

Gesundheit. Politik – Gesellschaft – Wirtschaft

Ernst-Wilhelm Luthe · Sandra Verena Müller
Ina Schiering *Hrsg.*

Assistive Technologien im Sozial- und Gesundheitssektor



Springer VS

Gesundheit. Politik – Gesellschaft – Wirtschaft

Reihe herausgegeben von

Ernst-Wilhelm Luthe, Institut für angewandte Rechts- und Sozialforschung,
Ostfalia Hochschule, Wolfenbüttel, Niedersachsen, Deutschland

John N. Weatherly, NEWSTAND Management Akademie, Berlin, Deutschland

Der Gesundheitssektor ist in politischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Hinsicht eine einzige Herausforderung. In entwickelten Gesellschaften wird er zunehmend zum eigentlichen Motor für wirtschaftliches Wachstum, enthält er als Kostentreiber gleichzeitig viel politischen Sprengstoff und ist er für die Zukunft einer alternden Gesellschaft schlechthin konstitutiv. Vor allem aber ist der Gesundheitssektor viel mehr als bloße Krankenbehandlung: als *Prävention*, *Rehabilitation* und *Pflege* verweist er auf den gesamten ihn umgebenden sozialen Kontext, als *Organisation* auf ein in steter Veränderung begriffenes System der Koordination und Vernetzung von Behandlungsleistungen und als *medizinisches Experimentierfeld* auf die Grenzen dessen, was von Politik und Gesellschaft noch verantwortet werden kann. Der Gesundheitssektor ist nach allem ein Thema, das nicht nur Medizinern vorbehalten sein kann und zweifellos auch Politiker, Juristen, Betriebs- und Volkswirte, Sozialwissenschaftler sowie zahlreiche weitere Disziplinen betrifft. Mit wachsender Einsicht in die Komplexität des Gegenstandes aber ist mittlerweile deutlich geworden, dass auch dies nicht reicht. Wer den Gesundheitssektor verstehen und hier wirksam handeln will, für den ist der isolierte Blickwinkel einer einzigen Fachdisziplin grundsätzlich unzureichend. Mehr denn je ist der kombinierte Sachverstand gefragt. Dies ist für die neue Buchreihe tonangebend. Leitbild ist der *interdisziplinäre Diskurs* auf der Suche nach Lösungen für einen in der Gesamtheit seiner Strukturen und Prozesse nur noch schwer zu durchdringenden Gesellschaftsbereich. In dieser Hinsicht wäre bereits viel gewonnen, wenn es gelänge, einen Blick über den eigenen Tellerrand zu werfen und divergierende Perspektiven zusammenzuführen. Ein Dankesgruß in die Zukunft sei bereits jetzt an alle Leser und Autoren gerichtet, die mit konstruktiver Kritik, Anregungen, Verbesserungsvorschlägen und natürlich eigenen Publikationen einen persönlichen Beitrag zum Gelingen der Buchreihe und damit letztlich zur Fortentwicklung des Gesundheitssektors leisten wollen.

Weitere Bände in der Reihe <https://link.springer.com/bookseries/11770>

Ernst-Wilhelm Luthe ·
Sandra Verena Müller · Ina Schiering
(Hrsg.)

Assistive Technologien im Sozial- und Gesundheitssektor

 Springer VS

Hrsg.

Ernst-Wilhelm Luthé
Emmerthal, Deutschland

Ina Schiering
Institut für Information Engineering
Ostfalia Hochschule
Wolfenbüttel, Deutschland

Sandra Verena Müller
Fakultät für Soziale Arbeit
Ostfalia Hochschule
Wolfenbüttel, Deutschland

ISSN 2625-1515

ISSN 2625-1523 (electronic)

Gesundheit, Politik – Gesellschaft – Wirtschaft

ISBN 978-3-658-34026-1

ISBN 978-3-658-34027-8 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-34027-8>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2022

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Katrin Emmerich

Springer VS ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Vorwort

Mit Assistiven Technologien verbinden sich Konzepte, Produkte und Dienstleistungen mit dem Ziel vermehrter Lebensqualität, Selbstbestimmung und Teilhabe von Menschen in allen Lebensabschnitten, besonders aber bei Menschen mit Beeinträchtigungen, älteren Menschen und Menschen mit chronischen Erkrankungen. Die Herausforderungen in diesem Bereich sind groß: der demografische Wandel und sektorale Fachkräftemangel führt direkt auf die Frage, ob und wie mittels moderner Technologien die Versorgungssicherheit und Teilhabe der Bevölkerung gewährleistet werden kann. Eine verantwortlich umgesetzte digitale Transformation besitzt dabei großes Potential. Trotz derzeit vielversprechender Entwicklungen gibt es noch viele offene Fragen. Sie zeigen sich nicht nur an einzelnen Stellen, sondern sind – als Phänomene einer digitalen Medienepoche – umfassender Natur: medizinisch, ökonomisch, rechtlich und sozial. Hierauf versucht das Buch Antworten zu finden.

Emmerthal, Deutschland
Wolfenbüttel, Deutschland
Wolfenbüttel, Deutschland

Ernst-Wilhelm Luthé
Sandra Verena Müller
Ina Schiering

Inhaltsverzeichnis

Teil I: Einleitung

Einleitung	3
Ernst-Wilhelm Luthe, Sandra Verena Müller und Ina Schiering	

Teil II: Digitale Assistive Technologien

Smart Devices als Assistive Technologien	11
Tom Lorenz, Michael Pleger und Ina Schiering	

Einsatz von Robotik als Assistive Technologie	29
Tanja Heuer und Ina Schiering	

Die Rolle Künstlicher Intelligenz in Assistiven Technologien	51
Sigrun May, Natasza Szczypien, Kai Vahldiek und Frank Klawonn	

Maschinelles Lernen in der Gesundheitsversorgung – Aktueller Stand der Forschung und klinische Anwendung	79
Jan Wolff und Michael-Mark Theil	

Assistive Technologien im datenschutzrechtlichen Spannungsfeld	93
Benjamin Bremert und Marit Hansen	

Teil III: Zielgruppen

Menschen mit intellektuellen Beeinträchtigungen	121
Jasmin Aust und Sandra Verena Müller	

Menschen mit Erkrankungen oder Verletzungen des Gehirns	141
Angelika Thöne-Otto	

Assistive Technologien im Kontext von Demenz	157
Claudia Kaiser	
Menschen mit körperlichen und motorischen Beeinträchtigungen	177
Ingo Bosse und Marcel Feichtinger	
Personen mit Langzeitpflegebedarf insbesondere im Alter	203
Martina Hasseler und Johanna Mink	
Teil IV: Zielkontexte	
Digitale assistive Technologien als Chancengeber für eine gleichberechtigte Teilhabe in der Gemeinschaft	225
Merle Leopold, Funda Ertas-Spantgar und Sandra Verena Müller	
Chancen und Herausforderung beim Einsatz von Assistive Technologien zur Teilhabe am Arbeitsleben	245
Funda Ertas-Spantgar, Merle Leopold und Sandra Verena Müller	
Kulturelle Teilhabe von Menschen mit Beeinträchtigungen – Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung	269
Linda Münch und Sandra Verena Müller	
Unterstützung in der Pflege	289
Martina Hasseler und Johanna Mink	
Gestaltungskonzepte und Beispiele zu digitalen Bildungsangeboten für heterogene Zielgruppen	311
Vanessa Heitplatz, Leevke Wilkens und Christian Bühler	
Einfluss von assistiven Technologien auf die Tätigkeiten Erwerbstätiger mit verschiedenen Behinderungsarten	337
Sabrina Inez Weller	
Teil V: Rechtliche Rahmenbedingungen	
Rechtliche Rahmenbedingungen assistiver Technologien im Gesundheits- und Sozialsektor	361
Ernst-Wilhelm Luthe	
Bedeutung der Datenverarbeitung für Assistive Technologie (AT)	417
Dirk Biersborn	

Teil VI: Ökonomische Rahmenbedingungen

Rahmenbedingungen für assistierende Technologien aus gesundheitswirtschaftlicher Sicht: Ein Überblick	501
Uwe Fachinger, Klaus-Dirk Henke und Mareike Mähns	
Die Analyse ökonomischer Potentiale assistierender Technologien im Pflege- und Gesundheitssektor – Zur Problematik einer adäquaten Kosten-Nutzen-Bewertung	527
Mareike Mähns und Uwe Fachinger	
Smart Home Technologie als Marktsegment Wohnungswirtschaft: Smart Home Technologie bei der Versorgung älterer, kranker und pflegebedürftiger Menschen	547
Birgit Wilkes	
Marketing bei assistiven Technologien	565
Georg Kortendieck	

Teil VII: Gesellschaftliche Dimension

Assistenz-Triaden. Abwägungen zu Versorgungssicherheit und Entmenschlichung durch assistive Technologien	599
Peter Biniok	
Altersgerechte Assistenzsysteme und ihr Lösungsversprechen für die Herausforderungen des demografischen Wandels: eine kritische Reflexion	623
Claudia Kaiser	
Technische Assistenzsysteme in der pflegerischen Versorgung	649
Grit Braeseke, Claudia Pflug, Nina Lingott und Ulrike Pörschmann-Schreiber	
Technische und menschliche Unterstützung von Menschen mit Behinderungen – Anforderungen an eine gelingende Inklusion	669
Tanja Bratan, Linda Nierling und Maria Maia	
Sozialraumbezüge assistiver Technologien	687
Julia Dösselmann und Holger Wunderlich	

Teil VIII: Praxis- und Forschungsprojekte

Die Pflegebrille als Instrument der Digitalisierung in der Pflege: Nutzenpotentiale	735
Michael Prilla, Heinrich Recken, Marc Janßen und Alexander Schmidt	
Einsatz Virtueller Realität in der Diagnostik und Therapie kognitiver Störungen am Beispiel des Projektes VReha	753
Angelika Thöne-Otto und Paul Chojecki	
RehaGoal App – Eine mHealth Anwendung zur Unterstützung bei Beeinträchtigungen in der Handlungsplanung	779
Alexander Gabel, Michael Pleger und Ina Schiering	
Smart Home zur Unterstützung des Alltags von Menschen mit Beeinträchtigung	795
Nadine Hüning, Ellen Schack und Ingmar Steinhart	
Move in the City – Ansätze datengetriebener Analyse von Stadträumen und die Umkehr des Assistenz-Gedankens in partizipativer Stadtentwicklung	821
Vanessa Miriam Carlow, Yannic Gräser, Anika Hagedorn, Martin Löhdefink und Olaf Mumm	

Teil I: Einleitung



Einleitung

Ernst-Wilhelm Luthe, Sandra Verena Müller und Ina Schiering

Mit Assistiven Technologien (AT) verbinden sich Konzepte, Produkte und Dienstleistungen mit dem Ziel vermehrter Lebensqualität, Selbstbestimmung und Teilhabe von Menschen in allen Lebensabschnitten, besonders Menschen mit Beeinträchtigungen, älteren Menschen und Menschen insbesondere mit chronischen Erkrankungen¹. Ihre Verbindung mit der Welt des Digitalen ist keine Zwangsläufigkeit. Aber bei genauer Betrachtung sind bei Assistiven Technologien heutzutage häufig digitale Anwendungen im Spiel, die ihre Unterstützungswirkung wesensmäßig aus einer Verbindung von analogen und digitalen Lösungen erzielen. Aufgrund der breiten Verfügbarkeit preiswerter und leistungsstarker digitaler Endgeräte, wie Smartphones, Wearables, Smartglasses und ersten kommerziell erfolgreichen Haushaltsrobotern sind umfassende Funktionalitäten im Alltag der Menschen insbesondere im Bereich Smart Home und Smart City verfügbar. Dabei wird eine große Bandbreite an Technologien eingesetzt, wie zum

¹ Assistive technology key facts. Geneva: World Health Organization; 18 May 2018 (<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/assistive-technology>).

E.-W. Luthe
Institut für angewandte Rechts- und Sozialforschung, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel, Deutschland

S. V. Müller (✉)
Fakultät Soziale Arbeit, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel, Deutschland
E-Mail: s-v.mueller@ostfalia.de

I. Schiering
Institut für Information Engineering, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel, Deutschland
E-Mail: i.schiering@ostfalia.de

Beispiel Künstliche Intelligenz (KI) Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR). Wichtige Fragen dabei sind, wie AT gemeinsam mit den Nutzenden partizipativ gestaltet werden können und wie Grundrechte und Freiheiten der Betroffenen gewahrt bleiben können.

Dieses Buch nimmt hierbei das Anwendungsspektrum im Gesundheits- und Sozialsektor in den Fokus. Im Vordergrund stehen deshalb die Bereiche der Rehabilitation, Teilhabe, Gesundheitsversorgung und Pflege. Die Herausforderungen in diesem Bereich sind groß. Es geht um nichts weniger als angesichts des demografischen Wandels und sektoralen Fachkräftemangels mittels moderner Technologien die Versorgungssicherheit und Teilhabe der Bevölkerung zu gewährleisten. Daneben haben AT das Potential die Unabhängigkeit und Selbstbestimmung von Betroffenen zu stärken. Viele Herausforderungen bei der Entwicklung und dem gelingenden Einsatz von AT sind derzeit ungelöst. Sie zeigen sich nicht nur an einzelnen Stellen, sondern sind – als Phänomene einer digitalen Medienepoche – umfassender Natur: medizinisch, ökonomisch, rechtlich und sozial. Hierauf versuchen die Autor*innen des Buches Antworten zu finden. Es ist im bestmöglichen Sinn interdisziplinär und gewinnt seine Bedeutung nicht aus einem übergeordneten Standpunkt, sondern in synkretistischer Absicht schlicht aus den Aussagen eines jeden Autors bzw. einer jeden Autorin.

Teil II, III, IV des Buches „Die Anwendung Assistiver Technologien“ stellen Assistive Technologien mit technologischen Grundlagen, Zielgruppen und Nutzungskontexten in den Vordergrund. In **Teil II** werden zunächst *Grundlagen zu digitalen assistiven Technologien* dargestellt. Assistive Technologien und insbesondere digitale assistive Technologien erleben derzeit einen Boom, der unter anderem auf die breite Verfügbarkeit von Endgeräten, wie Smartphones, Smartwatches, Fitness- und Gesundheitstrackern und die derzeit aufkommenden AR- und VR- Brillen und deren Akzeptanz in der Gesellschaft zurückzuführen ist. Auf Basis der vorhandenen Sensorik und Rechenleistung ist die Realisierung umfassender Anwendungen im Bereich der AT möglich (s. Beitrag von Lorenz, Pleger, Schiering). Neben Smart Devices gewinnen Roboter in Form von Haushaltsrobotern und Assistenten in Hotels und Einkaufszentren Sichtbarkeit und Akzeptanz. Insbesondere Soziale Roboter die im Alltag mit Menschen interagieren sind ein wichtiges Forschungsfeld der AT, das großes Potential bietet (s. Beitrag von Heuer, Schiering). Die Robotik hat dabei im Bereich der Sensorik mit Kameras, Mikrofonen und Methoden zur Lokalisierung starke Überschneidungen zu Anwendungen wie Sprachassistenten oder Navigationslösungen. Eine zentrale Querschnittstechnologie für die Entwicklung von AT sind Methoden der Künstlichen Intelligenz, wie maschinelles Lernen und insbesondere Deep Learning. Eine Einschätzung des Potentials, aber auch der Grenzen und Risiken

dieser Entwicklung sind wichtig für die Einordnung von KI-Anwendungen (s. Beitrag von May, Szczypien, Vahldiek, Klawonn). Neben dem Einsatz von KI in assistiven Technologien sind besonders auch Anwendungen des maschinellen Lernens in der Gesundheitsversorgung vielversprechend (s. Beitrag von Wolff, Theil). Dazu werden ergänzend Forschungsergebnisse in klinischen Kontexten herausgearbeitet. Bei AT, insbesondere im Falle von KI Ansätzen, werden typischerweise umfassend personenbezogene Daten aus weiten Lebensbereichen der Nutzer*innen verarbeitet, um eine möglichst gute Adaption an individuelle Kontexte und Bedarfe zu realisieren (s. Beitrag von Bremert, Hansen). Dabei muss insbesondere während der Entwicklung und während des Einsatzes von AT ein risikobasierter Ansatz im Sinne der DSGVO bezüglich der Verarbeitung personenbezogener Daten verfolgt werden, um diese Risiken durch entsprechende technische und organisatorische Maßnahmen zu adressieren.

Im folgenden **Teil III** werden vulnerable *Zielgruppen* identifiziert, die häufig kaum oder nur eingeschränkt Zugang zu AT haben, die gleichzeitig aber ein hohes Potential besitzen von diesen zu profitieren. Weiterhin soll aufgezeigt werden, wie AT zur Erhöhung von Selbständigkeit und Selbstbestimmung von Menschen mit verschiedenen Arten von Beeinträchtigungen genutzt werden können. Die identifizierten Zielgruppen beschreiben Menschen, bei denen der Einsatz von AT kein Selbstläufer ist, sondern bei denen der Einsatz häufig engmaschig begleitet werden muss, wie das z. B. bei Menschen mit einer intellektuellen Beeinträchtigung der Fall ist (s. Beitrag von Aust und Müller). Ebenso können in Folge einer Erkrankung oder Verletzung des Gehirns Handicaps in verschiedenen Modalitäten (z. B. Sehen, Motorik, Sprache, Kognition) entstehen, für die Assistive Technologien hilfreiche Kompensationsmöglichkeiten anbieten. Gleichzeitig sind es gerade diese Handicaps, die für den Einsatz der Technologien auch eine relevante Barriere darstellen (s. Beitrag von Thöne-Otto). Ähnliches gilt für Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen, bei denen das Zusammenspiel von AT mit Barrierefreiheit, Universal Design und angemessenen Vorkehrungen im Continuum of Solutions eine zentrale Rolle spielt (s. Beitrag von Bosse und Feichtinger). Insbesondere bei Menschen mit einer Demenz gewinnen ethische Überlegungen, welche Chancen und Herausforderungen mit dem Einsatz digitaler AT verbunden sind, an Bedeutung. Fragen nach ihrem Nutzen, ihrer Wirksamkeit und ihren möglichen Nebenwirkungen sowie nach den mittel- und langfristigen Folgen ihres Einsatzes sollte kritisch nachgegangen werden (s. Beitrag von Kaiser). Bei Betrachtung von Menschen mit Langzeitpflegebedarf hingegen ist die Gestaltung von Lebenswelten in häuslicher Umgebung oder Pflegeheimen, die auch neue Technologien einschließt, zentrales Thema (s. Beitrag von Hasseler und Mink).

Ebenso wie die verschiedenen Zielgruppen für den Einsatz von AT von Interesse sind, spielen für den konkreten Einsatz von AT die unterschiedlichen *Zielkontexte*, die in **Teil IV** diskutiert werden, eine prägende Rolle, wie Teilhabe am Leben in der Gemeinschaft, berufliche Teilhabe, kulturelle Teilhabe, Teilhabe an Bildung genauso wie die Pflege. Die Zielkontexte bestimmen maßgeblich, ob und welche AT für welche Personengruppen gewinnbringend eingesetzt werden können. Daher sind die eingesetzten AT in den verschiedenen Zielkontexten oftmals nicht die gleichen, ebenso wenig wie die dort geführten Diskurse. Diese werden maßgeblich von den im jeweiligen Zielkontext vertretenen Professionen geprägt.

Assistive Technologien bieten für viele Menschen mit Beeinträchtigungen innovative Möglichkeiten, selbstbestimmt am Leben in der Gemeinschaft teilzuhaben. Dabei bewegen sich die Einsatzmöglichkeiten im Spannungsfeld zwischen Fremdbestimmung und dem Bedürfnis nach Autonomie und Selbständigkeit (s. Beitrag von Leopold, Ertas-Spantgar und Müller). Die Potentiale von Assistiven Technologien im Arbeitskontext sind ebenfalls vielfältig. Im Zuge der Digitalisierung haben sich AT hier in den letzten Jahren deutlich weiterentwickelt und die Produktvielfalt ist aufgrund heterogener Nutzergruppen und unterschiedlicher Einsatzbereiche gewachsen (s. Beitrag von Ertas-Spantgar, Leopold und Müller). Welchen Einfluss üben AT auf die Tätigkeiten Erwerbstätiger mit verschiedenen Behinderungen aus? Die Auswertung von empirischen Befragungsdaten zeigt, AT haben eine unterstützende Wirkung auf Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen und begünstigen daher das Ausüben von Routinetätigkeiten (s. Beitrag von Weller). Kulturelle Angebote werden bisher von Menschen mit Beeinträchtigungen verhältnismäßig wenig genutzt. AT können helfen, kulturelle Angebote für Menschen mit verschiedenen Beeinträchtigungen überhaupt erst zugänglich zu machen, indem sie in ihren Fähigkeiten bestärkt und ihre Beeinträchtigungen kompensiert werden (s. Beitrag von Münch und Müller). Mit Blick auf das Recht auf Teilhabe an Bildung nehmen Assistive Technologien eine wichtige Position als Bindeglied und Werkzeug für die Teilhabe aller Menschen an Bildung ein. Die barrierefreie Gestaltung dieser Technologien ist dabei eine wichtige Voraussetzung, damit möglichst alle Menschen von deren Nutzen profitieren können (s. Beitrag von Heitplatz, Wilkens und Bühler). Hinsichtlich der Unterstützung durch AT in der Pflege gibt es eine hohe Technikakzeptanz der diversen Zielgruppen. Eine größere Unterstützung von Assistiven Technologien in der Pflege kann erreicht werden, wenn die Entwicklungen partizipativ erfolgen sowie die Pflegefachpersonen, Besonderheiten der Settings und relevante ethische und fachliche Fragestellungen explizit integriert werden (s. Beitrag von Hasseler und Mink). Letztlich bestimmen die Zielkontexte maßgeblich, ob und welche AT für welche Personengruppen gewinnbringend eingesetzt werden können.

Bei der Diskussion der *rechtlichen, ökonomischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen in Teil V, VI und VII* stehen die strukturellen Aspekte Assistiver Technologien im Vordergrund, insbesondere also die gesetzlichen, sozial- und infrastrukturellen sowie marktbezogenen Anforderungen und Bedingungen. *Rechtlich (Teil V)* sind Assistive Technologien vor allem als Leistungen des Sozialrechts von Bedeutung, wobei geklärt werden muss, wie dieser stark im Wandel begriffene Technologiebereich juristisch zukünftig bewältigt werden kann (s. Beitrag von Luthé). Eine wesentliche Determinante für die Nutzung und Verbreitung assistiver Technologien ist nicht zuletzt das Datenschutzrecht, namentlich unter Geltung der Datenschutzgrundverordnung (s. Beitrag von Bieresborn). In *ökonomischer Hinsicht (Teil VI)* stehen die Nachfrager und Anbieter Assistiver Technologien unter dem Aspekt einer adäquaten Kosten-Nutzenbewertung der Produkte im Vordergrund (s. die Beiträge von Fachinger, Henke, Mähs und von Mähs, Fachinger). Insbesondere das Wohnumfeld erweist sich hier als anschauliches Anwendungsfeld (s. Beitrag von Wilkes). Die Verbreitung Assistiver Technologien ist jedoch nicht nur eine Frage der technischen Möglichkeiten und des Anwendernutzens, sondern auch abhängig von zielgenauen Strategien des Produktmarketings. Hierfür wiederum ist das politische und investive Marktumfeld in Deutschland von entscheidender Bedeutung (s. Beitrag von Kortendieck). Die *gesellschaftswissenschaftliche Diskussion (Teil VII)* wird derzeit stark von der Frage einer durch den Einsatz assistiver Technologien entfachten Entmenschlichung der Sozial- und Gesundheitsarbeit bestimmt (s. Beitrag von Biniok). Welche Personengruppen und Lebensverhältnisse sind betroffen, insbesondere unter demografischen Gesichtspunkten (s. Beitrag von Kaiser), aber auch unter Berücksichtigung sozialräumlicher Konfigurationen (s. Beitrag von Dösselmann, Wunderlich)? Und wie reagiert die Politik? Der politische Stellenwert Assistiver Technologien wird derzeit vor allem in der pflegerischen Versorgung deutlich. Insbesondere in ländlichen Regionen drohen massive Versorgungsgengpässe. Kann mit Assistiven Technologien gegengesteuert werden (s. Beitrag von Braeseke, Pflug, Lingott, Pörschmann-Schreiber)? Auch bei Menschen mit Behinderungen wäre der Einsatz Assistiver Technologien durchaus sinnvoll; aber die Vorbehalte auf Nutzerseite sind groß. Wie also lässt sich die Akzeptanz steigern, was muss getan werden (s. Beitrag von Bratan, Nierling, Maia)?

Teil VIII Praxis – und Forschungsprojekte bietet als Abschluss des vorliegenden Bandes einen vertieften Einblick in einzelne Projekte aus Forschung und Praxis, die eine Bandbreite an Technologien, Beeinträchtigungen und Kontexten repräsentieren. So wurde innerhalb des Projekts *Pflegebrille* gemeinsam mit Expert*innen und Praktiker*innen aus der Pflege eine AR Brille für eine digitale

Unterstützung im Pflegekontext entwickelt, die derzeit bei Pflegedienstleistungsunternehmen erprobt wird (s. Beitrag von Prilla, Recken, Janßen, Schmidt). Im Projekt *VReha* liegt der Fokus auf dem Einsatz von VR bei kognitiven Störungen. Dabei wird das Potential von VR Technologien für realitätsnahe Diagnostik und die Umsetzung von Therapie-Einheiten mit VR Brillen untersucht (s. Beitrag von Thöne-Otto, Chojecki). Insbesondere werden dabei Herausforderungen des Einsatzes von VR bei Menschen mit neurologischen Erkrankungen thematisiert. Diese Projekte zeigen besonders, das Smart Devices, die derzeit im Markt verfügbar sind, großes Potential für die Forschung zu AT besitzen. Ebenfalls mit verfügbaren Endgeräten, in diesem Fall mit Smartphones und Smartwatches arbeitet die *RehaGoalApp* (s. Beitrag von Gabel, Pleger, Schiering). Mittels dieser App können Menschen mit Beeinträchtigungen im planerischen Denken individuell bei der Durchführung von Handlungsabläufen im Alltag unterstützt werden. Dazu wird gemeinsam mit den Patient*innen die digitale Umsetzung individuell in einem blockbasierten Editor abgebildet.

Neben Smart Devices sind wichtige Bereiche assistiver Technologien die Unterstützung im Wohnumfeld und innerhalb der Stadt, bezeichnet als Smart Home und Smart City. Bei Smart Home Ansätzen steht im Vordergrund Assistenzfunktionen bereits in Elemente einer Wohnung zu integrieren im Sinne des Ambient Assisted Living (AAL) (s. Beitrag von Hüning, Schack, Steinhart). Dabei werden Ergebnisse des Projekts *KogniHome* am Beispiel der dabei entwickelten Modellwohnung vorgestellt und wichtige Aspekte für den Praxiseinsatz von Smart Home diskutiert. Einen etwas anderen Ansatz verfolgt *Move in the City*: Um zu untersuchen welche Bedürfnisse Bürger*innen in der Stadt haben, werden mittels Smartphone Apps und Eye Tracking Mobilitätsbedürfnisse untersucht (s. Beitrag von Carlow, Gräser, Hagedorn, Löhdefink, Mumm). Das ermöglicht die datengetriebene Analyse von Stadträumen und eine partizipative Stadtentwicklung insbesondere von Menschen mit Beeinträchtigungen.

Teil II: Digitale Assistive Technologien



Smart Devices als Assistive Technologien

Tom Lorenz, Michael Pleger und Ina Schiering

1 Einleitung

Smarte Devices, besonders jedoch Smartphones prägen inzwischen stark unseren Alltag. Ein Gerät, das diesen Wandel besonders eingeleitet hat, ist das 2007 eingeführte iPhone von Apple. Während traditionelle Mobiltelefone im wesentlichen Basisfunktionen, wie Telefonie und Kurznachrichten (SMS) bereitstellen, liegt heutzutage der Fokus eher auf mobilen Anwendungen, sogenannten Apps. Besonders die intuitive Bedienung über einen Touchscreen und eine große Menge an Sensoren, die situativ genutzt werden konnten, waren wichtige Merkmale, die den Siegeszug mit gefördert haben (Majumder und Deen 2019). Im Folgenden haben der Zuwachs bei Rechenleistung und Speicherplatz, das Aufkommen mobiler Netzwerke, wie WLAN, Bluetooth, etc. und die Entwicklung preiswerter Geräte, z. B. auf Basis des Betriebssystems Android von Google, zum Erfolg mit beigetragen.

Die Telefonfunktion ist inzwischen in den Hintergrund getreten. Stattdessen unterstützen Smartphones bei vielen Dingen im Alltag, wie der Navigation, als Medienplayer, bei der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel, der Recherche im Internet oder werden zur Unterhaltung eingesetzt.

T. Lorenz · M. Pleger · I. Schiering (✉)

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Wolfenbüttel, Deutschland

E-Mail: i.schiering@ostfalia.de

T. Lorenz

E-Mail: tom.lorenz1@ostfalia.de

M. Pleger

E-Mail: mic.pleger@ostfalia.de

Ergänzend zum Smartphone sind inzwischen eine ganze Reihe von Wearables, wie z. B. Fitnesstracker oder ähnliche Geräte, auf dem Markt. Auf Basis von Sensorik und verfügbaren mobilen Anwendungen existieren inzwischen eine Vielzahl von Anwendungen, die im weitesten Sinne den assistiven Technologien zugeordnet werden können. Als weitere Gruppe von Smart Devices können intelligente Brillen angesehen werden. Dabei werden Virtual Reality und Augmented Reality Systeme unterschieden. Im Weiteren werden zunächst die verschiedenen Geräte und insbesondere die verfügbare Sensorik vorgestellt. Anschließend werden beispielhaft Anwendungen dieser Geräte als assistive Technologien vorgestellt. Abschließend werden mögliche Risiken diskutiert, die neben dem Nutzen auch generell in die Entscheidung zur Nutzung einer assistiven Technologie einbezogen werden sollten.

2 Smarte Devices

In diesem Kapitel werden Smart Devices vorgestellt. Den Ausgangspunkt bilden dabei Smartphones, die bereits eine ganze Reihe von Möglichkeiten bieten, um assistive Technologien umzusetzen. Besonders für die Erfassung von Vitaldaten werden meist ergänzend sogenannte Wearables eingesetzt, die per Netzwerk gekoppelt sind. Da Sensorik teilweise im Smartphone teilweise in Wearables umgesetzt ist und besonders dieser Bereich sich sehr dynamisch entwickelt, werden Arten von Sensoren anschließend übergreifend vorgestellt. Den Abschluss bildet die Darstellung von Virtual und Augmented Reality.

2.1 Smartphones

Beim Einsatz als Assistive Technologien (AT) sind in einem ersten Schritt im Smartphone fest verbaute Sensoren wichtige Bausteine (Abb. 1). Sensoren dienen dazu physikalische, chemische, oder biologische Parameter zu messen. In der Regel sind ein Beschleunigungssensor und ein GPS-Empfänger bereits fest im Gerät verbaut. Diese können von Apps mit entsprechender Berechtigung frei ausgelesen und genutzt werden, wodurch zusätzliche Informationen erfasst und bereitgestellt werden können. Hierunter fallen beispielsweise Navigations-Anwendungen, welche den Standort des Benutzenden berücksichtigen oder Foto-Apps, die Zugriff auf die Kamera benötigen.

Die digitale Kommunikation moderner Smartphones erfolgt in der Regel über eine bestehende Mobilfunkverbindung oder über ein lokales WLAN. Darüber

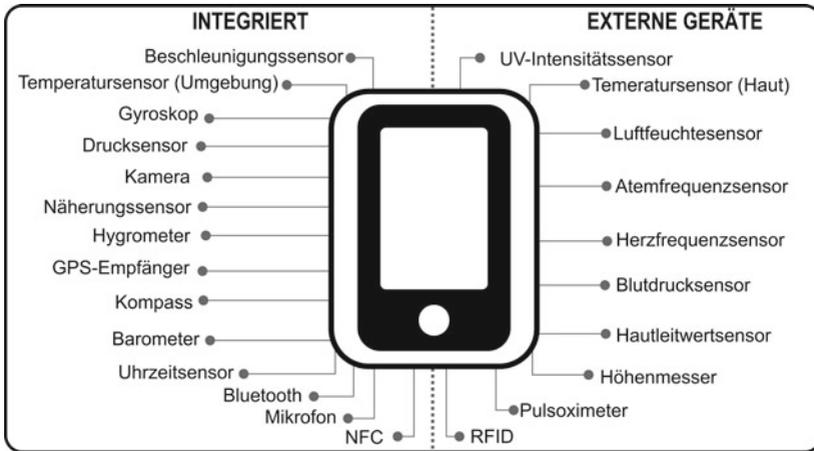


Abb. 1 Sensorik im Smartphone und Sensorik in externen verbundenen Geräten

hinaus gibt es noch Geräte, welche mit der Technologie Near Field Communication (NFC) ausgestattet sind, und somit als Geldkarte beim Bezahlen verwendet werden können.

Zusätzliche Sensorik kann je nach Bedarf per Kabel oder kabellos über Bluetooth oder WLAN verbunden werden (Majumder und Deen 2019), um die Funktionalität des mobilen Endgerätes zu erweitern. In Abschnitt 2.3 werden Sensoren kategorisiert, benannt und dabei dargestellt, ob sich diese im Smartphone befinden, oder durch externe Hardware eingebunden werden. Wichtig ist dabei, dass Smartphones inzwischen so leistungsstark sind, dass eine Aggregation von Messwerten und weitere Schritte der Vorverarbeitung direkt auf dem Smartphone ausgeführt werden können. Häufig werden anschließend Rohdaten an Cloud Services der Anbieter weitergegeben. Auswertungen und Visualisierungen sind oft nur über diese Services möglich. Weiterhin lassen sich mittels Smartphone Apps eine Reihe von Anwendungen umsetzen, die situativ angepasste Informationen liefern oder Handlungen unterstützen und begleiten. Ein Beispiel einer mobilen Anwendung zur Unterstützung der Handlungsplanung, die RehaGoal App, wird im Kapitel von Gabel, Pleger und Schiering in diesem Band vorgestellt.

Neben den erfassenden Sensoren können moderne Endgeräte durch Kommunikations-Schnittstellen erweitert werden. Über Bluetooth können eine Vielzahl von Geräten mit dem Smartphone gekoppelt werden: Lautsprecher, Freisprech-Einrichtungen, smarte Armbänder, Uhren, sowie Herzschlag-Gürtel

und vieles mehr. Im Gesundheitskontext werden Körperfunktionen oder Vital-Werte meist über zusätzliche Geräte, sogenannte Wearables erfasst. Mobile Anwendungen im medizinischen Bereich werden auch als *mHealth* Anwendungen bezeichnet. Diese Geräteklasse wird im Folgenden vorgestellt.

2.2 Wearables

Dank der fortschreitenden Entwicklung in der Fertigung und Produktion sowie durch die Verkleinerung von Elektronik-Komponenten werden mehr und mehr computergestützte Geräte umgesetzt, welche am menschlichen Körper getragen oder in diesen implantiert werden können (Arriba-Pérez et al. 2018). Im Kontext der Entwicklung von Wearables hat sich ein allgemeiner Trend zur Selbstvermessung, dem *Quantified Self* etabliert (Meidert et al. 2018). Neben diesen Anwendungen, die die Begleitung des Alltags gesunder Menschen im Fokus haben, gibt es auch Aufgaben im medizinischen Bereich, die bisher ausschließlich von größeren, stationären Geräten realisiert wurden. Funktionen wie beispielsweise die Erfassung und Überwachung der Herzfrequenz erforderten in der Vergangenheit den Besuch von medizinischem Fachpersonal, welche ein Elektrokardiogramm, oder kurz EKG, mithilfe eines Elektrokardiografen erstellen würden. Dieselben Funktionen können heute bereits Smartwatches oder Textilien mit entsprechenden Sensoren erfassen und Nutzenden per Smartphone bereitstellen (Heitkamp 2016; Heo et al. 2017).

Durch die fortschreitende Digitalisierung, sowie dem Trend vom *Internet der Dinge* (englisch: Internet of Things, kurz IoT) können intelligente Geräte flexibel vernetzt werden. Unter dem Schirmbegriff *Wearables* sind mobile Klein(st)computer oder Computersysteme zu verstehen, welche eine am Körper getragene Datenerfassung und -verarbeitung ermöglichen (Becker und Stammer 2017; Heitkamp 2016). Diese Geräte werden häufig verwendet, um anhand von diversen Sensoren Körperdaten zu erfassen. Zusätzlich bieten viele Wearables auch die Möglichkeit, Daten dem Anwendenden unmittelbar anzuzeigen oder auszugeben. Ausgestattet mit kabellosen Kommunikationstechniken stellen diese so flexible Lösungen, abseits etablierter Geräteklassen, wie beispielsweise Smartphones bereit. Dazu gehören insbesondere Smartwatches und Fitnessstracker (Abb. 2).



Abb. 2 Wearables im Bereich des Personal Area Networks

Wearables können als wichtiger Bereich des persönlichen, tragbaren Netzwerks (englisch: Personal Area Network, kurz PAN) klassifiziert werden. Innerhalb dieses Umfeldes werden Daten zwischen in der Nähe befindlichen Geräten ausgetauscht und verarbeitet, ohne dass eine Übermittlung nach außen, beispielsweise über das Internet, erforderlich ist. Wearables werden in der Regel nah am Körper, teilweise auch innerhalb des Körpers getragen. In den Bereich der Wearables fallen nicht nur Smartwatches, sondern unter anderem auch vernetzte Brillen, Hörgeräte, medizinische Implantate wie Herzschrittmacher oder Insulinpumpen, welche über Netzwerke ausgelesen oder gesteuert werden können. Eine wichtige Differenzierung dabei ist, ob Wearables im Kontext einer medizinischen Behandlung genutzt werden oder ob es sich um Anwendungen im Bereich Wellness bzw. Lifestyle handelt, da viele Messungen auf Basis von Vitaldaten in Wearables, die eher für den privaten Bereich entwickelt wurden, keine ausreichende Datenqualität für medizinische Anwendungen bieten (Murakami et al. 2019).

Laut IDC wurden im Jahr 2019 über 336 Mio. Wearables verkauft (Llamas et al. 2020). Im Folgejahr wurde ein Zuwachs von 17 % erwartet, eine Größenordnung von knapp 400 Mio. Bis zum Jahr 2024 wird ein Absatz solcher Geräte, gegenüber dem Jahr 2019, auf 631 Mio. verkaufter Exemplare prognostiziert. Dabei gilt jedoch zu berücksichtigen, dass hierbei nicht alle Wearable-Arten

berücksichtigt wurden. Innerhalb der Studie wurden nur Produkte berücksichtigt, welche am Kopf (kabellose Kopfhörer, Hörgeräte) oder dem Handgelenk (Smartwatches, Fitnesstracker) getragen werden können.

Zu den wohl am weit verbreitetsten Wearables gehören Smartwatches und Fitnesstracker. Sie werden am Handgelenk getragen und unterscheiden sich im Wesentlichen durch den Funktionsumfang. Beiden Typen ist gemein, dass sie sowohl körper- als auch umweltbezogene Daten erfassen können. Die Auswertung dieser erfassten Rohdaten geschieht aufgrund begrenzter Rechenkapazität nicht direkt auf den Geräten selbst. Stattdessen werden die Rohdaten über ein gekoppeltes Smartphone oder Tablet durch eine App an entfernte Server übermittelt, welche die Aufbereitung der Daten übernehmen. Smartwatches sind zusätzlich zu den Trackern noch in der Lage, weitergehende Funktionen bereitzustellen. So können über diese auch Navigations- oder Kommunikationsanwendungen genutzt, oder Bezahlvorgänge drahtlos über Funknetzwerke abgewickelt werden.

Zum Bereich der Wearables gehören neben Smartwatches insbesondere smarte Kopfhörer, die inzwischen mit intelligenten Funktionen ausgestattet sind. Beispielsweise sind Kopfhörer mit aktiver Geräuschunterdrückung in der Lage, Umgebungs- oder Störgeräusche durch das Generieren von akustischen Signalen für die Anwender*innen auszublenden. Diese Technologien wurden bei leichtem bis mittleren Hörverlust als Alternative zu Hörgeräten eingesetzt (Lin et al. 2018). Erste Anwendungen sind durch gekoppelte Cloud Services in der Lage mittels einer Übersetzungs App Sprache in Echtzeit zu übersetzen (Guan et al. 2010). Weiterhin werden Stirnbänder, Kopfbügel und Helme entwickelt, die mit Sensoren ausgestattet sind. So gibt es beispielsweise Geräte, die anhand einer Elektroenzephalografie (EEG) die elektrische Aktivität des Gehirns der Anwender*innen erfassen können. Diese Daten können beispielsweise zur Müdigkeitserkennung von Fahrer*innen eingesetzt werden um diese durch akustische Hinweise darauf aufmerksam zu machen (Li et al. 2015).

Neben diesen Geräten können noch weitere Geräte aufgelistet werden, wie beispielsweise Brustgurte zur Erfassung von Herzaktivitäten oder Ringen zur Ermittlung des Sauerstoffgehalts im Blut. Einzelne Herzschrittmacher sind bereits heute in der Lage, die erfassten Daten per Smartphone und passender App auszuwerten und auf Auffälligkeiten hinzuweisen. Außerdem wurde zum Beispiel ein intelligenter Blindenstock entwickelt, der Menschen mit einer Sehbeeinträchtigung im Alltag durch haptisches Feedback Rückmeldung über die Umgebung liefern kann (Kher Chaitrali et al. 2015).

2.3 Sensoren

Sowohl in Smartphones als auch in Wearables werden eine Reihe von Sensoren verbaut, die die Möglichkeit zur Erfassung von Umgebungswerten bieten oder der Selbstüberwachung von Vital-Funktionen dienen (Abb. 1). Generell lässt sich festhalten, dass zwischen biometrischen Sensoren, welche körpereigene Daten ermitteln und umweltbasierten Sensoren, welche körperfremde Daten erfassen, unterschieden werden kann. Tab. 1 stellt eine Übersicht für biometrische Sensorik bereit, während Tab. 2 Umweltsensoren auflistet. Zusätzlich zu den Sensor-Arten wird die typische Position, sowie der mögliche Verwendungszweck dargestellt.

Umweltsensoren finden sich in der Regel in einer Vielzahl an Wearables wieder. Sehr häufig werden Beschleunigungs- und Gyroskopsensoren zur Ermittlung von Bewegungen und der Geschwindigkeit verbaut. Dies ermöglicht das Messen der Bewegung durch das Abschätzen von Schritten, diese Sensoren werden aber auch zu grundlegenden Wearable-Funktionen wie der Bestimmung der Lage oder Ausrichtung im Raum verwendet. Für eine genauere Positionsbestimmung, wie beispielsweise in Smartphones oder Smartwatches werden Empfänger für

Tab. 1 Auflistung von Sensoren zur Erfassung von biometrischen Körperdaten, deren Positionierung am Körper, sowie gängige Nutzungsszenarien

Biometrie-Sensorik	Position	Nutzen
Elektroenzephalografie (EEG)	Kopf, Nacken	Aktivitätsmessung des Gehirns
Elektrookulografie (EOG)	Kopf	Augen-Tracking
Elektromyografie (EMG)	Muskeln	Haltungsüberwachung, Erfassung Reaktionszeit
Elektrokardiogramm (EKG)	Brust, Hand	Überwachung Herzfrequenz
Photoplethysmographie (PPG)	Haut	Pulsfrequenz, Blutsauerstoffgehalt

Tab. 2 Auflistung von Sensoren zur Erfassung von Umwelteinflüssen

Umwelt-Sensorik	Position	Möglicher Nutzen
Beschleunigungssensor	Beliebig	Schrittzählung
Gyroskopsensor	Beliebig	Schrittzählung, Bestimmung Schlafphase
Drucksensor	Fuss, Hand	Positionsermittlung
Mikrofon	Beliebig	Spracherkennung, Geräuschunterdrückung
Standort-Sensor	Beliebig	Positionsbestimmung

globale Satelliten-Navigations-Systeme integriert. Typische Systeme sind hierbei GPS, Glonass oder Galileo. Mithilfe eines Luftdruck-Sensors kann die Höhenlage bestimmt werden. Zur Verarbeitung von Sprache oder dem Filtern von Störgeräuschen werden Mikrofone genutzt. Drucksensoren z. B. in Schuhen integriert, dienen hingegen der Ermittlung von Körperposition beziehungsweise -haltung. Geomagnetische Sensoren bieten eine Orientierung anhand des geologischen Nordpols an. Und mithilfe von (optischen) Lichtsensoren kann die Displayhelligkeit an die Umgebungsbeleuchtung (Tag/Nacht) angepasst werden.

PPG-Sensoren (Photoplethysmographie) finden sich häufig in Fitnessstrackern, Smartwatches, Ringen, Stirnbändern oder etwaigen Gürteln wieder, um über einen beliebigen Zeitraum den Puls und den Sauerstoffgehalt des Blutes der Nutzer*innen zu erfassen. Bei diesem nicht-invasiven Verfahren wird anhand einer Lichtquelle die Lichtabsorptions-Eigenschaft des Blutes gemessen. Seltener sind hingegen Wearables, die Herzfrequenzen anhand eines integrierten EKGs erfassen. Herzschrittmacher oder Brustgürtel bieten diese Funktionalität. Außerdem befinden sich intelligente Kleidungsstücke bereits auf dem Markt, oder sind in der Entwicklung (Yu et al. 2015; Choudhry et al. 2020), welche die Nutzung von Sensorik noch unauffälliger gestalten können.

2.4 Virtual und Augmented Reality

Sogenannte Virtual und Augmented Reality Brillen werden in Zukunft weitere Innovationen bei assistiven Technologien ermöglichen. Diese können dem Anwendenden zusätzliche Informationen über das Sichtfeld visuell bereitstellen. Der Unterschied zwischen Augmented Reality (AR – erweiterte Realität) und Virtual Reality (VR – virtuelle Realität) ist die Art der Simulation und des Nutzens der Umgebung. Während bei VR die komplette Szenerie mittels Computergrafik generiert wird, werden bei AR Elemente der realen Welt durch Computergrafik erweitert. Falls in gewisser Weise mit den Elementen in der Augmented Reality interagiert werden kann, wird dies auch als Mixed Reality bezeichnet. Die Begriffe Augmented und Mixed Reality werden oft (fälschlich) als synonym verwendet. Dennoch können diese Bereiche voneinander getrennt werden. Bei Augmented Reality werden lediglich zusätzliche Informationen eingeblendet, während bei der Mixed Reality die reale Welt mit der virtuellen Realität vermischt wird. Bei AR ist also stets ein Bezug zur realen Welt und zum Umfeld vorhanden, während VR eine rein simulierte Umgebung darstellt. Somit ist auch der Grad der Immersion – das Eintauchen – des Nutzenden von dem angewandten Verfahren abhängig (Abb. 3).

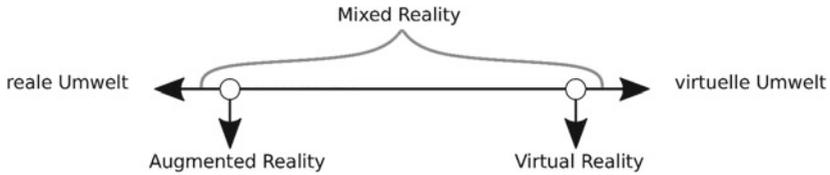


Abb. 3 Augmented und Virtual Reality Einbindungsbereich (Milgram und Kishino 1994)

Virtual Reality (VR) bietet die Vorteile einer komplett simulierten Umgebung. Dadurch kann eine eigene, neue Umgebung erschaffen und ein erhöhter Grad der Immersion erreicht werden (Anthes et al. 2016). Ebenfalls sind bis auf Ausnahmen (Handschuhe, Decken, etc.) einfache Inputs gefragt, dadurch kann eine sichere Umgebung geschaffen werden. Typisch für VR ist das abgeschlossene System, welches keine visuelle Wahrnehmung von außerhalb mehr zulässt. VR erleichtert das Erfassen räumlicher Zusammenhänge. So wurden VR Anwendungen in Kombination mit AR und generell 3D Darstellungen in der Anatomieausbildung erprobt (Moro et al. 2017).

Grundlegend wird eine VR-Brille als Display benötigt und Controller für die Steuerung. Je nach Modell besitzen einige wenige VR-Brillen die benötigte Rechenleistung, um die simulierte Welt darstellen zu können, häufig wird jedoch ein zusätzlicher PC mit höherer Rechenleistung gekoppelt. Während schlichere Geräte lediglich Kopfdrehbewegungen wie Nicken oder Kopfschütteln erkennen können, besitzen besser ausgestattete Geräte erweiterte Sensorik um ebenfalls Körperbewegungen wie ducken oder anlehnen zu erkennen. Zusätzlich werden diese Sensoren eingesetzt, um die Sicherheit zu erhöhen, so wird zum Beispiel ein Gegenstand oder eine Wand, der man in der realen Welt zu nahekommt, innerhalb der virtuellen Welt eingeblendet, um Verletzungen zu vermeiden. Weitere Elemente und Hardware können zusätzlich den Eindruck und den Immersionsgrad erhöhen. So gibt es aktuelle Entwicklungen wie zum Beispiel Drucksensoren an Controllern, oder Handschuhe, die den Tastsinn stimulieren. Mit zusätzlicher Sensorik, welche an der Brille selbst, oder in der Umgebung verbaut wird, können Körperbewegungen und auch Handbewegungen (rudimentär auch ohne Controller) besser erkannt werden.

Im Bereich der Rehabilitation und Therapie werden VR Szenarien dafür verwendet, um motorische Bewegungen wieder zu erlernen, und dabei Handlungsabläufe aus dem Alltag nachzustellen. Um Ängste bewältigen zu können, werden zum Beispiel simulierte Spinnen bei einer Spinnenphobie gezeigt, oder bei Höhenangst der simulierte Blick in die Tiefe. Durch den hohen Grad der Immersion und der Adaptivität der Interaktion und Steuerung wirken diese Szenarien real und können zu positiven Erlebnissen führen. Ein weiterer Vorteil ist die fehlertolerante Umgebung und die Negation der Verletzungsmöglichkeit. Ein konkretes Beispiel für den Einsatz von VR in der Therapie wird im Kapitel von Thöne-Otto und Chojecki in diesem Band vorgestellt.

Die Technologien der *Augmented Reality* (AR) bieten die Möglichkeit, das Sichtfeld durch informative Elemente zu erweitern und damit zu interagieren. Prädestiniert ist AR generell zur Unterstützung von Arbeitsschritten, bei denen die Hände benötigt werden, der Navigation, aber auch in Spielen. Der Vorteil gegenüber herkömmlichen Methoden besteht hierbei, dass die Arbeitssituation nicht verlassen werden, oder der Blick abgewendet werden muss (Eichelbaum 2014). In den letzten Jahren fanden Spiele, die AR Elemente in Smartphone Apps einsetzen große Aufmerksamkeit und gewannen an Beliebtheit, wie das 2016 veröffentlichte Spiel Pokémon Go. Viele weitere Anwendungsszenarien für AR Apps auf Smartphones werden derzeit untersucht, z. B. die Nutzung von AR für die Visualisierung von Speisekarten (Cassar und Inguanez 2018).

Im Gegensatz zu VR ergänzt die AR das gegebene Umfeld. AR Brillen können von sehr schlanken und schlichten Smartglasses, die Zusatzinformationen im Blickfeld einblenden (auch als Datenbrillen bezeichnet) bis hin zu komplexen Systemen, wie z. B. der Microsoft HoloLens, reichen, welche die Umgebung und die Reaktionen der Nutzenden berücksichtigt. Alle Varianten ähneln sich bezüglich des Prinzips, dass sie eine Projektionsfläche im Sichtfeld besitzen, auf der Informationen und Elemente dargestellt werden können. Allerdings unterscheiden sich verschiedene Smartglasses deutlich durch die Anzahl und Vielfalt der verbauten Sensoren.

Damit sinnvolle Informationen bereitgestellt werden können, muss das Umfeld erkannt und analysiert werden. Dies wird mittels Sensorik wie Kameras und Abstandssensoren bewerkstelligt. Die Systeme arbeiten meist autark und es sind keine ergänzenden verarbeitenden Geräte, wie z. B. ein PC notwendig. Die Interaktion mit AR Devices erfolgt über Gesten oder per Spracheingabe. Da keine weitere Hardware notwendig ist, sind diese Geräte typischerweise direkt mit dem Internet, z. B. per WLAN, verbunden. Derzeit wächst die Anzahl an Geräten und die technischen Möglichkeiten entwickeln sich dynamisch weiter. Ein Beispiel

dafür ist die seit 2019 auf dem Markt verfügbare HoloLens 2 von Microsoft, welche in die Kategorie der vollumfänglichen Geräte fällt. Die HoloLens 2 besitzt eine integrierte Recheneinheit, um Kamerainformationen zu verarbeiten und ist dadurch in der Lage, Augen- und Handbewegungen zu verfolgen und die Umgebung wahrzunehmen. Wie bereits erwähnt, gibt es keine zusätzlichen Geräte zur Steuerung, die AR Brille kann durch einfache Gestensteuerungen gehandhabt werden.

Anwendungsfälle für AR sind zum Beispiel die Einblendung von Navigations-elementen, von Kartendaten oder Zusatzinformationen, die Unterstützung von Arbeitsabläufen durch Anzeigen von benötigten Geräten, oder durch das Einblenden der Arbeitsschritte. Bei diesen Beispielen wird direkt deutlich, dass es bei Augmented Reality einen deutlich niedrigeren Grad der Immersion gibt, man also trotz angezeigter Inhalte sich noch auf das Wesentliche, wie z. B. den Straßenverkehr konzentrieren kann. Natürlich ist dies von der Art der Anwendung abhängig, jedoch soll diese Technologie die Nutzenden unterstützen und es entfällt das obsoletere Abwenden des Blickes. Bei Arbeitsabläufen im Gesundheitswesen haben so Ärzt*innen oder das Pflegefachpersonal beide Hände zur Verfügung, um Patient*innen zu behandeln. Zusatzinformationen zu Patient*innen können über AR Brillen angezeigt werden (siehe das Kapitel von Prilla, Recken, Janßen und Schmidt in diesem Band).

3 Einsatzgebiete von Smart Devices im Gesundheitssektor

Durch das Digitale-Versorgungs-Gesetz (DVG) (siehe das Kapitel von Luthe in diesem Band) wurde die Möglichkeit geschaffen die Kosten für mHealth Apps zu erstatten, die als digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) vom Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) zertifiziert wurden (BfArM 2021). Damit wurde insbesondere dem wachsenden Potential von assistiven Technologien im Gesundheitssektor Rechnung getragen. Inzwischen liegen hier erste zertifizierte DiGAs vor. Der Fokus liegt vor allen Dingen auf chronischen Erkrankungen wie Depression, Migräne, Phobien oder Multiple Sklerose. Im Folgenden werden eine Reihe von Beispielen aus der wissenschaftlichen Literatur vorgestellt, die einen Eindruck geben, welche Möglichkeiten mit den verschiedenen hier vorgestellten Smart Devices bestehen. Eine Bewertung der dargestellten Beispiele findet hier nicht statt. Wichtige Aspekte dazu werden im Rahmen der anschließenden kritischen Reflexion erörtert.

Die in aktuellen Smartphones verfügbaren Kameras sind inzwischen in der Lage hochauflösende Bilder zu liefern, die als Basis für Diagnosen dienen können. So wurde dieser Ansatz durch Fachärzte erprobt als Basis für Untersuchungen der Netzhaut (Maamari et al. 2014). Bei der Diagnostik von Hautkrebs werden in diesem Zusammenhang inzwischen auch KI-Methoden erprobt (Blum et al. 2020). Stafford et al. (2016) setzen Mikrofone von Smartphones dazu ein, um den Atemzyklus von Patient*innen mit Atemwegserkrankungen zu erfassen. Im Rahmen eines Serious Games müssen Patient*innen mittels Ein- und Ausatmen einen Ball durch einen Hindernisparkour steuern.

Durch Nutzung einer großen Bandbreite an Daten von Smartphones, insbesondere Kommunikations- und Bewegungsdaten war es in Studien möglich Aussagen zur Gemütslage zu treffen (Ma et al. 2012), um Hinweise auf psychische Erkrankungen zu erhalten. Wearables wurden in Zusammenhang mit Bluetooth Beacons eingesetzt, um bei Menschen mit Erkrankungen wie Alzheimer, Bulimie, oder Magersucht Aktivitäten des täglichen Lebens zu erkennen und zu überwachen (De et al. 2015). Garcia-Ceja et al. (2016) untersuchen Ansätze zur Stressvorhersage insbesondere auf Basis von Beschleunigungssensordaten.

Aufgrund der derzeit noch erheblichen Kosten werden AR und VR Technologien im Bereich der AT erst vereinzelt eingesetzt. Interessant ist besonders das Potential von VR im Bereich der Behandlung von Phobien (Bush 2008). Miloff et al. (2016) untersuchen den Einsatz von VR Anwendungen bei Spinnenphobien. Da sich mittels KI-Methoden zur Bilderkennung inzwischen Aussagen zu Emotionen von Menschen machen lassen, können diese Ergebnisse eingesetzt werden, um für Menschen mit Autismus Emotionen durch visuelle Zusatzinformationen sichtbar zu machen (Voss et al. 2016). Derzeit werden VR Technologien hauptsächlich im Bereich des Entertainments genutzt, dabei aber insbesondere zur Bewegungsförderung. In einer Studie während des COVID-19 Lockdowns haben Nutzende von VR Technologien dargestellt, dass Sie VR Anwendungen als hilfreich erlebt haben, um mit den Belastungen umzugehen (Siani und Marley 2021). Insbesondere wurden hierbei Fitnessanwendungen in VR eingesetzt.

Ein weiteres wichtiges Einsatzgebiet von Smart Devices ist die Bewegungsförderung. Smartwatches und Fitnesstracker besitzen ein hohes Potential die körperliche Aktivität von älteren Menschen zu steigern. Im Rahmen einer Umfrage wurde ermittelt, dass diese Geräte allerdings eher für die Zielgruppe der technologieaffinen Sportler*innen entwickelt werden (Seifert et al. 2017). Besonders ältere Menschen hatten Probleme mit der Nutzung oder Handhabung. Neben der Förderung der Aktivität ist es auch möglich mittels des Beschleunigungssensors und Gyroskops/Positionssensors im Smartphone Stürze bei vulnerablen Personengruppen zu erkennen und automatisch einen Notruf abzusetzen (Lee et al.