



Mensch und Technik in der angewandten Forschung

Nicholas H. Müller · Andreas E. Schütz · Tobias Fertig

Eingegangen: 7. Februar 2020 / Angenommen: 4. April 2020 / Online publiziert: 21. April 2020
© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2020

Zusammenfassung Empirische Erkenntnisse der Grundlagenforschung in den Alltag zu überführen, ist eine der elementaren Herausforderungen der angewandten Forschung. Insbesondere im Zusammenhang der Mensch-Technik-Interaktionsforschung werden Erkenntnisse der Ingenieurs-, Kognitions- und Sozialwissenschaften interdisziplinär kombiniert und in nutzbringende Kontexte überführt. Der vorliegende Artikel betrachtet ausgewählte Themengebiete aus dem Forschungsgebiet Human-Computer-Interaction: Roboter und künstliche Intelligenz, Virtual und Augmented Reality sowie Datensicherheit im Hinblick auf IoT-Geräte. In den einzelnen Abschnitten wird ein Überblick über die Themengebiete gegeben und die aktuelle Forschung, sowie Herausforderungen für die Anwendung der Technologien betrachtet. Den verschiedenen Herausforderungen müssen Forscher dabei mit Interdisziplinarität und Praxisbezug begegnen.

Schlüsselwörter Human-Computer-Interaction · HCI · Chatbots · Roboter · Künstliche Intelligenz · KI · Augmented Reality · AR · Virtual Reality · VR · Datensicherheit · Internet of Things · IOT · Security Awareness

N. H. Müller (✉) · A. E. Schütz · T. Fertig
Fakultät Informatik und Wirtschaftsinformatik, Hochschule für angewandte Wissenschaften
Würzburg-Schweinfurt, Sanderheinrichsleitenweg 20, 97074 Würzburg, Deutschland
E-Mail: nicholas.mueller@fhws.de

A. E. Schütz
E-Mail: andreas.schuetz@fhws.de

T. Fertig
E-Mail: tobias.fertig@fhws.de

People and Technology in Applied Research

Abstract Transferring empirical findings from basic research into everyday life is one of the fundamental challenges of applied science. Especially in the research of human-technology interaction, findings from engineering, cognitive and social sciences are combined in an interdisciplinary way and transferred into useful contexts. This article gives an overview of selected topics from the domain of Human-Computer Interaction: Robots and Artificial Intelligence, Virtual and Augmented Reality as well as data security with regard to IoT devices. Latest research and challenges for the application of the technologies are considered in the corresponding sections. Researchers have to address the various challenges with interdisciplinarity and practical relevance.

Keywords Human-Computer-Interaction · HCI · Chatbots · Robots · Artificial Intelligence · AI · Augmented Reality · AR · Virtual Reality · VR · Data Security · Internet of Things · IOT · Information Security Awareness

1 Der Mensch und die Technik

Die heutzutage alltägliche Interaktion mit Technik existierte für frühere Generationen nur in futuristischen Romanen oder Filmen. Wie selbstverständlich fahren heute Saugroboter durch Wohnungen, Siri navigiert nach Hause, das Auto parkt selbstständig ein und VR-Brillen helfen beim Eintauchen in alternative Realitäten. Viele Forscher auf der ganzen Welt widmen sich daher dem Zusammenleben des Menschen mit den technologischen Errungenschaften der Neuzeit. Die Wirkung des Menschen auf Technik oder die Wirkung von Technik auf den Menschen basiert vorrangig auf Erkenntnissen der empirischen Forschung. Die Implikationen dieser Wirkungsweisen sind von hoher Relevanz für vielfältige empirischen Untersuchungen, in denen Mensch-Technik-Interaktionen Gegenstand sind. Insbesondere für informatiknahe Wissenschaftsgebiete stellen Implikationen dieser Wechselwirkungen ein breites Feld dar, um theoretische Entwicklungen von Algorithmen, Input und Output sowie Interaktionen mit Computern, Maschinen und Mischformen durch und mit dem Menschen anwendungsnah zu testen. Genau diese Ergebnisse gilt es schließlich in die Praxis zu transferieren. Unternehmen müssen die Erkenntnisse bei der Entwicklung von Produkten für den menschlichen Anwender berücksichtigen, um so eine gewinnbringende Interaktion mit der Technik zu gewährleisten, um letztendlich auch die eigene Wirtschaftlichkeit sicherzustellen.

Um Einblicke in die Verarbeitungsprozesse der Nutzer im Umgang mit Technik zu gewinnen werden von der Forschung sowohl qualitative als auch quantitative Methoden eingesetzt. Standardisierte Maße werden beispielsweise verwendet, um mittels psychologischer Fragestellungen einschätzen zu können, welchen Einfluss Persönlichkeitsmerkmale auf die Nutzung haben (Barnett et al. 2015) oder inwiefern die Arbeit mit Systemen durch eine Adaption auf Persönlichkeitsmerkmale unterstützt werden kann (Sarsam und Al-Samarraie 2018). Zunehmend werden dabei physiologische Messverfahren eingesetzt, um im Rahmen von experimentellen

Nutzerstudien ein ungefiltertes Feedback der Nutzer erhalten zu können. Insbesondere bei anwendungsnahen Interaktionen können diese Messmethoden helfen, um auf kognitive Verarbeitungsprozesse zu schließen. Dadurch wird es möglich, mentale Abläufe besser zu verstehen, was wiederum in ein verbessertes Interface resultiert oder adaptive Reaktionen evoziert (Pfeiffer et al. 2016). Alternativ ist es durchführbar, die Datenverarbeitung dahingehend zu optimieren, dass der Output besser durch die kognitiven Systeme verarbeitet werden kann (Müller et al. 2017).

Entsprechend dieser Beispiele wird im folgenden Beitrag ein Überblick zu ausgewählten Themen empirischer Forschung gegeben, welche durch den Faktor Mensch in der Technikinteraktion auch in Zukunft beeinflusst werden und insbesondere aufgrund anwendungsnaher wissenschaftlicher Arbeiten in den letzten Jahren neue Erkenntnisse bereitstellen konnten. Der Beitrag betrachtet hierfür die Bereiche Robotik, Künstliche Intelligenz (KI), Augmented und Virtual Reality sowie Datensicherheit und Security Awareness. Alle Themen können dem Forschungsfeld der Mensch-Computer-Interaktion oder auch Human-Computer-Interaction (i.F. HCI) zugeordnet werden, das sich mit den Wechselwirkungen von Menschen und Technik auseinandersetzt und ursprünglich aus der Informatik abgeleitet ist. Das Forschungsfeld wird im ersten Abschnitt der Arbeit vorgestellt. Anschließend werden die Themenfelder Roboter und Künstliche Intelligenz betrachtet, die im wissenschaftlichen Diskurs zunehmend Beachtung finden. Mit Augmented und Virtual Reality werden im darauffolgenden Abschnitt zwei Darstellungssysteme zur Interaktion mit virtuellen visuellen Elementen erörtert. Die Erfassung und Verarbeitung von vielen Daten, so wie es bei Mensch-Computer-Interaktionen der Fall ist, stellt auch enorme Anforderungen an die Sicherheit dieser Daten. Aus diesem Grund wird in einem weiteren Abschnitt auf den Faktor Mensch in der Datensicherheit eingegangen. Ein abschließendes Fazit fasst die Ergebnisse zusammen.

2 Human-Computer-Interaction

Die Erforschung von menschlichen Interaktionen mit Computersystemen stellt ein breites Feld in der empirischen Forschung dar. In den Anfangsjahren der Informatik erfolgte die Nutzung von Computern mit Hilfe von Schaltern oder Lochkarten, was in diesem Zusammenhang einem automatisierten Arbeitsprozess entsprach. Das Forschungsfeld der HCI hat sich in den 1970er Jahren etabliert, da mit Entwicklung der Kommandosprache eine Interaktion zwischen Nutzern und Computern stattfinden konnte (Turk 2001) und somit die Interaktion zwischen Mensch und Computer vereinfacht wurde. Basierend auf den Erkenntnissen der Typenbelegung bei Schreibmaschinen wurden die bekannten analogen Tastaturen für die Kommandozeilenparameter weiterverwendet. In den 1980er Jahren folgten Desktop-Systeme, welche die Bedienoberfläche von Computern gänzlich revolutionierten. Zu den bereits bekannten analogen Ablagesystemen wurden Ordnerstrukturen für die digitale Dateiablage und Oberflächen für die Bearbeitung geschaffen. Dieses Konzept moderner graphischer Benutzeroberflächen wird als WIMP (Windows, Icons, Menu, Pointer) bezeichnet. Interessanterweise wurde Anfang der 2000er Jahre eine baldige Ablösung dieser Systeme und eine Post-WIMP Zeit prognostiziert. Jedoch werden

bis heute hauptsächlich Maus- und Tastatursysteme auf einer Desktopoberfläche verwendet, um mit Computern zu interagieren. Dies bedeutet aber nicht, dass es keine Konzepte zur Erweiterung oder Bestrebungen zur Ablösung dieser Systeme entwickelt wurden. Reeves und Nass (1996) zeigten in ihren Untersuchungen, dass Menschen in einer HCI-Situation gegenüber Computersystemen die gleichen sozialen Verhaltensweisen anwenden, wie in einer Mensch-Mensch-Interaktion. Entsprechend wurde prognostiziert, dass die WIMP-Interaktionen durch natürlichere soziale Interaktionen abgelöst werden. Insbesondere natürlich-sprachliche Ein- und Ausgaben sowie anthropomorphe Schnittstellen (Krämer 2004) sind seither in der Entwicklung. In den letzten Jahren haben sich als solche Schnittstellen insbesondere Chatbots als neue Form der HCI etabliert. Dabei wird das WIMP-Modell durch eine Bezugsperson ersetzt, welche als Assistenz des Nutzers agiert und aus Texteingaben Systemreaktionen ableitet (Stucki et al. 2020). Leuchtturmprojekte, wie Googles Assistent und dessen Duplex Funktionalität zeigen bereits heute modellhaft, wie eine natürlich-sprachliche Interaktion auch außerhalb von Computersystemen aussehen könnte (Leviathan 2018).

3 Roboter und KI

Die Faszination von Robotern und künstlicher Intelligenz (KI) leben die Menschen schon seit vielen Jahren in der Kunst aus. Aus dem Genre Science-Fiction sind die beiden Themen nicht wegzudenken. Häufig wird in den Werken auch das Zusammenleben von Menschen mit den Robotern oder künstlichen Intelligenzen thematisiert. Dabei werden häufig positive Darstellungen gewählt, wie etwa der liebenswerte humanoide Roboter C3PO aus „Star Wars“ oder die KI Samantha aus dem Film „Her“. Oft werden aber auch böse und feindliche Darstellungen gewählt, wie etwa der Roboter T-1000 und die KI Skynet in Terminator. Diese Darstellungen haben das Bild der Öffentlichkeit über die spannenden Themenfelder Roboter und KI mitgeprägt.

Während die Technologie zur Zeit der Veröffentlichung der Werke noch als futuristisch erschien, ist die Welt heute mit dem Fortschritt in der Robotik in Kombination mit der KI-Forschung nicht mehr so weit von den Darstellungen der Science-Fiction entfernt. Während früher lediglich Industrieroboter in abgesperrten Bereichen eingesetzt wurden, kommt es heutzutage vermehrt zu direkten Interaktionen zwischen Menschen und Robotern, beispielsweise durch den vermehrten Einsatz von Assistenzrobotern. Die Forschung zeigt, dass Menschen dazu tendieren mit Robotern ähnlich oder genauso wie mit realen Menschen zu interagieren (Kolling et al. 2016). Dieser Effekt wird dabei umso stärker, je mehr der Roboter einem echten Menschen ähnelt (Kolling et al. 2016). Mit der künstlichen Intelligenz wird diese Ähnlichkeit immer mehr ausgebaut. Die höhere Maschinenintelligenz führt zu einer immer komplexeren Kooperation mit dem Menschen (Van Maanen et al. 2005). Dies führt aber auch zu unerwünschten Effekten. So wurde im Jahr 2019 in den Medien auch über rassistische Gesichtserkennungssoftware (Grother et al. 2019) und die Reaktionen von weiblichen Sprachassistenten wie Siri oder Alexa auf sexuelle Belästigung (Augsburger Allgemeine 2018) diskutiert. Eine Studie (Marsden 2017) fand heraus, dass die befragten Deutschen dem Thema künstliche Intelligenz zu

einer Mehrheit skeptisch (57,3%) und zu einem großen Teil misstrauisch (45,1%) gegenüberstehen. Die gleiche Studie fand auch heraus, dass jeder vierte Deutsche Angst vor dem Wegfall von Arbeitsplätzen durch KI hat. Doch 52% taten in der Studie auch ihr Interesse an künstlicher Intelligenz kund. Die größte Hoffnung der Befragten war dabei eine Zeitersparnis durch die fortschreitende Automatisierung.

Roboter werden in immer mehr Anwendungsgebieten eingesetzt. Ben-Ari und Mondada (2017) unterscheiden Roboter in Industrieroboter und Serviceroboter. Industrieroboter werden im Bereich Logistik oder in der Produktion eingesetzt. Serviceroboter kommen hingegen im medizinischen Bereich oder im Bildungsumfeld, sowie zu Verteidigungszwecken oder auch im heimischen Umfeld zum Einsatz. Die Interaktion mit dem Menschen findet vor allem in drei Formen statt (Onnasch et al. 2016): Kollaboration, Kooperation und Ko-Existenz. Kollaboration und Kooperation beschreiben die Zusammenarbeit eines Menschen mit einem Roboter. Bei der Kooperation wird auf ein gemeinsames, übergeordnetes Ziel hingearbeitet, während die Aufgaben klar zwischen Menschen und Robotern aufgeteilt und voneinander abgegrenzt sind. So könnten in einer Produktionskette beispielsweise einige Schritte von einem Roboter und andere Schritte von einem menschlichen Arbeiter übernommen werden. Die Zusammenarbeit bei der Kollaboration ist enger und Menschen und Roboter verfolgen dabei auch gemeinsame Unterziele. So werden Aufgaben auch gemeinsam durchgeführt, zum Beispiel wenn ein Roboter einem Menschen etwas übergibt. Durch die Kollaboration werden Synergien geschaffen und genutzt. Die Interaktion bei der Ko-Existenz ist zeitlich und räumlich begrenzt. Wenn Mensch und Roboter koexistieren, treffen sie irgendwann auch aufeinander. Hierbei müssen sich beide koordinieren, um nicht zusammenzustoßen. Menschen interagieren mit Robotern vor allem in vier Anwendungsfelder (Sheridan 2016):

- Der Mensch als Aufsicht von Robotern bei der Ausführung von Routineaufgaben. Dabei führen die Roboter bestimmte Aufgaben aus und liefern der menschlichen Aufsicht Informationen zurück. Die Aufsicht updatet daraufhin die Anweisungen an den Computer.
- Der Mensch steuert Roboter fern. Der Einsatz findet vor allem in Gebieten statt, die für Menschen unzugänglich sind, zum Beispiel im Weltraum oder Unterwasser.
- Der Mensch übergibt Aufgaben komplett an den Roboter. Dies findet bei der Nutzung von automatisierten Fahrzeugen statt.
- Bei der sozialen Interaktion mit Robotern. Beispielsweise bei der Nutzung von Robotern für Unterhaltungszwecke, zum Lernen und als Assistenz, zum Beispiel im medizinischen Bereich.

Bei diesen mannigfaltigen Mensch-Roboter-Interaktionen ist es wichtig den Faktor Mensch ausgiebig in die Forschung zu involvieren, beispielsweise unter Berücksichtigung ethischer Aspekte, der Abbildung von menschlicher Intelligenz bei den Robotern und der Ermöglichung einer komfortablen Anwendung (Xu 2019). Dabei muss die Forschung die folgenden, von (Sheridan 2016) beschriebenen, wichtigen Herausforderungen der Mensch-Roboter-Interaktion berücksichtigen. Es ist wichtig abzugrenzen welche Aufgaben von Menschen und welche von Robotern übernommen werden sollten, um die Entwicklung dieser Aufgaben für die Roboter anzusto-

ben. Außerdem muss untersucht werden, wie ein Mensch einem Roboter effektiv Aufgaben beibringen kann und wie dabei ungewollte Konsequenzen, beispielsweise die Ausführung einer falschen Aufgabe, vermieden werden können. Weiterhin müssen mentale Modelle von Menschen untersucht und mit den internen Modellen der Roboter abgeglichen werden, so dass Mensch und Roboter nicht aneinander vorbeireden. Zudem sollte untersucht werden, wie unterschiedliche Menschen am besten mit Robotern lernen können, um die Effektivität von Lernanwendungen zu steigern. Forscher sollten dafür mit der Öffentlichkeit zusammenarbeiten, um die Akzeptanz von Robotern in der Gesellschaft sicherzustellen und das Zusammenleben von Menschen und Robotern zu gestalten. (Goodrich und Schultz 2007) beschreiben für diese wichtige Aufgabe Best Practices für das Forschungsfeld Mensch-Roboter-Interaktion. Es sollten Experten aus verschiedenen Forschungsdisziplinen an der Forschung beteiligt werden, beispielsweise aus den Fachbereichen Robotik, Informatik und Sozialwissenschaften. Dies sieht auch (Van Maanen et al. 2005) als wichtigen Erfolgsfaktor an. Außerdem sollten entwickelte Systeme immer mit Experimenten erprobt werden, an denen Menschen beteiligt sind. Dabei sollten die Ergebnisse der Experimente teilweise aus einer simulierten, teilweise aber auch aus der echten Interaktion der Menschen mit physischen Robotern gewonnen werden. (Goodrich und Schultz 2007) empfehlen außerdem an Standards und Kennzahlen zu forschen, sowie Langzeitstudien zu initiieren.

Ein Beispiel aus der Forschung, das die Mensch-Roboter-Interaktion betrachtet, stammt von Forschern der Firma Microsoft und der Universität von Washington (Amershi et al. 2019). Sie haben Guidelines für die Interaktion von Menschen und künstlicher Intelligenz veröffentlicht. Diese sehen beispielsweise eine initiale Aufklärung über die Fähigkeiten einer KI, die Verwendung von sozialen Normen ohne Diskriminierung, den richtigen Umgang mit Fehlern der KI, und das aktive Lernen vom Nutzerverhalten als wichtige Richtlinien zur Gestaltung von KIs an. Auch hier wurde ein Teil Science-Fiction Realität. Der Autor Isaac Asimov hatte in seinem erstmals 1942 erschienenen Roman „Meine Freunde, die Roboter“ mit den „Gesetzen der Robotik“ bereits festgestellt, dass rudimentäre Regeln für das Zusammenleben von Robotern und Menschen notwendig sind (Asimov 1982). Die Gestaltung der Mensch-Roboter-Interaktion liegt heute also nicht mehr in den Händen der Science-Fiction Autoren. Vielmehr muss die Forschung die Hoffnungen und Ängste der Menschen aufgreifen, um ein gewinnbringendes Zusammenleben mit intelligenten Robotern zu ermöglichen.

4 Augmented und Virtual Reality

Das Forschungsfeld Virtual Reality (VR) ermöglicht den menschlichen Anwendern in andere Welten einzutauchen. Während das früher, beispielsweise beim Lesen von Büchern, nur mit viel Vorstellungskraft möglich war, werden mit der modernen Technologie das Sehen, das Hören, das Fühlen und teilweise sogar das Riechen mit einbezogen. In Kombination mit einer auch für den Hausgebrauch erschwinglichen Hardware können die Anwender sich von der Couch aus an den Strand versetzen oder eine ganz neue Art von Videospiele genießen. Neben der Schaffung einer kom-

pletten virtuellen Realität, wie bei Virtual Reality, kann die echte Realität aber auch lediglich mit virtuellen Elementen erweitert werden. Dann wird von Augmented Reality gesprochen. Neben der rein spielerischen Anwendung gibt es beispielsweise in der Medizin oder im Bildungsumfeld noch viele andere sinnvolle Anwendungsfälle für die Technologie. Da die virtuellen oder erweiterten Welten für menschliche Nutzer geschaffen werden, ist der Faktor Mensch bei dieser Technologie immer involviert.

Bei VR und AR handelt es sich um keine neuen Technologien. Der Virtual Boy der Firma Nintendo wurde bereits 1995 veröffentlicht und ähnelt den heutigen VR-Headsets schon stark. Diese Ähnlichkeit betrifft allerdings nur den sichtbaren Aufbau, denn heutige VR-Sets bieten den Anwendern mit der verbesserten Hard- und Software viel mehr Möglichkeiten. Deshalb sehen Beratungsunternehmen, Branchenverbände und Investoren die Gebiete VR und AR aktuell immer noch als Wachstumsmarkt an (Kind et al. 2019). Ein VR-System kann durch drei Eigenschaften klassifiziert werden (Rosenblum und Cross 1997). Dies ist zum einen die Immersion, die als das Eintauchen in eine virtuelle Welt beschrieben werden kann (Rosenblum und Cross 1997). Die weiteren Eigenschaften sind die Interaktion der Nutzer mit der virtuellen Realität und der wahrnehmbare Realismus der Illusion, die durch die Output-Geräte erzeugt wird (Rosenblum und Cross 1997). AR braucht im Gegensatz zu VR keine realistische Illusion, da es die Realität erweitert und eine Mixed Reality in Echtzeit erschafft (Martin-Gutierrez et al. 2017). Mit ihren Eigenschaften bilden die Technologien Chancen für die Wissenschaft, Wirtschaft und auch Gesellschaft. Typische Anwendungsfelder für VR und AR sind Medien und Unterhaltung (z. B. Computerspiele, Kunst, Filme), Arbeit und Produktion (z. B. Prototypenentwicklung, Produktpräsentation), Handel und Konsum (z. B. Werbung und Marketing, virtuelle Geschäfte), Medizin und Pflege (z. B. Assistenz bei Operationen, Therapie psychischer Erkrankungen wie Phobien), Schutz und Sicherheit (z. B. militärisches Training, Vorbereitung von Rettungseinsätzen), Schule und Hochschule (z. B. Visualisierung von Lehrinhalten). Die Themengebiete bieten somit Chancen für Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft (Kind et al. 2019).

Die Forschung bezüglich der menschlichen Interaktion mit VR und AR betrachtet vornehmlich drei grundlegende Forschungsfelder: Die Gesundheit und Sicherheit der Nutzer (z. B. Übelkeit beim Nutzer und sensorisches Feedback, das der Nutzer verarbeiten kann), die Effizienz der menschlichen Leistungsfähigkeit in VR und AR (z. B. Aufgaben für VR, Charakteristiken die die Leistungsfähigkeit beeinflussen) und gesellschaftliche Auswirkungen durch die Nutzung von VR und AR (z. B. negative gesellschaftliche Auswirkungen, Missbrauch der Technologie) (Stanney et al. 1998). Im Folgenden werden die einzelnen Forschungsfelder genauer betrachtet.

Im Bereich Gesundheit und Sicherheit steht vor allem die sogenannte Cybersickness im Fokus der Forschung. Hierbei handelt es sich um Missempfindungen wie Übelkeit oder Schwindel, die beim Anwender durch die Nutzung der Technologie hervorgerufen werden. In einer Studie gaben über die Hälfte der Probanden an, bereits Probleme mit Cybersickness durch die Nutzung von VR-Technologie gehabt zu haben (Sieß et al. 2017). Als einen Grund gaben die Nutzer an, dass die Ausgabegeräte sie mit zu vielen Informationen in zu hoher Geschwindigkeit überforderten. Ein weiterer Grund waren technische Probleme, wie etwa ein falsch angezeigtes Bild, un-

scharfe Linsen oder schlechter Tragekomfort der VR-Ausrüstung (Sieß et al. 2017). Ein weiterer Aspekt für die Gesundheit ist die Verhinderungen von Verletzungen bei der Anwendung. Hindernisse in der Realität, beispielsweise ein Möbelstück, könnten in der virtuellen Realität übersehen werden. Es muss untersucht werden wie mit dieser Gefahr umgegangen werden kann. Auch die Sicherheit der persönlichen Nutzerdaten auf den VR- und AR-Systemen, zum Beispiel Gesundheitsdaten, muss gewährleistet sein. Hier müssen sichere Authentifizierungsmethoden an der Hardware bereitgestellt werden. Auch hier bewähren sich die erprobten PINs oder Sicherheitsmuster und punkten mit guter Usability und Sicherheit (George et al. 2017). Aber auch der Scan der Iris des Nutzers wird als mögliche Authentifizierungsmethode erforscht (Bailey 2017).

Die Forschung beschäftigt sich intensiv damit wie die Effizienz der Aufgabenbewältigung von VR- und AR-Nutzern gesteigert werden kann. Die menschliche Leistungsfähigkeit wird dabei vor allem durch die Aufgabe selbst, die Charakteristik des Anwenders, die Gestaltungsgrenzen des VR-Erlebnisses durch Sensorik und motorischen Fähigkeiten eines Menschen, eventuelle Gewöhnungsprobleme an die multimodale Steuerung und durch visuelle, auditive und haptischen Gestaltungsansätze beeinflusst (Stanney et al. 1998). Daher sollten VR- und AR-Systeme beispielsweise eine einfache Steuerung ermöglichen, einfach erlernbar sein, ein Feedback für alle Sinne zurückliefern, realistische Geräusche und Grafiken nutzen sowie einfach gestaltet und komfortabel nutzbar sein (Frahm 2018). Außerdem sollte der Anwender mit Anleitungen, Hilfestellungen und einfach lesbaren Texten unterstützt werden (Frahm 2018). Generell wurde die Technologie bereits in verschiedenen Bereichen erfolgreich eingesetzt. In einer Studie (Allcoat und von Mühlhagen 2018) im Bildungsumfeld wurde den Teilnehmern der Lernstoff entweder mit VR-Technologie, mit Lernvideos oder mit traditionellen Lerneinheiten vermittelt. Es zeigte sich, dass die Lernenden der VR-Gruppe sich besser an das Gelernte erinnern konnten, positivere Emotionen hatten und ein höheres Engagement zeigten im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen (Allcoat und von Mühlhagen 2018). Den Nutzern selbst gefallen im Zusammenhang mit VR-Technologie die Aufgaben am besten, die das Erforschen von Umgebungen, die Kreativität und den Spieltrieb ansprechen und außerdem eine hohe visuelle Qualität aufweisen (Sieß et al. 2017). Weitere Herausforderungen sind außerdem, dass der eigene Körper im virtuellen Raum nicht gesehen werden kann und Bewegungen von virtuellen Menschen natürlich erscheinen, um die Immersion zu erhöhen (Pan und Hamilton 2018). Laut (Pan und Hamilton 2018) sollte die Forschung außerdem an der Entwicklung eines virtuellen Menschen arbeiten, der in der Lage ist, einen Turing-Test zu bestehen. Dies würde nicht nur die Immersion erhöhen, sondern auch das Testen von virtuellen Umgebungen vereinfachen.

Über potentielle gesellschaftliche Auswirkungen von VR und AR herrscht noch kein Konsens in der Forschungsgemeinschaft. So könnte die Technologie dazu beitragen soziale Isolation zu überwinden, indem einsame Menschen mit anderen intensiv in Kontakt treten können (Kind et al. 2019). Allerdings könnte es auch zu sozialer Isolation führen, wenn Menschen die Kontakte in der echten Welt vernachlässigen (Kind et al. 2019). Laut (Koltko-Rivera 2005) ist Forschung vor allem in drei Bereichen notwendig. Im privaten Bereich sollte beispielsweise untersucht werden, ob die

Nutzung von VR und AR aggressives Verhalten fördern oder Auswirkungen auf das Sexuelleben haben kann. Im Bereich Zuhause und Familie werden beispielsweise Auswirkungen des Führens virtueller Beziehungen untersucht. Der dritte Bereich betrifft laut (Koltko-Rivera 2005) die Auswirkungen auf Spiritualität und Religion.

Nach vielen Jahren der Forschung haben die beiden Themengebiete VR und AR die Grundlagenforschung bereits verlassen und die Forschung spielt sich häufig direkt in eng gefassten Anwendungsbereichen ab. Diese stammen häufig aus den Gebieten Bildung und Gesundheit. Dennoch ergibt sich immer noch viel Forschungspotential für die oben erwähnten Forschungsfelder. Der Massenadaption der Technologie stehen allerdings noch einige Hindernisse im Weg. Die Plattform ZDNet (ZDNet 2019) sieht die Probleme vor allem an den schweren und unhandlichen VR-Sets, die zusätzlich häufig noch an einem PC angeschlossen sein müssen. Durch die Verbreitung von Smartphones, die für AR-Anwendungen genutzt werden können, hat AR hier einen leichten Vorteil. Allerdings fehlt noch immer spezialisierte Hardware, wie etwa gut funktionierende Smart Glasses (ZDNet 2019). Dennoch sieht die Plattform für VR einen vergleichsweise limitierten Markt. Gute Applikationen sind im Moment sowohl für VR als auch für AR immer noch schwer zu finden (ZDNet 2019).

5 Datensicherheit IoT und Security Awareness

Um die Sicherheit von Daten zu erhöhen, wird in erster Linie auf technische Sicherheitsmaßnahmen gesetzt. Firewalls, Virens Scanner, Verschlüsselung oder ausgefeilte Authentifizierungsmethoden sind Mittel der Wahl, um Informationssysteme abzusichern und Hackern das Leben schwer zu machen. Daher nehmen die modernen Angreifer nur noch selten die Infrastruktur mit klassischen Angriffen, wie etwa Brute-Force-Attacken, ins Visier, sondern attackieren vermehrt das vermeintlich schwächste Glied in den Systemen: Den Faktor Mensch. Hierfür werden Angriffsarten wie Phishing, Malware oder Social Engineering verwendet (ISACA 2017). Um diesen Gefahren entsprechend zu begegnen, ist es für Forscher und Unternehmen wichtig, dem Faktor Mensch im Bereich Informationssicherheit mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Hierfür muss der Nutzer dafür sensibilisiert werden, die Informationswerte des Unternehmens, aber auch die eigenen persönlichen Daten und Informationen, aktiv zu schützen. Im Kontext dieser Sensibilisierung hat sich der Begriff Security Awareness etabliert, der in etwa das Bewusstsein eines Menschen beschreibt, sich sicherheitskonform zu verhalten. Durch den technischen Fortschritt hat sich die Notwendigkeit nach dieser Security Awareness noch verstärkt. Am Arbeitsplatz und im Alltag werden Menschen inzwischen vermehrt mit smarten Sensoren und Geräten konfrontiert, die über ein Netzwerk untereinander verbunden sind. Dieses Internet of Things (IoT) sammelt kontinuierlich Informationen, die häufig auch sehr privater Natur sind.

IoT-Geräte begegnen den Anwendern in den verschiedensten Bereichen, beispielsweise im eigenen Smart Home (Überwachungskameras, Sprachassistenten, smarte TV-Geräte), im gesundheitlichen Umfeld (Fitnessarmbänder, Herzschrittmacher, smarte Personenwaagen) oder in der Produktion (Maschinensensoren, ID-

Tags auf Produktionsstücken). Die Geräte und Sensoren sammeln dabei Informationen über den Tagesablauf und Routinen des Nutzers, um wiederum bessere Services anbieten zu können (Zhang et al. 2014). So sammelt eine Smart Watch oder ein Fitnessarmband beispielsweise beim Joggen Informationen über den Puls, die Länge der Laufstrecke und die Dauer des Trainings, um dem Nutzer einen Überblick über seinen Fortschritt zu ermöglichen. Da es sich hierbei um sensible Daten handelt, ist der Schutz der Informationen ein ernstzunehmendes Thema. Angriffe auf die Sicherheit von IoT-Geräten sind unter verschiedenen Gründen problematisch: Sie haben oft eine kleine Kapazität, sie sind physisch häufig einfach zugänglich (z. B. Sensoren im Freien oder in der Fabrik) und die meisten Geräte kommunizieren kabellos (Stankovic 2014). Angreifer könnten die Kontrolle über die Geräte übernehmen (z. B. Überwachungskameras oder Gesundheitsgeräte) oder sensible Daten stehlen (z. B. Fitnessdaten). Doch nicht nur die Geräte selbst stellen ein mögliches Angriffsziel dar. Die erhobenen Daten werden häufig in der Cloud gespeichert und könnten auch dort von Hackern kompromittiert werden. Die Forschung beschäftigt sich verstärkt mit technischen Maßnahmen, um den Hackern diesen unberechtigten Zugang zu erschweren. Um zusätzlich den Nutzern einen sicheren Umgang mit IoT-Geräten zu ermöglichen, spricht das SANS Institut mit dem Schwerpunkt Informationssicherheit folgende Empfehlungen aus (Sans Institute 2016). Es sollen Geräte nur mit dem Internet verbunden werden, wenn dies wirklich notwendig ist. Idealerweise soll für die Verbindung ein separates Wlan-Netzwerk genutzt werden. Außerdem soll die Software der Geräte stets aktuell gehalten werden und Geräte mit bekannten Sicherheitslücken sofort ausgetauscht werden. Wichtig sei auch, dass Nutzer starke Passwörter verwenden und die Datenschutzeinstellungen von den Geräten richtig konfigurieren.

Um dies zu bewerkstelligen kommt Security Awareness ins Spiel. Security Awareness ist ein eigenes Forschungsfeld innerhalb von Informationssicherheit. Security Awareness bedeutet, dass Nutzer wissen, wie sie sich informationssicher verhalten können (z. B. ein sicheres Passwort zu wählen), welche Konsequenzen sie im Falle eines Fehlverhaltens erwarten können (z. B. Offenlegung von Daten) und dass sie dieses Wissen wirklich in kritischen Situationen anwenden können (Hänsch und Benenson 2014). Die Security Awareness einer Person ergibt sich dabei aus den vier Faktoren Wissen und Fähigkeiten („Ich weiß wie ich das sichere Verhalten ausführe“), Gewohnheit („Ich bin es gewohnt ein sicheres Verhalten auszuführen“), Salienz („Die Ausführung des Verhaltens ist in meinen Gedanken präsent, wenn es darauf ankommt“) und die Verhaltensabsicht („Ich will mich informationssicher verhalten“) (Schütz et al. 2020). Um den Faktor Mensch in der Informationssicherheit ausreichend in der Forschung zu würdigen, empfehlen (Boyce et al. 2011) folgende Schwerpunkte. Zum einen sollen Richtlinien für die Usability von User Interfaces erarbeitet werden, die ein sicheres Verhalten fördern. Weiterhin soll die Rolle des Anwenders in folgenden Bereichen untersucht werden: Interaktion mit automatisierten Sicherheitssystemen; Prozesse und User Interfaces zum Umgang mit Sicherheitsmaßnahmen und -vorfällen; Entscheidungshilfen zur Vermeidung von menschlichen Fehlern sowie sonstige Hilfsmittel für den sicheren Umgang mit der Informationstechnologie. Zudem empfehlen (Boyce et al. 2011) zu untersuchen, wie Nutzer mit aktuellen Informationen hinsichtlich der Informationssicherheit versorgt

werden können und Alarme eingesetzt werden können, um die Aufmerksamkeit eines Nutzers auf ein kritisches Problem zu lenken.

Aufgrund der enormen Verbreitung der Informationstechnologie im Alltag der Menschen ist die Informationssicherheit nicht nur für Unternehmen, sondern auch für die Gesellschaft an sich ein wichtiges Thema. Um eine gleichberechtigte Nutzung der Informationstechnologie zu gewährleisten, ist es auch Aufgabe der Forschung, den sicheren Umgang mit den eigenen Informationen den Anwendern zu vermitteln.

6 Fazit

In diesem Beitrag wurden ausgewählte Themenfelder vorgestellt, die eine intensive Interaktion von Menschen mit Technik erfordern. Dabei wurde das jeweilige Themengebiet zusammen mit seinen Herausforderungen und seinen Implikationen für die angewandte Forschung vorgestellt. Da die Interaktion mit Technik den Alltag von Menschen immer mehr prägt, wird es auch in Zukunft eine wichtige Aufgabe sein, die Anwendungen in der Praxis zu unterstützen.

In dem Themengebiet Robotik und KI müssen nicht nur ethische Fragestellungen beantwortet werden. Forscher müssen untersuchen, welche Aufgaben von Robotern übernommen werden und wie die Kommunikation zwischen Menschen und Robotern oder KIs gestaltet werden kann. Dabei ist außerdem wichtig, die Akzeptanz in der Bevölkerung sicherzustellen. Im Themengebiet AR und VR beleuchtet die Forschung vor allem die Gesundheit der Anwender, die Effizienz der Anwendung und gesellschaftliche Auswirkungen durch die Nutzung. Dabei wurde bereits viel Grundlagenforschung betrieben, allerdings fehlt es in der Praxis noch an nutzerfreundlicher Hardware und an guten Anwendungen. Im Abschnitt über Datensicherheit wurde vor allem der Bereich IoT fokussiert. IoT-Geräte sammeln sehr sensible Daten, z. B. Gesundheitsdaten, die entsprechend gesichert werden müssen. Um dies sicherzustellen, muss die Forschung Möglichkeiten finden, den Anwender für einen sicheren Umgang mit den Geräten zu sensibilisieren.

Der Beitrag hat gezeigt, dass bei der Erforschung des Faktors Mensch in der Technik viele Forschungsfelder aufeinandertreffen. Eine interdisziplinäre Vorgehensweise bei der Bewältigung der Herausforderungen ist daher unerlässlich. Alle betrachteten Themengebiete haben einen großen gesellschaftlichen Einfluss, da sie den Alltag im privaten Leben und in der Arbeitswelt begleiten. Daher muss sichergestellt sein, dass die Ergebnisse praxistauglich sind. Mit diesem gemeinsamen Vorgehen schafft es die Wissenschaft auch in Zukunft technische Innovationen zu liefern, die wir heute nur aus futuristischen Romanen und Filmen kennen.

Literatur

- Allcoat D, von Mühlent A (2018) Learning in virtual reality: effects on performance, emotion and engagement. *Res Learn Technol*. <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2140>
- Amershi S, Weld D, Vorvoreanu M, Fournery A, Nushi B, Collisson P, Suh J, Iqbal S, Bennett P, Inkpen K, Teevan J, Kikin-Gil R, Horvitz E (2019) Guidelines für human-AI interaction <https://doi.org/10.1145/3290605.3300233>
- Asimov I (1982) *Meine Freunde, die Roboter*. Heyne, München, S 67

- Augsburger Allgemeine (Hrsg) (2018) Sprachassistenten sollen sexuelle Belästigung abwehren. <https://www.augsburger-allgemeine.de/digital/Sprachassistenten-sollen-sexuelle-Belaestigung-abwehren-id44242821.html>. Zugegriffen: 12. Dez. 2019
- Bailey DE (2017) *Virternity: the quest for a virtual eternity. A treatise on the aims and goals of the Virternity project*. VR Academic Publishing, Great Britain
- Barnett T, Pearson AW, Pearson R, Kellermanns FW (2015) Five-factor model personality traits as predictors of perceived and actual usage of technology. *Eur J Inf Syst* 24:374–390
- Ben-Ari M, Mondada F (2017) Robots and their applications. In: Ben-Ari M, Mondada F (Hrsg) *Elements of robotics*. Springer, Berlin Heidelberg, S 1–20
- Boyce MW, Duma KM, Hettinger LJ (2011) Human performance in cybersecurity: a research agenda. In: *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting* <https://doi.org/10.1177/10711813111551233>
- Frahm T (2018) A usability study of virtual reality systems: on best practices for user-centered design in virtual reality gaming interfaces. https://tabithafrahm.com/tabithafrahm_masterspaper.pdf. Zugegriffen: 13. Dez. 2019
- George C, Khamis M, Von Zezschwitz E, Burger M, Schmidt H, Alt F, Hussmann H (2017) Seamless and secure VR: adapting and evaluating established authentication systems for virtual reality <https://doi.org/10.14722/usec.2017.23028>
- Goodrich MA, Schultz AC (2007) Human-robot interaction: a survey. *Found Trends Human Comp Interact* 1(3):203–275. <https://doi.org/10.1561/1100000005>
- Grother P, Ngan M, Hanaoka K (2019) Face recognition vendor test (FRVT) part 3: demographic effects. National Institute of Standards and Technology (NIST). <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8280>
- Hänsch N, Benenson Z (2014) Specifying IT security awareness. In: 2014 25th International Workshop on Database and Expert Systems Applications, S 326–330 <https://doi.org/10.1109/DEXA.2014.71>
- ISACA (2017) State of cybersecurity 2017. Part 2: current trends in threat landscape. Information systems audit and control association. http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/Documents/state-of-cybersecurity-2017-part-2_res_eng_0517.pdf. Zugegriffen: 27. Aug. 2019
- Kind S, Ferdinand J, Jetzke T, Richter S, Weide S (2019) Virtual und Augmented Reality, Status quo, Herausforderungen und zukünftige Entwicklungen. TAB-Arbeitsbericht Nr. 180. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Berlin
- Kolling T, Baisch S, Schall A, Selic S, Rühl S, Kim Z, Rossberg H, Klein B, Pantel J, Oswald F, Knopf M (2016) What is emotional about emotional robotics? In: Tettegah SY, Garcia YE (Hrsg) *Emotions, Technology, and Health*. Elsevir, Amsterdam, S 85–103 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801737-1.00005-6>
- Koltko-Rivera ME (2005) The potential social impact of virtual reality. http://ww3.haverford.edu/psychology/ddavis/psych214/koltko-rivera_2005_VR-rev.pdf. Zugegriffen: 12. Jan. 2020
- Krämer NC (2004) Mensch-Computer-Interaktion. In: Mangold R, Vorderer P, Bente G (Hrsg) *Lehrbuch der Medienpsychologie*. Hogrefe-Verlag, Göttingen, S 271–296
- Leviathan Y (2018) google duplex: an ai system for accomplishing real-world tasks over the phone. In: Google ai blog. <https://ai.googleblog.com/2018/05/duplex-ai-system-for-natural-conversation.html>. Zugegriffen: 5. Dez. 2019
- Marsden P (2017) Sex, Lies and A. I. Wie Deutsche zu künstlicher Intelligenz stehen. SYZYGY Digital Insight Report 2017. https://assets.website-files.com/59c269cb7333f20001b0e7c4/59d7792c6e475e0001de1a2c_Sex_lies_and_AI-SYZYGY-Digital_Insight_Report_2017_DE.pdf. Zugegriffen: 14. Dez. 2019
- Martin-Gutierrez J, Mora CE, Añorbe-Díaz B, González-Marrero A (2017) Virtual technologies trends in education. *Eurasia J Math Sci Technol Educ* 13(2):469–486
- Müller NH, Liebold B, Pietschmann D, Ohler P, Rosenthal P (2017) Visualizations for hierarchical data: analyzing user behavior and performance with eye tracking. *Int J Adv Softw* 10(3&4):385–396
- Onnasch L, Maier X, Jürgensohn T (2016) Mensch-Roboter-Interaktion – Eine Taxonomie für alle Anwendungsfälle. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (baua: fokus), Dortmund <https://doi.org/10.21934/baua:fokus20160630>
- Pan X, Hamilton AFC (2018) Why and how to use virtual reality to study human social interaction: the challenges of exploring a new research landscape. *Br J Psychol* 109(3):395–417. <https://doi.org/10.1111/bjop.12290>
- Pfeiffer L, Valtin G, Müller NH, Rosenthal P (2016) The mental organization of air traffic and its implications to an emotion sensitive assistance system. *Int J Adv Life Sci* 8(1&2):164–174
- Reeves B, Nass C (1996) *The Media Equation. How people treat computers, televisions, and new media like real people and places*. Cambridge University Press, New York

- Rosenblum LJ, Cross RA (1997) The challenge of virtual reality. In: Earnshaw WR, Vince J, Jones H (Hrsg) *Visualization & Modeling*. Academic Press, San Diego, S 325–399
- Sans Institute (2016) OUCH! Newsletter: Internet of Things (IoT). <https://www.sans.org/security-awareness-training/ouch-newsletter/2016/internet-things-iot>. Zugegriffen: 14. Jan. 2020
- Sarsam SM, Al-Samarraie H (2018) Towards incorporating personality into the design of an interface: a method for facilitating users' interaction with the display. *User Model User-Adap Inter* 28:75–96. <https://doi.org/10.1007/s11257-018-9201-1>
- Schütz AE, Weber K, Fertig T (2020) Analyze before you sensitize: preparation of a targeted ISA training
- Sheridan TB (2016) Human-Robot Interaction: Status and Challenges. *Hum Factors*. <https://doi.org/10.1177/0018720816644364>
- Sieß A, Beuck S, Wölfel M (2017) Virtual reality—quo vadis? How to address the complete audience of an emerging technology. CERC Collaborative European Research Conference.
- Stankovic JA (2014) Research directions for the Internet of things. *IEEE Internet Things J* Vol 1(1):3–9. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2312291>
- Stanney KM, Mourant RR, Kennedy RS (1998) Human factors issues in virtual environments: a review of literature. *Presence* 7(4):327–351
- Stucki T, D'Onofrio S, Portmann E (2020) Theoretische Grundlagen zu Chatbots. In: *Chatbots gestalten mit Praxisbeispielen der Schweizerischen Post. essentials*. Springer Vieweg, Wiesbaden
- Turk M (2001) Perceptual user interface. In: Earnshaw R, Guedj A, van Dam A, Vince J (Hrsg) *Frontiers of human-centered computing, online communities and virtual environments*. Springer, London
- Van Maanen P, Lindenberg J, Neerinx M (2005) Integrating human factors and artificial intelligence in the development of human-machine cooperation. Conference: Proceedings of the 2005 International Conference on Artificial Intelligence, ICAI 2005, Las Vegas, June 27–30, 2005. Bd. 1
- Xu W (2019) Toward human-centered AI: A perspective from human-computer interaction. *Interactions* 26(4):42–46. <https://doi.org/10.1145/3328485>
- ZDNet (2019) The strange future of AR and VR: Tentacles and time travel to digital doctors. <https://www.zdnet.com/article/a-look-into-the-future-of-ar-and-vr-for-business-and-pleasure-from-tentacles-and-time-travellers-to-smart-soldiers-and-digital-doctors/>. Zugegriffen: 13. Jan. 2020
- Zhang Z, Cho MCY, Wang C, Hsu C, Chen C, Shieh S (2014) IoT security: ongoing challenges and research opportunities. 2014 IEEE 7th International Conference on Service-Oriented Computing and Applications. <https://doi.org/10.1109/SOCA.2014.58>