Virtual- und Augmented-Reality-Definitionen im interdisziplinären Vergleich

Jannis Vogel, Cosima Koßmann, Julian Schuir, Nadine Kleine und Jost Sievering

Unterschiedliche definitorische Ansätze für Virtual und Augmented Reality erschweren die Kommunikation und das Verständnis innerhalb von interdisziplinären Projekten. Der vorliegende Beitrag zeigt die unterschiedlichen Facetten von Virtual, Augmented und Mixed Reality in den Disziplinen der Wirtschaftsinformatik, Rechtswissenschaften, Psychologie und Sozialwissenschaften auf. Ferner wird ein Überblick über die verschiedenen Anwendungsbereiche der Technologien in den einzelnen Disziplinen gegeben. Eine literaturbasierte Netzwerk- und Clusteranalyse veranschaulicht zudem wichtige Publikationen und Themengebiete. Abschließend stellt der Beitrag eigene interdisziplinäre Definitionen der Technologien vor.

1 Einleitung und Motivation

Der Hype um neue Anwendungen in den Bereichen Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) ist groß. Im Gaming-Sektor werden stark wachsende Umsätze verzeichnet, die Tourismusbranche beginnt damit, Reisen mit virtuellen Darstellungen zu bewerben und die Industrie erkennt ein großes Potenzial darin, traditionelle Handbücher und Schulungsmethoden durch Einblendungen von Produktions- und Serviceanweisungen in die reale Arbeitsumgebung via AR-Brille zu ersetzen. Der Gegenstand von VR- und AR-Technologien bildet auch wissenschaftlich ein ideales Feld, um die für Industrie 4.0 veränderte Qualität von Mensch-Maschine-Interaktionen zu untersuchen und damit einen anwendungsorientierten Grundlagenbeitrag zu einer intensiv geführten und höchst aktuellen Debatte zu leisten.

So verzeichnet das Discovery-System „JOST – just one step“¹ während der letzten 40 Jahre einen starken Anstieg an Veröffentlichungen zum Thema Virtual

¹ Das Discovery-System enthält neben den bibliographischen Nachweisen aus dem Online-Katalog der Universität Osnabrück auch alle für die Universität Osnabrück lizenzierten und frei verfügbaren Datenbanken: https://www.ub.uni-osnabrueck.de/recherche_research/discovery_system_jost/jost_information.html.

und Augmented Reality. In dem Zeitraum zwischen Januar 1975 und Februar 2019 wurden 188.948 wissenschaftliche Artikel zu diesen beiden Themen veröffentlicht. Begonnen bei 229 Artikeln in den Jahren 1975-1990, wurden bereits während der Jahre 1991-2000 15.073 Artikel veröffentlicht. Diese Zahl wuchs in den Jahren 2001-2010 auf 53.549 Artikel exponentiell an und erreicht in dem Zeitraum 2011-02/2019 den momentanen Höchststand von 120.097 Artikeln. Doch nicht nur in der Wissenschaft wächst die Bedeutung dieser Technologien. Die technischen Neuerscheinungen sowie die Einschätzung von Goldman Sachs, dass VR- und AR-Unternehmen bis 2025 ca. 80 Milliarden US-Dollar Umsätze generieren werden, zeigen ebenfalls die praktische Relevanz dieser Technologien (Goldman Sachs 2016).

Vor diesem Hintergrund ist es verwunderlich, dass es bislang keine einheitliche wissenschaftliche Definition von VR bzw. AR zu geben scheint. Je nach Perspektive und Schwerpunkt beziehen sich VR- und AR-Definitionen entweder stark auf technologische Faktoren oder auf spezifische Wirkungsmechanismen (z.B. Immersion, Interaktivität oder Telepräsenz) bzw. psychologische Erfahrungen. Eine integrierte Betrachtungsweise würde dabei der Tatsache Rechnung tragen, dass VR und AR nicht nur in unterschiedlichsten Kontexten (u.a. Industrie, Marketing, Bildung Gesundheitswesen) eingesetzt werden, sondern auch verschiedene Analyseebenen (Makro-, Meso- und Mikroebene) beeinflussen. So werden bspw. durch den Einsatz von VR bzw. AR datenschutzrechtliche Themen aufgeworfen, die branchenunabhängig und übergreifend auf Makroebene zu klären sind. Auf Mesoebene sollten die Auswirkungen der neuen Technologie sowohl auf Organisationsstrukturen als auch auf Teamstrukturen näher untersucht werden, während auf Mikroebene wiederum eher individuelle Erfahrungen eine wichtige Rolle spielen. Das vielseitige Einsatzpotenzial und die damit einhergehenden soziotechnischen Prognosen von VR- und AR-Technologien regen dazu an, sich eingehender mit den zugrundeliegenden Konzepten zu beschäftigen und einen interdisziplinären Definitionsansatz anzustreben.

Hierbei bietet ein systematischer Überblick über die existierende Literatur in verschiedenen Fachdisziplinen zum Thema VR und AR die Möglichkeit, sich einer übergreifenden Definition zu nähern. Das Graduiertenkolleg zum Thema „Vertrauen und Akzeptanz in erweiterten und virtuellen Arbeitswelten“ an der Universität Osnabrück zeichnet sich gerade durch die oben genannte Interdisziplinarität aus und setzt sich aus den Fachgebieten der Wirtschaftsinformatik, Rechtswissenschaften, Psychologie, Sozialwissenschaften und Cognitive Science zusammen.

Der vorliegende Beitrag verfolgt mit einer Literaturanalyse das Ziel, eine gemeinsame interdisziplinäre Definition von VR und AR aufzustellen, welche die wichtigsten Aspekte der verschiedenen Disziplinen vereint. Hierzu sollen die folgenden Forschungsfragen (FF) beantwortet werden:

- *FF1*: Wie definieren die einzelnen Fachdisziplinen (Wirtschaftsinformatik, Rechtswissenschaften, Psychologie und Sozialwissenschaften) VR bzw. AR?
- *FF2*: Auf welche Literaturquellen wird zur Definition disziplinübergreifend Bezug genommen?
- *FF3*: Wie können VR und AR im Rahmen einer interdisziplinären Betrachtung definiert werden?

Um die Forschungsfragen zu beantworten, wird im zweiten Abschnitt die methodische Vorgehensweise bei der Literaturrecherche vorgestellt. Darauf aufbauend findet sich im dritten Abschnitt, getrennt nach den Fachdisziplinen Wirtschaftsinformatik, Rechtswissenschaften, Psychologie und Sozialwissenschaften, der Literaturüberblick über die bestehenden VR-, AR- und MR-Definitionen; ferner werden mögliche Anwendungsbereiche aufgezeigt. Im vierten Abschnitt veranschaulicht jeweils eine Konzeptmatrix für VR- und AR-Definitionen, welche Konzepte wiederkehrend und disziplinübergreifend verwendet werden. Ergänzt werden die Erkenntnisse durch eine literaturbasierte Netzwerk- und Clusteranalyse. Es folgt die Synthese und ein interdisziplinärer Definitionsansatz für VR und AR durch die Autoren, bevor Zusammenfassung und Ausblick den Aufsatz abschließen.

Die Grundlage für den betrachteten Zeitraum der Literaturrecherche sowie für die Auswahl der Begriffe liefert der Artikel von Milgram und Kishino (1994). In diesem definieren die Autoren den Begriff „Mixed Reality“ (MR) anhand eines Realitäts-Virtualitäts-Kontinuums, welches eine Einordnung unterschiedlicher Begrifflichkeiten ermöglicht. Es wird angenommen, dass sich sowohl die physikalische als auch die virtuelle Realität in Form von zwei Extremen gegenüberliegend auf einem Kontinuum befinden (vgl. [Abb. 1](#)).

Abb. 1. Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum nach Milgram und Kishino (1994)

Während der Anteil der Realität auf diesem Kontinuum linksseitig stetig zunimmt, erhöht sich der Anteil der Virtualität rechtsseitig komplementär dazu. Zwischen den Extremen der realen und der virtuellen Umgebung erstreckt sich auf diesem Kontinuum das Konzept der Mixed Reality, das Milgram und Kishino (1994) als einen Oberbegriff für Augmented Reality und Augmented Virtuality verwenden. Dominiert dabei der Anteil der virtuellen Umgebung, ohne dass die dargestellte Umgebung ausschließlich virtuell ist, so wird von Augmented Virtuality gesprochen. Der Begriff „Virtual Reality“ wäre der Abbildung entsprechend gleichzusetzen mit dem Begriff der virtuellen Umgebung. Gegensätzlich dazu be-

zeichnet die erweiterte Realität jegliche Konstellationen dieses Kontinuums, in denen der Anteil der Realität größer ist als jener der virtuellen Umgebung (Milgram und Kishino 1994).

Virtual Reality und Augmented Reality stellen dabei die dominierenden Technologien dar und sind die sowohl in der Praxis als auch in der Theorie am häufigsten verwendeten Begrifflichkeiten (Aichner et al. 2019).

2 Methodische Vorgehensweise

Um sich einer interdisziplinär gültigen Definition von VR und AR zu nähern, findet zunächst eine Auseinandersetzung mit den bereits existierenden definitorischen Ansätzen der Fachdisziplinen Wirtschaftsinformatik, Rechtswissenschaften, Psychologie und Sozialwissenschaften statt. Zu diesem Zweck wurde eine mehrstufige Literaturanalyse nach vom Brocke et al. (2009) durchgeführt, in der als erster Schritt eine Boolesche Suche in insg. 12 wissenschaftlichen Literaturdatenbanken erfolgte: Für jedes Fachgebiet wurden jeweils drei relevante Literaturdatenbanken im deutsch- und englischsprachigen Raum ausgewählt (vgl. Abb. 2).

Abb. 2. Suchprozess der systematischen Literaturrecherche, durchgeführt im Januar 2019

Der Suchterm teilt sich in einen technologischen Term und in einen Term zur Eingrenzung hinsichtlich definitorischer Merkmale auf. Der technologische Term enthielt die Begriffe der gesuchten Technologien, die sich, wie oben bereits erläutert, an dem Kontinuum von Milgram und Kishino (1994) orientierten. Des Weiteren wurde mit dem zweiten Teilsuchterm explizit nach Definitionen, Taxonomien und Klassifikationen gesucht, um reine Anwendungsfälle auszuschließen.

Im Bereich der Wirtschaftsinformatik wurde aufgrund der Verwendung von generischen Datenbanken und zur Eingrenzung der Trefferanzahl hinsichtlich der Forschungsdomäne der technologische Term spezifiziert. Die Suche beschränkte sich auf englisch- und deutschsprachige Literatur, die im Zeitraum 1994² bis 2018 veröffentlicht wurde. Ferner wurde, soweit die jeweilige Datenbank es zuließ, die Art der Literatur auf Bücher, Buchkapitel, Konferenz- und Workshopbeiträge sowie Journalbeiträge begrenzt. Die Suche wurde im Januar 2019 durchgeführt. Der Suchprozess erfolgte durch die schrittweise Untersuchung der Aufsätze hinsichtlich der Inklusions- und Exklusionskriterien anhand des Titels, des Abstracts und schließlich des Volltextes. Wesentliche Inklusionskriterien sind Klassifikation, Definition, Framework, Theorie, Literaturanalyse, Ontologie oder Meta-Analysen im Bereich Virtual, Augmented oder Mixed Reality; nicht einbezogen wurden Artikel, die keine Definitionen der genannten Technologien enthalten oder ausschließlich nicht-immersive Technologien betrachten.

3 Definitorische Betrachtung von Virtual, Augmented und Mixed Reality aus Sicht der Disziplinen

Im folgenden Abschnitt wird, getrennt nach den einzelnen Fachdisziplinen (Wirtschaftsinformatik, Rechtswissenschaften, Psychologie und Sozialwissenschaften) und auf Basis der Literaturrecherche zunächst beschrieben, in welchen Anwendungsbereichen die Technologien eingesetzt werden können. Außerdem wird ein Überblick über die momentan bestehenden VR-, AR- und MR-Definitionen gegeben.

3.1 Wirtschaftsinformatik

Die Disziplin der Wirtschaftsinformatik ist geprägt durch die Forschungsansätze der verhaltensorientierten oder gestaltungsorientierten Forschung. Während die

² AR und insb. VR wurden zwar schon vor 1994 thematisiert, allerdings durch die mangelnde technologische Umsetzung meist in weniger konkreter Art und Weise; insb. ab Anfang bis Mitte der 1990er Jahre lässt sich eine breitere und zugleich explizitere wissenschaftliche Auseinandersetzung mit VR und AR beobachten (Mann 1994, 1997). Das Jahr 1994 als Ausgangspunkt der vorliegenden Suche wurde insb. wegen der Veröffentlichung des Milgram-Kontinuums ausgewählt, da sich dies interdisziplinär relevant für definitorische Auseinandersetzungen mit VR und AR erwies.

verhaltensorientierte Forschung vermehrt im angelsächsischen Raum vertreten ist, ist die gestaltungsorientierte Forschung im europäischen Raum vorherrschend. Dabei zielt die Gestaltung von Informationssystemen insb. auf die Entwicklung von nutzenstiftenden Systemen für die Wirtschaft und Gesellschaft, während die verhaltensorientierte Forschung die Beobachtung von Systemeinflüssen und das Verhalten der Nutzenden im Vordergrund der Forschung sieht (Österle und Otto 2010). Die identifizierten VR- und AR-Publikationen beziehen beide Forschungsansätze ein; gleichwohl ist, bedingt durch die Gestaltung von neuen VR- und AR-Anwendungen für die Praxis, der gestaltungsorientierte Forschungsansatz stärker ausgeprägt. Beide Forschungsansätze betrachten die Nutzung dieser Technologien in verschiedensten Kontexten, die nachfolgend skizziert werden.

Erforscht wird die Nutzung der virtuellen Realität in der Wirtschaftsinformatik insb. zu Aus- und Weiterbildungszwecken (Pan et al. 2006; Sherman und Craig 2003), als Medium für die Visualisierung von Konstruktions- und Designartefakten (Sherman und Craig 2003; Walsh und Pawlowski 2002) und als Behandlungs- und Rehabilitationsmedium im Gesundheitswesen (Sherman und Craig 2003). So explorieren bspw. Pan et al. (2006) in ihrem Beitrag „Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments“ die Nutzung immersiver Technologien für didaktische Zwecke. Den Autoren zufolge stellen virtuelle Lernumgebungen einen vorteilhaften Ansatz für die Vermittlung von Lerninhalten dar, bei denen sich der traditionelle Ansatz des Lernens als ineffektiv erwiesen hat. Vor allem prozedurales Wissen kann in virtuellen Lernumgebungen erfolgreich vermittelt werden (Pan et al. 2006). Im Baugewerbe hingegen können architektonische Entwürfe von Gebäuden virtuell erlebbar gemacht werden. Durch die Verwendung von Head-Mounted-Displays können Stakeholder somit frühzeitig in die Produktplanung eingebunden werden, indem CAD-Daten in virtuelle Welten überführt werden (Sherman und Craig 2003).

Augmented Reality wird in der Wirtschaftsinformatik insb. verwendet, um eine neue Art und Weise der Informationsdarstellung bei der Gestaltung von innovativen Informationssystemen zu realisieren. Aktuelle Forschungsgebiete sind bspw. die Erforschung und Anwendung von Smart Glasses in der Logistik (Berkemeier et al. 2019), im Maschinen- und Anlagenbau (Niemöller et al. 2017) sowie im Gesundheitswesen und in der Aus- und Weiterbildung (Kortekamp et al. 2019). Es wurden insg. neun Quellen aus dem Feld der Wirtschaftsinformatik mit einem definitorischen Bezug zur virtuellen Realität identifiziert. Einen Überblick über die existierenden VR-Definitionen liefert keiner der Beiträge. Zur Abgrenzung der virtuellen Realität von den Konzepten der erweiterten bzw. der gemischten Realität werden neben textuellen Ausführungen in zwei Beiträgen Klassifikationen entwickelt (Steffen et al. 2017; Parveau und Adda 2018). Bei der Analyse der Artikel fällt auf, dass kein einheitliches Begriffsverständnis existiert, auf das die Autoren verweisen. Dennoch existieren einige Gemeinsamkeiten, die nachfolgend näher beleuchtet werden.

Virtuelle Realität wird grundsätzlich als die Nutzung computererzeugter Simulationen betrachtet, die den Anwender interaktiv in eine virtuelle Welt eintauchen

lässt (Sherman und Craig 2003; Pan et al. 2006; Parveau und Adda 2018). Die Immersion (Eintauchen) bildet in sechs von insg. neun Definitionen ein Charakteristikum der virtuellen Realität (Sherman und Craig 2003; Pan et al. 2006; Parveau und Adda 2018; Walsh und Pawloski 2002; Steffen et al. 2017; Azuma 1997). Der mit der Immersion assoziierte Begriff der Telepräsenz beschreibt den Zustand, sich in einer entfernten Umgebung anwesend zu fühlen, und wird in weiteren vier Definitionen tangiert (Walsh und Pawloski 2002). Die hierfür vorausgesetzte, computererzeugte Umgebung in Form einer virtuellen Welt bezeichnet eine weitere wichtige Eigenschaft der virtuellen Realität, die in den Definitionen zum Großteil wiederkehrend aufgegriffen wird (Pan et al. 2006; Parveau und Adda 2018; Sherman und Craig 2003; Steffen et al. 2017). Auf eine dreidimensionale Darstellung dieser computererzeugten Umgebung beschränken sich dabei lediglich die Autoren Pan et al. (2006) sowie Parveau und Adda (2018), was womöglich auf die Weiterentwicklung der Technologie in den vergangenen Jahrzehnten zurückzuführen ist. So definieren Sherman und Craig (2003) die virtuelle Realität als „a medium composed of interactive computer simulations that sense the participant’s position and actions and replace or augment the feedback to one or more senses, giving the feeling of being mentally immersed or present in the simulation“ (Sherman und Craig 2003, S. 13). Demzufolge stellt der Effekt der Immersion eines der vier Schlüsselemente virtueller Realität dar. Hierfür werden die virtuelle Welt selbst, sensorisches Feedback und die Interaktion der Nutzenden mit den Objekten in der virtuellen Welt als Anforderungen an die virtuelle Realität vorausgesetzt (Sherman und Craig 2003).

Trotz des technischen Schwerpunkts der Wirtschaftsinformatik wird die verwendete Hardware lediglich zur Begriffsabgrenzung in fünf der neun Definitionen explizit aufgegriffen. Pan et al. (2006) sowie Olmedo (2013) betonen die Notwendigkeit einer Kombination verschiedener Ein- und Ausgabegeräte als Bedingung für die Erzeugung von Immersion und lassen dabei offen, welche konkreten Endgeräte mit der VR verbunden sind (Pan et al. 2006; Olmedo 2013). Parveau und Adda (2018) verweisen in diesem Zusammenhang auf die Nutzung von Controllern, die zur mittelbaren Interaktion mit den Objekten in der virtuellen Welt genutzt werden. Einen davon abweichenden Ansatz verwenden Rekimoto und Nagao (1995) sowie Zobel et al. (2018), welche die Kerneigenschaften von VR-Brillen als Hauptmerkmal von virtuellen Realitäten aufgreifen. Ein VR-System kennzeichnet demnach das komplette Umschließen des Nutzenden (Rekimoto und Nagao 1995). Zobel et al. (2018) greifen in diesem Kontext die Eigenschaften moderner VR- und AR-Brillen auf. Durch die Ausblendung der realen Umwelt mithilfe von Head-Mounted-Displays wird die Immersion in die virtuelle Umgebung erst ermöglicht, indem störende Lichteinflüsse aus der realen Umwelt ausgeblendet werden (Zobel et al. 2018).

Insg. wurden neun Artikel zum Thema AR identifiziert. Einen umfassenden Überblick über AR-Publikationen in der Wirtschaftsinformatik gibt die systematische Literaturrecherche von Harborth (2017). Ein wichtiges Ergebnis der Recherche ist, dass Studien zur Erforschung des Nutzerverhaltens mit 22 % von allen

identifizierten Publikationen zahlenmäßig unterrepräsentiert sind. Harborth (2017) stützt sich in seiner Arbeit primär auf die Definition von Azuma et al. (2001). Brockmann et al. (2013) stellen eine Klassifikation für kollaborative AR-Anwendungen auf, die auf bestehenden technischen, verhaltens-, informations- und interaktionsorientierten Klassifikationen basiert. Ihre Klassifikation beinhaltet die Dimensionen Raum, Zeit, Mobilität, virtueller Inhalt, Rollenkonzepte und Visualisierungshardware mit den jeweiligen Merkmalsausprägungen je Dimension. Damit erstellen Brockmann et al. (2013) eine Übersicht der wesentlichen Konzepte von kollaborativen AR-Anwendungen, die Grundlage für eine Definition sein können. Diegmann et al. (2015) sehen in AR ein grundlegendes Konzept, welches ohne die genaue Betrachtung der Technologie entworfen werden kann, deren Umsetzung jedoch stark von neuen Technologien abhängt. Steffen et al. (2017) untersuchten mit einer Literaturrecherche aktuelle Taxonomien, um spezifische Attribute für AR und VR zu identifizieren. Es werden im Wesentlichen zwei charakteristische Attribute für AR herausgestellt: Die Mischung aus virtuellen und physikalischen Objekten und die Nicht-Gebundenheit der virtuellen Komponenten an physikalische Gesetze. Im Gegensatz zu den vorherig genannten Artikeln bezieht sich Yeo (2017) rein auf eine Prozesssichtweise. Mit AR werden nach Yeo (2017) Arbeitsprozesse um AR-Inhalte erweitert, sodass eine Mischung aus physikalischen und virtuellen Interaktionen entsteht, z.B. wird der Prozess „Einkaufen“ mit AR-Inhalten zu einer Kombination aus üblichem Einkaufserlebnis und Online-Shopping.

Lediglich zwei der identifizierten Quellen liefern eine Definition für die gemischte Realität (Pan et al. 2006; Parveau und Adda 2018). Grundlegend besteht Einigkeit darüber, dass in der gemischten Realität dreidimensionale, computererzeugte Objekte in einer realen dreidimensionalen Umgebung dargestellt werden (Pan et al. 2006). Durch die sensorische Erfassung der realen Benutzerumgebung können virtuelle Objekte maßstabsgetreu und in Echtzeit im Raum platziert werden. Eine Mixed-Reality-Erfahrung muss hierfür benutzerzentriert sein, indem eine natürliche und unmittelbare Interaktion, z.B. über Sprach- und Gestensteuerung, gewährt wird (Parveau und Adda 2018).

3.2 Rechtswissenschaften

Die Rechtswissenschaft befasst sich als Geisteswissenschaft mit der Erscheinungsform und der Anwendung vom Recht. Grundlegend lässt sich in den Rechtswissenschaften eine Unterteilung des Rechts in die Bereiche des Zivilrechts, des Strafrechts und des Öffentlichen Rechts treffen. Für die Literaturrecherche wurden keine Eingrenzungen vorgenommen, sondern sämtliche Rechtsgebiete von der Recherche erfasst. Insg. wurden fünf Volltexte für die Analyse einer juristischen Definition von VR und AR identifiziert. Im Bereich MR wurde lediglich eine relevante Definition gefunden (Hilgert 2017). In der Auswertung der fünf Volltexte fällt zunächst auf, dass kein Artikel sich ausschließlich mit den Definitionen von VR und AR befasst. Im Vordergrund standen jeweils, VR und AR als neue technische Phänomene in den Kontext bestehender rechtlicher Fragestellungen einzu-

ordnen. Dementsprechend fallen die Ausführungen zur Definition von VR und AR relativ knapp aus.

Bei der Bestimmung des Kontextes gilt es zu berücksichtigen, dass die Rechtswissenschaft sich vorwiegend mit der Schutzfähigkeit (bspw. im Patentrecht) und Zulässigkeit (bspw. unter arbeits- oder datenschutzrechtlichen Gesichtspunkten) von VR und AR befasst. VR und AR selbst finden für juristische Zwecke (etwa in der Forschung oder der juristischen Praxis) weniger Anwendung. Die rechtlichen Anwendungsgebiete umfassen allgemeine Rechtsfragen bezogen auf VR und AR (Hilgert 2017), das Urheberrecht (Franz 2017), Straftatbestände, die bei der Benutzung von AR-Apps von Nutzenden begangen werden (Heckmann 2017), Persönlichkeitsrechte und Datenschutz (Solmecke und Kocatepe 2014) sowie den Grundrechtsschutz im Rahmen einer journalistischen Anwendung von VR (Libertus 2018). Damit sind nicht nur zivilrechtliche, sondern auch strafrechtliche und öffentlich-rechtliche Bezugspunkte hergestellt.

Von den fünf relevanten Texten handelt es sich bei vier Texten um Aufsätze in Fachzeitschriften. Lediglich ein relevanter Treffer stammt aus einem Kommentar (Heckmann 2017). Aufsätze in entsprechenden Fachzeitschriften sind die geeignete Literatur- und Publikationsform, um aktuelle Entwicklungen und Probleme einem bestimmten Adressatenkreis nahezubringen (Mann 2015; Möllers 2016), wohingegen Kommentare eher eine vertiefte wissenschaftliche Darstellung über etablierte und in Rechtsprechung und Literatur diskutierte Sachverhalte enthalten (Möllers 2016). Aus diesem Umstand lässt sich entnehmen, dass VR- und AR-Techniken in der Rechtswissenschaft derzeit noch ein Nischendasein führen. Hierfür spricht auch das Veröffentlichungsjahr der relevanten fünf Volltexte. Alle Texte sind nach 2014 veröffentlicht worden, was wohl daran liegt, dass die VR- und AR-Technologien erst seit dem Hype der letzten Jahre zunehmend auf die Agenda der Rechtswissenschaft gelangten. Eine Definition von VR und AR im rein juristischen Kontext (bspw. eine Definition oder Abgrenzung von VR und AR anhand dessen, welche Rechte in welchem Grad durch die Anwendung tangiert werden) wird nicht gegeben; vielmehr wird eine Definition primär aus dem Wirkungs- bzw. Wahrnehmungszusammenhang für die Nutzenden, oder aber, sekundär, aus der technischen Ausgestaltung gebildet.

In der juristischen Literatur besteht bzgl. der zugrundeliegenden VR-Definition soweit Einigkeit, dass es sich um eine vollständige, dreidimensionale, computer-generierte Simulation einer Realität handelt, in der sich die Nutzenden frei umsehen und mit der sie interagieren können (Libertus 2018; Hilgert 2017; Franz 2017). Es fällt auf, wie auch bei der AR-Definition, dass die Definition mit dem Wahrnehmungszusammenhang einhergeht. Hilgert (2017) bezieht sich sogar soweit auf die Wahrnehmung, dass er die Abgrenzung von AR und VR – welche fließend sei – anhand des Grads der Immersion, also des Effekts, wie sehr die virtuelle Umgebung als real empfunden wird, vornimmt. Franz (2017) betont ebenfalls den Wahrnehmungszusammenhang, zieht jedoch die Definition aus dem Gabler Wirtschaftslexikon (2018) heran. Bezüglich der technischen Ausgestaltung von VR-Systemen führt Hilgert (2017) lediglich aus, dass „freilich spezielles tech-

nisches Zubehör erforderlich“ (Hilgert 2017, S. 473) ist. Franz (2017) geht auf die Technik für die Nutzenden ein. So zeichne VR aus, dass „der Bildschirm direkt vor den Augen installiert wird. Durch Bewegungssensoren wird dabei ein stereoskopisches dreidimensionales Bild errechnet, das sich mit der Kopfbewegung ändert“ (Franz 2017, S. 208). Die simulierte Wirklichkeit bespiele dabei Augen und Ohren der Nutzenden umfassend (Franz 2017). Libertus (2018) hingegen rückt die Technik in den Vordergrund, die zur Erzeugung der verschiedenen Darstellungsformen (360-Grad-Darstellung und volumetrische Darstellung) erforderlich ist. Bei der 360-Grad-Darstellung werde die Umgebung durch eine Kamerakonstruktion, von der Mitte ausgehend, in einem Radius von 360 Grad erfasst, wohingegen bei der volumetrischen Darstellung Kameras auf eine Mitte ausgerichtet werden, sodass ein errechnetes 3D-Modell des Raums entsteht.

Die Definition von AR erfolgt in den relevanten Publikationen weitgehend ähnlich. Entsprechend der deutschen Übersetzung von Augmented Reality als erweiterte Realität wird zumeist primär der Wahrnehmungszusammenhang betrachtet. Unter AR wird daher die Anreicherung der realen Umgebung durch zusätzliche virtuelle Inhalte verstanden (Heckmann 2017; Libertus 2018; Hilgert 2017). Hinsichtlich der technischen Ausgestaltung wird pauschal darauf verwiesen, dass eine Kamera die „reale Umgebung“ (Heckmann 2017, Rn. 381) erfasse und dann um digitale Zusatzinformationen anreichere. Lediglich Solmecke und Kocatepe (2014) sowie Hilgert (2017) gehen etwas detaillierter auf die AR-Technik ein: Google Glass beschreiben sie als ein Brillengestell, das einen internetfähigen Computer und eine Kamera vereint und mittels Spracheingabe bedient wird.

Hilgert (2017) wirft einen kurzen und allgemeineren Blick auf die Technik, indem er festhält, dass alle AR-Systeme „ihre Umgebung erfassen, analysieren und mit Informationen anreichern, und schließlich dem Nutzenden das Ergebnis dieses Verarbeitungsprozesses präsentieren“ (Hilgert 2017, S. 474). Dabei bezieht er sich weniger auf die eingesetzte Hardware, sondern mehr auf die ablaufenden Prozesse.

Es fällt auf, dass nur Hilgert (2017) MR-Technologie erwähnt. In seinem Aufsatz definiert er MR als Integration von virtuellen Inhalten in die reale Welt in der Art, „dass bestehende, reale Objekte durch virtuelle Objekte überlagert bzw. ersetzt werden und damit als real erscheinen. Der Nutzende nimmt dabei die reale und die virtuelle Welt als einheitliche Realität wahr“ (Hilgert 2017, S. 473). Hilgert (2017) ordnet MR damit als Zwischenstufe zwischen die anhand des Grades der Immersion abzugrenzenden VR- und AR-Definitionen ein.

Dem Umstand, dass MR sonst keine Erwähnung findet, könnte entnommen werden, dass MR entweder bereits problemlos rechtlich eingeordnet werden kann oder aber rechtlich nicht anders einzuordnen ist als VR bzw. AR und daher keiner gesonderten Erwähnung bedarf. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass es für die juristische Betrachtung einer neuen Technologie mehr auf das übergeordnete Konzept des technischen Anwendungsbereichs ankommt als auf detaillierte technische Abstufungen, die MR scheinbar darstellt.

3.3 Psychologie

Die Psychologie als Humanwissenschaft unterteilt sich in verschiedene Subdisziplinen und beinhaltet neben Grundlagenfächern wie der biologischen Psychologie, Diagnostik oder der Sozialpsychologie ebenso Anwendungsfächer (z.B. klinische Psychologie oder Arbeits- und Organisationspsychologie). Für die Literaturrecherche wurde keine Eingrenzung auf eine bestimmte Subdisziplin innerhalb der Psychologie vorgenommen, da sich sowohl die Grundlagenforschung als auch die angewandte Forschung mit dem Thema der virtuellen bzw. erweiterten Realität beschäftigt.

Für die Formulierung einer fachgebietsspezifischen Definition im Bereich VR, AR und MR bilden 61 Artikel die Grundlage. Von diesen bezieht sich der Großteil der vorliegenden Definitionen auf den Gegenstandsbereich VR, während zehn Journalbeiträge auch AR adressieren und drei Artikel MR-Definitionen darlegen (vgl. Abb. 2).

Eine themenspezifische Einordnung der Artikel gibt einen ersten Überblick über den theoretischen und praktischen Nutzen der Technologien in der Psychologie. So beschreiben und untersuchen 40 Artikel den Einsatz von VR bei medizinischen Behandlungen, bei der Rehabilitation sowie bei der Behandlung von klinischen Störungen (z.B. Phobien, Aufmerksamkeitsdefizitsynndrome, posttraumatische Belastungsstörungen und kognitive/motorische Beeinträchtigungen). 21 Artikel beschäftigen sich mit Grundlagenforschungen und thematisieren vor allem Merkmale, die charakteristisch für die verwendeten Technologien sind (bspw. im Bereich von VR die Merkmale Präsenz oder Immersion). Während sechs Artikel den Bereich Aus- und Weiterbildung adressieren, forschen vereinzelt Autoren zum Themenbereich Unterhaltung.

Die hohe Anzahl an wissenschaftlichen Artikeln, in Relation zu den anderen Fachdisziplinen im Beitrag, sowie die quantitative Verteilung der verschiedenen Definitionen deuten darauf hin, dass vor allem die virtuelle Realität als Technologie für die Psychologie eine zunehmend wichtigere Rolle spielt. Dieser Fokus findet auch in anderen Quellen Erwähnung (Cipresso et al. 2018; Wilson und Soranzo 2015). Cipresso et al. (2018) betonen darüber hinaus, AR sei immer noch vermehrt in wissenschaftlichen Szenarios vorkommend (Cipresso et al. 2018, S. 2) und liefern einen möglichen Grund für die geringe Anzahl an AR-Publikationen im Bereich der Psychologie.

Zudem weist das Thema VR bzw. AR in bestimmten Fachrichtungen (z.B. der klinischen Psychologie) aktuell eine höhere Relevanz auf als in anderen (z.B. Arbeits- und Organisationspsychologie). Cipresso et al. (2018) ziehen ähnliche Schlussfolgerungen und benennen die klinische Forschungsrichtung als eine der wichtigsten Strömungen im Bereich VR, indem sie sogar von einer „clinical era“ (Cipresso et al. 2018, S. 18) sprechen. Vor allem die Möglichkeit, VR zur Behandlung von spezifischen Phobien und Angststörungen einzusetzen, bietet, neben dem Vorteil der Kontrollierbarkeit und Dosierbarkeit der Konfrontation, den Vorteil, dass die konfrontierten Reize während der Exposition interaktiv gesteuert werden

können (Schubert und Regenbrecht 2002). Ergänzend dazu zeigt sich der Nutzen von VR auch in der Lösung bestimmter Forschungsproblematiken. Neben der experimentellen Kontrolle von komplexen sozialen Situationen weist der Einsatz von VR-Technologien weitere Vorteile für die Forschung im Bereich der Psychologie auf. So kann der oftmals fehlenden Reproduzierbarkeit von Studien sowie der teilweise mangelnden ökologischen Validität mit dem Einsatz von VR Rechnung getragen werden. Zudem können neue Kontexte und Szenarien kreiert werden, die anderweitig nicht getestet werden könnten (Schubert und Regenbrecht 2002).

Die beträchtlichen Fortschritte im VR-Bereich hinsichtlich der Computerhardware, der Software und den Mensch-Maschine-Schnittstellen stellen sicherlich einen der Hauptgründe dar, wieso bisherige VR-Definitionen meist den Fokus auf rein technische und weniger auf erfahrungsorientierte Aspekte legen (Riva und Mantovini 2012). Aktuell finden sich, besonders im Bereich der Verhaltenswissenschaften, vermehrt Definitionen, welche VR als „an advanced form of human-computer interface that allows the user to interact with and become immersed in a computer-generated environment in a naturalistic fashion“ (Schultheis und Rizzo 2001, S. 82) beschreiben. Die durchgeführte Literaturrecherche bestätigt die Verschiebung des Schwerpunkts von der technischen Komponente hin zu einer Beschreibung der Anwendungserfahrungen sowie verschiedenen dynamischen Prozessen. Grundlegend fällt bei der Durchsicht der Artikel auf, dass es bislang keine Definition von VR gibt, auf die sich die Mehrheit der Studien stützt. Um die Komplexität innerhalb, aber auch zwischen den Definitionen zu reduzieren und eine Systematik verschiedener Definitionen aufzustellen, schlagen mehrere Autoren ein Kategoriensystem vor (Cantamessa und Galimberti 2007; Riva 2008; Coelho et. al. 2006). Je nach Artikel lassen sich bisherige Definitionen im Bereich Virtual Reality in unterschiedlich viele Kategorien einteilen. So unterteilen bspw. Cantamessa und Galimberti (2007) bisherige Definitionen in die folgenden drei Bereiche:

1. Definitionen, die sich auf technische Aspekte beziehen,
2. Definitionen, welche die Wahrnehmung der Nutzenden adressieren (z.B. Wahrnehmungsrealismus, Raumklänge oder multisensorische Wahrnehmungen), und
3. Definitionen, die sich auf die Erfahrungen der Nutzenden sowie dynamische Prozesse fokussieren (z.B. Immersion oder Präsenz).

Nach Sichtung der vorliegenden psychologischen Literatur und Einteilung der Definitionen in die drei Kategorien fällt auf, dass 41 Definitionen primär die Erfahrungen der Nutzenden hervorheben, während 18 Definitionen die technischen Komponenten beschreiben und nur 2 Definitionen die Wahrnehmung der Nutzenden im Sinne von Cantamessa und Galimberti (2007) fokussieren. Da die Psychologie als „Wissenschaft, deren Gegenstand menschliches Verhalten und Erleben ist“ (Myers et al. 2008), definiert wird, liegt es nahe, dass im Mittelpunkt der Un-

tersuchungen zum einen die Erfahrungen der Nutzenden und zum anderen die Interaktionen sowohl mit dem System als auch untereinander stehen. So beschreiben Botella et al. (2017) in ihrer Definition: „through this technology, it is possible to create artificial experiences in real time, making the user feel immersed and able to interact as if it were the real world“ (Botella et al. 2017, S. 1). Sie heben sowohl die Immersion als psychologischen Zustand als auch die Interaktivität als dynamischen Prozess hervor. Hingegen betonen Riva et al. (2016) stärker die dritte Eigenschaft von VR – die Präsenz – und beschreiben, dass „specifically VR is different from other media because it induces the feeling of presence: the feeling of being there inside the virtual experience produced by technology“ (Riva et al. 2016, S. 5).

Über die verschiedenen Definitionen hinweg stellt VR aus psychologischer Sicht eine neue und erweiterte Form der Mensch-Computer-Interaktion in einer dreidimensionalen Welt dar (Morineau 2000; Schultheis und Rizzo 2001; Villani et al. 2012; Mühlberger et al. 2008). In dieser geht es mehr um eine aktive Teilnahme der Nutzenden und weniger um das passive Beobachten. VR zeichnet sich vor allem durch die Indikatoren Präsenz, Immersion und Interaktivität aus. Gerade die zuletzt genannten Charakteristika werden in nahezu allen Definitionen aufgegriffen – jedoch unterschiedlich stark adressiert (z.B. Präsenz bei Coelho et al. 2006; Interaktivität bei Svestrup 2004; Immersion bei Rebelo et al. 2012).

Zehn Artikel definieren die erweiterte Realität. AR beschreibt generell die Einblendung virtueller Elemente (z.B. relevante, digitale Informationen) in die existierende physische Umwelt. Ziel der Technologie ist es, die Wahrnehmung, die Erfahrungen und die Interaktionen der Nutzenden zu erweitern (Baus und Bouchard 2014; Capuano et al. 2016).

Zur spezifischeren Definition von AR wird von mehreren Autoren auf die Einteilung von Azuma et al. (1997, 2001) zurückgegriffen, welche AR-Systeme als eine Integration von drei Bestandteilen beschreiben: AR-Systeme kombinieren erstens reale und virtuelle Objekte in einer realen Umwelt und arbeiten zweitens interaktiv und in Echtzeit. Azuma (1997) beschreibt die dritte Eigenschaft als Anzeige in 3D, während sich die aktuellere Definition von Azuma et al. (2001) auf das Registrieren und das Ausrichten von realen und virtuellen Objekten bezieht. Riva et al. (2016) ergänzen die Definitionen um den Aspekt, dass AR nicht nur als Erweiterung der Sichtweise eingesetzt werden kann, sondern auch andere multi-sensorische Ergänzungen möglich sind.

Lediglich drei der 61 gefundenen Artikel definieren MR, wobei alle Artikel auf den führenden Artikel von Milgram und Kishino (1994) verweisen. Mixed Reality bezieht sich demnach auf die allgemeine Integration von virtuellen und realen Komponenten, die somit eine Echtzeit-Interaktion ermöglichen. Der Literaturverweis auf Milgram und Kishino (1994) sowie die Gemeinsamkeiten der Definitionen zeigen, dass im Bereich MR keine Unklarheiten bezüglich einer Definitionsformulierung vorhanden sind.

3.4 Sozialwissenschaften

Das wissenschaftliche Gebiet der Sozialwissenschaften umfasst eine Vielzahl an Subdisziplinen, die sich von Soziologie und Politikwissenschaften über Erziehungs- und Bildungswissenschaften bis hin zu Medien- und Kommunikationswissenschaften erstrecken. Auch liegt es im Wesen der sozialwissenschaftlichen Ausrichtung, dass die Grenzen zu benachbarten Disziplinen wie z.B. den Geistes- und Geschichtswissenschaften oder auch der Psychologie – abhängig vom jeweils behandelten Untersuchungsgegenstand mehr oder weniger – durchlässig sein können. Diese inhärente Offenheit der Disziplin tritt auch bei der dreistufigen Literaturanalyse zu VR, AR und MR zutage: Sowohl die Treffer durch die Boolesche und die daran anschließende Vorwärts- und Rückwärtssuche als auch die letztlich aus sozialwissenschaftlicher Perspektive relevanten Ergebnisse umfassen Artikel aus den Bereichen (Technik-)Soziologie, STS (Science, Technology and Society), Kommunikations- und Medienwissenschaften sowie Erziehungswissenschaften, Stadtplanung und (Sozial-)Psychologie. Durch die Fokussierung auf VR- bzw. AR-Technologien wurden rein generische geistes- und sozialwissenschaftliche Artikel exkludiert.

Bei der Betrachtung sozialwissenschaftlicher Auseinandersetzung mit VR zeigt sich, dass trotz Bezug auf die konkrete Technologie weniger ein spezielles Anwendungsfeld, als vielmehr die soziokulturelle Bedeutung und heterogenen Einsatzmöglichkeiten von VR im Fokus stehen: „[VR] are heterogeneous in their development across time and geographical space, as a range of systems have been developed for a wide range of purposes in locations scattered throughout the globe. Moreover, they have been analyzed as objects, as instrumental tools, as media, as commodities in economic networks, as sites of research or business activity, as leisure or entertainment, as organizational sites, as sites of social and cultural reproduction, and as texts.“ (Green 1999, S. 410) Konkrete Anwendungsfelder, die in den relevanten Artikeln zu VR diskutiert werden, sind insb. Kommunikation (Palmer 1995; Schroeder 2007) und Aus- bzw. Weiterbildung (Girvan 2018; Fox et al. 2009). Außerdem finden die Bereiche Gesundheit (Fox et al. 2009), Raumfahrt und Militär (Fox et al. 2009; Heim 1998), Arbeit (Lee 2004; Pfeiffer 2004) sowie Stadt- und Raumplanung (Streich 2011) Aufmerksamkeit. Erwähnt werden sollten hierbei die Querverbindungen zwischen den Anwendungsfeldern: So werden VR-Technologien im medizinischen Bereich insb. hinsichtlich ihrer Anwendung zu Trainings- und Ausbildungszwecken diskutiert (Fox et al. 2009), in der Stadt- und Raumplanung hingegen im Zusammenhang mit der erleichterten Arbeit durch (virtuelle) Konstruktions- und Baupläne (Streich 2011).

In den wenigen sozialwissenschaftlichen Treffern, die sich mit AR auseinandersetzen, wurde die Technologie – vor allem im Vergleich zu den Artikeln zu VR – sehr konkret anhand von Anwendungsfällen erläutert. Augmented Reality findet hiernach insb. Einsatz in Aus- und Weiterbildung (Bal 2018), Arbeit (Pfeiffer 2004), Stadt- und Raumplanung (Streich 2011), Gesundheit (Heim 1998) sowie Raumfahrt und Militär (Heim 1998; Koch 2016). Während die Anwendungsfelder

von VR und AR sich auf den ersten Blick ähneln, so ist die Ausrichtung bei AR doch eine andere: Das zentrale (und verbindende) Element ist die Kommunikation, die durch AR in den einzelnen Feldern verändert wird (Koch 2016). In der Stadtplanung wird bspw. die durch AR angereicherte Kommunikation und Interaktion zwischen baulichen Elementen, Verkehrsinfrastruktur und Raumnutzenden unter dem Stichwort „Smart City“ diskutiert; im Kontext von Arbeit (sowohl in der Industrie, im Gesundheitswesen als auch in der Luftfahrt) werden die neuen Möglichkeiten der Informationsversorgung herausgestellt, die u.a. „Arbeitsumfelder erfahrbar machen, die sich einem sinnlichen Zugang bislang entzogen haben.“ (Pfeiffer 2004). Die sozialwissenschaftlichen Definitionen von VR, AR und MR aus den 16 final relevanten Treffern werden im Folgenden genauer vorgestellt.

Die meisten Ergebnisse (13) beschäftigen sich mit Virtual Reality; in jedem Artikel wird das gesellschaftlich-innovative Potenzial hervorgehoben, dass dieser Technologie innewohnt: „Along with the term cyberspace, the phrase virtual reality has come to symbolize both our enthusiasm and ambivalence about social and cultural transformation through technology“ (Biocca et al. 1995, S. 5-6). Oft wird in den Definitionen direkt auf den technischen Charakter hingewiesen – entweder implizit über die Nennung von Hardware- und Software-Komponenten (Green 1999, S. 410; Palmer 1995, S. 290) oder auch explizit: „VR is first of all technology“ (Heim 1998, S. 6).

Ein wichtiges Definitionselement ist die Simulation verschiedener Realitäten: Die Simulation physikalischer Realitäten und die Simulation innovativer Welten, die sich von der bekannten analogen Realität löst. Die Simulation physikalischer Realitäten macht es u.a. möglich, Umwelten und Situationen erfahrbar zu machen und ggf. sogar (theoretisch bzw. durch die Kopplung mit automatisierten Assistenztechnologien) Veränderungen durchzuführen (Pfeiffer 2004; Streich 2011). Dabei muss es jedoch nicht bleiben: Neben dieser realgetreuen Simulation ist es auch denkbar, die physikalischen Grenzen hinter sich zu lassen (Biocca et al. 1995; Gunkel 2000), durch VR-Technologien phantastische Welten zu erschaffen (Fox et al. 2009) und durch die computergenerierte Erweiterung der Sinne gänzlich neue Erfahrungen zu machen (Girvan 2018). Jedoch wird hierbei von soziologischer Seite betont, dass VR als alternative (da noch nicht realisierte bzw. realisierbare) Realität nicht das Gegenteil zu analoger Realität darstellt (Draude 2017), sondern – im Gegenteil – in der existenten sozialen Realität verhaftet ist (Green 1999).

Des Weiteren sind die Immersion der Nutzenden in diesen simulierten Welten und, damit einhergehend, die wahrgenommene Präsenz, zentrale Faktoren von VR: „a VR system is a means to immerse users in a virtual world“ (Girvan 2018, S. 1098). Immersion beschreibt das durch Technikeinsatz (z.B. Head-Mounted-Displays) sensorisch ausgelöste Gefühl der VR-Anwender, in einer anderen Welt wirklich präsent zu sein (u.a. Biocca und Delaney 1995; Schroeder 2007), wobei der Feedback-Loop durch die Input- und Output-Schnittstellen die Wahrnehmung der virtuellen Welt und die der analog umgebenden Welt in Einklang bringen soll-

te (Biocca und Delaney 1995; Heim 1998). Wird dieser Grad an Immersion umfänglich erreicht, so spricht man von Telepräsenz (Heim 1998; Lee 2004).

Von besonderem Interesse, insb. in den Kommunikationswissenschaften, ist die potenziell grenzenlose Interaktion bzw. Kommunikation in VR-Systemen (Fox et al. 2009; Palmer 1995). Dies umfasst zum einen die Interaktion der Nutzenden mit anderen menschlichen Akteuren (Schroeder 2007). Nach Palmer ermöglichen VR-Technologien eine zwischenmenschliche Interaktion, die einer analogen Face-to-face-Situation entspricht: „VR’s ability to realistically simulate the elements of face-to-face interactions by providing sensual stimuli that are virtually equivalent to those in verbal and nonverbal channels“ (Palmer 1995, S. 291) – und somit die zwischenmenschliche Kommunikation grundsätzlich erweitern könnte. Zum anderen wird die Interaktion mit virtuellen Objekten und Umwelten herausgestellt, die auch die Kommunikation mit künstlichen Agenten einschließt (Girvan 2018; Fox et al. 2009; Lee 2004). Green betrachtet VR-Technologie zudem aus einer techniksoziologischen Perspektive heraus als Interaktionsform selbst: „as sets of material embodied practices and symbolic relations“ (Green 1999, S. 412).

Sechs der 16 gefundenen Artikel der Literaturanalyse beschäftigen sich mit Augmented Reality. Bemerkenswert dabei ist, dass fünf Texte dies im Kontext bzw. sogar im direkten Vergleich zu Virtual Reality tun; ein Artikel setzt (in Anlehnung an das Milgram-Kontinuum, vgl. Abschnitt 1) gar AR und MR gleich (Koch 2016). Lediglich ein Artikel der Bildungswissenschaften behandelt ausschließlich AR-Technologien (Bal 2018). Die ausgemachten AR-Definitionen sind sich in ihren Grundzügen sehr ähnlich: Augmented Reality wird primär durch die visuelle Überlagerung der physikalischen Welt mit Zusatzinformationen passend zur Umgebung charakterisiert (Heim 1998), z.B. mit Bildern und Texten (Koch 2016) oder auch computergenerierten Objekten (Draude 2017). Der Immersionsgrad ist also wesentlich geringer als bei VR; AR stellt vielmehr eine „Verschmelzung von virtuellen und faktischen Umgebungen“ (Koch 2016) dar, wobei AR (in Anlehnung an Milgrams Kontinuum) stärker in der faktischen Welt zu verorten sei (Koch 2016). Für Bal (2018) ist AR die sensorische Umgebung zwischen realer und Cyberwelt: „Augmented reality are the environments in which there is a simultaneously sensory area between the real world and cyber world“ (Bal 2018, S. 2785). Die Erweiterung des visuellen Sichtfelds durch virtuelle Elemente führt zu einer Erweiterung der Wahrnehmung der Nutzenden, die in dieser Form vorher nicht realisierbar war (Draude 2017). AR setzt so die angereicherten „Alltagsräume [...] in neue Interpretationsrahmen“ (Koch 2016, S. 11) und birgt neue Möglichkeiten der Interaktion zwischen Menschen und Objekten und Ereignissen sowie der Wissensübermittlung generell – nicht zuletzt im professionellen Kontext (Bal 2018; Heim 1998).

Mixed Reality wird in der analysierten sozialwissenschaftlichen Literatur kaum adressiert; lediglich drei der 16 Texte thematisieren MR in Auszügen. In allen Artikeln wird MR als das Feld zwischen analoger und virtueller Welt betrachtet. Dies geschieht zum einen in Form von AR als Form von MR (Koch 2016 in Anlehnung an Milgram und Kishino 1994, S. 6-7), zum anderen argumentiert die So-

ziologin Draude, dass die Grenzen zwischen virtueller und analoger Realität nicht feststehend sind, sondern heutzutage vielmehr alle Realitäten MR seien, die – abhängig vom Virtualitätsgrad – einen Interaktionsraum für Menschen und künstliche Agenten bilden (Draude 2017). Tomic-Koludrovic et al. (2002) charakterisieren MR-Technologien insb. durch die „seamless integration of the virtual and real space“ und setzen bei der Definition von MR den Fokus ebenfalls auf die Mensch-Maschine-Interaktion. MR ist demnach als Umgebung zu verstehen, in dem sowohl menschliche Akteure als auch künstliche Agenten miteinander interagieren können.

4 Zusammenfassende Darstellung und Einordnung

4.1 Konzeptmatrizen

Nach der Identifikation verschiedener Definitionen von Virtual, Augmented und Mixed Reality innerhalb der einzelnen Forschungsdisziplinen besteht ein weiteres Ziel des vorliegenden Beitrags darin, die Schwerpunkte der Definitionen interdisziplinär zu vergleichen, um Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede hinsichtlich der Fachdefinitionen herauszuarbeiten. Zur Strukturierung der Ergebnisse einer Literaturrecherche eignet sich eine Konzeptmatrix, wie sie von Webster und Watson (2002) vorgeschlagen wird. Bei der Anwendung werden die wesentlichen Konzepte in den identifizierten Artikeln verglichen und zusammengefasst. In dem vorliegenden Beitrag sind die jeweiligen Merkmalsausprägungen der postulierten Definitionen relevant. Hierzu wurden aus jeder Disziplin maximal fünf Definitionen ausgewählt, die als Grundlage für den Vergleich dienen. Die folgenden zwei Konzeptmatrizen geben einen Überblick über die definitorische Vielfalt für VR sowie AR und deren jeweiligen relevanten Konzepte. Auf den Vergleich der Mixed-Reality-Definitionen wird aufgrund der geringen Anzahl identifizierter Definitionen verzichtet. [Tabelle 1](#) gibt einen Überblick zu den in den Definitionen von Virtual Reality genannten Konzepten sortiert nach den Disziplinen. Grundsätzlich wird zwischen den Konzepten immersionsbezogene Faktoren, Virtualität, Input- und Output-Schnittstellen, Interaktion sowie Hardware unterschieden. In Bezug auf die immersionsbezogenen Faktoren wird in sechs der insg. 17 Definitionen eine dreidimensionale Darstellung der virtuellen Inhalte vorausgesetzt. Bspw. liegt die Intention, VR als Technologie zu verwenden, Pan et al. (2006) zufolge darin, einen „effect of immersion in the interactive 3D computer-generated environment“ (Pan 2006, S. 20) zu erzeugen. Somit bildet die Dreidimensionalität eine Bedingung für die Immersion. Der interdisziplinäre Vergleich zeigt, dass dieser Aspekt vor allem in der psychologischen Perspektive hervorgehoben wird.

Daneben adressieren weitere vier Definitionen unter dem Gesichtspunkt der immersionsbezogenen Faktoren die Einbindung des Körpers in die virtuelle Umgebung. Der Aspekt der Telepräsenz, der das Gefühl beschreibt, sich in einer virtuellen Umgebung anwesend zu fühlen und als Konsequenz der Immersion zu veror-

ten ist (Sherman und Craig 2003), bildet den Bestandteil sechs weiterer Definitionen (Heim 1998). Es fällt auf, dass dieser Zustand von einigen Autoren als zentrales Merkmal der VR hervorgehoben wird, indem er eine vollständige Sinnesmanipulation widerspiegelt (Sherman und Craig 2003). Hinsichtlich der in der virtuellen Realität darzustellenden Umgebungen existieren in den Fachdisziplinen verschiedene Ansätze. Zum einen beziehen sich sechs dieser Autoren bei der virtuellen Realität auf die Simulation einer realen Umgebung. Auf die Darstellung einer künstlichen Umgebung beziehen sich sieben Definition. Libertus (2018) zufolge sei die „Darstellung einer computergenerierten, interaktiven Umgebung“ (Libertus 2018) ein konstituierendes Merkmal der VR.

Tabelle 1. Konzeptmatrix für VR-Definitionen nach Webster und Watson (2002)

Autoren	Immersions- bezogene Faktoren			Virtualität		Input-/Output- Schnittstellen					
	3D	Einbindung des Körpers	(Tele)präsenz	Simulation analoge Welt	Simulation künstliche Welt	Allgemein	Visuell	Auditiv	Haptisch	Interaktion	Hardware
Wirtschaftsinformatik											
Azuma (1997)					•						
Pan et al. (2006)	•					•	•			•	•
Rekimoto & Nagao (1995)										•	•
Sherman & Craig (2003)			•			•				•	•
Zobel et al. (2018)											•
Rechtswissenschaften											
Hilgert (2017)	•	•			•						•
Libertus (2018)		•			•						
Psychologie											
Morineau (2000)							•			•	
Mühlberger et a. (2008)	•		•			•			•	•	
Schultheis & Rizzo (2002)	•			•						•	
Strikland et al. (1996)	•			•					•	•	
Villani et al. (2009)	•		•			•				•	
Sozialwissenschaften											
Biocca & Delaney (1995)		•	•			•	•	•	•		•
Fox et al. (2009)				•	•					•	•
Green (1999)				•	•	•	•		•	•	•
Heim (1998)		•	•	•	•	•	•		•	•	•
Palmer (1995)			•	•	•					•	
∑ 17 VR-Definitionen	6	4	6	6	7	7	5	1	5	12	9

Mit der Technologie assoziierte Input- und Output-Schnittstellen werden in sieben Definitionen aufgegriffen. Fünf Artikel betonen dabei eine Notwendigkeit visueller Ausgabegeräte. Pan et al. verweisen bspw. auf die Nutzung von „computer graphics systems in combination with various display and interface devices“ (Pan et al. 2006, S. 21). Eine Anreicherung der häufig auf die visuelle Erfahrung beschränkten virtuellen Realität um haptische Stimuli wird von weiteren fünf Publikationen aus den Sozialwissenschaften und der Psychologie explizit benannt.

Am häufigsten ($N = 12$) wird in den Definitionen das Konzept der Interaktion bzw. Interaktivität genannt. Die Nutzenden können in der VR mit Objekten und Personen interagieren. Schließlich wird die mit der VR assoziierte Hardware in neun Definitionen als Eigenschaft der virtuellen Realität betrachtet. Ein VR-System kennzeichnet demnach das komplette Umschließen des Nutzenden, was bspw. durch die Merkmale von VR-Headsets bedingt wird (Rekimoto und Nagao 1995).

Ein konstituierendes Merkmal der AR-Definitionen ist die visuelle Einblendung bzw. Überblendung von Objekten bzw. Inhalten in die reale Umgebung (14 von 19 Definitionen). Olmedo (2013, S. 262) definiert AR als „a direct or indirect vision of a physical world, whose elements are combined with virtual elements at real time“ und erfüllt damit das erste Konzept der visuellen Einblendung von Objekten in die reale Welt. Schließlich erfüllt die selbige Definition das zweite Merkmal, das weitere neun Definitionen aufgreifen: die explizite Einblendung von virtuellen Objekten. Bezieht sich das erste Konzept rein auf die visuelle Einblendung von Objekten bzw. Inhalten in die reale Welt, so konkretisiert das zweite Konzept die korrekte Einblendung von visuellen Objekten in Bezug zur Realität. Weitere drei Artikel differenzieren bzgl. der Einblendung von AR-Inhalten und nennen Annotationen bzw. sehr einfache textuelle und 2D-Darstellungen als Einblendungsformen. Zobel et al. (2018) definieren in diesem Kontext die assistierte Realität bei der Verwendung von Smart Glasses, die lediglich eine einfache Darstellung von AR-Inhalten technisch ermöglichen. Der Einbezug, bzw. die Erfassung der realen Welt, sodass AR-Inhalte in die reale Welt korrekt eingebettet werden, wird von zehn Quellen aufgegriffen; so nennt Azuma (1997) die korrekte Registrierung in drei Dimensionen als wichtiges Merkmal von AR.

Die Anpassung von virtuellen Inhalten an die aktuelle Echtzeitsituation wird in sechs Definitionen erwähnt. Das Konzept bezieht sich auf die unmittelbare, direkte Darstellung der eingeblendeten Objekte in die Realität, sodass diese wie reale Objekte wirken. Dafür muss die Echtzeitsituation (z.B. Lichtverhältnisse) integriert werden. Input- und Output-Schnittstellen als Konzept zur Interaktion wird in acht Artikeln aufgegriffen. Rekimoto und Nagao (1995, S. 30) definieren die Interaktion in AR wie folgt: „Augmented Interaction supports the user's interaction with the real world, using computer augmented information“. Demnach erlauben visuelle Einblendungen das Interagieren mithilfe von computergenerierten Informationen. Schließlich hat die verwendete Hardware als Konzept ebenso einen Einfluss auf die Ausprägung der AR-Definitionen. Zobel et al. (2018) klassifizieren z.B. AR Glasses als „echte“ erweiterte Realität und Smart Glasses als assistierte Realität. Insg. wird die Hardware bei sechs AR-Definitionen thematisiert.

Tabelle 2. Konzeptmatrix für AR-Definitionen nach Webster und Watson (2002)

Autoren	Einblendung/ Überblendung in reale Umgebung			Einbezug			Input-/Output- Schnittstellen				Hardware
	Allgemein	Virtuelle Objekte	Annotationen	Reale Objekte	Standort	Echtzeitsituation	Allgemein	Visuell	Auditiv	Haptisch	
Wirtschaftsinformatik											
Azuma (1997)	•			•		•					
Brockmann et al. (2013)	•				•	•					
Olmedo (2013)	•	•				•	•				
Rekimoto & Nagao (1995)	•						•				
Zobel et al. (2018)	•		•								•
Rechtswissenschaften											
Heckmann (2017)	•			•				•			•
Hilgert (2017)	•			•							
Solmecke & Kocatepe (2014)									•		•
Libertus (2018)	•			•							
Psychologie											
Baus & Borchard (2014)	•	•									
Milgram & Hishito (1994)		•									
Pallavincini et al. (2016)		•				•					
Riva et al. (2016)	•	•		•				•	•	•	
Suh & Prophet (2018)	•	•									
Sozialwissenschaften											
Bioca & Delaney (1995)		•			•			•			•
Draude (2017)	•	•		•							
Heim (1998)	•		•	•		•	•	•			•
Koch (2016)		•	•	•				•			
Streich (2016)	•			•	•	•		•			•
Σ 19 AR Definitionen	14	9	3	9	3	6	3	6	2	1	6

4.2 Literaturbasierte Netzwerk- und Clusteranalyse

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage, die übergreifende Literaturquellen zur Definition der Technologien adressiert, werden im folgenden Abschnitt durchgeführte Netzwerk- bzw. Clusteranalysen dargestellt. Diese lehnen sich in ihrer Vorgehensweise an Forschungsarbeiten von Cipresso et al. (2018) an, werden jedoch mit dem Visualisierungstool VOSviewer (van Eck und Waltman 2014) veranschaulicht. Zur Erhebung wurden jeweils die 2000 meistzitierten, fächerübergreifenden Arbeiten mit dem Suchstring „Augmented Reality“ oder „Virtual

Reality“ und den bibliografischen Daten wie Autoren, Titel, Abstract, Volltext und zitierte Quellen aus der Datenbank Web of Science exportiert.

Separat durchgeführte Netzwerkanalysen für VR und AR verfolgen dabei das Ziel, zu erkennen, welche Autoren in dem Forschungsgebiet besonders aktiv sind und demnach zukünftige Forschungsfelder mitdefinieren. Hier werden insb. die Zitationen und Verweise der Publikationen analysiert. Die Clusteranalysen zeigen übergreifend aktuelle Anwendungsbereiche der jeweiligen Disziplin an und verdeutlichen interdisziplinäre Überschneidungen. Dafür werden die Wortbeziehungen aus Titeln und Abstracts miteinander in Beziehung gebracht und gewertet. Je häufiger hierbei ein Autor oder ein Anwendungsbereich genannt wurde, desto größer wird dies in den Abbildungen verdeutlicht. Die Verbindungen und die Nähe der einzelnen Cluster stellen die „Wortbeziehungen“ oder auch deren Enge dar. Dieser ganzheitliche Ansatz kann weitere wichtige Ansatzpunkte für eine übergreifende Definition im Bereich von VR und AR liefern.

Abb. 3 veranschaulicht die Netzwerkanalyse aktueller Augmented-Reality-Publikationen. Publikationen, die besonders häufig zitiert wurden, haben einen größeren Kreis, wohingegen Publikationen mit einem kleinen Kreis und mehreren Verbindungen auf eine Literaturrecherche oder Zusammenfassungen hinweisen. Sehr häufig zitierte Arbeiten befinden sich mittig in der Abbildung wie bspw. Azuma (1997), Azuma et al. (2001) sowie Milgram und Kishino (1994). Publikationen, die sich nah beieinander befinden, haben dabei eine stärkere Zusammengehörigkeit.

Nachfolgend zeigt Abb. 4 die durchgeführte Clusteranalyse der Titel und Abstracts basierend auf der Datenbasis der 2000 meistzitierten AR-Beiträge. Der blau eingefärbte Bereich bildet das Cluster hinsichtlich technologischer Begriffe, wie z.B. Kamera, Tracking, HMD, Real Time oder Position. Die Verbindung zwischen blau und grün wird mit medizinischen Begriffen wie Patient, Surgery oder Heart erzeugt und lässt vermuten, dass die gezielte und genaue Einblendung von Bildern und visuellen Objekten insb. in diesem Bereich thematisiert werden. Begriffe hinsichtlich der Aus- und Weiterbildung, wie Training, Test, Skill, Assessment oder Simulator, zeigt der gelbe Bereich, der ebenfalls eine stärkere Verbindung zu medizinischen Begriffen hat. Der rote Bereich zeigt mehrheitlich Verbindungen zu eher wissenschaftlichen Begrifflichkeiten wie Research, Case study, Implication, Trend oder Review.

Im Themenfeld der virtuellen Realität existieren mehrere einzelne Netzwerke mit einer weiteren thematischen Nähe (vgl. Abb. 5). Insg. wurden 14 größere Autorennetzwerke identifiziert. Dabei adressiert das rote Cluster Literatur im Bereich der Medizin, umgebend befindet sich weitere Literatur in dieser Domäne; bspw. schließt das hellgrüne Cluster Literatur im Bereich der robotischen Chirurgie ein. Das gelbe Cluster in der Mitte beinhaltet Literatur im Bereich der Aus- und Weiterbildung mittels virtueller Lernumgebungen und verbindet mehrheitlich die linksseitigen mit den rechtsseitigen Clustern. Das pinke Cluster stellt neue Konzepte und Definitionen dar – so lässt sich dort das bereits erwähnte Werk von Azuma (2007) wiederfinden. Das blaue Cluster ordnet Publikationen ein, die VR

zur Therapie wie z.B. Höhenangst verwenden. Weiterhin wurden Publikationen im Bereich der Neurowissenschaften zur Untersuchung der Gehirnaktivitäten gefunden, während die Verwendung von virtuellen Umgebungen in dem orangefarbenen Cluster zusammengefasst wird. Forschungskonzepte, die die Abbildung von menschlichen Gesten oder Körpern in die virtuelle Realität übertragen, sind im hellroten Cluster aggregiert. Schließlich umfasst das grüne Cluster sämtliche Artikel zur Rehabilitation.

Interessanterweise ist das Themenfeld der Medizin ebenfalls im Bereich der virtuellen Realität vorherrschend (vgl. Abb. 6). So bildet sich in Analogie zur Clusterbildung im Bereich AR ebenso ein grün gefärbter Bereich mit medizinischen Begriffen, der sich weiter über den blau und gelb gefärbten Bereich streckt. Adressierte Begriffe sind hier Therapy, Treatment, Symptom, Depression, Rehabilitation, Diagnosis, Surgical Skill oder Surgery. Bei der Betrachtung muss jedoch berücksichtigt werden, dass insb. in der Medizin langjährige Forschungsarbeiten im Bereich der virtuellen Realität existieren, die keine direkte Verwendung von VR-Brillen vorsehen, sondern eine computerbasierte Simulation betreffen. Dennoch lassen sich im Cluster relevante Merkmalsausprägungen der identifizierten VR-Definitionen wiederfinden, wie bspw. Simulation, Immersive, Presence, Environment, Virtual World, Visualization, Medium oder Object.

5 Synthese und Definitionsvorschlag

Nachdem im vorherigen Abschnitt ein interdisziplinärer Vergleich der Definitionen stattfand, soll im Folgenden eine gemeinsame, disziplinübergreifende Definition von VR und AR aufgestellt werden, welche nach aktuellstem Forschungsstand die wichtigsten Konzepte, die für die Definition von VR und AR in den jeweiligen Disziplinen verwendet werden, enthält.

Die Gegenüberstellung der unterschiedlichen fachspezifischen Definitionen zeigt auf, dass der Begriff VR von einer hohen Heterogenität geprägt ist. So ist es für die Wirtschaftsinformatik teilweise relevant, technische Hardware zu beschreiben, während für Rechtswissenschaftler VR nur eine neue Form von Technik darstellt, deren Zulässigkeit es bspw. in der Anwendung und Schutzfähigkeit zu erörtern gilt. Die Psychologie fokussiert die erlebten Erfahrungen der Nutzenden, während die Sozialwissenschaften insb. die Veränderungen von Realitätswahrnehmung und zwischenmenschlicher Interaktion bzw. Kommunikation adressiert.

Um diese verschiedenen Schwerpunkte zu vereinen, sollen die wiederkehrend auftauchenden Konzepte in eine Definition überführt werden, weshalb die zuvor erläuterten Konzeptmatrizen sowie die Cluster- und Netzwerkanalyse den Ausgangspunkt der Begriffsabgrenzung bilden.

Abb. 3. Augmented-Reality-Netzwerkanalyse der Autoren (exportiert aus VOSviewer)

Abb. 4. Clusteranalyse von Augmented-Reality-Themen (exportiert aus VOSviewer)

Abb. 5. Virtual-Reality-Netzwerkanalyse der Autoren (exportiert aus VOSviewer)

Abb. 6. Clusteranalyse von Virtual-Reality-Themen (exportiert aus VOSviewer)

Demnach wird virtuelle Realität insb. durch ihre dreidimensionale Darstellung und das daraus resultierende Gefühl der Telepräsenz charakterisiert, das die Immersion in eine virtuell erzeugte Umgebung beschreibt. In diesem Zusammenhang ist die hierfür vorausgesetzte, spezifische Hardware in Form von Head-Mounted-Displays zu nennen, die als Voraussetzung zur Erzeugung der Telepräsenz eng mit der Technologie verbunden ist. Die Technologie selbst kann dabei sowohl zur Darstellung realer als auch zur Visualisierung künstlicher Welten dienen. Aufbauend auf diesen Vorüberlegungen wird VR folgendermaßen definiert:

Immersive Virtual Reality (dt.: virtuelle Realität) beschreibt die Nutzung von dreidimensionalen, interaktiven Computersimulationen in Verbindung mit Head-Mounted-Displays. Durch die Ausblendung der realen Welt taucht der Nutzende vollständig in ein computererzeugtes Abbild einer realen oder künstlichen Welt ein und kann mit dieser bzw. über diese interagieren.

Während die fachspezifischen Definitionen der virtuellen Realität von einer hohen Heterogenität geprägt sind, besteht im Rahmen der erweiterten Realität grundlegend ein homogenes Bild. Demnach stellt die Einblendung von Zusatzinformationen in das Sichtfeld eines Nutzenden das grundlegende Merkmal AR dar, das über die Grenzen der einzelnen Disziplinen hinaus aufgegriffen wird. Es fällt auf, dass ein Großteil der Autoren bei der Begriffsabgrenzung auf die Beiträge von Azuma (1997) sowie Milgram und Kishino (1994) verweisen, die unter AR ebenso die Anreicherung des Sichtfeldes durch Zusatzinformation verstehen. Die im Anschluss an die Literaturrecherche aufgezeigt Netzwerk- & Clusteranalyse verdeutlicht dies. Daher wird AR wie folgt definiert:

Augmented Reality (dt.: erweiterte Realität) beschreibt die in Echtzeit stattfindende visuelle Einblendung bzw. Überblendung von Objekten oder Inhalten in die reale Umgebung. Diese verfolgt das Ziel, die reale Welt gezielt anzureichern und damit für die Technologienutzenden zu erweitern. Die erweiterte Realität ist nicht ausschließlich auf die Visualisierung beschränkt, sondern kann auch menschliche Sinne ansprechen.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Beitrag beschreibt eine interdisziplinäre Gegenüberstellung von VR-, AR- und MR-Definitionen aus verschiedenen Disziplinen, die auf Basis einer systematischen Literaturrecherche erfolgte. Trotz der heterogenen fachspezifischen Definitionen existieren Anwendungsbereiche, die über die Grenzen der einzelnen Disziplinen hinaus von Interesse sind. Auf Seiten der virtuellen Realität sind z. B. die Aus- und Weiterbildung sowie die medizinische Behandlung und Rehabilitation zu nennen. Die Nutzung von AR wird zu Konstruktionszwecken sowie in der Wartung und Instandhaltung aus dem Blickpunkt verschiedener Disziplinen erörtert.

Die sich anschließende literaturbasierte Netzwerk- und Clusteranalyse veranschaulicht wichtige Publikationen und Themengebiete von Virtual und Augmen-

ted Reality. Auffällig ist dabei, dass die eingangs aufgeführte Arbeit von Milgram und Kishino (1994) sowie der Beitrag von Azuma (1994) in den Bereichen der erweiterten und virtuellen Realitäten die relevantesten Arbeiten darstellen. Mithilfe einer Konzeptmatrix können Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den Definitionsverständnissen über die Grenzen der Disziplinen hinaus dargelegt werden. Zusammengeführt werden diese Erkenntnisse abschließend in einer gemeinsamen VR- bzw. AR-Definition, welche nach aktuellem Forschungsstand die charakteristischen Merkmale der Technologien beinhalten. Dabei soll die Definition interdisziplinären Ansprüchen gerecht werden. Aufgrund einiger Limitationen, die sich aufgrund der verwendeten Methode eines Literaturreviews ergeben, ist dies nur eingeschränkt möglich.

So ist kritisch anzumerken, dass im ersten Suchschritt lediglich drei Datenbanken je Disziplin zur Identifikation relevanter Quellen verwendet wurden. Für die Literaturanalyse wurden außerdem eigene Inklusionskriterien aufgestellt. Methodisch betrachtet könnte dies dazu führen, dass wichtige Befunde in anderen Quellen oder Fachgebieten ungeachtet bleiben. Durch die ergänzende Vorwärts- und Rückwärtssuche wurde versucht, diesen Aspekt auszugleichen und weitere Literatur mit in die Analyse aufzunehmen. Eine breitere aufgestellte Suche, die sowohl weitere Datenbanken als auch andere wissenschaftliche Disziplinen integriert, könnte diese systematische Suche jedoch sicherlich um relevante Aspekte erweitern und auch einer interdisziplinär geltenden Definition zuträglich sein. So können die vorgestellten interdisziplinären Definitionen als Prozessaufakt verstanden werden, um eine überfällige systematische Auseinandersetzung mit den Begrifflichkeiten Virtual Reality, Augmented Reality und Mixed Reality anzustoßen und voranzubringen.

7 Literatur

- Aichner T, Maurer O, Nippa M, Tonezzani S (2019) Zur Relevanz von Virtual Reality in Wissenschaft und Praxis. Virtual Reality im Tourismus: Wie VR das Destinationsmarketing verändern wird. Springer Fachmedien, Wiesbaden, 5–15
- Azuma R, Baillet Y, Behringer R, Feiner S, Julier S, MacIntyre B (2001) Recent Advances in Augmented Reality. *IEEE Computer Graphics and Applications* 21(6):34-37. doi: 10.1109/38.963459
- Azuma R (1997) A Survey of Augmented Reality. *Presence Teleoperators Virtual Environ* 6:355–385
- Bal E (2018) The future of augmented reality and an overview on the to researches: a study of content analysis. *Quality & Quantity* 52(6):2785-2793. doi:10.1007/s11135-018-0705-x
- Berkemeier L, Zobel B, Werning S, Ickerott I, Thomas O (2019) Engineering of Augmented Reality-Based Information Systems. *Business & Information Systems Engineering* 61:67–89
- Baus O, Bouchard S (2014) Moving from virtual reality exposure-based therapy to augmented reality exposure-based therapy. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8:112

- Biocca F, Delaney B (1995) Immersive virtual reality technology. In: Biocca F, Levy MR (Hrsg) *Communication in the age of virtual reality*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 57–124
- Biocca F, Kim T, Levy MR (1995) The vision of virtual reality. In: Biocca F, Levy MR (Eds) *Communication in the age of virtual reality*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 3–14
- Botella C, Fernández-Álvarez J, Guillén V, García-Palacios A, Baños R (2017) Recent progress in virtual reality exposure therapy for phobias: a systematic review. *Current psychiatry reports*, 19(7), 42
- Brockmann T, Krüger N, Stieglitz S, Bohlens I (2013) A Framework for Collaborative Augmented Reality Applications. In: *Proceedings of the Nineteenth Americas Conference on Information Systems*. Chicago, Illinois, 1–10
- Cantamessa M, Galimberti C (2007) In: Wiederhold BK, Bouchard S, Riva G (Eds) *The emerging other: an essay about the study of social ecology of VR-Therapy*. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine* 5:21–27
- Capuano N, Gaeta A, Guarino G, Miranda S, Tomasiello S (2016) Enhancing augmented reality with cognitive and knowledge perspectives: a case study in museum exhibitions. *Behaviour & Information Technology*, 35(11):968–979
- Cipresso P, Giglioli IAC, Raya MA, Riva G (2018) The past, present, and future of virtual and augmented reality research: a network and cluster analysis of the literature. *Frontiers in Psychology* 9:2086. doi:10.3389/fpsyg.2018.02086
- Coelho C, Tichon JG, Hine TJ, Wallis GM, Riva G (2006) Media presence and inner presence: the sense of presence in virtual reality technologies. In: Riva G, Anguera MT, Wiederhold BK, Mantovani F (Eds) *From communication to presence: Cognition, emotions and culture towards the ultimate communicative experience*. IOS Press, Amsterdam, 25–45
- Diegmann P, Schmidt-Kraepelin M, Eynden S, Basten D (2015) Benefits of Augmented Reality in Educational Environments – A Systematic Literature Review. In: Thomas O, Teuteberg F (Hrsg) *Proceedings der 12. Internationalen Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2015)*. Osnabrück, 1542–1556
- Draude C (2017) *Computing Bodies: Gender Codes and Anthropomorphic Design at the Human-Computer Interface*. Springer VS, Wiesbaden
- Fox J, Arena D, Bailenson J (2009) Virtual reality: A survival guide for the social scientist. *Journal of Media Psychology* 21:95–113. doi:10.1027/1864–1105.21.3.95
- Franz, Martin (2017) Ist Virtual Reality eine neue Nutzungsart? *ZUM* 2017, 207–215
- Girvan C (2018) What is a virtual world? Definition and classification. *Education Tech Research Dev.* 66:1087–1100. doi: 10.1007/s11423-018-9577-y
- Goldman Sachs (2016) *Profiles in Innovation Virtual and Augmented Reality*. <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/technology-driving-innovation-folder/virtual-and-augmented-reality/report.pdf>, abgerufen am 25.11.2019
- Green N (1999) Disrupting the field: Virtual reality technologies and „multisited“ ethnographic methods. *The American Behavioral Scientist* 43(3):409–421. doi: 10.1177/00027649921955344
- Gunkel D (2000) Rethinking virtual reality: Simulation and the deconstruction of the image. *Critical Studies in Media Communication* 17(1):45–62. doi:10.1080/15295030009388375

- Harborth D (2017) Augmented Reality in Information Systems Research: A Systematic Literature Review. In: 23rd Americas Conference on Information Systems. Boston, 1–10
- Heckmann D (2017) Internetrecht. In: Heckman D (Hrsg) *juris PraxisKommentar. jurisAllianz*, Saarbrücken, 5. Auflage, Kapitel 8, Rn. 381
- Heim M (1998) *Virtual realism*. Oxford University, Oxford
- Hilgert F (2017) Augmented Reality – Ein 360°-Blick auf alte Rechtsfragen in neuem Gewand. *Computer und Recht* 33(7):472–479.
- Koch G (2016) Städte, Regionen und Landschaften als Augmented Realities: Rekonfigurationen des Raums durch digitale Informations- und Kommunikationstechnologien. In: Christmann G (Hrsg) *Zur kommunikativen Konstruktion von Räumen: Theorie und Praxis der Diskursforschung*. Springer VS, Wiesbaden, 209–222
- Kortekamp S, Werning S, Ickerott I, Thomas O (2019) The future of digital work – use cases for augmented reality glasses. *Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS 2019)*
- Lee KM (2004) Presence, explicated. *Communication Theory*, 14(1):27–50. doi: 10.1111/j.1468-2885.2004.tb00302.x
- Libertus M (2018) Virtual Reality im Journalismus – Rechtliche Aspekte und Regulierungsfragen bei immersivem Journalismus. *Computer und Recht*, Köln, 616–620.
- Mann T (2015) Einführung in die juristische Arbeitstechnik, 5. Auflage. *JuS Schriftenreihen C.H. Beck*, Rn. 135
- Milgram P, Kishino F (1994) A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems* E77-D(12):1321–1329.
- Möllers TMJ (2016) *Juristische Arbeitstechnik und wissenschaftliches Arbeiten*, 8. Auflage. *Vahlen Jura*, Rn. 61
- Morineau T (2000) Context effect on problem solving during a first immersion in a virtual environment. *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition* 19(5–6):533–555
- Mühlberger A, Krebs H, Pauli P (2008) Expositionsbehandlung von Flugphobie mithilfe virtueller Realität. In: *E-Mental-Health*. Springer, Berlin, Heidelberg, 163–173
- Myers DG, Wahl S, Hoppe-Graff S, Keller B, Reiss M (2008). *Psychologie* (2., überarbeitete Auflage). Wiesbaden: Gabler Wissenschaftsverlage.
- Niemöller C, Metzger D, Thomas O (2017) Design and Evaluation of Smart-Glasses-based Service Support System. 13th Intern. Conf. on Wirtschaftsinformatik (WI), 106–120
- Olmedo H (2013) Virtuality continuum's state of the art. *Procedia Computer Science*, 25 (November 2013):261–270
- Österle H, Otto B (2010) Konsortialforschung: Eine Methode für die Zusammenarbeit von Forschung und Praxis in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatikforschung. *Wirtschaftsinformatik* 52:273–285. doi: 10.1007/s11576-010-0238-y
- Palmer MT (1995) Interpersonal communication and virtual reality: Mediating interpersonal relationships. In: Biocca F, Levy MR (Eds) *Communication in the age of virtual reality*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 277–302
- Pan, Zhigeng; Cheok, Adrian David; Yang, Hongwei; Zhu, Jiejie; Shi, Jiaoying (2006) Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. *Computers & Graphics*, 30 (1):20–28.
- Parveau M, Adda M (2018) 3iVClass: a new classification method for Virtual, Augmented and Mixed Realities. *The 9th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks*, 141:265

- Pfeiffer S (2004) Arbeitsvermögen: Ein Schlüssel zur Analyse (reflexiver) Informatisierung. Springer VS, Wiesbaden
- Rebelo F, Noriega P, Duarte E, Soares M (2012) Using virtual reality to assess user experience. *Human Factors* 54(6):964–982
- Rekimoto J, Nagao K (1995) The World Through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments. Proceedings of the 8th Annual ACM Symposium on User Interface and Software Technology. New York, NY, USA, ACM, 29–36
- Riva G (2008) From virtual to real body: virtual reality as embodied technology. *J. Cyber Ther. Rehabil*, 1, 7–22
- Riva G, Banos RM, Botella C, Mantovani F, Gaggioli A (2016). Transforming Experience: The Potential of Augmented Reality and Virtual Reality for Enhancing Personal and Clinical Change. *Frontiers in Psychiatry* 7:164
- Riva G, Mantovani F (2012) Being there: Understanding the feeling of presence in a synthetic environment and its potential for clinical change. *Virtual Reality in Psychological, Medical and Pedagogical Applications*. doi:10.5772/46411
- Schroeder R (2007) An overview of ethical and social issues in shared virtual environments. *Futures* 39(6):704–717. doi:10.1016/j.futures.2006.11.009
- Schubert T, Regenbrecht H (2002) Wer hat Angst vor virtueller Realität? Angst, Therapie und Präsenz in virtuellen Welten, 255–274
- Schultheis MT, Rizzo AA (2001) The application of virtual reality technology in rehabilitation. *Rehabilitation psychology*, 46(3), 296
- Sherman WR, Craig AB (2003) Introduction to Virtual Reality. In: Sherman WR, Craig AB (Eds) *Understanding Virtual Reality*. Morgan Kaufmann, San Francisco, 5–37
- Solmecke C, Kocatepe S (2014) Google Glass – Der Gläserne Mensch 2.0. *ZD* 2014, 22–27
- Steffen JH, Gaskin J, Meservy T, Jenkins J (2017) The Missing Framework for Virtually Assisted Activities. In: *Thirty-eight International Conference on Information Systems*. Seoul, 1–15
- Streich B (2011) Methoden der Stadtplanung. In: Streich B (Hrsg) *Stadtplanung in der Wissensgesellschaft: Ein Handbuch*. VS Springer, Wiesbaden, 177–252. doi: 10.1007/978-3-531-93164-7_5
- Sveistrup H (2004) Motor rehabilitation using virtual reality. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 1:10
- Tomic-Koludrovic I, Peric M, Mitrovic I (2002) Mixed Reality or One Reality: A Socio-Semiotic Approach to Hybrid Multiagent Environments. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 5(1). <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/5/1/6.html>
- van Eck NJ, Waltman L (2014) Visualizing Bibliometric Networks. In: Ding Y, Rousseau R, Wolfram D (Eds) *Measuring Scholarly Impact: Methods and Practice*. Springer International Publishing, Cham, 285–320
- Villani D, Repetto C, Cipresso P, Riva G (2012) May I experience more presence in doing the same thing in virtual reality than in reality? An answer from a simulated job interview. *Interacting with Computers*, 24(4), 265–272
- vom Brocke J, Simons A, Niehaves B, Niehaves B, Reimer K, Plattfaut R, Cleven A (2009) Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. *ECIS 2009 Proceedings*
- Walsh KR, Pawlowski SD (2002) Virtual Reality: A Technology in Need of IS Research. *Communications of the Association for Information Systems*, 8:297–313
- Webster J, Watson RT (2002) Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly* 26(2):xiii–xxiii

- Wilson CJ, Soranzo A (2015) The use of virtual reality in psychology: A case study in visual perception. *Computational and Mathematical Methods in Medicine* 2015:1-7. doi: 10.1155/2015/151702
- Yeo J (2017) The Theory of Process Augmentability. In: *Thirty Eight International Conference on Information Systems*. Seoul, 1–11
- Zobel B, Werning S, Berkemeier L, Thomas O (2018) Augmented- und Virtual-Reality-Technologien zur Digitalisierung der Aus- und Weiterbildung – Überblick, Klassifikation und Vergleich. In: Thomas O, Metzger D, Niegemann H (Hrsg) *Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung*. Springer Gabler, Berlin