

Evidenz in der Gesundheitsversorgung / Evidence in Health Care

Robotische Systeme zur pflegerischen Versorgung im häuslichen Umfeld: ein Scoping Review

Robotic systems for care at home: A scoping review

Christian Buhtz^{1,*}, Denny Paulicke^{1,2}, Julian Hirt^{2,3}, Karsten Schwarz¹, Dietrich Stoevesandt¹, Gabriele Meyer⁴, Patrick Jahn⁵

¹ Dorothea Erxleben Lernzentrum, Medizinische Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale), Deutschland

² Internationale Graduiertenakademie, Institut für Gesundheits- und Pflegewissenschaft, Medizinische Fakultät, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Deutschland

³ Fachstelle Demenz, Institut für Angewandte Pflegewissenschaft, Fachbereich Gesundheit, FHS St.Gallen, St.Gallen, Schweiz

⁴ Institut für Gesundheits- und Pflegewissenschaft, Medizinische Fakultät, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale), Deutschland

⁵ Universitätsklinikum Halle (Saale), Stabsstelle Pflegeforschung, Halle (Saale), Deutschland

ARTIKEL INFO

Artikel-Historie:

Eingegangen: 24. Juni 2018

Revision eingegangen: 5. September 2018

Akzeptiert: 27. September 2018

Online gestellt: 9. November 2018

Schlüsselwörter:

Scoping Review
häusliche Pflege
Robotik
Technologie

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund: Moderne Technologien könnten in Zukunft bei Pflegebedürftigkeit einen entscheidenden Beitrag zu einem selbstbestimmten Leben in der eigenen Umgebung erbringen. Roboter könnten den Alltag in der Häuslichkeit erleichtern und Teilhabe fördern. Im pflegewissenschaftlichen Diskurs werden eine Entfremdung durch Technologie und ein Verlust des unmittelbaren sozialen und emotionalen Kontakts befürchtet. Roboter sind auch in Pflegebezügen bereits in der Erprobung, zum Beispiel als soziale Roboter im Setting Pflegeheim. Welche Kenntnislage zum Einsatz robotischer Systeme im häuslichen Bereich besteht, ist bisher nicht in Übersichtsarbeiten untersucht.

Ziel: Sichtung der Möglichkeiten des Einsatzes und der Anwendung robotischer Systeme für die pflegerische Versorgung im häuslichen Bereich. Neben den Funktionen der Systeme werden methodische Aspekte und der weitere Stand der Forschung in diesem Themengebiet betrachtet.

Methoden: In diesem Scoping-Review wird eine Übersicht zum Themenfeld und der darin stattfindenden Forschungsaktivitäten erarbeitet. Fünf Datenbanken und die Literaturverzeichnisse der identifizierten Publikationen wurden nach Studien ohne Eingrenzung des Designs seit dem Jahr 2005 durchsucht. Eingeschlossen wurden Studien, in denen robotische Interventionen in der häuslichen Umgebung und ihre Auswirkungen auf patienten- oder angehörigenrelevante Outcomes untersucht wurden. Die sechs Dimensionen des neuen Pflegebedürftigkeitsbegriffs im SGB XI dienten zur Einordnung der pflegerischen Relevanz der robotischen Systeme.

Ergebnisse: Die Suche ergab 7.755 Treffer, von denen 19 Studien eingeschlossen wurden. Zwei Studien wiesen eine Kontrollgruppe auf. Weitere Studien waren Machbarkeitsstudien und Akzeptanzbefragungen. Die Studien wurden überwiegend in EU-Ländern durchgeführt. Von 13 robotischen Systemen waren drei kommerziell verfügbar. In neun Studien wurde kein Votum einer Ethikkommission erwähnt, und in sieben Studien wurde nicht erwähnt, ob eine informierte Einwilligung eingeholt wurde.

Diskussion: Robotische Systeme in der häuslichen Versorgung sind mehrheitlich in explorativen oder pilotierenden Studien untersucht worden. Diese konzentrieren sich, neben technischen Aspekten, auf die Bedienbarkeit und verwenden dafür überwiegend Roboter im Prototypstadium. Ein Bezug zur Lebenswelt der Nutzenden sowie ein Nachweis von Wirksamkeit fehlen. Die Geräte sind bislang weit davon entfernt, in die breite praktische Anwendung überführt zu werden.

* Korrespondenzadresse: Christian Buhtz, Dorothea Erxleben Lernzentrum, Medizinische Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Magdeburger Straße 12, 06112 Halle (Saale), Deutschland.

E-mail: christian.buhtz@medizin.uni-halle.de (C. Buhtz).

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 24 June 2018

Received in revised form:

5 September 2018

Accepted: 27 September 2018

Available online: 9 November 2018

Keywords:

review

home care

robotics

technology

ABSTRACT

Background: In the future, modern technologies could make a significant contribution to a self-determined life in one's own environment when in need of care. Robots might alleviate everyday domestic life and promote participation. In the nursing science debate concerns have been raised over alienation through technology and loss of direct social and emotional contact. Robots are also being tested in nursing care, for example as social robots in the nursing home setting. The current state of knowledge regarding the domestic application of robotic systems has so far not been examined in systematic reviews.

Aim: To examine the possibilities of the usage and application of robotic systems in the home healthcare setting. In addition to the functions of the systems, methodological issues and further research in this subject area are considered.

Methods: In this scoping review, an overview of the subject area and current research activities is produced. Five databases and the reference lists of the publications identified were searched. All study designs and publications since 2005 were eligible. We included studies investigating robotic interventions in the home care setting and their impact on outcomes relevant to patients or family members. The relevance of the robotic systems for nursing care was assessed according to the six dimensions of the new definition of care dependency in the Eleventh Book of the German Social Code (SGB XI).

Results: The search revealed 7,755 hits; 19 studies were included. Two studies used a control group. Further studies were feasibility studies and acceptance surveys. The majority of studies were conducted in EU countries. Three out of 13 robotic systems were commercially available. Nine studies did not report ethical approval, and seven studies did not mention whether informed consent was obtained.

Discussion: Robotic systems in home care have mainly been investigated in exploratory or pilot studies. Apart from technical aspects, the studies focussed on ease of use and, to this purpose, predominantly employed prototype robots. No reference was made to users' living environment, and there was no proof of effectiveness. The devices are far from being in the stage of broad practical application.

Einleitung

Prognosen zur Folge wird die Anzahl pflegebedürftiger Personen weiter zunehmen [1]. Zugleich ist mit einem weiteren Fachkräftemangel in den pflegerischen Berufen zu rechnen, so dass sich große Herausforderungen für die zukünftige Versorgung ergeben [2]. Trotzdem ist es erklärtes Ziel, den Menschen möglichst lange ein selbstbestimmtes und an Teilhabe orientiertes Leben in der eigenen häuslichen Umgebung zu ermöglichen [1,3,4]. Pflegebedürftige wurden im Jahr 2015 überwiegend zu Hause versorgt (72,6%), und dabei in zwei Drittel der Fälle durch Angehörige gepflegt [5]. Als Lösungsansätze werden unter anderem moderne Technologien, insbesondere Roboter diskutiert. Diese sind vor allem für die häusliche Anwendung von besonderer Bedeutung. Der Begriff „robotisches System“ basiert auf der Definitionen der ISO 8373:2012. Demnach verrichtet ein Roboter nützliche Aufgaben für Menschen oder Sachmittel und ist in dem Sinne autonom, als dass er basierend auf seinen sensorischen Informationen ohne menschliches Eingreifen gezielt die Aufgaben durchführt.

Robotische Systeme sollen Pflegenden bei Routineaufgaben unterstützen, die Gestaltung des Alltags in der Häuslichkeit erleichtern und den pflegebedürftigen Menschen ein auf Selbstbestimmung und Teilhabe ausgerichtetes Leben ermöglichen [6]. Den positiven Erwartungen an die Technologien stehen negative Annahmen hinsichtlich möglicher Einsparungen beim Pflegepersonal, Dehumanisierung und Entfremdung durch Technologie gegenüber [7]. Die Befürchtungen sind häufig abstrakt und beruhen nicht auf Erfahrungswissen, da es kaum Berührungspunkte im Alltag gibt und eine unmittelbare Auseinandersetzung mit den Technologien bislang nicht stattfinden kann.

Der Forschungsstand zum Thema kann an vorliegenden Übersichtsarbeiten zu robotischen Systemen dargestellt werden. Abdi et al. betrachten in ihrem Scoping Review die Effekte von sozialen Robotern im Kontext der Pflege älterer Menschen in Pflegeeinrichtungen und anderer institutioneller Wohnformen [8]. Sie betrachten die Roboter nicht unter funktionalen Aspekten, sondern explorierten, auf der Grundlage der 33 eingeschlossenen Originalstudien, fünf Rollen („roles“) der Roboter: Verbesserung von Stimmung und Wohlbefinden („affective therapy“), kognitives Training („cognitive training“), soziale Unterstützung („social

facilitator“), Gesellschaft/Gemeinschaft („companionship“) und körperliches Training („physiological therapy“).

Ein älteres Review fragt nach den Faktoren, die die Einweisung in stationäre Pflegeeinrichtungen bedingen und nach den technischen Lösungen, um diese Faktoren zu beeinflussen [9]. Eine methodische Beschreibung des Reviews fehlt jedoch und obwohl die Ein- und Ausschlusskriterien nicht berichtet wurden, lässt sich auf Grundlage der dargestellten Ergebnisse feststellen, dass nicht auf Intervention eingegrenzt wurde. In der Ergebnisdarstellung werden, entgegen der ursprünglichen Forschungsfrage, nicht nur Geräte für den häuslichen Bereich, sondern unter anderem auch Szenarien in stationären Einrichtungen und Kliniken betrachtet.

Zu unserer Kenntnis stehen systematischen Übersichtsarbeiten, die sich auf das Setting der Pflege in der häuslichen Umgebung fokussieren, bislang aus.

Daher ist die Forschungsfrage dieses Scoping Review, welche Möglichkeiten des Einsatzes und der Anwendung robotischer Systeme für die pflegerische Versorgung im häuslichen Umfeld vorhanden sind. Zudem werden die Funktionen beziehungsweise die Fähigkeiten der Roboter betrachtet, die Effektmaße oder Outcome und die in den Studien verwendeten Methoden analysiert.

Methode

Es wurde ein Scoping Review durchgeführt, um einen Überblick über das Forschungsfeld zu generieren, aus dem sich der Umfang und die Art der Forschungsaktivität darstellen sowie Herangehensweisen und Schlüsselkonzepte abbilden lassen und entsprechende Forschungslücken erkennbar werden [10]. Inhalt und Struktur der Berichterstattung basieren auf dem PRISMA-Statement [11].

Suchstrategie

Systematisch durchsucht wurden die Literaturdatenbanken MEDLINE via PubMed, CINAHL via EBSCO, PubPsych via ZPID und IEEE Xplore Digital Library via IEEE.org. Studienregistrierungen wurden über die International Clinical Trials Registry Platform (ICTRP) gesucht. Die an die jeweilige Datenbank angepassten

Tabelle 1

Ein- und Ausschlusskriterien.

Einschluss	Ausschluss
Robotische Systeme nach ISO 8373:2012 (simulierte) Häuslichkeit	Ausschließlich technische Beschreibung oder Evaluation ökonomische Evaluation
Intervention: pflegerelevant entsprechend Pflegebedürftigkeitsbegriff	Setting: Pflegeheim, Klinik
Outcomes: patienten- oder angehörigorientierte Outcomes	Nutzer: ausschließlich professionell Pflegenden oder Angehörige anderer Gesundheitsberufe
Publikationsjahr: 2005 und später	Anwendungszweck: ausschließlich Rehabilitation
	Publikationstyp: Pressebericht, Editorial, Letter to the Editor, Interview

Suchstrings sind im Online-Supplement zu diesem Artikel aufgeführt (see [Supplementary data](#)).

Die Referenzverzeichnisse der durch die Suche identifizierten Reviews wurden nach weiteren relevanten Studien durchsucht. Dabei wurden nur solche Reviews durchsucht, in deren Ergebnisspassus über robotische Systeme berichtet wurde, sowie die genutzten Datenbanken und die Einzeltreffer mit ihren bibliografischen Daten beschrieben waren.

Studienauswahl

Die Kriterien zur Auswahl der Publikationen sind in der [Tabelle 1](#) beschrieben. Es wurde nach Interventionsstudien ohne weitere Eingrenzung des Designs gesucht, in denen robotische Interventionen in der Häuslichkeit und deren Auswirkungen auf patienten- oder angehörigenbezogene Outcomes untersucht wurden. Eine vorangegangene orientierende Recherche zeigte einen deutlichen Anstieg der jährlichen Publikationen ab 2005, weshalb der Beginn des Suchzeitraums auf dieses Jahr festgelegt wurde.

Der in dieser Arbeit verwendete Begriff des „Robotischen Systems“ basiert auf der eingangs bereits erwähnten ISO 8373:2012.

Die pflegerische Relevanz einer robotischen Intervention ergab sich, wenn mindestens eine der sechs Dimensionen der Pflegebedürftigkeit gemäß Pflegebedürftigkeitsbegriff (SGB XI §14) adressiert war:

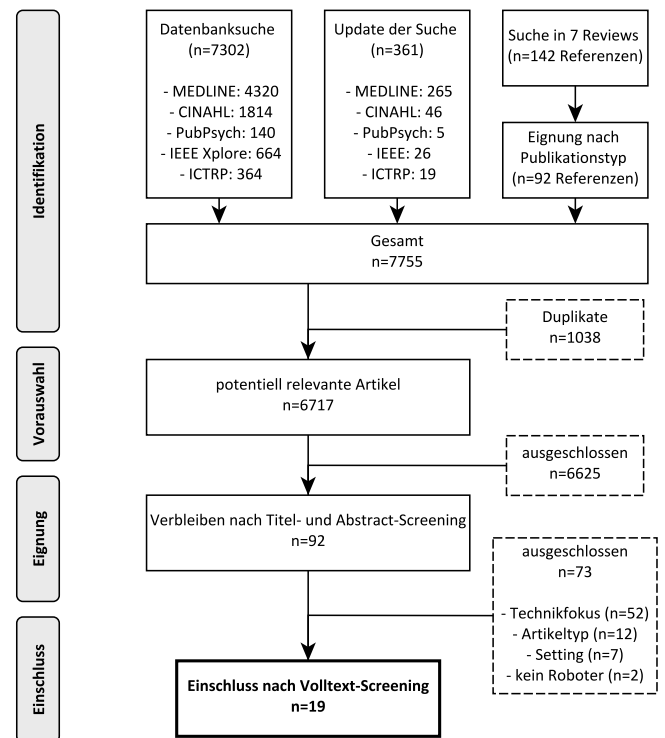
- Mobilität
- Kognitive und kommunikative Fähigkeiten
- Verhaltensweisen und psychische Problemlagen
- Selbstversorgung
- Umgang mit krankheits-/therapiebedingten Anforderungen
- Gestaltung des Alltagslebens und soziale Kontakte

Die Definition des Pflegebedürftigkeitsbegriffes wurde gewählt, um pflegerische Handlungen von medizinischen Leistungen abgrenzen zu können.

Ausgeschlossen wurden Studien, welche sich ausschließlich auf die technische Beschreibung oder Entwicklung eines robotischen Systems bezogen. In Bezug auf Alter und Gesundheitszustand der Pflegebedürftigen oder Pflegenden fand keine Eingrenzung statt. Die Publikationssprache wurde ebenfalls nicht beschränkt, u.a. da Publikationen aus dem asiatischen Raum erwartet wurden. Die Suche und Auswahl der Studien wurde durch CB vorgenommen, bei Unsicherheiten wurde ein Ko-Autor (DP, JH, KS, PJ) hinzugezogen.

Erfassung und Analyse der Daten

Die Merkmale der eingeschlossenen Studien wurden von einem Autor (CB) in einer Datentabelle zusammengefasst und ausgewertet. Die Datentabelle ist im Online-Supplement präsentiert (see [Supplementary data](#)). Die vorgenommene Zusammenfassung und Aufbereitung der Daten lässt sich als eine „data driven thematic analysis“ beschreiben, bei der prominente und wiederkehrende Themen in der Literatur identifiziert, unter

**Abbildung 1.** Flussdiagramm der Literatursuche

thematischen Überschriften zusammengefasst und durch Induktion und Interpretation in einer höher geordneten theoretischen Struktur subsumiert werden [12,13].

Ergebnisse

Recherche und Studienauswahl

Die Recherche in den Literaturdatenbanken wurde im Juni 2017 durchgeführt und im Oktober 2017 aktualisiert. Insgesamt ergaben sich 7755 Treffer, die um 1038 Duplikate bereinigt wurden. Die verbliebenen 6717 Treffer wurden nach einem Titel- und Abstract-Screening auf 92 Volltexte reduziert. Nach der Prüfung der Volltexte auf Eignung wurden schließlich 19 Studien eingeschlossen ([Abbildung 1](#)). Zwei Studien wurden aus den Literaturverzeichnissen thematisch relevanter Reviews identifiziert [14,15]. Die bibliografischen Daten der eingeschlossenen Studien und die vollständige Tabelle der extrahierten Daten sind im Online-Supplement zu finden (see [Supplementary data](#)).

Merkmale der eingeschlossenen Studien

Im Volltext-Screening befanden sich eine Studie in japanischer und eine in französischer Sprache. Erstere wurde nach Sichtung durch eine hinzugezogene Muttersprachlerin und die zweite nach Rückfrage bei der Erstautorin aus inhaltlichen Gründen

ausgeschlossen. Alle eingeschlossenen Publikationen waren in englischer Sprache verfasst. Die Studien waren in insgesamt 15 Ländern durchgeführt worden. Davon gehörten zehn Länder zur Europäischen Union (EU-28), welche durch elf Publikationen repräsentiert sind [14–24]. Darunter befand sich eine Studie aus Deutschland [18]. Ebenfalls in der EU durchgeführt, wurden zwei multinationale Studien [19,24]. Nordamerika ist mit je zwei Studien aus Kanada [25,26] und den USA [27,28], Ozeanien mit drei Studien [29–31] und Japan mit einer Studie [32] vertreten.

Machbarkeitsstudien und Akzeptanzbefragungen sind mit 17 Studien am häufigsten vertreten [14–21,23–30,32]. Zwei Studien weisen eine Kontrollgruppe auf [22,31]. Es handelte sich dabei um die Pilotierung einer randomisierten kontrollierten Studie und eine kontrollierte Studie ohne Randomisierung.

Neun Publikationen machten keine Angabe zu einem Votum einer Ethikkommission [14–19,22,29,30] und sieben erwähnten nicht, dass eine informierte Einwilligung der teilnehmenden Personen oder ihrer Bezugspersonen eingeholt wurde [15,18,19,22,26,29,30].

Merkmale der Studienteilnehmer

Die 19 eingeschlossenen Studien berichteten insgesamt über 224 Teilnehmer (Tabelle 2), wobei als zusätzliche

Tabelle 2
Merkmale der Teilnehmer.

Teilnehmerzahl in den Studien (ohne Bezugsperson)	
Gesamt	224
Mittelwert ± SD (Spannweite)	11,78 ± 14,13 (1–49)
Altersgruppe, Jahre, (Publikationen)	
> 60 (n = 12)	[14–16,18–21,23–25,29,31]
18 bis 59 (n = 6)	[17,26–28,30,32]
< 18 (n = 0)	-
k. A.* (n = 1)	[22]
Gesundheitszustand (Anzahl der Studien)	
ohne kognitive Einschränkungen (n = 2)	[21,24]
kognitive Einschränkungen/Demenz (n = 6)	[16,19,25,26,29,31]
Autismus (n = 1)	[30]
Körperbehinderung (n = 4)	[23,27,28,32]
k. A.* (n = 6)	[14,15,17,18,20,22]
weitere (Bezugs-)person (Anzahl der Studien)	
keine (n = 8)	[14,17,22,24,27–29,32]
formell Pflegende (n = 2)	[20,23]
informell Pflegende (n = 6)	[15,18,19,25,26,30]
formell & informell Pflegende (n = 1)	[16]
„caregiver“ (nicht weiter spezifiziert) (n = 2)	[21,31]

* k. A. = keine Angabe.

Tabelle 3
Entwicklungsstatus und Kurzbeschreibung der robotischen Systeme.

Roboter (n = 13)	Referenzen	Kurzbeschreibung
Prototypen		
GIRAFF	[17]	Telepräsenzroboter ohne Effektoren (z. B. Arme, Hände), 170 cm hoch, 13" Bildschirm
Hobbit	[22]	Bildschirm, 2-Finger-Greifarm
EyeGo	[23]	Zusatzsystem für elektrischen Rollstuhl mit Monitor und Eye-Tracking Kamera zur Blicksteuerung
„human support robot“	[32]	variable Höhe bis 135 cm, 2-Finger-Greifarm
Plattformbasierte Prototypen		
iRobot	[25,26]	diskusförmige robotische Plattform
PR2	[27,28]	zwei 2-Finger-Greifarme, offene Forschungsplattform
SCITOS G3 & G5	[14,18,19]	G3: ca. brusthohe mobile Plattform mit Display, G5: sehr niedrige mobile Plattform
TurtleBot	[15]	mobile Plattform zum selbstbauen
Forschungsplattform		
care-o-bot 3	[16]	ca. brusthoch, ein Arm, Endeffektor austauschbar
Kommerziell verfügbar		
Paro	[31]	Aussehen einer Sattelrobbe, viele Berührungssensoren
Evondos E300	[20]	41 cm hohes Gerät mit Display, nicht mobil
KOMPAI 1 & 2	[21,24]	ca. brusthoch, mobiler Telepräsenzroboter mit Gesicht
Unklarer Entwicklungsstatus		
„Matilda“ & „Lucy“	[29,30]	ca. 39 cm hoch, rundliche Bauform, angedeutetes Gesicht, keine Arme

Bezugspersonen informell Pflegende in sechs, formell Pflegende in zwei und beide Formen in einer Studie beteiligt waren. In zwei Publikationen konnte der Begriff „caregiver“ nicht sicher der formellen oder informellen Pflege zugeordnet werden. Die Beteiligung der Bezugspersonen war derart gestaltet, dass diese von den Forschenden in Form von Interviews oder Fragebögen zum jeweiligen Szenario befragt wurden. In acht Publikationen wurden neben den teilnehmenden Personen keine weiteren Personen benannt. Ältere Personen ab 60 Jahren waren in 12 und jüngere (<60 Jahre) in sechs Studien beteiligt. Über Kinder und Jugendliche wurde nicht berichtet. Angaben zum Alter fehlten in einer Publikation. Zum Gesundheitszustand der Teilnehmenden machten sechs Studien keine Angaben. Sechs berichteten über Menschen mit Demenz oder mit kognitiven Einschränkungen und zwei ausdrücklich darüber, dass die Teilnehmenden keine kognitiven Einschränkungen hatten (Tabelle 2). Zusätzlich wurde in einer Publikation über eine Teilnehmerin und einen Teilnehmer mit Autismus berichtet. Über Menschen mit Körperbehinderungen wurde in vier Studien berichtet.

Merkmale der robotischen Systeme

In den 19 Studien wurde über 13 verschiedene robotische Systeme berichtet (Tabelle 3). Mehr als die Hälfte der Systeme sind Prototypen. Etwa ein Viertel ist kommerziell verfügbar [20,21,24,31]. Weiterhin wurde eine Forschungsplattform beschrieben, welche explizit für die Verwendung in der Forschung gedacht ist und nicht zur Produktreife geführt werden soll [16]. Der Entwicklungsstatus eines weiteren Systems bleibt auch nach einer zusätzlichen Internetrecherche und erfolgloser Kontaktaufnahme mit dem Autor unklar [29,30].

Die Fähigkeiten und Funktionen der robotischen Systeme sind retrospektiv in acht Themen zusammengefasst, die nach Sichtung aus den Studien abgeleitet wurden (Tabelle 4). Das Tragen oder Manipulieren von Objekten wurde in vier Fällen beschrieben. Beispielsweise wurde ein Paket von der Haustür abgeholt [16] oder potentiell sturzverursachende Gegenstände vom Boden aufgehoben [32]. In elf Studien wurden Erinnerungsfunktionen beschrieben, unter anderem für die Einnahme von Medikamenten, Händewaschen oder anstehende Termine [14,15,17–22,24,29,30]. In zwei Szenarien, die in einer simulierten Häuslichkeit stattfanden, gab der Roboter dem Teilnehmer schrittweise Anleitungen dazu, sich einen Tee zu machen oder sich die Hände zu waschen [25,26]. Das Monitoring der Menschen wurde in vier Studien beschrieben, wobei es unter anderem um Sturzereignisse oder die Trinkmenge

Tabelle 4

Funktionen und Fähigkeiten robotischer Systeme.

Funktionen / Fähigkeiten	[16]	[25]	[14]	[17]	[27]	[18]	[19]	[32]	[28]	[29]	[30]	[15]	[31]	[20]	[21]	[22]	[26]	[23]	[24]	n
Objekte tragen, manipulieren	■		■					■								■				4
Erinnerung (Trinken, Händewaschen, ...)			■	■		■	■			■	■	■		■	■	■			■	11
Monitoring (Trinkmenge, Notfälle)	■		■			■										■				4
Anleitung (Tee, Händewaschen)		■															■			2
Exoprothese					■				■									■		3
Kommunikation (Videophonie, ...)			■	■		■	■			■	■	■							■	8
Unterhaltung / Spiele			■							■	■		■		■	■			■	7
Medikation bereitstellen														■						1
n	2	1	5	2	1	3	2	1	1	3	3	2	1	2	2	4	1	1	3	

ging. Unterhaltung, im Sinne von Musik und Spielen, kam in sieben Szenarien vor. Kommunikation mit Dritten über Text, Ton oder Video wurde in acht Szenarien beschrieben. Ein Gerät wurde genutzt, um plangemäß Medikamente auszugeben [20]. Drei weitere Publikationen berichteten über die Nutzung eines Roboters im Sinne einer Exoprothese. Die Probandin und der Proband steuerten hier selbstständig den Roboter, um sich den Mund abzuwischen und sich zuzudecken [27], sich zu rasieren [28] oder sich mit einem Rollstuhl fortzubewegen [23].

In drei Studien wurden besondere Verhaltensweisen der robotischen Systeme dargestellt. Humor – ohne nähere Beschreibung – wurde für ein Gerät als Teil der Funktionalität beschrieben. Das wurde von den Pflegebedürftigen und ihren Angehörigen positiv aufgenommen, ohne aber im Detail erklärt zu werden [25]. Die Berührung eines Teilnehmers durch einen Roboterarm wurde in einer Studie genutzt, um mit den dabei entstehenden Sensordaten dem Roboter eine verbesserte Feinbewegung zu ermöglichen, was im Ergebnis als akzeptabel für den Teilnehmer und als technisch machbar beschrieben wurde [27]. An anderer Stelle wurde das Standard-Dialogverhalten eines Roboters mit dem „reciprocity fostering behaviour“ eines zweiten baugleichen Roboters verglichen [22]. Ein Element dieses Verhaltens war es, dass der Roboter eine Aufgabe, wie das Aufheben eines Objektes, vor den Augen des Menschen absichtlich nicht vollständig erledigte. Als nächsten Schritt bat der Roboter den Menschen um Hilfe bei der Bewältigung dieser Aufgabe. Im weiteren Verlauf wiederum bot der Roboter an, dem Menschen seinen Gefallen zu erwidern.

In einigen Studien wurde über Wünsche der Teilnehmer berichtet, die hauptsächlich funktionale Aspekte der Geräte betrafen, wie beispielsweise das Aussehen, die Bewegungsgeschwindigkeit oder vereinfachte Bedienelemente. Drei Studien sind jedoch hervorzuheben. Für die Kennenlernphase zwischen einem Roboter und den Bewohnern einer häuslichen Umgebung, wünschten sich die Pflegenden eine schrittweise Einführung, bei der das Gerät in zurückhaltender Weise erst im Verlauf langsam seine vollen Fähigkeiten offenbart [16]. Nach einem zweitägigen Praxistest sahen pflegende Angehörige ihre Rolle bei dem Einsatz eines Roboters darin, das System eigenverantwortlich zu konfigurieren, da nur sie die besonderen Bedürfnisse und Eigenheiten ihrer pflegebedürftigen Angehörigen kannten [19]. In einer japanischen Studie wurde darüber berichtet, dass Nutzerinnen und Nutzer sich die Bewegungen des Roboterarms realistischer und dem Menschen ähnlicher wünschten [32].

Interventionen und Studienaufbau

Die Interventionen wurden hinsichtlich der sechs Dimensionen der Pflegebedürftigkeit (§14 SGB XI) typisiert (Tabelle 5).

Die Dimension der Mobilität ist am wenigsten adressiert (4 Studien) und die kognitiven und kommunikativen Fähigkeiten am häufigsten (16 Studien). Exklusiv, als einzige Dimension, wird in zwei Fällen die Selbstversorgung betrachtet [27,28]. Fünf Pflegedimensionen gleichzeitig werden in sechs Studien adressiert [22,25,26,29,30,32]. Die Gesamtheit der sechs Pflegedimensionen wird in keiner der Studien betrachtet.

Die Interventionen wurden hinsichtlich weiterer Merkmale untersucht. In der eigenen häuslichen Umgebung der teilnehmenden Personen wurden elf Studien durchgeführt [15,18,20,23,24,27–32]. Die restlichen acht fanden ausschließlich in Laboren statt, die als Wohnung eingerichtet waren [14,16,17,19,21,22,25,26]. In elf Studien folgte die Interaktion zwischen den teilnehmenden Menschen und den robotischen Systemen einem durch die Forschergruppe vorgegebenen Ablaufplan [14–17,21,22,25–28,32]. In den restlichen acht Studien konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer frei mit den Systemen interagieren [18–20,23,24,29–31].

Die Dauer der Intervention, im Sinne der Exposition der teilnehmenden Personen mit dem robotischen System oder die Nutzung je Person, wurde in sieben Publikationen nicht berichtet [14,17,21,23,26,27,32]. Berücksichtigt man jedoch die dortigen Kontextinformationen, ist von einer Dauer von nicht mehr als drei Stunden auszugehen. Weitere fünf Studien fallen ebenfalls in diese Kategorie [15,16,22,25,28]. Je zwei Studien berichteten über Interventionen bis zu zwei Tagen [18,19] und bis zu zwei Monaten Dauer [20,31]. Jeweils eine Studie gab eine Dauer von drei [24], sechs [29] und neun Monaten an [30].

Um die Sicherheit der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu gewährleisten und beispielsweise jederzeit eine Notabschaltung der robotischen Systeme einleiten zu können, berichteten die Forschergruppen in fünf Studien explizit über entsprechende Mechanismen der Geräte oder entsprechende Vorkehrungen im Versuchsaufbau [18,20,23,27,28]. Während einer Intervention mussten Forscher kurzfristig einschreiten, um eine mögliche körperliche Verletzung des Teilnehmers zu verhindern [28]. Über weitere vermiedene oder stattgefundenen Unfälle wurde in den Studien nicht berichtet.

Effektmaße

Die in den Studien beschriebenen Instrumente zur Messung beziehungsweise Erfassung von Daten sind in der Tabelle 6 beschrieben. Die Instrumente erfassen sehr unterschiedliche Aspekte. Vitalzeichen und Laborparameter wurden mit den dafür etablierten Verfahren erhoben, wie Langzeit-EKG-Messgeräten und Blutlaboruntersuchungen. Beobachtungsdaten wurden per

Tabelle 5

Dimensionen der Pflegebedürftigkeit.

Referenz	Dimensionen der Pflegebedürftigkeit						n
	(1) Mobilität	(2) Kognitive & kommunikative Fähigkeiten	(3) Verhaltensweisen	(4) Selbstversorgung	(5) Anforderungen & Belastungen	(6) Gestaltung des Alltagslebens	
[16]				■	■		2
[25]		■	■	■	■	■	5
[14]	■	■			■	■	4
[17]		■		■	■	■	4
[27]				■			1
[18]		■				■	2
[19]		■		■	■	■	4
[32]	■	■		■		■	5
[28]				■			1
[29]		■	■	■	■	■	5
[30]		■	■	■	■	■	5
[15]		■			■	■	3
[31]		■	■				2
[20]		■	■		■		3
[21]		■			■		2
[22]	■	■	■	■		■	5
[26]		■	■	■	■	■	5
[23]	■	■				■	3
[24]		■			■	■	3
n	4	16	7	11	12	13	

Tabelle 6

Beschriebene Instrumente.

Assessmentinstrumente	Referenzen
NASA-TLX (NASA Task Load Index) Arbeitsbeanspruchung	[17,28]
IMB CSUQ (Computer System Usability Satisfaction Questionnaires) Benutzbarkeit und Zufriedenheit	[17]
SUS (System Usability Scale) Gebrauchstauglichkeit	[17]
PANAS (Positive Affect Negative Affect Scale) Positiver und Negativer Affekt	[17]
BFQ-2 (Big five questionnaire-2) Selbsteinschätzung der Persönlichkeit und des Verhaltens	[17]
Time sampling methode Affekt und Sozialverhalten	[31]
ACE (Addenbrooke's Cognitive Examination) identifiziert kognitive Beeinträchtigungen	[31]
CMAI - Short (Cohen-Mansfield Agitation Inventory – Short) Intensität agitierten Verhaltens	[31]
NPI-Q (Neuropsychiatric Inventory Brief Questionnaire) Belastung von Patient und Umgebung, durch Halluzinationen, Aggression, Depression, Angst, Euphorie, Apathie, Enthemmung, Abweichen der Motorik, Schlafstörungen, Essstörungen	[31]
CSDD (Cornell Scale for Depression in Dementia) durch Demenz bedingte Depression	[31]
Langzeit-EKG	[17,31]
Laborverfahren bzgl. Cortisol als Stressindikator	[31]
Weitere Erhebungsmethoden	
Selbsterstellte, modifizierte und/oder nicht näher spezifizierte Fragebögen	[16,18,21,23,25,27–30]
Interview (Teilnehmer/-in und/oder Bezugsperson)	[14,16,18–20,22,23,25,26,31,32]
Video und/oder Beobachtungsprotokolle	[16,19,21–23,25,27,29–32]
Daten des Roboters (Event-Log, Bewegung, sonstige Sensoren)	[18,20,24,27,29,30]

Video oder Protokoll erfasst, wobei teilweise auch die Bezugspersonen der Teilnehmenden in Interviews nach ihren Einschätzungen und beobachteten Eindrücken befragt wurden. Interviews wurden ohne und mit Strukturierungshilfen durchgeführt. Selbstentwickelte Fragebögen mit Likert-Skala und Freitextfeldern kamen zum Einsatz. Aufzeichnungen der Sensoren und die Protokolldaten der robotischen Systeme wurden zur Auswertung genutzt. Drei Publikationen berichteten etablierte Assessmentinstrumente [17,28,31].

Die Outcomes beziehungsweise Effektparameter konnten aus den Studienberichten nicht immer eindeutig den Instrumenten zugeordnet werden, weshalb diese hier separiert voneinander

dargestellt werden. Als physiologische Parameter wurden Herzfrequenz, Blutdruck, sowie auch Cortisol in Speichel und Haaren gemessen [17,31]. Die Perspektive der Teilnehmer wurde in 14 Studien betrachtet, wobei deren eigenes Erleben, die Nützlichkeit und Rolle des Roboters und Aspekte der Sicherheit und Akzeptanz von Interesse waren [16,18–27,29,30,32]. Assessmentinstrumente wurden in drei Studien verwendet, wobei die emotionale Reaktion, Kognition, Unruhe, Depression, Akzeptanz, Belastung oder affektive Antwort gemessen wurde [17,28,31]. In sieben Studien wurden technische Aspekte wie Machbarkeit, Nutzbarkeit, Eignung, Funktionalität und konkrete Wünsche bezüglich zukünftiger Funktionen erfasst [18,20,21,23–25,32].

Diskussion

Diese systematische Übersichtsarbeit zum Einsatz robotischer Systeme in der häuslichen Versorgung zeigt, dass die Systeme in Studien in allen Dimensionen der Pflegebedürftigkeit zum Einsatz kommen. Die Studien sind überwiegend explorativ oder pilotierend, ohne vergleichende Interventionen und von kurzer Interventionsdauer. Ausschließlich Akzeptanz-, Entwicklungs- und Anwendungserfahrungen von überwiegend prototypischen Systemen werden berichtet.

Aus dem asiatischen Raum konnte nur eine Interventionsstudie identifiziert werden [32]. Dies ist sehr wahrscheinlich der Fokussierung auf den häuslichen Bereich geschuldet. Aus dem Bereich der institutionellen Pflegeeinrichtungen und Wohnformen liegen vergleichsweise mehr Forschungsberichte vor, wie der Scoping Review von Abdi et al. zeigt, bei dem 22 von 33 Originalstudien aus dem asiatischen Raum kamen [8].

Zwei Ansätze lassen sich in der Gestaltung von Technik unterscheiden. Im technikgetriebenen Ansatz des „Technology Push“ ist der Entwicklungsprozess primär von den Möglichkeiten bereits vorhandener Technologien bestimmt, wobei die Bedarfe und Wünsche der Menschen in dem Rahmen dieser technischen Möglichkeiten eingegrenzt sind. Der Ansatz des „Demand Pull“ orientiert sich dagegen primär an den Bedarfen der Nutzer.

Alle 19 hier eingeschlossenen Studien betrachten die Anwendungserfahrungen der Nutzerinnen und Nutzer im Sinne eines „user-centered design“. Zentral erscheint dabei, dass in den Entwicklungsprozessen der technikgetriebene Ansatz des „Technology Push“ verfolgt wurde. In den Studien wurden die teilnehmenden Personen befragt oder beobachtet, um Verbesserungspotential bei der Bedienung, der Handhabbarkeit und Funktion der Roboter zu eruieren. Der Fokus lag auf dem Nutzerinterface, also den Bedienelementen und den vorhandenen technischen Funktionen. In der Vergangenheit gab es bereits eine Vielzahl robotischer Forschungsprojekte, die nach Abschluss jedoch nicht den Schritt in die praktische Anwendung schafften [33]. Die hier im Ergebnis beschriebenen Roboter sind zu weniger als ein Viertel kommerziell verfügbar. Die Frage nach Gründen für die fehlende Praxisdurchdringung ist bisher nicht schlüssig beantwortet [34,35].

Vor diesem Hintergrund scheint ein Perspektivwechsel angezeigt, bei dem die Entwicklung der Technologien nach dem weiter oben beschriebenen Prinzip des „Demand Pull“ gestaltet wird. Die zuvor erwähnten Arbeiten von Abdi et al. und Robinson et al. bieten in ihren Fragestellungen eine alternative Herangehensweise, indem sie Pflegebedürftigkeit als natürlichen Zustand begreifen und nicht als Krankheit [8,9]. Abdi et al. [8] verstehen ein robotisches System als Träger einer Rolle im Rahmen eines sozialen Gefüges; Robinson et al. [9] lösen sich in der Betrachtung der Technologie ebenfalls von der reinen Funktion und fokussieren sich auf die Versorgungsrealität der Anwenderinnen und Anwender.

In einigen der Studien waren keine Angaben zu Voten von Ethikkommissionen und informierten Einwilligungen zu finden. Einige der eingeschlossenen Zeitschriften mit Technikfokus machen ein Ethikvotum nicht zur Voraussetzung für eine Veröffentlichung.

Die methodischen Beschreibungen und Hintergründe der eingeschlossenen Studien ergeben dennoch den Eindruck, dass in der Entwicklung durchaus der Wille und das Bewusstsein vorhanden sind, sich von der rein technischen Betrachtung von Bedienelementen und Funktionen zu lösen und sich mit der Erfahrungswelt und Bedarfswelt der nutzenden Personen auseinanderzusetzen. Es ist ersichtlich, dass die Hindernisse für die breite praktische Anwendung technischer Innovationen nicht ausschließlich in den Grenzen des technisch Machbaren begründet sind, wie häufig angenommen wird [34]. Die Ursachen für die fehlende Verbreitung der

Technologien wird oftmals mit der mangelnden Akzeptanz der nutzenden Personen begründet [34].

Dabei sollte bereits im Entwicklungsprozess eine Orientierung an den nutzenden Personen, deren Alltag und am Pflegeprozess erfolgen [36]. Als Brücke zwischen den Entwicklern und Anwendern kommt den Gesundheitsfachberufen eine besonders wichtige Rolle zu, besonders wenn sie sich mit eigener Forschungskompetenz am Entwicklungsprozess beteiligen können [37]. Als Vermittler benötigen sie ein tiefgehendes Verständnis der Erkrankungen und deren Auswirkungen auf die Lebenswelt der Nutzerinnen und Nutzer.

Die gewählte Methode des Scoping Reviews gibt einen einsprechenden Überblick über das Forschungsfeld ohne dabei Empfehlungen für die klinische Praxis abzuleiten [38]. Die Wirksamkeit der Interventionen wurde nicht betrachtet. Bisher liegen ausschließlich Fallstudien robotischer Systeme vor. Eine systematische Bewertung der Validität der eingeschlossenen Studien mittels eines Critical Appraisal Instrumentes wurde nicht durchgeführt. Dies war nicht Gegenstand des Forschungsinteresses bzw. Forschungsfrage.

Die Operationalisierung der Forschungsfrage und die Entwicklung der Suchstrings sind in allen Details begründet und können als sinnvolle Ausgangsbasis für weiterführende und spezialisierte Literatursuchen dienen. Der Prozess ist transparent gestaltet und wurde vollständig dokumentiert (see [Supplementary data](#)). Aus Gründen der im Projekt zur Verfügung stehenden Ressourcen war nur ein Reviewer an der Auswahl und dem Assessment der Studien beteiligt. Eine dadurch bedingte Verzerrung ist trotz aller Sorgfalt nicht auszuschließen.

Schlussfolgerung

Die Versorgung im häuslichen Umfeld kann in technischer sowie auch wissenschaftlicher Hinsicht als eines der anspruchsvollsten und komplexesten Szenarien für robotische Systeme gesehen werden. Eine Wohnung mit Personen und Gegenständen, die scheinbar unvorhersehbar ihre Position variieren, stellen robotische Systeme vor enorme Herausforderungen und Hürden. Vor diesem Hintergrund lässt sich erklären, dass im Ergebnis dieses Reviews überwiegend Fallstudien und Prototypen vorzufinden sind. Zusätzliche wertvolle Erkenntnisse könnte die Beantwortung der Frage bringen, in welcher Art und Häufigkeit die kommerziell verfügbaren Systeme tatsächlich praktische Verwendung finden.

Es erscheint im nächsten Schritt sinnvoll, die Wirksamkeit robotischer Systeme in spezifischen Einsatzbereichen zu untersuchen und dafür geeignete Effektparameter und validierte Messinstrumente auszuwählen bzw. zu entwickeln. Es konnte gezeigt werden, dass die entwickelten Systeme und Szenarien oftmals nicht ausreichend die Erlebniswelt und Bedürfnisse der Nutzer adressieren und bisherige methodische Ansätze der Entwicklung ungeeignet sind, die Geräte zu einer breiten praktischen Anwendung zu bringen.

Für die Anwendbarkeit der robotischen Systeme in der Häuslichkeit werden Systeme benötigt, welche einfach anzupassen sind, ohne dass dafür ein Ingenieur oder Programmierer notwendig wäre. Zur weiteren Absicherung müssen diese Systeme in einem anschließenden Schritt in Relation mit etablierten Versorgungsstrukturen und Techniken gesetzt werden. Ziel hierbei sollte es sein, mit robotischen Systemen einen ethisch vertretbaren und sozialverträglichen Mehrwehrt zu schaffen, der in erster Linie durch Erhalt von Autonomie und Förderung von Teilhabe zu sehen ist und nicht in der Kompensation von systemischen Defiziten oder Mangel an Personal [39]. Es gilt, sich im Entwicklungs- und Erprobungsprozess solcher Systeme vom Defizit-Ansatz zu lösen und stattdessen die Inklusion, im Sinne einer gleichberechtigten Teilhabe an der Gemeinschaft, als Ausgangspunkt für Überlegungen zu wählen [3].

Förderung

Diese Arbeit entstand im Rahmen des FORMAT-Projekts des Forschungsverbundes Autonomie im Alter gefördert durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) unter der Fördernummer ZS/2016/07/80201.

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Appendix A. Zusätzliche Daten

Zusätzliche Daten verbunden mit diesem Artikel finden sich in der Online-Version unter: <https://doi.org/10.1016/j.zefq.2018.09.003>.

Literatur

- [1] Klie T. Expertise, Akzeptanz und Anteilnahme: Voraussetzungen für einen gelingenden Alltag mit Demenz – Ergebnisse des DAK Pflegereports 2017. In: Storm A, editor. DAK Pflegereport 2017: Leben mit Demenz: Erfahrung, Versorgung und Selbstbestimmung. 1. Auflage Heidelberg, Neckar: medhochzwei Verlag; 2017. p. 2–15.
- [2] Afentakis A, Maier T. Projektionen des Personalbedarfs und -angebots in Pflegeberufen bis 2025. Wirtschaft und Statistik 2010;11:990–1002.
- [3] Bundestag. Gesetz zu dem Übereinkommen der Vereinten Nationen vom 13. Dezember 2006 über die Rechte von Menschen mit Behinderungen].
- [4] Mestheneos E. Ageing in Place in the European Union. Global Ageing: Issues & Action 2011;7(2):17–24.
- [5] Statistisches Bundesamt. Pflegestatistik 2015: Pflege im Rahmen der Pflegeversicherung Ländervergleich – Pflegebedürftige. Wiesbaden; 2015.
- [6] Klein B, Graf B, Schlömer IF, Roßberg H, Röhrich K, Baumgarten S. Robotik in der Gesundheitswirtschaft: Einsatzfelder und Potenziale. 1. Aufl. Heidelberg: medhochzwei; 2018.
- [7] Barnard A. On the Relationship between Technique and Dehumanization. In: Locsin RC, editor. Advancing Technology, Caring, and Nursing. Westport, Connecticut: Auburn House; 2001. p. 96–105.
- [8] Abdi J, Al-Hindawi A, Ng T, Vizcaychipi MP. Scoping review on the use of socially assistive robot technology in elderly care. BMJ Open 2018;8(2). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018815>.
- [9] Robinson H, MacDonald B, Broadbent E. The Role of Healthcare Robots for Older People at Home. International Journal of Social Robotics 2014;6:575–91.
- [10] Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework. International Journal of Social Research Methodology 2005;8(1):19–32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>.
- [11] Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Group, The P.R.I.S.M.A. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. {PLOS} Medicine 2009;6(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>.
- [12] Dixon-Woods M, Agarwal S, Jones D, Young B, Sutton A. Synthesizing qualitative and quantitative evidence: A review of possible methods. Journal of Health Services Research & Policy 2005;10(1):45–53. <https://doi.org/10.1177/135581960501000110>.
- [13] Noblit GW, Hare RD. Meta-Ethnography: synthesizing qualitative studies. Newbury Park, Calif. [u.a.]: Sage; 1988.
- [14] Cavallo F, Aquilano M, Bonaccorsi M, Limosani R, Manzi A, Carrozza MC, et al. Improving Domiciliary Robotic Services by Integrating the ASTRO Robot in an Aml. Infrastructure 2014;267–82. https://doi.org/10.1007/978-3-319-03838-4_13.
- [15] Lera FJ, Rodríguez V, Rodríguez C, Matellán V. Augmented Reality in Robotic Assistance for the Elderly. In: González Alonso I, editor. International Technology Robotics Applications. Springer International Publishing; 2014. p. 3–11.
- [16] Bedaf S, Marti P, Amirabdollahian F, de Witte L. A multi-perspective evaluation of a service robot for seniors: The voice of different stakeholders. Disability and rehabilitation. Assistive technology 2017;1–8. <https://doi.org/10.1080/17483107.2017.1358300>.
- [17] Cortellessa G, Fracasso F, Sorrentino A, Orlandini A, Bernardi G, Coraci L, et al. ROBIN, a Telepresence Robot to Support Older Users Monitoring and Social Inclusion: Development and Evaluation. Telemedicine journal and e-health the official journal of the American Telemedicine Association 2017. <https://doi.org/10.1089/tmj.2016.0258>.
- [18] Gross HM, Mueller S, Schroeter C, Volkhardt M, Scheidig A, Debes K, et al. Robot companion for domestic health assistance: Implementation, test and case study under everyday conditions in private apartments. In: 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). 2015. p. 5992–9. <https://doi.org/10.1109/IROS.2015.7354230>.
- [19] Gross HM, Schroeter C, Mueller S, Volkhardt M, Einhorn E, Bley A, et al. Further progress towards a home robot companion for people with mild cognitive impairment. In: 2012 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC). 2012. p. 637–44. <https://doi.org/10.1109/ICSMC.2012.6377798>.
- [20] Rantanen P, Parkkari T, Leikola S, Airaksinen M, Lyles A. An In-home Advanced Robotic System to Manage Elderly Home-care Patients' Medications: A Pilot Safety and Usability Study. Clinical therapeutics 2017;39(5):1054–61. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2017.03.020>.
- [21] Salatino C, Pignini L, van Kol, Marlies Maria Elisabeth, Gower V, Andrich R, Munaro G, et al. A Robotic Solution for Assisting People with MCI at Home: Preliminary Tests of the ENRICHME System. Studies in health technology and informatics 2017;242:484–91. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-798-6-484>.
- [22] Vincze M, Zagler W, Lammer L, Weiss A, Fischer D, et al. Towards a Robot for Supporting Older People to Stay Longer Independent at Home. In: ISR/Robotik 2014; 41st International Symposium on Robotics. 2014. p. 1–7.
- [23] Wastlund E, Sponseller K, Pettersson O, Bared A. Evaluating gaze-driven power wheelchair with navigation support for persons with disabilities. Journal of rehabilitation research and development 2015;52(7):815–26. <https://doi.org/10.1682/JRRD.2014.10.0228>.
- [24] Zsiga K, Toth A, Pilissy T, Peter O, Denes Z, Fazekas G. Evaluation of a companion robot based on field tests with single older adults in their homes. Assistive technology the official journal of RESNA 2017;1–8. <https://doi.org/10.1080/10400435.2017.1322158>.
- [25] Begum M, Wang R, Huq R, Mihailidis A. Performance of daily activities by older adults with dementia: The role of an assistive robot. In: IEEE ... International Conference on Rehabilitation Robotics [proceedings] 2013. 2013. p. 6650405. <https://doi.org/10.1109/ICORR.2013.6650405>.
- [26] Wang RH, Sudhama A, Begum M, Huq R, Mihailidis A. Robots to assist daily activities: Views of older adults with Alzheimer's disease and their caregivers. International psychogeriatrics 2017;29(1):67–79. <https://doi.org/10.1017/S1041610216001435>.
- [27] Grice PM, Killpack MD, Jain A, Vaish S, Hawke J, Kemp CC. Whole-arm tactile sensing for beneficial and acceptable contact during robotic assistance. In: IEEE ... International Conference on Rehabilitation Robotics. 2013. <https://doi.org/10.1109/ICORR.2013.6650464>.
- [28] Hawkins KP, Grice PM, Chen TL, King CH, Kemp CC. Assistive mobile manipulation for self-care tasks around the head. In: 2014 IEEE Symposium on Computational Intelligence in Robotic Rehabilitation and Assistive Technologies (CIR2AT). 2014. p. 16–25. <https://doi.org/10.1109/CIRAT.2014.7009736>.
- [29] Khosla R, Nguyen K, Chu MT. Assistive Robot Enabled Service Architecture to Support Home-Based Dementia Care. In: 2014 IEEE 7th International Conference on Service-Oriented Computing and Applications. 2014. p. 73–80. <https://doi.org/10.1109/SOCA.2014.53>.
- [30] Khosla R, Nguyen K, Chu MT. Service personalisation of assistive robot for autism care. In: IECON 2015–41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. 2015. p. 2088–93. <https://doi.org/10.1109/IECON.2015.7392409>.
- [31] Liang A, Piroth I, Robinson H, MacDonald B, Fisher M, Nater UM, et al. A Pilot Randomized Trial of a Companion Robot for People With Dementia Living in the Community. Journal of the American Medical Directors Association 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2017.05.019>.
- [32] Hashimoto K, Saito F, Yamamoto T, Ikeda K. A field study of the human support robot in the home environment. In: 2013 IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts. 2013. p. 143–50. <https://doi.org/10.1109/ARSO.2013.6705520>.
- [33] Weber K. Demografie, Technik, Ethik: Methoden der normativen Gestaltung technisch gestützter Pflege. Pflege & Gesellschaft 2017;22(4):338–52.
- [34] Hülsken-Giesler. Technik und Neue Technologien in der Pflege. In: Brandenburg H, editor. Pflegewissenschaft 1 Lehr- und Arbeitsbuch zur Einführung in das wissenschaftliche Denken in der Pflege. 3., überarb. und erw. Aufl. Bern: Hogrefe Verlag; 2015. p. 262–80.
- [35] Kunze C. Technikgestaltung für die Pflegepraxis: Perspektiven und Herausforderungen. Pflege & Gesellschaft 2017;22(2):130–45.
- [36] Roland Berger GmbH. ePflege - Informations- und Kommunikationstechnologie für die Pflege [cited 11 February 2018]; Available from: <https://www.rolandberger.com/de/Publications/pub.epflege.html>.
- [37] Paulicke D, Schwarz K, Buhtz C, Stoevesandt D, Jahn P. Multimodale und interprofessionelle Weiterbildungsangebote für Ärzte und Pflegefachkräfte zur Integration technologischer und robotischer Assistenz zur Versorgungssicherung für ältere Menschen mit Demenz in Sachsen-Anhalt. In: St.Gallen FHS, editor. Forschungswelten 2018. Vielfalt leben - Offenheit erhalten; 2018. p. 138–9.
- [38] Grant MJ, Booth A. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. Health Information & Libraries Journal 2009;26(2):91–108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>.
- [39] Zegelin A, Meyer G. Roboter gegen Personalengpässe in der Pflege? Pflege 2018;31(2):61–2. <https://doi.org/10.1024/1012-5302/a000607>.