zu stärken. Technologische Innovation muss mit sozialer Verantwortung, Fairness und Fürsorge verbunden werden. Die folgenden Leitprinzipien unterstützen Organisationen und Projektteams dabei, Zugänglichkeit, Gleichberechtigung und Integrität in allen Phasen zu fördern.

Inklusion im Personaleinstellungsverfahren

Die Technologie-Branche gehört zu den Branchen, die weiterhin stark männerdominiert sind und zum Cluster der sogenannten MINT-Berufe zählt. Grundsätzlich liegt die Repräsentation von Frauen im Tech-Arbeitsmarkt weltweit etwa bei einem Viertel der Beschäftigten (vgl. Holtzblatt & Marsden, 2022). Wird die Analyse um weitere Diversitätsmerkmale wie Ethnizität oder Behinderung erweitert, zeigt sich, dass die globale Datenlage kaum ausreichend differenzierte Aussagen zu-



Ethische und soziale Empfehlungen | Organisations- und Personalentwicklung

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Standardisierung von Personaleinstellungsverfahren und Verankerung von Inklusion | <ul style="list-style-type: none"> ● Rotation von Aufgabenfeldern (z.B. Dokumentation, organisatorische Tätigkeiten) zur fairen Verteilung von Aufgaben und Vermeidung von Stereotypisierungen |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Sensibilisierung zur Vermeidung von Stereotypisierung und Bias | <ul style="list-style-type: none"> ● Aufbauen eines übergreifenden Inklusionsmanagements |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Inklusionsbeauftragte Personen in allen personalnahen Prozessen integrieren | <ul style="list-style-type: none"> ● Weiterbildung und Qualifikationsangebote stärken |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Referrals und Diversity-Netzwerk-Effekte gezielt für inklusive Rekrutierung nutzen | <ul style="list-style-type: none"> ● Förderung von ethischen und interdisziplinären Kompetenzen in Entwicklungs- und Designteams |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Arbeitsbereiche und -teams heterogen besetzen | <ul style="list-style-type: none"> ● Förderung von Maßnahmen zur Vereinbarkeit von Beruf und Carearbeit durch flexible Arbeitsmodelle und Veränderung der Arbeitskultur |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Verankerung von Barrierefreiheit, Zugänglichkeit und Diversität in der Organisationsstrategie | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Quereinstieg möglich machen | |

lässt (vgl. Touzet, 2023). Die Repräsentation von Menschen außerhalb der Norm des männlichen, weißen Professionals dünnt sich mit jeder Hierarchieebene weiter aus – ein Effekt, der als „leaky pipeline“ bezeichnet wird (z.B. Angelov et al., 2016). Weltweit sind lediglich rund ein Zehntel der obersten Führungskräfte im Tech-Bereich, insbesondere der Chief Technology Officers (CTOs), weiblich (vgl. WomenTech Network, 2025).

Hierfür lassen sich hegemoniale Prozesse in Organisationen als zentrale Ursache identifizieren. Diese setzen häufig bei der Personaleinstellung an, sodass zusätzlich zu den formalen Qualifikationen unbewusst nach Ähnlichkeitsmerkmalen beurteilt wird. Diesem Phänomen kann jedoch durch standardisierte Personalverfahren oder andere Maßnahmen zur Unterbrechung von hegemonialer Muster begegnet werden (u.a. García et al., 2008). Hegemoniale Prozesse manifestieren sich besonders deutlich in Aufsichtsräten auf der höchsten Entscheidungsebene, die häufig sehr homogene Geschlechter-, Ethnizitäts-, Bildungs- und Altersprofile aufweisen (vgl. Erfurt-Sandhu, 2012). Diese Annahme gilt selbstverständlich nur, sofern gesetzliche oder organisatorische Vorgaben zur Diversität nicht regulierend eingreifen.

Aus der Gleichstellungsforschung ist bekannt: Eine Standardisierung der Anforderungsprofile und Einstellungsverfahren auf allen Hierarchieebenen stellt einen zentralen Ansatzpunkt zur Unterbrechung des „like-me“-Phänomens dar. Standardisierte und anonymisierte Bewerbungsprozesse können unbewusste Vorurteile reduzieren und transparente Kriterien schaffen (vgl. Taylor & Woodhams, 2022). Um eine Organisationskultur von Gerechtigkeit und Fairness zu etablieren, können personenverantwortliche Statusgruppen gezielt Inklusionskompetenzen erwerben, um hegemonialen Mechanismen entgegenzuwirken. Dies bedeutet, dass Sensibilisierungen für bias (Voreingenommenheit) in der Personaleinstellung und im organisationalen Alltag für verschiedene

Statusgruppen sinnvoll sind, um Perspektivwechsel zu ermöglichen. Zudem kann eine Person als Inklusionsbeauftragte:r designiert werden, um als zentrale Ansprechinstanz zu fungieren, oder bestehende Beratungsangebote können systematisch über unterschiedliche Kommunikationswege zugänglich gemacht werden. Es wird empfohlen, diese Maßnahmen in ein umfassendes Inklusionsmanagement einzubetten.

Referrals und Diversity-Netzwerke

Ein weiterer Weg das „like me“-Phänomen zu perpetuieren ist es, daraus einen Netzwerk-Effekt zu generieren: Das verbreitete Recruiting-Modell der Referrals, etwa nach dem Prinzip „bring a friend“, kann jedoch gezielt diversitätsfördernd eingesetzt werden, sofern es strategisch durch das Management gesteuert wird (vgl. Kaul, 2021). Darüber hinaus bieten sich strategische Partnerschaften mit externen Institutionen an, beispielsweise mit Universitäten und Hochschulen, Coding Schools, organisationsübergreifenden Mentoringprogrammen, Nichtregierungsorganisationen (NGOs) und Vereinen. Solche Kooperationen erweitern nicht nur den Talentpool, sondern fördern auch strukturelle Zugänge für unterrepräsentierte Gruppen und tragen dazu bei, systematische Ausschlüsse abzubauen.

Verankerung von Barrierefreiheit, Zugänglichkeit und Diversität in der Organisationsstrategie

Studien zeigen, dass XR-Technologie größtenteils von able-bodied, kaukasischen Männern entwickelt und genutzt wird (vgl. Fox & Thornton, 2022). Da Diversität in Teams nachweislich anwendungsorientiertere und innovativere Produkte hervorbringen kann (z.B. Stahl-Rolf et al., 2018), stehen Organisationen, insbesondere solche mit projektorientierten Strukturen in der Technologiebranche, vor der Herausforderung, den Status quo kritisch zu reflektieren und aktiv zu verändern.

Verschiedene Universitäten weltweit haben gezeigt, dass es möglich ist, den Frauenanteil in IT- und Computer-Science-Studiengängen langfristig und deutlich über nationale Durchschnittswerte hinweg zu steigern, teilweise sogar auf bis zu 50 %. Dies gelang durch organisationale Maßnahmen, nicht durch einen Fokus auf individuelle Geschlechterunterschiede (Frieze et al., 2011; Alvarado et al., 2012). Aus diesen Beispielen lassen sich mehrere übertragbare Prinzipien für Unternehmen ableiten. So kann die Personaleinstellung niedrigschwelliger gestaltet werden, indem Einstellungs- und Anforderungskriterien kritisch überprüft und gegebenenfalls angepasst werden (siehe Abschnitt *Inklusion im Personaleinstellungsverfahren*, S. 7).

Quereinstieg ermöglichen

Besonders die Öffnung für Quereinsteige bietet innovative Wege, um Fachkräfte zu gewinnen und neue Perspektiven einzubinden. Indem Unternehmen sich als ausbildende Organisationen begreifen und entsprechende Qualifizierungsangebote schaffen, stärken sie nicht nur ihre Wettbewerbsfähigkeit, sondern fördern auch die langfristige Bindung ihrer Mitarbeitenden (vgl. Köppl, 2020). Um Organisationskultur diverser zu gestalten, braucht es institutionelle Anreize nach innen und nach außen: Diversität erfordert gezielte, dauerhafte Unterstützung durch Ressourcen, Führung und strukturelle Förderung. Zudem kann es sinnvoll sein, Maßnahmen über einen längeren Zeitraum durchzuführen sowie deren Wirksamkeit messbar und vergleichbar zu machen (Frieze et al., 2011).

Arbeitsbereiche und -teams heterogen besetzen

Barrierefreiheit, Zugänglichkeit und Diversität spiegeln sich in der Produktentwicklung wider und werden organisational durch die Zusammensetzung der Teams, die Entscheidungsprozesse und die Verantwortungs- und Aufgabenverteilung beeinflusst. Verantwortlichkeiten und Entschei-

dungsbefugnisse innerhalb von XR-Projektteams sollten transparent gestaltet werden sowie regelmäßig auf geschlechtergerechte und diversitätssensible Strukturen geprüft werden. Die Entwicklung von XR darf bestehende Machtasymmetrien (etwa zwischen Leitung und Mitarbeitenden, zwischen Geschlechtern oder Abteilungen) nicht verstärken. Organisationen sollten sicherstellen, dass FLINTA*, Personen mit Behinderungen, BIPOC und unterrepräsentierte Gruppen gleichberechtigten Zugang zu technischen Rollen, Führungspositionen und Innovationsprozessen haben.

Hegemonieprozesse im Projektmanagement

Nach der Personaleinstellung wirken Hegemonieprozesse auch im Projektmanagement. In der IT- und XR-Entwicklung werden Arbeitsteilungen nicht nur entlang der Hierarchie, sondern auch entlang der Techniknähe oder -ferne verteilt. Dies zeigt sich beispielsweise darin, dass der Anteil von Frauen im Frontendbereich höher ist als im Backendbereich (vgl. Catolino et al., 2019).

Rotation von Aufgabenfeldern

Hinzu kommt, dass spezifisch Frauen in Projekten häufig mehr Dokumentations- und Koordinationsarbeit zugewiesen wird als ihren männlichen Kollegen (vgl. Aulenbacher et al., 2013). Diese Tätigkeiten sind oft weniger sichtbar, weniger anerkannt und wirken sich kaum auf Karrierechancen aus. Dies kann sich bei Frauen mit Migrationshintergrund (Women of Color) noch zusätzlich verstärken. Sie sind in unterstützenden Rollen überrepräsentiert, während sie in leitenden oder entwicklungsnahe Rollen unterrepräsentiert sind (vgl. Bosse et al., 2019). Eine Harvard Studie zeigt, dass besonders Women of Color in Unternehmen häufig die meisten Reproduktionsaufgaben, wie etwa organisatorische Tätigkeiten oder administrative Unterstützung übernehmen. Diese Aufgaben werden nicht als karriereförderlich anerkannt, da bestehende soziale und organisatorische Mechanismen sowie

Rollenerwartungen ihnen bestimmte Tätigkeiten zuweisen (vgl. Williams & Multhaup, 2018). Aufgaben innerhalb von Projekten sollten daher systematisch rotiert werden, um eine gleichmäßigere Verteilung zu gewährleisten. Dies betrifft sowohl Dokumentationsarbeiten als auch andere organisatorische Reproduktionsaufgaben, sodass diese nicht unverhältnismäßig auf bestimmten Personen lasten.

Aufbauen eines übergreifenden Inklusionsmanagements

Ein inklusionssensibles Management in Projekten, Abteilungen und Organisationseinheiten ist essenziell, um eine Kultur des Willkommenseins jenseits der Norm zu fördern und die langfristige Bindung von Mitarbeitenden zu erhöhen.

Um Hegemonieprozesse entlang der Techniknähe oder -ferne zu reduzieren, ist es empfehlenswert, interne Weiterbildungswünsche zu berücksichtigen und entsprechende Angebote für den Erwerb von Wissen und Know-how bereitzustellen. Die Aufgabenverteilung darf nicht systematisch nach Geschlecht oder stereotypen Rollenbildern erfolgen. Die Prinzipien von Barrierefreiheit, Zugänglichkeit und Diversität sollten in die Organisationsstrategie integriert und kommuniziert werden, sodass sie nicht als nachträgliche Anpassung verstanden werden, sondern von Beginn an in den Entwicklungsprozessen reflektiert werden.

Förderung von ethischen und interdisziplinären Kompetenzen in Entwicklungs- und Designteams

Nachhaltige Personalentwicklung umfasst im Kontext von ELSI in der XR-Entwicklung die Förderung ethischer und interdisziplinärer Kompetenzen in Entwicklungs- und Designteams. Es ist sinnvoll, ethische Anforderungen kollektiv innerhalb der Organisation festzulegen, regelmäßig zu schulen und in den Entwicklungsprozess einzubinden (vgl. Pretschner et al., 2021).

Vereinbarkeit von Beruf und Carearbeit

Organisationen tragen die Verantwortung, die physische und psychische Gesundheit ihrer Mitarbeitenden und der Nutzenden zu schützen. Führungskräfte und Projektleitungen sollten auf mögliche Belastungen in der Organisation, in ihren Teams und sich selbst achten und Unterstützungsangebote, wie etwa Schulungen, Beratung, Entlastung, Vereinbarkeit von Carearbeit, bereitstellen. Um die Vereinbarkeit von Carearbeit, beispielsweise Pflege oder Kinderbetreuung, mit dem Beruf strukturell zu ermöglichen, müssen Organisationen besondere Vorkehrungen treffen, beispielsweise durch flexible Arbeitszeiten, Homeoffice-Regelungen, der Aufbau einer vereinbarkeitspositiven Unternehmenskultur, und/oder Unterstützungsangebote, um die Chancengleichheit und langfristige Bindung der Mitarbeitenden zu stärken (vgl. Bertram et al., 2018). XR-Anwendungen sollten für die Nutzenden so gestaltet werden, dass sie bestmöglich keine psychischen und physischen Schäden aus der Nutzung tragen. Dies entspricht auch den gesetzlichen Vorgaben.

1.2 Rechtliche Implikationen

Rechtliche Verantwortung im Kontext von XR beginnt mit der Organisationskultur. Organisationen, die Datenschutz, Arbeitsschutz und Sorgfaltspflichten als integrale Bestandteile digitaler Innovation verankern, schaffen die Grundlage für Vertrauen, Nachhaltigkeit und Rechtskonformität. Eine zukunftsfähige XR-Organisation ist demnach nicht nur technisch fortschrittlich, sondern auch rechtlich zuverlässig und sozial gerecht.

XR-Technologien verändern nicht nur Arbeitsprozesse, sondern auch die Art, wie Organisationen aufgebaut, geführt und kontrolliert werden. Mit der Einführung immersiver Arbeitsumgebungen entstehen neue rechtliche Fragen zu Verantwortung, Fürsorge, Datenverarbeitung und Compliance.

ance. Für eine faire, sichere und rechtskonforme Arbeitswelt im Metaverse ist entscheidend, dass bestehende Pflichten aus Arbeits-, Datenschutz- und Gesellschaftsrecht in die Gestaltung von Organisationsstrukturen und Personalstrategien übertragen werden.

Rechtliche Verantwortung in digitalen Organisationen

Die Entwicklung und Nutzung von XR-Anwendungen erfordern rechtlich stabile Rahmenbedingungen. Arbeitsverträge, Mitbestimmungsrechte, Datenschutz und Arbeitsschutz gelten auch in virtuellen Arbeitsräumen. Arbeitgeber sind verpflichtet, für sichere, diskriminierungsfreie und gesundheitsgerechte Arbeitsbedingungen zu sorgen – unabhängig davon, ob die Arbeit physisch oder in einer virtuellen Umgebung stattfindet.

Besonderes Augenmerk liegt auf der Fürsorgepflicht: Beschäftigte müssen vor psychischen und physischen Belastungen geschützt werden, etwa vor Überforderung durch Dauerpräsenz in immersiven Umgebungen. Ebenso müssen Organisationen sicherstellen, dass Datenerhebungen im Rahmen von XR-Arbeitsplätzen nur im erforderlichen

Maß erfolgen und den Anforderungen der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) entsprechen. Bewegungsprofile, Sprachdaten oder Blickrichtungen gelten als personenbezogene Daten und dürfen nicht zur Überwachung oder Leistungsbeurteilung eingesetzt werden (vgl. Steege & Chibanguza 2023).

Die Einführung von XR-Technologien ist mitbestimmungspflichtig

Betriebs- oder Personalräte müssen frühzeitig eingebunden werden, wenn digitale Systeme Arbeitsbedingungen, Kommunikation oder Kontrolle beeinflussen (vgl. Engelhardt et al., 2022; Völzow, 2023).

Organisationsstruktur und rechtliche Verantwortung

Neue Rechtsformen und Organisationsmodelle gewinnen in der XR-Entwicklung an Bedeutung. Virtuelle oder hybride Unternehmen arbeiten zunehmend dezentral und projektbasiert in international vernetzten Teams. Dies verändert auch Haftungs- und Verantwortungsebenen.



Rechtliche Empfehlungen | Organisations- und Personalentwicklung

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Datenschutz integrieren: Datenminimierung, Transparenz und Einwilligung als Standardprinzipien etablieren | <ul style="list-style-type: none"> ● Verantwortung klären: In dezentralen Organisationen klare Governance-Strukturen und Haftungsmodelle festlegen |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Beteiligung sichern: Beschäftigte, Betriebsräte und Datenschutzbeauftragte in den Einführungsprozess von XR frühzeitig einbeziehen | <ul style="list-style-type: none"> ● Sorgfalt leben: Menschenrechts- und Umweltstandards auch in digitalen Lieferketten überprüfen |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Gesundheitsschutz umsetzen: Gefährdungsbeurteilungen auch für virtuelle Arbeitsplätze verpflichtend durchführen | <ul style="list-style-type: none"> ● Sicherheitskultur fördern: Schulungen und Awareness-Programme zu Datenschutz, Diversität und IT-Sicherheit verpflichtend anbieten |

Bei dezentralen autonomen Organisationen (DAOs) im Metaverse entstehen neue Fragestellungen zu Rechtsfähigkeit und Haftung. Solange keine spezifischen Rechtsformen gesetzlich geregelt sind, ist es wichtig, klare vertragliche Regelungen zu schaffen, um Verantwortlichkeiten festzulegen und Risiken, etwa durch automatisierte Fehlentscheidungen, zu begrenzen. Transparente Governance-Modelle sind zentral, um Rechtssicherheit und Vertrauen bei Mitarbeitenden, Partner:innen und Nutzer:innen zu gewährleisten (vgl. ebd.; Wenzel et al., 2024).

Sorgfaltspflichten in Liefer- und Wertschöpfungsketten

Mit der zunehmenden Virtualisierung rückt auch die Lieferkette in den Fokus. Hardware, Serverleistungen und digitale Güter für XR-Anwendungen unterliegen potenziell dem Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LkSG). Unternehmen müssen nachweisen, dass Zulieferer menschenrechtliche und ökologische Standards einhalten, auch bei digitaler Wertschöpfung (vgl. Wagner et al., 2023). Für XR-Projekte bedeutet das: Präventions- und Beschwerdemechanismen sollten auch für digitale Lieferketten etabliert werden. Transparenz und Dokumentation sind entscheidend, um gesetzliche Anforderungen zu erfüllen und Vertrauen von Nutzer:innen und Partner:innen zu sichern.

Öffentliche Verantwortung und staatliche Kontrolle

Mit der Etablierung virtueller Räume steigt die Bedeutung staatlicher Aufsicht. Polizei- und Sicherheitsbehörden müssen im Metaverse Gefahren abwehren und Rechtsverstöße verfolgen, ohne Grundrechte zu verletzen. Unternehmen tragen Verantwortung, rechtskonforme Plattformen und Arbeitsräume bereitzustellen, insbesondere hinsichtlich des Datenschutzes, des Urheberrechtes und des Diskriminierungsschutzes (vgl. Steege & Chibanguza, 2023).

Polizeiliche Eingriffe oder Ermittlungen in virtuellen Umgebungen müssen stets verhältnismäßig erfolgen. Auch private Betreiber und Organisationen tragen Verantwortung, etwa indem sie klare Meldewege bei Missbrauch oder Übergriffen einrichten. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Plattformbetreibern, Nutzenden und staatlichen Institutionen kann helfen, Sicherheit zu gewährleisten, ohne Freiheitsrechte einzuschränken.

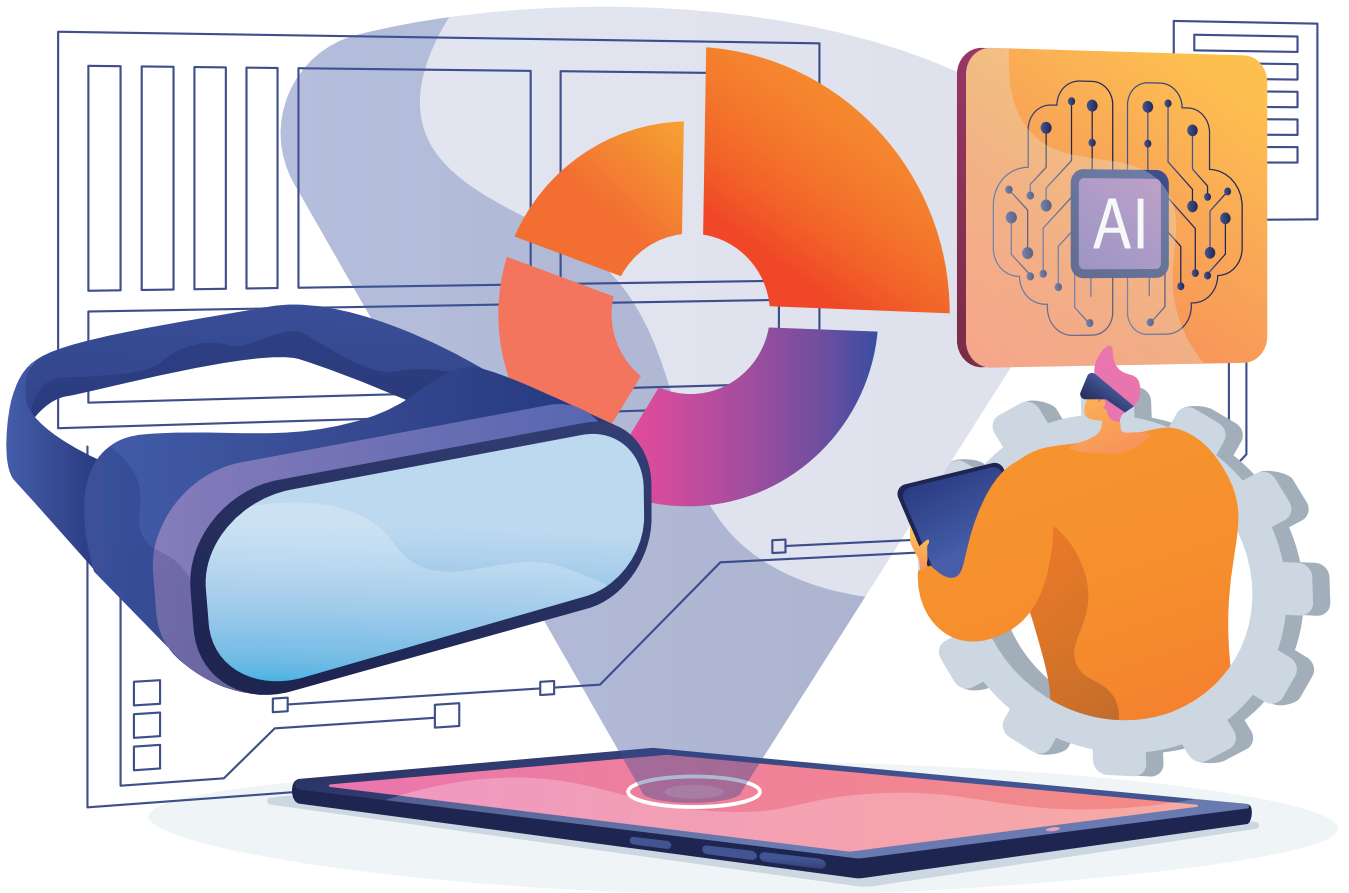
Herausforderungen und rechtliche Risiken

Die zentralen rechtlichen Risiken in XR-Organisations- und Personalentwicklung betreffen:

1. *Datenschutz und Privatsphäre* – XR erfasst sensible personenbezogene Daten; unzureichender Schutz kann zu schwerwiegenden Verstößen führen.
2. *Arbeitsrecht und Gesundheitsschutz* – fehlende Regelungen zu Arbeitszeiten, Belastungen oder ergonomischen Standards können Haftungsrisiken erzeugen.
3. *Haftung und Compliance in dezentralen Strukturen* – fehlende Governance und Dokumentation gefährden Rechtssicherheit und Verantwortungszuordnung.

Ein verantwortungsvoller Umgang mit diesen Risiken erfordert, Rechtliche Vorgaben nicht als Hindernis, sondern als Gestaltungsrahmen für Fairness, Transparenz und Schutz zu begreifen.

2 Technologie und Design



Der zweite Abschnitt behandelt insbesondere die technologischen Aspekte von XR mit Blick auf Zugänglichkeit, Inklusion und Partizipation. Es wird untersucht, wie XR sowohl technisch als auch gestalterisch zugänglich gestaltet werden kann und welche partizipativen Entwicklungsansätze hierfür geeignet sind.

2.1 Ethische und soziale Implikationen

Die Entwicklung und Implementierung von XR-Technologien erfordert eine kritische Auseinandersetzung mit ethischen und sozialen Implikationen, insbesondere hinsichtlich Partizipation und gesellschaftlicher Verantwortung. XR-Systeme erheben und verarbeiten sensible Daten, darunter biometrische und verhaltensbezogene Informationen, die Rückschlüsse auf Identität, Emotionen und mentale Zustände ermöglichen. Daraus resultieren erhebliche Risiken für Privatsphäre, Anonymität und informationelle Selbstbestimmung (vgl. McGill, 2021). Zudem wirft die Erzeugung di-

gitaler Klone und Avatare Fragen nach Eigentum, Identität und Authentizität auf, die neue Formen von Identitätsdiebstahl und Manipulation ermöglichen (vgl. Eriksson, 2021).

Das Prinzip des Privacy by Design, entwickelt von Ann Cavoukian, steht für die systematische Berücksichtigung von Datenschutz bereits in der Planungsphase technischer Systeme. Ziel ist es, Risiken für personenbezogene Daten frühzeitig zu erkennen und durch geeignete Maßnahmen zu minimieren (vgl. Cavoukian, 2010). Die rechtliche Grundlage für Privacy by Design und Privacy by Default ist in Art. 25 DSGVO verankert, der Verantwortliche verpflichtet, den Schutz personenbezogener Daten sowohl vor Beginn der Verarbeitung als auch während des gesamten Verarbeitungsprozesses sicherzustellen (vgl. Udsching et al., 2024, 6. Aufl., SGB XI vor § 93 Rn. 20).

Ein ethisch reflektiertes XR-Design muss daher Prinzipien der Transparenz, Inklusivität und Zugänglichkeit integrieren. Die Gestaltung darf nicht



Ethische und soziale Empfehlungen | Technologie und Design

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten in der technischen Entwicklung | <ul style="list-style-type: none"> ● Grundlegendes technisches Verständnis aller Projektbeteiligten sicherstellen, z. B. durch Peer-to-Peer-Teaching |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Datenschutz von Beginn an: Privacy-by-Design und Datenschutz-Folgenabschätzungen sind integrale Bestandteile jeder Entwicklung | <ul style="list-style-type: none"> ● Förderung einer verantwortungsvollen „Technikkultur“ durch die integrative Verbindung der Bereiche Didaktik, Evaluation und Technik (vgl. Abschnitt 3: Inhalt und Didaktik) |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Technische Schulungsmaßnahmen müssen an den Erfahrungsstand der Zielgruppe angepasst werden | <ul style="list-style-type: none"> ● XR-Systeme müssen für Menschen mit unterschiedlichen körperlichen und sensorischen Voraussetzungen zugänglich sein (niedrigschwelliger Einstieg in die Nutzung von XR-Technologie) |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Diverse Nutzer:innen und relevante Interessengruppen sollten durchgehend partizipativ in den Entwicklungsprozess eingebunden werden | <ul style="list-style-type: none"> ● Kontextsensitive Gestaltungshinweise sollten in XR-Anwendungen implementiert werden |
| <ul style="list-style-type: none"> ● XR-Erfahrungen sollten nicht vorausgesetzt werden | |

nur technisch, sondern auch sozial verantwortlich erfolgen, um Diskriminierung, algorithmische Verzerrungen und Barrieren für marginalisierte Gruppen zu vermeiden (vgl. Fox et al., 2022).

Partizipative Entwicklungsprozesse, die Nutzer:innen und betroffene Gemeinschaften frühzeitig einbeziehen, fördern Akzeptanz, Vertrauen und kulturelle Vielfalt. Projekte sollten Mechanismen für Verantwortung und Rechenschaft implementieren, um Missbrauch, Überwachung und Machtkonzentration in XR-Ökosystemen zu verhindern. Nur durch eine werteorientierte und partizipative Entwicklung kann XR einen nachhaltigen Beitrag zu einer gerechten und inklusiven digitalen Zukunft leisten (vgl. Stephens, 2022).

Die technische Ausbildung der Nutzer:innen

Um eine effektive Nutzung der XR-Anwendung zu gewährleisten, ist zunächst die technische Vorerfahrung der Zielgruppe zu ermitteln. Auf dieser Basis können angemessene Schulungsmaßnahmen entwickelt werden, die sowohl die Bedienung der Hardware als auch die Interaktion innerhalb der Anwendung umfassen. Die technologische Umsetzung von XR-Anwendungen sollte parallel zu herkömmlichen Softwareentwicklungsprozessen konsequent an den übergeordneten Projektzielen ausgerichtet werden. Um Abweichungen zu minimieren, sollten Nutzer:innen kontinuierlich in den Entwicklungsprozess eingebunden werden, um Anforderungen, tatsächliche Funktionen und technische Machbarkeit zu klären (vgl. Kernebeck & Fischer, 2024).

Eine frühzeitige und kontinuierliche Nutzer:innenbeteiligung erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass das Endprodukt den realen Anforderungen entspricht, fördert das Gefühl von Produkt-Eigentümerschaft und steigert sowohl Nutzerzufriedenheit als auch Integration in Nutzungskontexte (vgl. Scariot et al., 2012).

Partizipation kann in vier Stufen erfolgen: Nicht-Partizipation, Vorstufen der Partizipation, Partizipation und Selbstorganisation. Während in der Nicht-Partizipation Nutzer:innen keinerlei Einfluss auf Entscheidungen haben, ermöglicht die Selbstorganisation vollständige Entscheidungs- und Handlungsmacht (vgl. Wright et al., 2021).

Technische Ausbildung der Nutzer:innen

Zur effektiven Nutzung von XR-Anwendungen muss zunächst der technische Erfahrungsstand der Zielgruppe ermittelt werden. Darauf basierend können angepasste Schulungsmaßnahmen entwickelt werden, die Hardware-Bedienung und Interaktion innerhalb der Anwendung umfassen.

Schulungsansätze für unerfahrene Nutzer:innen

- Grundfunktionen des Equipments in Einführungsveranstaltungen schrittweise vermitteln
- Relevante Controller-Tasten markieren und nicht benötigte Bedienelemente abdecken, um Komplexität zu reduzieren
- Fokussierung auf essenzielle Steuerungselemente, um Überforderung zu vermeiden (vgl. Mulders et al., 2020)

Schulungsansätze für technisch versierte Nutzer:innen

- Verwendung etablierter Standards, z.B. vertraute Controller-Layouts
- Bereitstellung zusätzlicher Konfigurationsmöglichkeiten, z.B. Teleportation oder kontinuierliche Bewegung
- Integration spielerischer Elemente wie Punkte, Abzeichen oder Bestenlisten zur Steigerung von Motivation und Engagement (vgl. Maroukakis et al., 2023)

Zugangsvoraussetzungen zu XR-Technologien

Die Entwicklung und Nutzung von XR-Anwendungen erfordert eine abgestimmte technologische Infrastruktur aus Hard- und Softwarekomponenten, die eine effiziente Umsetzung ermöglichen. Nachfolgend werden die erforderlichen Voraussetzungen beschrieben, beginnend mit der **Hardware-Infrastruktur**, deren Details im technischen Teil weiter ausgeführt werden.

Bei der Auswahl und der Gestaltung der digitalen Infrastruktur sollte der Fokus nicht allein auf der Funktionalität liegen. Ebenso relevant sind Aspekte wie der Einsatz von Open-Source-Software und der Entwicklungsstandort.

Open-Source-Software bezeichnet Programme, deren Quellcode öffentlich zugänglich ist und von jeder Person eingesehen, verändert und weiterverbreitet werden kann. Diese Vorgehensweise fördert nicht nur Transparenz und Sicherheit, sondern erweist sich sowohl aus gesellschaftlicher Perspektive als wünschenswert als auch aus unternehmerischer Sicht als ökonomisch und strategisch sinnvoll, insbesondere im Bereich des Vertriebs. Die Nutzung lokaler oder quelloffener

Softwarelösungen bietet hierbei zusätzliche Vorteile, da proprietäre Systeme potenziell höhere Sicherheitsrisiken aufweisen und in geringerem Maße zur gesellschaftlichen Wertschöpfung beitragen (vgl. Renner et al., 2005.).

Die in der **Software-Infrastruktur** Tabelle aufgeführten Beispiele dienen lediglich einer eher oberflächlichen Orientierung. Es ist ratsam, Frameworks, Bibliotheken und weitere Software kontinuierlich zu evaluieren, um stets die geeigneten und aktuellen Lösungen auszuwählen.

Maßnahmen zur Verringerung von Motion Sickness

Motion Sickness, eine durch physische oder virtuelle Bewegung ausgelöste Form der Bewegungs-krankheit, stellt weiterhin eine zentrale Herausforderung für XR-Technologien dar. Sie beschreibt ein komplexes Syndrom, das weit über Übelkeit und Erbrechen hinausgeht und Symptome wie Schwindel, Kopfschmerz, kognitive Ermüdung und das sogenannte Sopite-Syndrom (Müdigkeit, Apathie) umfasst. Ausgelöst wird es vor allem durch Konflikte zwischen visuellen, vestibulären und viszerale Signalen, deren Verarbeitung im Gehirn

Hardware-Infrastruktur	
Wird benötigt	Beschreibung
XR-Endgerät	Zentrale Schnittstelle zwischen Nutzer*innen und virtueller Umgebung.
Computer	Dient der Entwicklung, dem Rendering und gegebenenfalls der Ausführung der XR-Anwendung. Die Hardware sollte mindestens den Spezifikationen der verwendeten Anwendungen entsprechen (z. B. Grafikkarten-, Arbeitsspeicher-, Prozessorleistung).
Netzwerkinfrastruktur	Für die drahtlose Verbindung zwischen Computer und XR-Endgerät wird eine stabile Netzwerkumgebung benötigt. Eine zuverlässige Verbindung ist insbesondere für Cloud-basierte Entwicklungsumgebungen und Remote Rendering essenziell.

Abb. 1: Eigene Darstellung; Minimale empfohlene Hardware-Infrastruktur für die Entwicklung von XR-Anwendungen

Software-Infrastruktur	
Wird benötigt	Beschreibung
Game Engine	Zentrale Entwicklungsplattform zur Erstellung immersiver Anwendungen (z. B. Unity, Unreal Engine, Godot). Sie dient der Integration von 3D-Modellen, Physik, Interaktionen und Benutzeroberflächen.
Verbindungsplattformen und SDKs	Abhängig vom Hersteller des XR-Geräts ist zusätzliche Software erforderlich, um das Gerät mit dem Computer zu koppeln oder Inhalte darauf zu übertragen (z. B. Meta Quest Link, SteamVR, OpenXR).
Entwicklungswerkzeuge	Für modellbasierte oder interaktive Inhalte sind ergänzende Tools wie Code-Editoren, 3D-Modellierungssoftware, Texturierungsprogramme oder Audibearbeitungssoftware erforderlich.

Abb. 2: Eigene Darstellung in Anlehnung an Marques et al. (2024)

individuell stark variiert und von Faktoren wie Anpassungsfähigkeit, Aufmerksamkeit und physiologischer Empfindlichkeit abhängt (vgl. Lackner, 2014).

Aktuelle Forschung, insbesondere von Pöhlmann et al. (2023), untersuchte den Zusammenhang zwischen Geschlecht, Motion-Sickness-Anfälligkeit und Cybersickness-Erleben in VR. Die Autor:innen fanden, dass Frauen zwar eine stärkere Anfälligkeit für traditionelle Bewegungskrankheit (Motion Sickness History) berichteten, jedoch keine signifikanten Unterschiede im Ausmaß der Cybersickness zwischen Männern und Frauen auftraten. Ebenso konnte die individuelle Motion-Sickness-Historie nicht als Prädiktor für Cybersickness identifiziert werden. Als mögliche Erklärungsansätze für die teils beobachteten Geschlechterunterschiede werden Unterschiede in der posturalen Stabilität, hormonelle Schwankungen sowie ein größeres visuelles Sichtfeld diskutiert.

Gleichzeitig wird auf die Notwendigkeit hingewiesen, weitere individuelle Faktoren wie Erfahrung mit VR oder Gaming sowie biologische und psychologische Unterschiede stärker in den Blick zu nehmen (vgl. Pöhlmann et al., 2023).

Während geschlechtsspezifische Unterschiede somit keine verlässlichen Prädiktoren für das Auftreten von Cybersickness darstellen, rückt zunehmend ein weiterer demografischer Faktor in den Fokus aktueller Forschung, die ethnische Zugehörigkeit. Martingano et al. (2022) untersuchten in einer Meta-Analyse sechs ethnisch vielfältige Stichproben und fanden signifikante Unterschiede in der Ausprägung von Cybersickness zwischen den Gruppen. Personen mit dunklerer Hautfarbe berichteten im Durchschnitt geringere Symptome als Teilnehmende mit weißer Hautfarbe, während zwischen asiatischstämmigen und kaukasischen Personen keine signifikanten Abweichungen festgestellt wurden. Diese Unterschiede blieben über verschiedene VR-Umgebungen hinweg stabil und deuten auf ein komplexes Zusammenspiel physiologischer, kultureller und methodischer Faktoren hin. Die Befunde unterstreichen die Notwendigkeit einer diversitätsbewussten Entwicklung, um Verzerrungen und ungleiche Nutzererfahrungen zu vermeiden (vgl. Martingano et al., 2022).

Um Motion Sickness in XR-Anwendungen zu reduzieren, können gezielte Designstrategien eingesetzt werden, die die Diskrepanz zwischen visuellen und körperlichen Wahrnehmungen minimieren und dadurch Übelkeit sowie Unwohlsein

Maßnahmen zur Reduktion von Motion Sickness	
Bereich	Empfehlung
Bewegung	<ul style="list-style-type: none"> • Teleportation verwenden, wenn der physische Raum begrenzt ist; Physische Bewegung (Room-Scale) bevorzugen, falls der reale Raum ausreichend groß ist. • Sichtfeld bei Joystick-/Thumbstick-Bewegung einschränken, z. B. durch FOV-Tunneling (vgl. Adhanom, 2020, S. 645). • Plötzliche Beschleunigungen/Abbremsungen (lineare oder rotatorische) verhindern und ruckfreie Kamerabewegung implementieren (vgl. Johnson & De Weck, 2025, S. 9).
Bild	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe und stabile Bildwiederholrate von mindestens 90 fps (frames per second) oder mehr • Motion Blur (Bewegungsunschärfe) deaktivieren.
Konnektivität	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Latenz zwischen Benutzereingabe und visueller Darstellung gewährleisten (< 20 ms) (vgl. Huawei Technologies Co. Ltd., 2019, S. 23).
Umgebung	<ul style="list-style-type: none"> • Klare visuelle Orientierungspunkte (z. B. Bodenraster, statische Objekte usw.) bereitstellen. • Keine großflächig bewegten Objekte im Sichtfeld, um das Gefühl von Eigenbewegung zu vermeiden (vgl. Michalak, 2017, S. 3).
Gerät	<ul style="list-style-type: none"> • Ideale IPD (Interpupillardistanz) für die jeweiligen Benutzer:innen ermitteln. • Das VR/AR-Gerät fest am Kopf befestigen, sodass es nicht wackelt.
Nutzung	<ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige kurze Pausen zwischen den Übungseinheiten (vgl. Johnson & De Weck, 2025, S. 9)

Abb. 3: Eigene Darstellung in Anlehnung u. a. an Adhanom, 2020, 645; Huawei Technologies Co. Ltd., 2019, S. 23; Johnson & De Weck, 2025, S. 9 & Michalak, 2017, S. 3

vorbeugen. Forschungsergebnisse zeigen, dass derartige Ansätze die Symptome signifikant verringern können. Die nachfolgenden Empfehlungen bieten konkrete Hinweise zur Gestaltung der Anwendungen. Dabei sollte die Umsetzung stets auf die zuvor thematisierte Zielgruppe abgestimmt werden, um die größtmögliche Wirksamkeit zu erzielen.

Neben Motion Sickness Maßnahmen können auch inklusive XR-Gestaltungsmaßnahmen eine technische Berücksichtigung unterschiedlicher körperli-

cher und sensorischer Voraussetzungen erfüllen, um für eine Verbesserung der Barrierefreiheit zu sorgen. Während inklusive technische Features vor allem soziale und kulturelle Vielfalt adressieren, bezieht sich Barrierefreiheit stärker auf die physische und sensorische Zugänglichkeit immersiver Systeme. Eine barrierefreie XR-Gestaltung verfolgt das Ziel, Nutzer:innen mit unterschiedlichen körperlichen, motorischen oder sensorischen Voraussetzungen die gleichberechtigte Nutzung digitaler Umgebungen zu ermöglichen. Dazu gehört die Anpassung technischer Parameter ebenso wie

Mindestanforderungen von inklusions- und technikorientierter Gestaltung		
Bereich/Komponente	Empfehlung	Negative Auswirkungen
Bildschirm	<ul style="list-style-type: none"> ● Sollte eine Bildwiederholrate von mindestens 90Hz oder mehr bieten (vgl. Huawei Technologies Co. Ltd., 2019, S. 23). ● Sollte eine PPD (pixels per degree) von mindestens 20 oder mehr bieten. ● Sollte eine Leuchtdichte von 100 nits oder mehr bieten. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Augenschmerzen ● Schwindel ● Übelkeit
Sichtfeld	<ul style="list-style-type: none"> ● Sollte ein Sichtfeld von mindestens 100° horizontal und 90° vertikal oder mehr bieten. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Könnte Benutzer:innen mit höherem Sichtfeld benachteiligen.
Anpassbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> ● Sollte einen angemessenen Abstand bieten, um das Tragen einer Brille zu ermöglichen. ● Sollte über ein angemessen großes Kopfband verfügen, das sich individuell anpassen lässt. ● Sollte über einen einstellbaren IPD (Interpupillardistanz) Bereich verfügen im Bereich von 56-70 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Könnte Menschengruppen mit körperlichen Beeinträchtigungen ausschließen (z.B. Sehschwäche). ● Könnte Druckschmerzen, Motion Sickness oder ein unsicheres Gefühl verursachen. ● Verschwommene Sicht
Externes	<ul style="list-style-type: none"> ● Sollte über mindestens einen USB-C-Anschluss verfügen. ● Sollte über einen Kopfhöreranschluss verfügen. ● Sollte über Stereo-Lautsprecher verfügen. ● Sollte über ein Mikrofon verfügen. 	
Batterie	<ul style="list-style-type: none"> ● Komponentenabhängige Kapazität; sollte unter hoher Last einer Laufzeit von ca. 2,5 h entsprechen (vgl. Huawei Technologies Co. Ltd., 2019, S. 23). 	
Kamera	<ul style="list-style-type: none"> ● Vorausgesetzt, eine Passthrough-Funktion ist verfügbar, sollten die Kameras insgesamt möglichst hochauflösend sein. 	
Konnektivität	<ul style="list-style-type: none"> ● Sollte über Bluetooth 5.0 oder höher verfügen. ● Sollte über Wi-Fi 5 oder höher verfügen. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Könnte zu Problemen bei der Datenübertragung führen.
Gewicht	<ul style="list-style-type: none"> ● Gewicht des Gerätes sollte möglichst nicht höher als 500 g sein (vgl. Huawei Technologies Co. Ltd., 2019, S. 23). 	<ul style="list-style-type: none"> ● Mögliche Schmerzen an der Nase und/oder am Nacken
Material	<ul style="list-style-type: none"> ● Sollte über hautfreundliches und atmungsaktives Material verfügen, was sich leicht reinigen und/oder austauschen lässt. 	

Abb. 4: Eigene Darstellung in Anlehnung an Huawei Technologies Co. Ltd., 2019, S. 23

die Entwicklung alternativer Interaktionsformen, um Einschränkungen zu kompensieren und Teilhabe unabhängig von individuellen Voraussetzungen sicherzustellen. Systeme sollten variable Interaktionsgeschwindigkeiten und flexible Bewegungsabläufe erlauben, um Nutzer:innen mit motorischen oder kognitiven Einschränkungen einzubeziehen.

Ebenso gilt es, visuelle Reize so zu gestalten, dass sie weder Epilepsie noch Bewegungskrankheit auslösen, etwa durch die Reduktion von Flackern und alternative Navigationsformen. Für seh- oder farbbeinträchtigte Personen sind anpassbare Farbschemata und kontrastreiche Darstellungsoptionen zentral, um Informationen klar zu erkennen und visuelle Hinweise sicher zu interpretieren. Ergänzend tragen räumliche Audiokonzeptionen, Textbeschreibungen und Mono-Audio-Optionen zur Zugänglichkeit für hörbeeinträchtigte Personen bei (vgl. O'Connor, 2021).

2.2 Rechtliche Implikationen

XR-Technologien verbinden technische Innovation mit gesellschaftlicher Verantwortung. Dies führt zu neuen rechtlichen Herausforderungen: Wie lassen sich Sicherheit, Datenschutz und Persönlichkeitsrechte wahren, wenn virtuelle und reale Räume verschmelzen? Dieser Abschnitt beleuchtet zentrale rechtliche Aspekte der Entwicklung und Gestaltung von XR-Anwendungen und zeigt, wie technologische Kreativität mit Rechtskonformität und ethischer Verantwortung verbunden werden kann.

Recht und Technologie als Partner

Recht und Technologie stehen nicht im Widerspruch, sondern ergänzen sich, wenn beide auf Verantwortung, Transparenz und Teilhabe ausgerichtet sind. XR kann nur dann als vertrauenswürdige Zukunftstechnologie bestehen, wenn Datenschutz, Sicherheit, Kreativität und Menschenwürde gleichermaßen berücksichtigt werden. Eine rechtlich reflektierte Technikgestaltung trägt damit zur fairen, offenen und sicheren digitalen Gesellschaft bei (vgl. McGill, 2021).



Rechtliche Empfehlungen | Technologie und Design

- XR-Systeme müssen mit Fokus auf Datenschutz, Transparenz und Verantwortlichkeit gestaltet werden
- Sicherheit als Standard: Technische und organisatorische Maßnahmen regelmäßig überprüfen und dokumentieren
- Identität schützen: Sichere, pseudonyme Identifizierung ermöglichen und Transparenz wahren
- Kreativität respektieren: Rechtklärung und faire Lizenzierung für Designs und Inhalte
- Finanztransparenz sichern: Regulatorische Vorgaben (MiCA, ZAG, AMLD) einhalten
- Normen anwenden: ISO- und DIN-Standards zu Sicherheit, Barrierefreiheit und Interoperabilität berücksichtigen
- Persönlichkeitsrechte achten: Klare Community- und Moderationsregeln gegen Missbrauch und Diskriminierung

Sicherer und rechtskonformer technischer Rahmen

Die Grundlage jeder XR-Entwicklung ist ein sicherer, rechtskonformer technischer Rahmen. Datenschutz, IT-Sicherheit und Normenkonformität sind integraler Bestandteil einer verantwortlichen Entwicklungskultur (vgl. Engelhardt et al., 2022). Rechtsvorschriften wie die DSGVO, die NIS2-Richtlinie, das IT-Sicherheitsgesetz oder der geplante Cyber Resilience Act (CRA) bilden den regulatorischen Rahmen. Entwickler:innen und Organisationen tragen die Verantwortung, dass Systeme sicher, transparent und nachvollziehbar funktionieren. Dazu gehören:

- Absicherung sensibler Daten
- Schutz digitaler Identitäten
- Sicherstellung der Integrität von Plattformen

Der Einsatz technischer Standards – z. B. für Verschlüsselung, Authentifizierung oder Schnittstellen – ist sowohl technische als auch rechtliche Pflicht, um Haftungsrisiken zu minimieren und Vertrauen zu schaffen (vgl. Madiaga et al., 2022).

Datenschutz und Privacy-by-Design

Datenschutz ist mehr als juristische Pflicht – er ist Ausdruck von Respekt gegenüber Nutzer:innen. XR-Systeme verarbeiten häufig hochsensible Daten wie Bewegungen, Blickrichtungen, Sprachmuster oder emotionale Reaktionen. Diese Daten sind Teil der persönlichen Identität und erfordern besonderen Schutz.

Ein Privacy-by-Design-Ansatz integriert Datenschutz bereits in der Konzeption. Dazu gehören Datensparsamkeit, Pseudonymisierung und transparente Einwilligungsprozesse. Nutzer:innen müssen jederzeit nachvollziehen können, welche Daten zu welchem Zweck verarbeitet werden und wie sie ihre Rechte – etwa auf Löschung oder Datenübertragbarkeit – ausüben können.

Digitale Identitäten bestimmen die Interaktion in XR

Sie definieren Rechte, Zugänge und die Sichtbarkeit im virtuellen Raum. Das europäische Identitätsrecht (eIDAS und eIDAS 2.0) bildet die Grundlage für sichere, interoperable Systeme.

Organisationen sollten sichere, datenschutzfreundliche Authentifizierungsverfahren implementieren. Prinzipien wie Pseudoanonymität und Self-Sovereign Identity stärken die Selbstbestimmung der Nutzer:innen. Wo rechtssichere Identifizierung notwendig ist – z.B. bei Finanztransaktionen, medizinischen Anwendungen oder Altersverifikationen – können moderne Verfahren wie Videoident, biometrische Authentifizierung oder Blockchain-basierte Nachweise genutzt werden. Verantwortlicher Umgang mit Identität schützt vor Betrug, Identitätsdiebstahl und stärkt Vertrauen zwischen Nutzenden, Entwickelnden und Plattformen.

Designrecht und kreative Verantwortung

Design in XR ist nicht nur ästhetisch, sondern auch rechtlich relevant. Virtuelle Objekte, Benutzeroberflächen und Avatare können urheber- oder designrechtlich geschützt sein. Respekt vor geistigem Eigentum ist Teil einer ethischen XR-Kultur. Entwickler:innen sollten vor der Integration externer Inhalte oder 3D-Objekte Nutzungsrechte klären und Lizenzen dokumentieren. Plattformen sollten Mechanismen bereitstellen, um Rechtsverletzungen zu melden und zu beheben (Steege & Chibanguza, 2023; Wagner et al., 2023).

Designrecht fördert zudem Diversität und Zugänglichkeit: Inklusives Design vermeidet Stereotype und ermöglicht allen Menschen gleichberechtigte Nutzung – unabhängig von Herkunft, Geschlecht oder körperlichen Voraussetzungen.

Finanzaufsicht und ökonomische Fairness

XR-Umgebungen werden zunehmend zu Wirtschaftsräumen. Virtuelle Güter, Token und Finanztransaktionen unterliegen denselben Aufsichtsregeln wie physische Märkte. Finanzaufsichtsrechtliche Vorgaben (MiCA, ZAG, KWG) gewährleisten Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Betrugssicherheit. Unternehmen, die Finanztransaktionen oder den Handel mit Kryptowerten anbieten, müssen Lizenzpflichten und Geldwäschevorschriften beachten. Smart Contracts und DeFi-Anwendungen erfordern besondere Sorgfalt, um Manipulation und Intransparenz zu verhindern. Auch bei dezentralen Anwendungen bleibt Datenschutz Pflicht; technische Irreversibilität verlangt zusätzliche Schutzmechanismen (Rath & Just, 2023; Engelhardt et al., 2022).

Normen, Standards und technische Verantwortung

Normen und Standards bilden das Rückgrat sicherer und interoperabler XR-Systeme. Sie gelten als Maßstab für den Stand der Technik; Abweichungen müssen gleichwertige Sicherheits- und Qualitätsstandards nachweisen. Internationale ISO- und DIN-Normen zu Informationssicherheit, Ergonomie und Barrierefreiheit bieten Rechtssicherheit, fördern Transparenz und stärken Nutzervertrauen (Rath & Just, 2023).

Produktsicherheit und Verbraucherschutz sind zentrale Pflichten. Hardware und Software müssen so gestaltet sein, dass sie keine Gefahren für Nutzende darstellen – insbesondere bei Langzeitnutzung, Interoperabilität oder Sensorik. Verstöße können Haftung und Reputationsverlust nach sich ziehen (Steege & Chibanguza, 2023; Wagner et al., 2023; Völzow, 2023).

3 Inhalt und Didaktik



Der dritte Abschnitt konzentriert sich auf die inhaltliche und didaktische Gestaltung der XR-Szenarien. Im Mittelpunkt steht die Berücksichtigung unterschiedlicher Nutzer:innengruppen und deren Bedürfnisse. Dabei geht es darum, Lerninhalte, Interaktionen und Szenarien so zu gestalten, dass sie zugänglich, verständlich und motivierend für alle Nutzer:innen sind.

3.1 Ethische und soziale Implikationen

Die partizipative Softwaregestaltung (engl. Participatory Design) ist ein methodischer Ansatz der Softwareentwicklung, bei dem zukünftige Nutzer:innen als gleichberechtigte Partner:innen in den Entwicklungsprozess einbezogen werden (vgl. Bødker et al., 2022; Finck et al., 2006). Ziel ist es, Wissen, Erfahrungen und Perspektiven der Nutzer:innen systematisch zu berücksichtigen, um Lösungen zu entwickeln, die sowohl passgenau als auch akzeptiert sind.

In Deutschland wurde dieser Ansatz insbesondere durch Christiane Floyd geprägt, die bereits in den 1980er Jahren eine Abkehr vom rein technikgetriebenen Vorgehen hin zu benutzerorientierten Entwicklungsprozessen forderte (Floyd, 1987). Zentral ist dabei die Idee, dass Software nicht nur für, sondern mit den Nutzer:innen entwickelt werden sollte, um deren implizites Wissen in den Gestaltungsprozess einzubringen. Floyd beschreibt diesen Paradigmenwechsel als Übergang von einer „Produktion“ zu einer „Ko-Evolution“ von Mensch und System: Jede Entscheidung im Entwicklungsprozess wirkt sich demnach sowohl auf das Produkt als auch auf die Art seiner Nutzung aus (Floyd, 1992).

Dieses sozial-technische Verständnis bildet die Grundlage für partizipative Softwaregestaltung. Sie berücksichtigt nicht nur technische Vorgaben und formale Anforderungen, sondern integriert systematisch auch subjektive Erfahrungen, Erwartungen und das implizite Wissen der Beteiligten in allen Entwicklungsphasen (Floyd, 1992; Strube, 2022). Software- und Produktentwicklung werden



Ethische und soziale Empfehlungen | Inhalt und Didaktik

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Nutzende sollen Technik als gestaltbar erfahren. Partizipative Softwaregestaltungsansatz mit und für Nutzende umsetzen (vgl. dazu auch Abschnitt 2: Technik & Design) | <ul style="list-style-type: none"> ● In der Sprache und den VR-Interaktionen werden keine Geschlechter ausgeschlossen, so dass für Transparenz und Sichtbarkeit aller Geschlechtsgruppen gesorgt wird |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Verschiedene XR-Szenarien in enger Zusammenarbeit mit diversen Nutzer:innen partizipativ erstellen | <ul style="list-style-type: none"> ● Alle vermittelten Inhalte innerhalb der XR-Szenarien sollten geschlechter- und diversity-orientiert gestaltet werden |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Alltagskontexte stärken und vielfältige Anwendungsbezüge stärken | <ul style="list-style-type: none"> ● Avatare, Interaktionen und Lernumgebungen sollten Vielfalt widerspiegeln, Identifikation fördern und stereotype Verzerrungen aktiv abbauen ● Digitale Souveränität umsetzen |

so als komplexe sozio-technische Systeme verstanden, in denen technische, organisatorische und soziale Aspekte untrennbar verbunden sind. Ziel ist es, die oft bestehende „Entfremdung zwischen Entwicklern und Anwendern“ zu überwinden und echte Dialoge auf Augenhöhe zu ermöglichen (Strube, 2022, S. 108–110). Vor diesem Hintergrund wird deutlich: Die inhaltliche Ausgestaltung von XR-Szenarien mithilfe eines partizipativen Gestaltungsansatzes ist weit mehr als ein Mittel zur Qualitätssicherung. Floyds konstruktivistisches Verständnis sorgt für Transparenz im gesamten Entwicklungsprozess und liefert eine methodische Grundlage, Softwareentwicklung als sozial eingebetteten Gestaltungsprozess zu begreifen und kontinuierlich weiterzuentwickeln.

Die partizipative Softwaregestaltung legte somit den Grundstein für alle nachfolgende agile Softwareentwicklungsansätze, wie beispielsweise für Extreme Programming (XP), Kanban und Scrum etc. Charakteristisch für partizipative Vorgehensweisen und agile Methoden ist außerdem die Wertschöpfungsorientierung. Der Projektfortschritt wird nicht anhand abstrakter Kennzahlen (u.a. Arbeitsstunden oder Personenmonate) gemessen, sondern ausschließlich entlang der einsatzfähigen Funktionen -und des rückgemeldeten Nutzens der Zielgruppen. Die Qualität wird dabei nach jeder Iteration durch den realen Einsatz des Produkts beim Nutzenden bewertet. Diese direkte Koppelung an die Zielgruppe ist somit die effektivste Form der Erfolgsmessung (Böhm, 2019).

Die Entwicklung von XR-Szenarien für und mit vielfältigen Nutzer:innengruppen adressiert damit nicht nur die technischen Aspekte, sondern auch gesellschaftliche Perspektiven und fördert Inklusion, Akzeptanz und Identifikation über unterschiedliche Nutzer:innenprofile hinweg.

Die Ausgestaltung von VR- und AR-Szenarien besteht nicht nur aus 3D-animierten Bildern und Szenen, sondern umfasst auch sprachlich vermittelte

Ausdrucksformen bis hin zu KI-gestützten Interaktionen. Sprache spielt dabei eine zentrale Rolle, da sie soziale Verhältnisse kodiert und stereotypische Vorstellungen transportieren kann. Berufsbilder etwa sind häufig – bewusst oder unbewusst – mit bestimmten Geschlechterbildern verbunden. So zeigen Studien, dass die Verwendung geschlechtergerechter Formen Einfluss auf Kinder hat: „Wird etwa von einem Beruf sowohl in der männlichen als auch in der weiblichen Form (Ingenieurinnen und Ingenieure) gesprochen, schätzen Kinder typisch männliche Berufe als für sich erreichbarer ein und trauen sich eher, diese zu ergreifen. Umgekehrt führt die Verwendung des generischen Maskulinums in Stellenanzeigen zu einem geringeren Anteil weiblicher Bewerbungen“ (Arlt et al., 2020, S. 3). Linguistische Studien belegen bereits seit den 1990er Jahren, dass Genus direkte Auswirkungen auf die Wahrnehmung von Sexus hat (vgl. Kreysler-Kleemann et al., 1999; Pusch, 1999).

Eine geschlechtersensible Sprache betrifft alle Geschlechter. In den XR-Szenarien sollte daher auf gendergerechte Formulierungen geachtet werden – nicht nur in den sozio-technischen Interaktionen, sondern in allen verwendeten Materialien. Dies kann z. B. durch neutrale Substantivierungen wie „Mitarbeitende“, „Interessierte“ oder „Beschäftigte“ erfolgen. Geschlechtergerechte Sprache hilft, Diskriminierungen zu vermeiden und stereotype Rollenbilder durch vielfältige Perspektiven zu ersetzen.

Alle Inhalte der XR-Szenarien sollten darüber hinaus geschlechter- und diversity-orientiert gestaltet sein. Dies lässt sich z. B. durch die Stärkung des „mittleren Raumes“ verdeutlichen: Inhalte und Aufgaben sollten Interessen aller Nutzer:innengruppen ansprechen, ohne auf stereotype Zuordnungen zurückzugreifen. Beispielsweise sollten Themen wie Freizeit, Alltag, Mobilität, Gesundheit oder Umwelt geschlechterübergreifend attraktiv gestaltet werden, statt klassische „männlich“ oder „weiblich“ konnotierte Beispiele wie Autos,

Raumfahrt oder soziale Themen zu wählen. Darüber hinaus sollten Geschlechter- und Diversity-Aspekte gleichwertig und statusneutral in Bildern, Szenen und Beispielen repräsentiert sein. Frauen und Männer mit Migrationshintergrund sollten nicht stereotypisch Assistenzrollen einnehmen, während weiße Männer Führungsrollen übernehmen. Rollen und Funktionen sollten innerhalb der Szenarien systematisch durchmischt werden, um vielfältige Identifikationsmöglichkeiten zu schaffen (Roth et al., 2015; Wiesner, 2017).

Eine reflektierte De- und Neukonstruktion von XR-Szenarien bedeutet somit, unterschiedliche Status-, Rollen- und Identifikationsmöglichkeiten zu integrieren und einen breiten, diversen Nutzer:innenkreis anzusprechen. Hintergrundinformationen und Begründungszusammenhänge können zusätzlich genutzt werden, um die Sensibilität der Nutzer:innen für Diversitätsthemen zu stärken.

Die Vielfalt in XR-Szenarien sollte sich auch in den verwendeten oder neu entwickelten Avataren widerspiegeln. Ein Avatar ist eine digitale Darstellung, die eine Person im virtuellen Raum repräsentiert. Der Einsatz immersiver Technologien eröffnet hierbei neue Perspektiven für gesellschaftliche Teilhabe und Diversität. Werden XR-Systeme gezielt darauf ausgelegt, unterschiedliche Identitäten zu berücksichtigen, können sie als Instrumente sozialer Inklusion wirken. Inklusive technische Features zielen dabei weniger auf die Beseitigung physischer Barrieren ab, sondern auf die bewusste Integration von Vielfalt in Gestaltung, Interaktion und Repräsentation. Studien zeigen, dass die virtuelle Verkörperung soziale Wahrnehmungsprozesse maßgeblich beeinflussen kann. Hasler et al. (2017) veranschaulichen dies in einem Experiment, bei dem weiße Proband:innen in virtuelle Körper unterschiedlicher Hautfarbe versetzt und anschließend mit anderen virtuellen Avataren interagierten. Das zentrale Ergebnis: Nicht die reale ethnische Zugehörigkeit, sondern die virtuelle Körperidentität bestimmte das sozia-

le Verhalten. Teilnehmer:innen, die einen schwarzen virtuellen Körper hatten, zeigten gegenüber dunkelhäutigen Avataren eine stärkere Nachahmung von Mimik und eine intensivere soziale Wahrnehmung – ein umgekehrter Gruppenzugehörigkeits-Bias. Weiße Teilnehmende nahmen schwarze Avatare als Mitglieder der eigenen Gruppe wahr (vgl. Hasler, 2024).

Neuere Forschung bestätigt und erweitert diese Erkenntnisse. Oyedokun et al. (2024) untersuchten in einem VR-Lernspiel zur Vermittlung von Programmierfähigkeiten, wie unterschiedliche Avatar-Hauttöne Motivation, Lernerfolg und Identifikation im virtuellen Raum beeinflussen. Aufbauend auf Theorien der Selbstwahrnehmung und Selbstassoziation zeigte die Studie, dass die Repräsentation von Hauttönen nicht nur soziale Kategorisierungen beeinflusst, sondern auch stereotype Bedrohungen („stereotype threat“) reduzieren und das Zugehörigkeitsgefühl der Nutzer:innen stärken kann.

Daraus folgt: Bei der Gestaltung von XR-Szenarien sollte auf Diversität in Avataren geachtet werden. Die Möglichkeit, Avatare mit unterschiedlichen Hautfarben zu wählen oder zu personalisieren, eröffnet allen Nutzer:innen vielfältige direkte und indirekte Identifikationsmöglichkeiten und trägt zu inklusiven und sozial reflektierten virtuellen Erfahrungen bei.

3.2 Rechtliche Implikationen

XR-Anwendungen eröffnen neue Formen des Lernens, der Kommunikation und der kulturellen Vermittlung. Gleichzeitig entsteht eine rechtliche Verantwortung, Inhalte fair, sicher und respektvoll zu gestalten. Rechtliche Rahmenbedingungen – Urheber-, Marken-, Medien- und Werberecht – legen die Grenzen kreativer Arbeit im Metaverse fest. Sorgfältige Beachtung dieser Regeln trägt nicht nur zu Rechtssicherheit, sondern auch zu Qualität,

Transparenz und Vertrauen bei. Rechtliche Verantwortung in der inhaltlichen Gestaltung bedeutet somit, Kreativität mit Integrität zu verbinden. Wer XR-Inhalte rechtssicher, inklusiv und transparent entwickelt, fördert Innovation, gesellschaftliche Akzeptanz und Vertrauen.

Persönlichkeitsrechte in immersiven Räumen

Avatare, Stimmen und Bewegungen sind Ausdruck der Persönlichkeit und verdienen denselben Schutz wie reale Identitäten. Ein verantwortungsvoller Umgang mit Avataren bedeutet, die Selbstbestimmung der Nutzenden zu achten und sichere, respektvolle Interaktionsräume zu schaffen. Jede Nutzung personenbezogener Merkmale in XR erfordert die Einwilligung der Betroffenen und muss die Grundrechte auf Privatsphäre und Würde wahren (Engelhardt et al., 2022). Plattformen sollten Mechanismen bereitstellen, um Belästigung, Identitätsdiebstahl und Missbrauch digitaler Repräsentationen zu verhindern sowie ungewollte Inhalte zu melden oder zu löschen (Engelhardt et al., 2022; Steege & Chibanguza, 2023).

Urheber- und Leistungsschutz

Kreative Leistungen – 3D-Designs, Musik, Animationen oder Texte – bilden das Fundament immersiver Welten und sind urheberrechtlich geschützt. XR-Projekte müssen Originalität respektieren, Li-

zenzen dokumentieren und Quellen offenlegen (Wenzel et al., 2024). Eine faire Gestaltungspraxis stärkt die Innovationskraft und fördert nachhaltige Kooperation zwischen Entwickelnden, Künstler:innen und Nutzer:innen. Besonders in partizipativen XR-Umgebungen sind transparente Lizenzmodelle und klare Nutzungsbedingungen notwendig, um Konflikte über Eigentum, Bearbeitung oder Weitergabe zu vermeiden.

Marken und virtuelle Identitäten

Marken prägen auch virtuelle Welten – als Logos, Namen oder Produkte, die Avatare nutzen. Ihre Nutzung ist rechtlich nur mit Zustimmung der Rechteinhaber erlaubt. Nachahmung, irreführende Verwendung oder Imitation verletzen Schutzrechte (Rath & Just, 2023; Steege, 2023). Plattformbetreiber:innen tragen Mitverantwortung, Markenrechtsverletzungen zu verhindern und auf Beschwerden zu reagieren. Gleichzeitig kann virtuelle Markenführung positive Effekte haben: Sie schafft Wiedererkennung, fördert Vertrauen und kann soziale oder bildungsbezogene Werte vermitteln, sofern sie transparent und diskriminierungsfrei erfolgt.

Medienrecht und Verantwortung für Inhalte

XR erweitert die Medienlandschaft, bringt jedoch bekannte Pflichten mit sich: Schutz von Minderjährigen, Wahrung der Menschenwürde und Umgang



Rechtliche Empfehlungen | Inhalt und Didaktik

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Rechte klären: Jede Nutzung fremder Inhalte nur mit Zustimmung oder offener Lizenz | <ul style="list-style-type: none"> ● Gesundheitsstandards beachten: Medizinische XR-Anwendungen nur mit Zulassung verwenden |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Transparenz sichern: Werbung, Sponsoring und Markenkennzeichnung eindeutig gestalten | <ul style="list-style-type: none"> ● Daten schützen: Emotionale und biometrische Daten mit besonderer Sorgfalt behandeln |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Jugendschutz wahren: Alterskennzeichnungen und technische Schutzmaßnahmen umsetzen | <ul style="list-style-type: none"> ● Bildung fördern: Offene Lehr- und Lernmaterialien (OER) nutzen und korrekt attribuieren |

mit sensiblen Themen. Inhalte dürfen Gewalt oder Diskriminierung nicht verherrlichen und müssen jugendschutzrechtliche Standards einhalten (Steege & Chibanguza, 2023; Wagner et al., 2023; Wenzel et al., 2024). Immersive Erlebnisse wirken oft intensiver als klassische Medien, daher sind Altersfreigaben, Zugangskontrollen und transparente Inhaltskennzeichnungen besonders wichtig. Selbstregulierung, z. B. durch Mitgliedschaft in anerkannten Ethik- oder Jugendschutzgremien, ist zentral. Moderation, Beschwerdesysteme und klare Community-Richtlinien sind Voraussetzung für sozial verträgliche XR-Inhalte.

Gesundheit und medizinische Anwendungen

XR-Anwendungen in Therapie, Schulung oder Diagnostik unterliegen strengen Medizin- und Medizinproduktevorschriften. Software, die Krankheiten erkennt, verhütet oder behandelt, gilt als Medizinprodukt und muss zertifiziert sein. Sicherheit, Wirksamkeit und Datenschutz haben oberste Priorität. Nutzer:innen müssen erkennen können, ob sie sich in einer medizinischen oder rein edukativen Anwendung befinden. Institutionen und Unternehmen sollten nur geprüfte Software einsetzen, Risiken dokumentieren und transparente Hinweise geben, um Vertrauen zu schaffen (Steege & Chibanguza, 2023).

Urheberrecht und digitale Bildungskultur

XR-Lerninhalte basieren häufig auf bestehenden Werken – Texte, Bilder, Musik oder Filme. Diese dürfen nur genutzt werden, wenn sie frei lizenziert, rechtmäßig erworben oder unter zulässigen Ausnahmen (z. B. Bildungsnutzung) verwendet werden. Offene Lizenzen wie Creative Commons erleichtern die legale Weiterverwendung. Didaktisch verantwortliche Personen sollten Rechteklärung in Unterrichts- und Entwicklungsplanung integrieren, um eine Kultur des fairen Teilens zu etablieren (Völzow, 2023; Wenzel et al., 2024).

Werbung und kommunikative Transparenz

Im Metaverse verschwimmen Erlebnis- und Werbeformate. Kommerzielle Inhalte müssen klar als solche erkennbar sein – ob virtuelle Plakate, Influencer-Avatare oder Produktintegration. Transparenz schützt Nutzer:innen vor Täuschung und Manipulation. Auch datenbasierte oder KI-gestützte Werbung darf nur mit Einwilligung erfolgen. Das Werberecht verlangt zudem kulturelle Sensibilität: Inhalte dürfen nicht diskriminierend oder ausbeuterisch sein. Gute Praxis umfasst nachvollziehbare, respektvolle und offene Kommunikation gegenüber allen Beteiligten (Wenzel et al., 2024).

4 Tests und Evaluation



Der vierte Abschnitt thematisiert den Bereich, der sich auf Tests und Evaluation bezieht. Dieser behandelt die Möglichkeiten, wie Tests und Evaluationen so gestaltet werden können, dass eine bessere Zugänglichkeit garantiert werden kann und somit Risiken während der Vermarktung verringert werden können.

4.1 Ethische und soziale Implikationen

Um die Qualität, Glaubwürdigkeit, soziale und ethische Integrität der Evaluationen von XR-Systemen sicherzustellen, werden die etablierten Qualitätsstandards der Gesellschaft für Evaluation e.V. (DeGEval) als Ausgangspunkt gewählt. Diese Standards bieten ein praxisbewährtes Rahmenwerk, das zentrale Werte wie Nützlichkeit, Fairness, Durchführbarkeit und Genauigkeit mit konkreten Einzelstandards verbindet.

Die Oberkategorien der Qualitätsstandards beinhalten 25 Einzelstandards wie etwa:

- Identifizierung aller Beteiligten und Betroffenen, damit ihre Interessen und Informationsbedürfnisse in die Evaluation einfließen.
 - Klarheit über die evaluierten Zwecke, um Auftrag und Erwartungen transparent zu machen.
 - Evaluator:innen sollen fachlich und methodisch kompetent sein, damit ihre Arbeit glaubwürdig ist.
 - Transparenz der Werthaltungen – die Werte der Beteiligten müssen offengelegt werden, da sie die Interpretation beeinflussen.
 - Schutz individueller Rechte – Rechte, Sicherheit und Würde der Teilnehmenden müssen gewahrt sein.
 - Unparteilichkeit – unterschiedliche Sichtweisen sollen in Prozess und Bericht berücksichtigt werden.
 - Validität & Reliabilität – Datenquellen und Methoden sollen so gewählt werden, dass die Daten zuverlässig und gültig sind.
 - Meta-Evaluation – Evaluationen sollen dokumentiert und so archiviert werden, dass sie selbst evaluiert werden können.
- (vgl. DeGEval, 2016)



Ethische und soziale Empfehlungen | Tests und Evaluation

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Unabhängige oder externe Evaluationspartner:innen zurate ziehen | <ul style="list-style-type: none"> ● Partizipative Evaluation stärken |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Durchführung einer ELSI-Sensibilisierung vor Evaluationsbeginn | <ul style="list-style-type: none"> ● Bei der Auswahl der Testpersonen Minoritäten berücksichtigen und bei Unterrepräsentanz spezifisch adressieren |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Multikategoriale Datenauswertung unter Berücksichtigung verschiedener Kategorien wie Geschlecht, Ethnizität, Behinderung und weitere | <ul style="list-style-type: none"> ● Evaluationsbereich auf allen Ebenen des Projektes integrieren |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Zugangsvoraussetzungen und Abbruchquoten im Blick behalten | <ul style="list-style-type: none"> ● Abstimmung der Evaluationsmethoden auf den Gegenstand der Evaluation und Methodenoffenheit (qualitativ, quantitativ, mixed-methods) |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Arbeitskontexte und Lebensrealitäten von verschiedenen Gruppen berücksichtigen | <ul style="list-style-type: none"> ● Methoden zur ethischen Folgenabschätzung nutzen |

Die folgenden Abschnitte übersetzen diese Prinzipien gezielt in den Kontext von Barrierefreiheit, Diversität und sozialer Teilhabe und erweitern sie um zugänglichkeitssensible und partizipative Anforderungen.

Unabhängige oder externe Evaluationspartner:innen

Da viele Evaluationsvorhaben innerhalb von Verbund- oder Entwicklungsprojekten angesiedelt sind, erfolgt die Bewertung häufig als interne Selbstevaluation. Dadurch besteht das Risiko, dass kritische Erkenntnisse, beispielsweise geringe Teilhabe, hohe Abbruchquoten oder grundlegende Designmängel, nicht ausreichend transparent dargestellt oder lediglich in abgeschwächter Form veröffentlicht werden. Um glaubwürdige und wirkungsvolle Evaluationen zu gewährleisten, können daher strukturell unabhängige Instanzen oder externe Partner:innen eine kritische Überprüfung der Ergebnisse gewährleisten und deren Offenlegung im Sinne ethischer und wissenschaftlicher Integrität sicherstellen (Wiesner et al., 2004).

Das systematische Lernen aus Irrtümern, Fehlentwicklungen oder gescheiterten Projekten hat sich im internationalen Raum als wirksame Lernstrategie etabliert. Eine solche reflexive Praxis setzt jedoch Transparenz und die Veröffentlichung von Evaluationsergebnissen voraus. Nur auf einer offenen, diskursiven Grundlage lassen sich fundierte Anpassungen und strategische Neuausrichtungen in Entwicklungsprozessen realisieren (ebd.).

Repräsentativität durch diverse Nutzungserfahrungen

Die Gestaltung von XR-Welten muss auf Repräsentation, Selbstbestimmung und respektvolle Darstellungsformen achten. Avatare und Interaktionsformen können stereotype Geschlechterbilder oder kulturelle Verzerrungen reproduzieren, weshalb die XR-Raum-Erfahrung von einem gemisch-

ten Publikum getestet werden sollte (vgl. Tuna et al., 2023).

Im Sinne der Zugänglichkeit und der Sichtbarmachung der Nutzungserfahrungen verschiedener Gruppen, ist es sinnvoll, Test- und Evaluationsteilnehmenden vielfältig zusammenzusetzen: nach Geschlecht, kulturellem und sozialem Hintergrund, Alter, Behinderung und Bildungsstand. Dies kann Diskriminierungsrisiken früh erkennbar machen und potenzielle wirtschaftliche Folgen nach Vermarktung reduzieren. In Evaluationsszenarien kann es zu Ergebnisverzerrungen kommen, wenn beispielsweise in Interviewszenarien Evaluator:in und Teilnehmer:in unterschiedlichen Geschlechts sind (vgl. Shah, 2024; Suen et al., 2020). Dadurch kann es sinnvoll sein, das Evaluationsteam vor Beginn der Evaluation zu ELS-Implikationen, insbesondere sozialen Implikationen, zu sensibilisieren. Empfehlenswert ist es, die Werkzeuge wie z. B. Fragebögen generell paritätisch zu testen.

Multikategoriale Datenauswertung

Um Auskunft über diverse Gruppen in der Evaluation zu erhalten, müssen allerdings alle Daten in den Evaluationsbögen und Interviewleitfäden, differenziert erhoben und ausgewertet werden. Da Zugangsvoraussetzungen und Abbruchquoten in virtuellen Umgebungen evaluiert werden können, bietet sich die Chance, nach verschiedenen Kategorien, wie beispielsweise sozioökonomischem Hintergrund, systematisch Nutzungserfahrungen zu erheben. Fragebögen, Interviewleitfäden und Beobachtungen müssen dann auch verschiedene Arbeitskontexte und Lebensrealitäten abbilden, wie beispielsweise die Wahrnehmung von Care-Verpflichtungen, Nebenjobs und Zugangsbarrieren zu Geräten (vgl. Wiesner et al., 2004).

Personenbezogene Datenerhebung zu Geschlecht, Alter, ethnischer Zugehörigkeit, Behinderung und weiteren sollte auf Freiwilligkeit und Transparenz basieren (siehe 4.2 Rechtliche Implikationen). Nur

erforderliche Daten sollten anonymisiert analysiert werden, um Bias und Diskriminierung systematisch sichtbar zu machen, nicht zu verstärken.

Partizipative Evaluation stärken

Es ist insgesamt aus Zugänglichkeitsperspektive anzuraten, Evaluationen weniger als Kontrollinstanz, sondern mehr als Partizipationsmodell im Sinne von formativer und/oder partizipativer Evaluation zu handhaben (vgl. Wittmann et al., 2021; EIGE, 2022). Sinning et al. (2025) legen in einem Arbeitspapier Qualitätsstandards für XR-Beteiligungsprozesse vor. Nutzer:innen, insbesondere marginalisierte Gruppen, sollen aktiv an der Formulierung von Evaluationskriterien und Rückmeldeschleifen beteiligt werden. Neben Zielgruppenorientierung und Barrierefreiheit zählen dazu kontinuierliche Evaluation und bedarfsorientierte Anpassung, um komplexe XR-Formate inklusiv und partizipativ zugänglich zu machen. Evaluation dient nicht der Kontrolle, sondern der gemeinsamen Reflexion und Verbesserung von Designprozessen. Feedback aus Nutzungs- und Evaluationsphasen soll stets in iterierte Designentscheidungen einfließen.

Evaluationen müssen prüfen, wie XR-Anwendungen soziale Dynamiken verändern (z.B. Machtverhältnisse, Redeanteile, Sicherheitsempfinden). Frauen, BIPOC und Personen mit Behinderung sind überproportional von Exklusionserfahrungen betroffen – diese müssen systematisch erfasst und adressiert werden (vgl. Rohse, 2025; Yang et al., 2024). Die Verbindung von analogen und digitalen (XR-)Formaten wird als Best Practice empfohlen, wobei partizipative Prozesse mit XR durch hybride Formate (z.B. AR-Tischmodelle) die Zugänglichkeit fördern und die Beteiligung unterschiedlicher Gruppen verbessern können (vgl. Rogoll et al., 2025).

Die Ergebnisse der Evaluation dürfen nicht in Berichten verharren; sie müssen in Entwicklungsentscheidungen, Personalentwicklung und Community-Policies einfließen. Nur so können strukturelle Verbesserungen in XR-Ökosystemen langfristig Wirkung entfalten (vgl. Wiesner et al., 2004).

Evaluationsbereich auf allen Ebenen des Projektes integrieren

Um eine umfassende Evaluation sicherzustellen, sollte der Evaluationsbereich in sämtlichen Projektphasen und -ebenen verankert werden. Dies bedeutet, dass Evaluation bereits bei der Planung und Entwicklung beginnt, begleitend zur Umsetzung fortgeführt wird und abschließend in der Auswertung und Anpassung mündet. Die Integration von Evaluationen auf strategischer, organisatorischer und operativer Ebene ermöglicht eine kontinuierliche Reflexion der Projektziele, Vorgehensweisen und Ergebnisse sowie eine flexible Anpassung an neu auftretende Herausforderungen (vgl. Venable et al., 2016).

Abstimmung der Evaluationsmethoden auf den Gegenstand der Evaluation und Methodenoffenheit

Die Anwendung vielseitiger Methoden und Evaluationsinstrumente ist essenziell, um unterschiedliche Dimensionen der XR-Nutzung und ihrer ethisch-sozialen Auswirkungen abzubilden. Qualitative und quantitative Verfahren können kombiniert werden, um sowohl subjektive Nutzererfahrungen als auch messbare Nutzungsmuster erfassen zu können. Die Methodenvielfalt umfasst beispielsweise Nutzerbefragungen, Beobachtungen, Protokollanalysen, technische Nutzungsdaten sowie partizipative Feedbackformate. So kann sichergestellt werden, dass Evaluationen ganzheitliche und belastbare Erkenntnisse liefern, die sowohl Designprozesse verbessern als auch ethische und soziale Belange umfassend berücksichtigen (vgl. Alaidaros et al., 2021).

Methoden zur ethischen Folgenabschätzung

Langfristige soziale Auswirkungen (z. B. Veränderung von Arbeits- und Lernkulturen, neue Ausschlussformen) sind in Szenarien zu reflektieren. Hierfür gibt es Reflexionsinstrumente wie Ethical Impact Assessments oder Value-Sensitive Design Workshops, die regelmäßig eingesetzt werden können. Nachhaltige Personalentwicklung umfasst in diesem Rahmen die Förderung ethischer und interdisziplinärer Kompetenzen in Entwicklungs- und Designteams. Es kann von Vorteil sein, die ethischen Ansprüche kollektiv in der Organisation festzulegen, regelmäßig zu schulen und Teams generell auch mit ethisch ausgebildeten Mitarbeitenden zu besetzen. Organisationen können einen transparenten Kommunikationskanal bereitstellen, über den Mitarbeitende ethische Bedenken oder Barrieren melden können (vgl. Friedman & Hendry 2019; Lucivero, 2016; Reijers et al., 2016).

4.2 Rechtliche Implikationen

Rechtliche Verantwortung in Tests und Evaluationen bedeutet, Sicherheit und Fairness als integralen Bestandteil von Forschung und Innovation zu begreifen. Transparente Verfahren, klare Haftung und sorgfältige Dokumentation schaffen Vertrauen – bei Teilnehmenden, Partnern und Öffentlich-

keit. So wird aus rechtlicher Compliance ein Qualitätsmerkmal verantwortlicher XR-Entwicklung.

XR-Technologien eröffnen neue Möglichkeiten für Forschung, Entwicklung und Qualitätssicherung: Gleichzeitig erfordern sie rechtliche und ethische Sorgfalt in allen Phasen des Testens, Bewertens und Veröffentlichens. Dieses Kapitel zeigt, wie rechtliche Rahmenbedingungen helfen, Vertrauen zu schaffen, Risiken zu minimieren und Evaluationen fair, sicher und transparent zu gestalten.

Rechtliche Verantwortung beginnt bereits bei der Planung

Wer testet, trägt die Pflicht, Risiken zu erkennen, zu dokumentieren und geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Transparente Kommunikation gegenüber Teilnehmenden, klare Haftungsregelungen und dokumentierte Einwilligungen sind die Grundlage einer rechtssicheren Evaluation. (Madiaga et al., 2022).

Verantwortung und Rechtssicherheit in der Testphase

Tests und Evaluationen in XR-Projekten liegen im Spannungsfeld zwischen Innovation und Regulierung. Sie betreffen nicht nur technische, sondern auch rechtliche Fragen: Datenschutz, Sicherheit,



Rechtliche Empfehlungen | Tests und Evaluation

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Transparenz schaffen: Testziele, Risiken und Verantwortlichkeiten offen kommunizieren | <ul style="list-style-type: none"> ● Finanzielle Sorgfalt: Keine realen Transaktionen ohne Lizenz; Geldwäscheprävention beachten |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Datenschutz und Sicherheit integrieren: DSGVO-konforme Erhebungen und sichere Speicherung | <ul style="list-style-type: none"> ● Haftung absichern: Versicherungs- und Haftungsmodelle frühzeitig prüfen |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Grenzüberschreitende Klarheit: Zuständigkeiten, Gerichtsstände und Rechtswahl dokumentieren | <ul style="list-style-type: none"> ● Rechtsschutz stärken: Klare Streitbeilegungsmechanismen, auch digital, vorsehen |

Haftung, internationale Zuständigkeiten und Finanztransaktionen. Tests sind somit keine rechtsfreien Räume: Jede Evaluation, bei der personenbezogene Daten erhoben, virtuelle Güter getauscht oder grenzüberschreitende Kooperationen durchgeführt werden, unterliegt bestehenden Gesetzen – etwa zum Datenschutz, Finanzwesen oder Vertragsrecht (vgl. Steege & Chibanguza, 2023).

Sicherheit und strafrechtliche Verantwortung

Tests von XR-Systemen sind rechtlich nur dann zulässig, wenn sie Sicherheit und Integrität gewährleisten. Das betrifft nicht nur den Schutz vor technischen Pannen, sondern auch strafrechtliche Aspekte. Manipulationen, Phishing oder Datenveränderungen in virtuellen Testumgebungen können reale Straftatbestände erfüllen. Avatare und Testaccounts entbinden niemanden von Verantwortung – Handlungen im digitalen Raum werden juristisch der steuernden Person zugerechnet (Steege & Chibanguza, 2023).

Für Organisationen heißt das: Sicherheitsvorkehrungen sind Teil der Sorgfaltspflicht. Dazu gehören technische Schutzmaßnahmen, klare Zugriffsrechte, Schulungen und Meldeverfahren für Zwischenfälle. Ein transparenter Umgang mit Risiken schützt nicht nur Teilnehmende, sondern auch die Reputation des Projekts.

Grenzüberschreitende Zusammenarbeit und Zuständigkeiten

XR-Projekte überschreiten oft nationale Grenzen. Testgruppen, Server und Nutzer:innen befinden sich in unterschiedlichen Rechtsräumen. Damit gewinnt das Internationale Privatrecht an Bedeutung. Bei allen Kooperationen gilt: Zuständigkeiten, anwendbares Recht und Streitbeilegungsverfahren sollten vertraglich geregelt und für alle Beteiligten verständlich sein. Eine klare Rechtswahlklausel und die Möglichkeit, auf Schlichtungs- oder Online-Streitbeilegung zurück-

zugreifen, erleichtern spätere Verfahren (Steege & Chibanguza, 2023; Wagner et al., 2023).

Verbraucherschutz und Datenschutz dürfen durch internationale Vereinbarungen nicht ausgehöhlt werden (ebd.). Insbesondere Plattformbetreiber sollten sicherstellen, dass ihre allgemeinen Geschäftsbedingungen transparent sind und keine einseitigen Rechtswahlklauseln enthalten (Steege & Chibanguza, 2023).

5 Verbreitung und Vermarktung



Der fünfte Abschnitt befasst sich mit Verbreitung und Vermarktung. Auch nach der XR-Entwicklung sind Entscheidungen im Zuge der Vermarktung der Produkte sehr relevant für die Gesellschaft.

5.1 Ethische und soziale Implikationen

Die Verbreitung und Vermarktung von XR-Technologien ist ethisch besonders relevant, da mit wachsender gesellschaftlicher Reichweite und Anwendung neue Wertkonflikte und Verantwortungsbereiche entstehen.

Soziale Aspekte der Verbreitung und Vermarktung von XR betreffen insbesondere die Auswirkungen auf Teilhabe, Zugänglichkeit und soziale Diversität: Die Forschung betont die Notwendigkeit, XR-Anwendungen so zu verbreiten, dass gesellschaftliche Ausschlüsse und digitale Spaltungen vermieden werden, denn sie können soziale Isolation, Manipulation oder Ausgrenzung bewirken (Cortese & Outlaw, 2021). Dieser Anspruch erfordert barrierefreie Formate und die Beteiligung sozial unterschiedlich positionierter Gruppen bei Roll-out-Strategien. Gerade sehr große Technologieunternehmen investieren in die Anpassung und den Aufbau der erforderlichen Infrastruktur für Spatial Computing. Spatial Computing ermöglicht

den Menschen in die Welt der Computer direkt einzutreten, anstatt ausschließlich aus der Ferne mit ihr zu interagieren. Dadurch verschmelzen die reale Welt und die digitale Welt mehr, als es bisher möglich war. Unternehmer entwickeln erste Systeme und frühe Beispiele für kommerzielle und Verbraucherplattformen und -anwendungen, die sich heute bereits auszahlen (Cyber-XR Coalition 2020). Die Unterstützung von Peer-to-peer-Strukturen, User Communities und sektorübergreifenden Austauschplattformen fördert die soziale Nachhaltigkeit und erhöht die Akzeptanz technologischer Neuerungen. Technologien wie 3D-Scanning, AR (Augmented Reality), VR (Virtual Reality) und digitale Zwillinge müssen daher mithilfe dieser User Communities durchgängig begleitet werden, um zu gewährleisten, dass die Gesellschaft insgesamt adressiert und kritisch begleitet wird.

Die Förderung multidisziplinärer Netzwerke, zum Beispiel aus Wirtschaft, Wissenschaft, Zivilgesellschaft und Politik, trägt dazu bei, Innovationspotenziale breit zu verteilen und relevante Praxisbeispiele in möglichst viele gesellschaftliche Felder zu transferieren. Der Wissenstransfer wird durch partizipative Forschungsgemeinschaften, (Bürgerbeteiligung-)Formate und Vertrauensnetzwerke intensiviert und gesellschaftsrelevant (kritisch) begleitet (vgl. dazu u.a. Tröge et al., 2025).



Ethische und soziale Empfehlungen | Verbreitung und Vermarktung

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Sensibilisierung für potenzielle Risiken und gezielte Adressieren der Gesellschaft, z.B. durch zugängliche Bildungs- und Informationsangebote | <ul style="list-style-type: none"> ● Neue Anwendungsbereiche in verschiedenen Branchen und gesellschaftlichen Feldern schaffen |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Die Integration ethischer Leitlinien in Marketingmaßnahmen und öffentliche Debatten ist wichtig, um Akzeptanz, Reflexionsbereitschaft und eine wertebasierte Nutzung der XR-Anwendungen zu fördern | <ul style="list-style-type: none"> ● Multidisziplinäre Netzwerke stärken, z. B. aus Zivilgesellschaft, Politik und Wirtschaft, um gesellschaftliche Teilhabe und Inklusion sicherstellen und eine unreflektierte Verbreitung zu vermeiden |

5.2 Rechtliche Implikationen

Die Verbreitung und Vermarktung von XR-Anwendungen bringt besondere rechtliche und gesellschaftliche Verantwortung mit sich. Wo digitale Produkte zu Wirtschaftsgütern werden, entstehen neue Formen von Marktteilhabe, Wettbewerb und Verbraucherschutz. Dieser Abschnitt zeigt (punktuell) auf, wie XR-Projekte rechtssicher und verantwortungsbewusst in den Markt gebracht werden können – im Einklang mit Fairness, Transparenz und Nutzerrechten.

Verantwortungsvolle Märkte und faire Spielregeln

XR verändert das Verständnis von Märkten. Virtuelle Welten sind zugleich Handelsraum, Erlebnisumgebung und sozialer Treffpunkt. Entsprechend vielfältig sind die rechtlichen Anforderungen – von Verbraucherschutz über Vertragsgestaltung bis hin zu Wettbewerbs- und Steuerfragen (vgl. Steege & Chibanguza, 2023). Ziel ist ein fairer digitaler Markt, in dem Innovation und Schutz der Nutzer:innen zusammenwirken. Dafür müssen Anbieter Transparenz schaffen, klare Nutzungsbedingungen bereitstellen und sicherstellen, dass Werbung, Preisgestaltung und Datenverarbeitung nachvollziehbar bleiben (vgl. ebd.). Der virtuelle Handel ist rechtlich dem klassischen Fernabsatz gleichgestellt. Kauf- oder Lizenzverträge über di-

gitale Inhalte, Avatare oder virtuelle Grundstücke müssen Verbraucherrechte, Gewährleistung und Widerrufsfristen beachten. Wichtig ist eine klare Trennung zwischen Eigentum und Nutzungsrecht: Wer ein NFT erwirbt, erhält nicht automatisch das Urheberrecht am digitalen Objekt (Wenzel et al., 2024).

Verbraucherschutz

Verbraucher:innen im Metaverse haben dieselben Rechte wie in der analogen Welt: Widerruf, Gewährleistung, Transparenz. Anbieter müssen leicht verständliche Informationen über Produkte, Preise und Vertragslaufzeiten bereitstellen. Besonders wichtig: immersive Umgebungen dürfen keine Überraschungseffekte erzeugen – etwa durch aggressive Pop-ups oder intransparente Bezahlmodelle (Madiaga et al., 2022; Wagner et al., 2023). Transparente Vertragsgestaltung, verständliche AGB und leicht zugängliche Informationen sind essenziell. Gute Praxis ist, Kaufentscheidungen nachvollziehbar zu gestalten und Rücktrittsrechte technisch einfach umzusetzen. Plattformen, die auf Nutzerfreundlichkeit setzen, fördern nicht nur Rechtstreue, sondern auch Akzeptanz. Kurzum: Rechtlich und ethisch gute Praxis bedeutet, Nutzer:innen auf Augenhöhe zu behandeln – mit klaren Rechten, nachvollziehbaren Preisen und realistischen Erwartungen.



Rechtliche Empfehlungen | Verbreitung und Vermarktung

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Verbraucherrechte respektieren – Widerruf, Gewährleistung, Datenschutz | <ul style="list-style-type: none"> ● Genehmigungspflichtige Glücksspiele vermeiden oder rechtmäßig lizenzieren |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Transparenz bei Werbung, Preisen und Vertragsbedingungen | <ul style="list-style-type: none"> ● Wettbewerb offenhalten: Interoperabilität und Fair Access fördern |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Jugendschutz und Fairness in Gaming- und eSport-Formaten | <ul style="list-style-type: none"> ● Steuerpflichten erfüllen: korrekte Deklaration und Nachvollziehbarkeit |

Werbung in immersiven Räumen wirkt intensiver als in klassischen Medien – daher gelten erhöhte Anforderungen an Kennzeichnung, Fairness und Wahrhaftigkeit. Schleichwerbung, irreführende Angebote oder manipulative Designelemente („Dark Patterns“) sind unzulässig (Völzow, 2023). Plattformbetreiber und Agenturen müssen sicherstellen, dass Werbung als solche erkennbar bleibt, insbesondere bei Avataren oder Influencer:innen in XR (ebd.).

Rechtliche Compliance ist kein Hemmnis, sondern Grundlage für nachhaltiges Vertrauen – ein zentraler Erfolgsfaktor in XR-Märkten. In XR verschmelzen Gaming, eSport und Wirtschaftsräume zunehmend. Virtuelle Güter, In-Game-Käufe und Play-to-Earn-Modelle unterliegen denselben Regeln wie physische Märkte. Besonderes Augenmerk liegt im Gaming-Sektor auf Jugendschutz, Datenschutz und Fairness. Lootboxen, Belohnungssysteme und Token-Handel müssen transparent gestaltet sein, damit keine versteckten Glücksspielrisiken entstehen (vgl. ebd.). Plattformbetreiber:innen sind daher verpflichtet, Altersverifikationen zu implementieren und personenbezogene Daten nur im gesetzlich zulässigen Umfang zu verarbeiten (vgl. ebd.). Eine verantwortliche Gaming-Kultur erkennt: Rechtliche Schutzmechanismen dienen nicht der Einschränkung, sondern dem Erhalt von Vertrauen, Integrität und Chancengleichheit.

Glücksspiel und Risiko im virtuellen Raum

Viele XR-Umgebungen enthalten spielähnliche Elemente mit realem Geldwert – etwa NFT-Lotterien oder virtuelle Wetten. Hier greift das Glücksspielrecht: Spiele mit Einsatz und Gewinnchance sind grundsätzlich genehmigungspflichtig. Anbieter müssen Lizenzen einholen, Geldwäscheprävention umsetzen und Minderjährige ausschließen (Wagner et al., 2023). Verantwortungsvolles Handeln bedeutet, Mechanismen gegen Spielsucht, exzessive Nutzung und Intransparenz ein-

zubauen. Plattformen, die mit Kryptowährungen oder Tokens arbeiten, sollten diese Funktionen offenlegen und auf regulatorische Vorgaben (z. B. Glücksspielstaatsvertrag, Geldwäschegesetz) abstimmen (vgl. ebd.).

Fairer Wettbewerb stärkt Innovation und Vielfalt. Interoperabilität, offene Standards und Transparenz bei Algorithmen sind nicht nur technische, sondern auch rechtliche Gebote. Kooperation ist erlaubt, wenn sie Innovation fördert – nicht, wenn sie Märkte abschottet. Plattformbetreiber dürfen z.B. keine Konkurrenten ausschließen, Preise manipulieren oder den Zugang zu Schnittstellen verwehren (Engelhardt et al., 2022; Madiaga et al., 2022).

Steuern und ökonomische Verantwortung

Virtuelle Umsätze sind reale Einnahmen. Verkäufe von NFTs, digitalen Gütern oder virtuellen Grundstücken können Einkommen- und Umsatzsteuerpflichten auslösen. Unternehmen müssen Gewinne ordnungsgemäß deklarieren und internationale Steuerabkommen beachten (Engelhardt et al., 2022; Steege & Chibanguza, 2023). Wo Wert geschaffen wird, fällt auch Steuer an. Transparente Buchführung, korrekte Rechnungsstellung und Einhaltung von Meldepflichten sichern die Legalität und Reputation. Auch in virtuellen Märkten gilt: ökonomische Verantwortung ist Teil unternehmerischer Integrität.

Finanzielle Transparenz und Compliance

Viele XR-Testumgebungen simulieren wirtschaftliche Prozesse – etwa Zahlungen, Token oder Investitionen. Solche Vorgänge fallen unter das Finanzaufsichts- und Kapitalmarktrecht (vgl. Madiaga et al., 2022; Wagner et al., 2023).

Auch im Forschungskontext dürfen keine Finanztransaktionen durchgeführt werden, die Aufsichtsrecht verletzen. Anbieter müssen prüfen, ob

für ihre Testumgebung Lizenzpflichten nach ZAG, KWG oder MiCA-Verordnung gelten (Madiaga et al., 2022). Gleichzeitig spielt Geldwäscheprävention eine wachsende Rolle: Bei jeder Art von Kryptowert oder digitalem Asset müssen Herkunft und Nutzung transparent bleiben. Die rechtliche Devise lautet hier: Simulation ja – aber nur unter realitätsnahen und transparenten Bedingungen. Tests, die ökonomische Mechanismen abbilden, sollten deshalb dokumentieren, dass sie keine spekulativen oder unkontrollierten Transaktionen ermöglichen (ebd.).

Rechtsschutz und Streitbeilegung

Da XR-Testumgebungen häufig auf digitalen Plattformen stattfinden, ist es wichtig, effektive und faire Konfliktlösungsmechanismen vorzusehen. Online-Schiedsverfahren oder Mediationsplattformen können hier eine pragmatische Alternative zum klassischen Gerichtsverfahren bieten – solange sie Transparenz und Beteiligung gewährleisten (ebd.). Bei Streitigkeiten über digitale Vermögenswerte oder NFTs ist die Beweissicherung besonders wichtig – etwa durch Protokolle, Screenshots oder Blockchain-Daten. Ziel ist es, Rechtsschutz zugänglich, verständlich und technologiekompatibel zu gestalten.

Versicherung und Risikomanagement

XR-Tests bergen Risiken – von Datenverlust bis hin zu physischen Schäden durch VR-Hardware. Versicherungen sind deshalb ein zentraler Bestandteil der rechtlichen Absicherung. Unternehmen und Forschungseinrichtungen sollten prüfen, ob Cyber-, Haftpflicht- oder Produkthaftungsversicherungen XR-spezifische Risiken abdecken. Auch die Testpersonen selbst können Schutz benötigen, etwa bei Pilotversuchen mit körperlicher Interaktion (Steege & Chibanguza, 2023). Eine gute Praxis besteht darin, Versicherungsbedingungen offen zu legen, Risiken realistisch zu bewerten und Schäden transparent zu regulieren. KI-basierte

Systeme in der Schadensbewertung dürfen nur eingesetzt werden, wenn sie nachvollziehbar, diskriminierungsfrei und datenschutzkonform arbeiten (ebd.).

Überblick der Rechtsprechung

Eine Analyse des rechtlich-normativen Rahmens im Metaverse und in XR in der deutschen und EU-Rechtsprechung wird durch das Virtual Dimension Center (VDC) Fellbach bereitgestellt (Runde, 2025; Runde & Perey, 2025a; Runde & Perey, 2025b).

6 Literatur

- Adhanom, I. B., Navarro Griffin, N., MacNeilage, P., & Folmer, E. (2020). The Effect of a Foveated Field-of-view Restrictor on VR Sickness. 2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), 645–652. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <https://doi.org/10.1109/VR46266.2020.00087>
- Alaidaros, H., Omar, M., & Romli, R. (2021). A Review on the Methods of Evaluating the New Approaches Proposed in the Agile Context. *International Journal of Computer and Information Technology*, 10(1), 5–10. <https://doi.org/10.24203/ijcit.v10i1.54>
- Alvarado, C., Dodds, Z., & Libeskind-Hadas, R. (2012). Increasing women's participation in computing at Harvey Mudd College. *ACM Inroads*, 3(4), 55–64. <https://doi.org/10.1145/2381083.2381100>
- Angelov, N., Johansson, P., & Lindahl, E. (2016). Parenthood and the Gender Gap in Pay. *Journal of Labor Economics*, 34 (3. Auflage), 545–579. <https://doi.org/10.1086/684851>
- Arlt, S., Schalkowski, N., Bahnik, A., Schreiner, A., & Müssig, M. (2020). Geschlechtersensible Sprache – Ein Leitfaden (Leitfaden No. 2). Koordinationsbüro für Frauenförderung und Gleichstellung der Technischen Universität Berlin. https://www.static.tu.berlin/fileadmin/www/10002454/KFG/Dokumente/KFG-Leitfaden_geschlechtersensible_Sprache.pdf
- Steege, H. & Chibanguza, K. (Hrsg.). *Metaverse: Rechtshandbuch. Nomos*. 978-3-7560-0245-0
- Bertram, J., Mache, S., Harth, V., & Mette, J. (2018). Betriebliche Maßnahmen zur Vereinbarkeit verschiedener Lebensbereiche. *Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie*, 68(4), 221–226. <https://doi.org/10.1007/s40664-018-0262-0>
- Bødker, S., Dindler, C., Iversen, O. S., & Smith, R. C. (Hrsg.) (2022). *What Is Participatory Design?*, 5–13. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-02235-7_2
- Böhm, J. (2019). Erfolgsfaktor Agilität – Warum Scrum und Kanban zu zufriedenen Mitarbeitern und erfolgreichen Kunden führen. Springer Vieweg. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-25085-0>
- Bosse, I., Schluchter, J.-R., & Zorn, I. (Hrsg.). (2019). *Handbuch Inklusion und Medienbildung*. Beltz Juventa peDOCS. <https://doi.org/10.25656/01:29133>
- Catolino, G., Palomba, F., Tamburri, D. A., Serebrenik, A., & Ferrucci, F. (2019). Gender Diversity and Women in Software Teams: How Do They Affect Community Smells? 2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Society (ICSE-SEIS), 11–20. <https://doi.org/10.1109/ICSE-SEIS.2019.00010>
- Cavoukian, A. (2010). Privacy by Design; The 7 Foundational Principles; Implementation and Mapping of Fair Information Practices [Guidance-Dokument]. Information and Privacy Commissioner of Ontario. https://iapp.org/media/pdf/resource_center/pbd_implement_7found_principles.pdf
- Cortese, M., & Outlaw, J.; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) (Hrsg.) (2021). Social and Multi-User Spaces in VR: Trolling, Harassment, and Online Safety. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=9650823>
- Engelhardt, C., Krüger, C., Jovein, A. M., & Rehbein, A. M. (2022). Metaverse—Ein neuer Rechtsraum. <https://www.bakertilly.de/fileadmin/public/Downloads/Publikationen/2022/Metaverse-ein-neuer-Rechtsraum.pdf>
- Erfurt Sandhu, P. (2014). Selektionspfade im Topmanagement: Homogenisierungsprozesse in Organisationen. Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-06015-2>
- Eriksson, T.; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) (Hrsg.) (2021). Who Owns Our Second Lives: Virtual Clones and the Right to your Identity: Bd. The IEEE Global Initiative on Ethics of Extended Reality (XR) Report. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=9622231>
- European Institute for Gender Equality (EIGE) (Hrsg.). (2022). Gender-responsive evaluation. <https://www.doi.org/10.2839/744383>
- Finck, M., Janneck, M., Obendorf, H., & Rolf, A. (2006). Partizipative Softwaregestaltung im Kontext virtueller Gemeinschaften. In K. Meißner & M. Engelen (Hrsg.). *Gemeinschaften in Neuen Medien*, 153–164, TUDpress. <https://dl.gi.de/items/fd536c65-82c1-4fb3-837d-f54dfa364774>
- Floyd, C. (1987). Steps – Eine Orientierung der Softwaretechnik auf Sozialverträgliche Technikgestaltung. In S. Wolfgang & W. Marion (Hrsg.). *Software-Ergonomie '87 Nützen Informationssysteme dem Benutzer?*, 500–503. Vieweg+Teubner. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-322-82971-9_43
- Floyd, C., Züllighoven, H., Budde, R., & Keil-Slawik, R. (1992). *Software Development and Reality Construction*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-76817-0>

- Fox, D., & Thornton, I. G.; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) (Hrsg.) (2022). Extended Reality (XR) Ethics and Diversity, Inclusion, and Accessibility. The IEEE Global Initiative on Ethics of Extended Reality (XR) Report. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=9727120>
- Friedman, B., & Hendry, D. G. (2019). Value sensitive design: Shaping technology with moral imagination. The MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262039536/value-sensitive-design/>
- Frieze, C., Quesenberry, J. L., Kemp, E., & Valázquez, A. (2011). Diversity or Difference? New Research Supports the Case for a Cultural Perspective on Women in Computing. *Journal of Science Education and Technology*, 21(4), 423–439. <https://www.jstor.org/stable/41674471>
- García, M. F., Posthuma, R. A., & Colella, A. (2008). Fit perceptions in the employment interview: The role of similarity, liking, and expectations. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 81(2), 173–189. <https://doi.org/10.1348/096317907X238708>
- Gesellschaft für Evaluation e.V. (DeGEval). (2016). Standards für Evaluation (Kurzfassung No. 1). https://www.degeval.org/fileadmin/content/Z03_Publikationen/DeGEval-Standards/DeGEval_Standards_fuer_Evaluation_kurz_2016.pdf
- Hasler, B. S., Spanlang, B., & Slater, M. (2017). Virtual race transformation reverses racial in-group bias. *PLOS ONE*, 12(4), e0174965. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174965>
- Holtzblatt, K., & Marsden, N. (2022). Retaining Women in Tech: Shifting the Paradigm (1. Aufl.). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-79208-3>
- Huawei Technologies (Hrsg.). (2019). Cloud VR User Experience and Evaluation White Paper. <https://www-file.huawei.com/-/media/corporate/pdf/ilab/2019/cloud-vr-user-experience-evaluation-white-paper-en-v2.pdf>
- Johnson, M., & Ladislav De Weck, O. (2025). Best Practices for Developing Virtual Reality Education Simulations. 2025 ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings. 2025 ASEE Annual Conference & Exposition, Montreal, Quebec, Canada. <https://doi.org/10.18260/1-2--55502>
- Kaul, K. (2021). Refining the referral process: Increasing diversity for technology startups through targeted recruitment, screening and interview strategies. *Strategic HR Review*, 20(4), 125–129. <https://doi.org/10.1108/SHR-04-2021-0016>
- Kernebeck, S., & Fischer, F. (Hrsg.). (2024). Partizipative Technikentwicklung im Sozial- und Gesundheitswesen: Interdisziplinäre Konzepte und Methoden (1. Auflage). Hogrefe. <https://doi.org/10.1024/86266-000>
- Köppl, C. (2020). Fachkräftemangel durch Quereinsteiger abfedern. *Wirtschaftsinformatik & Management*, 12(5), 382–385. <https://doi.org/10.1365/s35764-020-00288-6>
- Kreysler-Kleemann, C., & Schuster, W. (Hrsg.) (1999). Sprache, Geschlecht, Demokratie: Untersuchung zu Fragen geschlechtersensibler Rollenvermittlung und geschlechtergerechten Sprachgebrauchs im Fremdsprachenunterricht an Wiener Volkshochschulen. Edition Volkshochschule. 3-900799-28-8
- Lackner, J. R. (2014). Motion sickness: More than nausea and vomiting. *Experimental Brain Research*, 232(8), 2493–2510. <https://doi.org/10.1007/s00221-014-4008-8>
- Lucivero, F. (2016). Ethical Assessments of Emerging Technologies: Appraising the moral plausibility of technological visions (Bd. 15). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-23282-9>
- Rath, M. & Just, K.; Luther Rechtsanwaltsgesellschaft mbH (Hrsg.) (2023). Metaverse. https://www.luther-lawfirm.com/fileadmin/user_upload/PDF/Broschueren/Facebooks/Industriegruppen/InfoTech/Whitepaper_Metaverse.pdf
- Madiaga, T., Car, P., Niestadt, M., & Van de Pol, L. (2022). Meta-verse Opportunities, risks and policy implications. European Parliamentary Research Service (EPRS). [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733557/EPRS_BRI\(2022\)733557_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733557/EPRS_BRI(2022)733557_EN.pdf)
- Marougkas, A., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2023). Virtual Reality in Education: A Review of Learning Theories, Approaches and Methodologies for the Last Decade. *Electronics*, 12(13), 2832. <https://doi.org/10.3390/electronics12132832>
- Marques, B., Santos, B. S., & Dias, P. (2024). Ten years of immersive education: Overview of a Virtual and Augmented Reality course at postgraduate level. *Computers & Graphics*, 124, 104088. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2024.104088>
- Martingano, A. J., Brown, E., Telaak, S. H., Dolwick, A. P., & Persky, S. (2022). Cybersickness Variability by Race: Findings From 6 Studies and a Mini Meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 24(6), e36843. <https://doi.org/10.2196/36843>
- McGill, M.; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) (Hrsg.) (2021). Extended Reality (XR) and the Erosion of Anonymity and Privacy: Bd. The IEEE Global Initiative on Ethics of Extended Reality (XR) Report. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=9619997>
- Michalak, S. (2017). GUIDELINES FOR IMMERSIVE VIRTUAL REALITY EXPERIENCES. Intel Corporation. <https://www.intel.com/content/dam/develop/external/us/en/documents/guidelinesforimmersivevirtualrealityexperiences.pdf>
- Mulders, M., Buchner, J., & Kerres, M. (2020). A Framework for the Use of Immersive Virtual Reality in Learning Environments. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15(24), 208–224. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i24.16615>
- O'Connor, J., Sajka, J., White, J., Hollier, S., & Cooper, M. (2025). XR Accessibility User Requirements [Dokumentation]. W3C Working Group Note 25 August 2021. <https://www.w3.org/TR/xaur/>

- Oyedokun, O., Mubarrat, S. T., Joshi, A., Mousas, C., & Kao, D. (2024). Exploring the Influence of Avatar Skin Tone in VR Educational Games. Companion Proceedings of the 2024 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, 227–234. <https://doi.org/10.1145/3665463.3678799>
- Pöhlmann, K. M. T., Li, G., McGill, M., Pollick, F., & Brewster, S. (2023). Can Gender and Motion Sickness Susceptibility Predict Cybersickness in VR? 2023 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW), 277–282. <https://doi.org/10.1109/VRW58643.2023.00066>
- Pretschner, A., Zuber, N., Gogoll, J., Kacianka, S., & Nida-Rümelin, J. (2021). Ethik in der agilen Software-Entwicklung. Informatik Spektrum, 44(5), 348–354. <https://doi.org/10.1007/s00287-021-01390-8>
- Pusch, L. F. (1999). Die Frau ist nicht der Rede wert: Aufsätze, Reden und Glossen (1. Auflage). Suhrkamp. <https://luise-pusch.de/book/die-frau-ist-nicht-der-rede-wert/>
- Reijers, W., Bery, P., & Jansen, P. (2016). A Common Framework for Ethical Impact Assessment. Stakeholders Acting Together on the Ethical Impact Assessment of Research and Innovation - SATORI, Forschungsprojekt unter der Förderlinie der Europäischen Kommission. https://satoriproject.eu/media/D4.1_Annex_1_EIA_Proposal.pdf
- Renner, T., Vetter, M., Rex, S., Kett, H., & Competence Center Electronic Business (Hrsg.). (2005). Open Source Software, Einsatzpotenziale und Wirtschaftlichkeit: Eine Studie der Fraunhofer-Gesellschaft. Fraunhofer IRB Verlag. <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/726f8027-ef46-4a9d-b103-608baa79f8df/content>
- Rogoll, S., Sinning, H. & Wolter, A.; Institut Für Stadtforschung, Planung Und Kommunikation der Fachhochschule Erfurt (Hrsg.) (2025). XR-Beteiligungsformate in planerische Partizipationsprozesse integrieren: Handreichung für Kommunen (Bd. 22). Institut für Stadtforschung, Planung und Kommunikation (ISP) der Fachhochschule Erfurt. <https://doi.org/10.22032/dbt.66104>
- Rohse, D. (2025). Teilhabe und Embodied Learning von Menschen mit Behinderungen an und durch Virtual Reality – Eine systematische Literaturanalyse. 20(3), 43–62. <https://www.inklusion-online.net/index.php/inklusion-online/article/view/835>
- Roth, J., Süß-Stepancik, E., & Wiesner, H. (Hrsg.). (2015). Medienvielfalt im Mathematikunterricht: Lernpfade als Weg zum Ziel. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-06449-5>
- Runde, C.; Virtual Dimension Center (VDC) Fellbach (Hrsg.) (2025). Living Lab XR-Interakt. Rechtlich-normativer Rahmen Metaverse und eXtended Reality: Ein Leitfaden. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.30676475>
- Runde, C. & Perey, C.; Virtual Dimension Center (VDC) Fellbach (Hrsg.) (2025). Analysis of the Impacts of European Union Legal Frameworks and Laws on Virtual Worlds. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29400107>
- Runde, C., Perey, C.; Virtual Dimension Center (VDC) Fellbach (Hrsg.) (2025). Analysis of the Impacts of European Union Regulations and Acts on Virtual Worlds. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29400131>
- Scariot, C. A., Heemann, A., & Padovani, S. (2012). Understanding the collaborative-participatory design. WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation, 41(S1), 2701–2705. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0656-2701>
- Shah, R. (2024). Conducting Qualitative Interviews Online and In-person: Issues of Rapport Building and Trust. International Quarterly for Asian Studies, 55(4), 537–558. <https://doi.org/10.11588/IQAS.2024.4.24580>
- Sinning, H., & Rogoll, S.; Berlin Institut für Partizipation (bipar) (Hrsg.) (2025). XR-Technologien als Chance für Bürgerbeteiligungsprozesse in der Stadtentwicklung? Berlin Institut für Partizipation | bipar. https://bipar.de/wp-content/uploads/2025/05/ePaper_Sinning_et_al.pdf
- Stahl-Rolf, S., Holtmannspötter, D., Hutapea, L., Mecks, E., Pfaff, D., von Proff, S., & Reuß, K. (2018). Faktor Vielfalt – Die Rolle kultureller Vielfalt für Innovationen in Deutschland (1. Auflage). BERTELSMANN STIFTUNG. <https://www.berтельsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/faktor-vielfalt>
- Stephens, M.; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) (Hrsg.) (2022). Metaverse and Its Governance. The IEEE Global Initiative on Ethics of Extended Reality (XR) Report. <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=9794382>
- Suen, L. W., Lunn, M. R., Katuzny, K., Finn, S., Duncan, L., Sevelius, J., Flentje, A., Capriotti, M. R., Lubensky, M. E., Hunt, C., Weber, S., Bibbins-Domingo, K., & Obedin-Maliver, J. (2020). What Sexual and Gender Minority People Want Researchers to Know About Sexual Orientation and Gender Identity Questions: A Qualitative Study. Archives of Sexual Behavior, 49(7), 2301–2318. <https://doi.org/10.1007/s10508-020-01810-y>
- Taylor, S., & Woodhams, C. (Hrsg.) (2022). Human resource management: People and organisations. Kogan Page Limited. ISBN 9781398606937
- The CyberXR Coalition. (2020). Immersive Technology Standards for accessibility, inclusion, ethics, and safety. Special Edition Cyber XR-2020-1.0. https://cyberxr.org/wp-content/uploads/2021/05/Immersive_Technology_Standards.pdf
- Touzet, C. (2023). Using AI to support people with disability in the labour market: Opportunities and challenges. OECD Artificial Intelligence Papers No. 7. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). <https://doi.org/10.1787/008b32b7-en>
- Tröge, J., Stepczynski, J., Wiesner, H., & Runde, C. (Hrsg.). (2025). Virtuelle Beteiligung, reale Teilhabe: Transformativ-Technologien für eine inklusivere Gesellschaft (1. Auflage). Campus Verlag. ISBN 9783593521312
- Tuna, I. M., Rafael, S., Almeida, V. M., & Henriques, A. O. (2023). Gender Stereotypes in Interaction Design. Render Me – Augmented Reality Masks to Inhabit the Metaverse. In J. Y. C. Chen & G. Fragomeni (Hrsg.), Virtual, Augmented and Mixed Reality. Bd. 14027, 43–57. Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35634-6_4

- Udsching, P., & Schütze, B. (Hrsg.). (2024). SGB XI Soziale Pflegeversicherung (6. Auflage). C.H.Beck. https://beck-online.beck.de/Dokument?vpath=bibdata%2Fkomm%2FUdsching-KoSGBXI_6%2Fcont%2FUdschingKoSGBXI.htm
- Venable, J., Pries-Heje, J., & Baskerville, R. (2016). FEDS: A Framework for Evaluation in Design Science Research. *European Journal of Information Systems*, 25(1), 77–89. <https://doi.org/10.1057/ejis.2014.36>
- Völzow, C. (2023). Rechtsmonitor XR für die Unternehmenspraxis: Anwendungen der Virtual und Augmented Reality und rechtliche Anforderungen – ein Praxischeck [Studie]. Die bayerische Wirtschaft. https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Wirtschaftspolitik/2023/Downloads/Studie-Rechtsmonitor-XR-für-die-Unternehmenspraxis_final.pdf
- Wagner, E., Holm-Hadulla, M., & Ruttloff, M. (Hrsg.). (2023). Metaverse und Recht. C.H.BECK. <https://doi.org/10.17104/9783406809231>
- Wenzel, G., Manca, T., & Braun, S.; Riedel, O., Hölzle, K. & Bauer, W. (Hrsg.) (2024). Regulierung des Metaversums: Analyse rechtlicher Aspekte virtueller und erweiterter Realitäten aus Innovationsperspektive. Fraunhofer-Gesellschaft. <https://doi.org/10.24406/PUBLICA-3500>
- Wiesner, H. (2017). Mehr Diversity und mehr Gender wagen: Herausforderungen im E-Learning und MOOCs-Kontext. In *Gender-Effekte. Wie Frauen die Technik von morgen gestalten*. Bd. 19, 21–38. Interdisziplinäres Zentrum für Geschlechterforschung (IZG). <https://www.uni-bielefeld.de/zwe/izg/pdf/forschungsreihe/Band-19.pdf>
- Wiesner, H., Kamphans, M., Schelhowe, H., Metz-Göckel, S., Zorn, I., Drag, A., Peter, U., & Schottmüller, H. (2004). Gender Mainstreaming in „Neue Medien in der Bildung“ [Leitfaden]. Universität Bremen; Universität Dortmund. https://tew.schule.at/fileadmin/DAM/Gegenstandsportale/Gender_und_Bildung/Dateien/projekt.gender.GMLeitfaden_2.pdf
- Williams, J. C., & Multhaup, M. (2018). For Women and Minorities to Get Ahead, Managers Must Assign Work Fairly. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2018/03/for-women-and-minorities-to-get-ahead-managers-must-assign-work-fairly>
- Wittmann, F., Hufnagl, M., Roth, F., Lindner, R., & Kroll, H.; Fraunhofer ISI (Hrsg.) (2021). A Framework for Formative Evaluation and Impact Assessment of Mission-oriented Innovation Policies (No. 2). Fraunhofer-Gesellschaft. <https://doi.org/10.24406/PUBLICA-229>
- WomenTech Network (2025). Women in Tech Stats 2025 Uncovering Trends and Unseen Data by WomenTech Network. <https://www.womentech.net/women-in-tech-stats>
- Wright, M. T. (2020). Partizipative Gesundheitsforschung: Ursprünge und heutiger Stand. *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*, 64(2), 140–145. <https://doi.org/10.1007/s00103-020-03264-y>
- Yang, Y., Zhang, S., Sun, X., Zhang, X., Sun, X., Jing, Y., & Yang, C. (2024). Exploring sex differences in collaborative virtual environments for participation equality and user experience. *Virtual Reality*, 28, 152. <https://doi.org/10.1007/s10055-024-01022-y>

