



PFLEGE UND ALTER

Welchen Beitrag robotische
Assistenz leisten kann –
Herausforderungen und Lösungen

Gefördert durch



Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Unsere Antwort auf die gesellschaftlichen Herausforderungen der nächsten Jahrzehnte:

ROBOTIK

Robotik gilt als eine Schlüsseltechnologie, um zentrale gesellschaftliche Herausforderungen wie industrielle Wettbewerbsfähigkeit, demographischen Wandel, Fachkräftemangel, oder Sicherheit in einer globalisierten Welt zu adressieren. So weckt die steigende Verfügbarkeit von Leichtbaurobotern und die zunehmende Verlässlichkeit von Künstlicher Intelligenz bei gleichzeitig sinkenden Anschaffungskosten eine große Erwartungshaltung an den Einsatz von Robotern in verschiedenen Anwendungsszenarien. Dies gilt insbesondere auch für die Assistenz durch Robotersysteme in der Pflege. Die durch den demographischen Wandel entstandene Versorgungslücke in Deutschland verursacht gravierende Probleme und bereits jetzt ist der Pflegebedarf nicht ausreichend gedeckt. Rund sechs Millionen Menschen in Deutschland werden laut einer Studie am Ende dieses Jahrzehnts pflegebedürftig sein, was etwa eine Million mehr macht, als bisher angenommen – so die Hochrechnungen des *Barmer-Pflegerports*.



SMILE, das steht für »Servicerobotik für Menschen in Lebenssituationen mit Einschränkungen«. In der Projektserie mit diesem Namen erforschen WissenschaftlerInnen, wie robotische Assistentensysteme zukünftig unterstützend in Altersheimen, Haushalten und Krankenhäusern

eingesetzt werden können. Das Forschungsvorhaben wird durch das bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert. Der Fokus des DLR-Instituts für Robotik und Mechatronik liegt auf der Entwicklung grundlegender Technologien, um den Einsatz von Assistenzrobotern möglich zu machen. In engem Austausch mit Menschen mit körperlichen Einschränkungen, deren Pflegenden und Angehörigen sowie Pflegewissenschaftlern sollen nützliche Anwendungsszenarien identifiziert, erprobt und ganzheitlich bewertet werden. Ziel ist es, Assistenzrobotik für die Pflege so zu gestalten, dass sie einen adäquaten Mehrwert für die Nutzenden bietet und serienreif wird.

Dies gilt insbesondere auch für die Assistenz durch Robotersysteme in der Pflege. Die durch den demographischen Wandel entstandene Versorgungslücke in Deutschland verursacht gravierende Probleme und bereits jetzt ist der Pflegebedarf nicht ausreichend gedeckt. Rund sechs Millionen Menschen in Deutschland werden laut einer Studie am Ende dieses Jahrzehnts pflegebedürftig sein, was etwa eine Million mehr macht, als bisher angenommen – so die Hochrechnungen des *Barmer-Pflegerports*.

Quelle: *BARMER Pflegerport 2021 | BARMER*

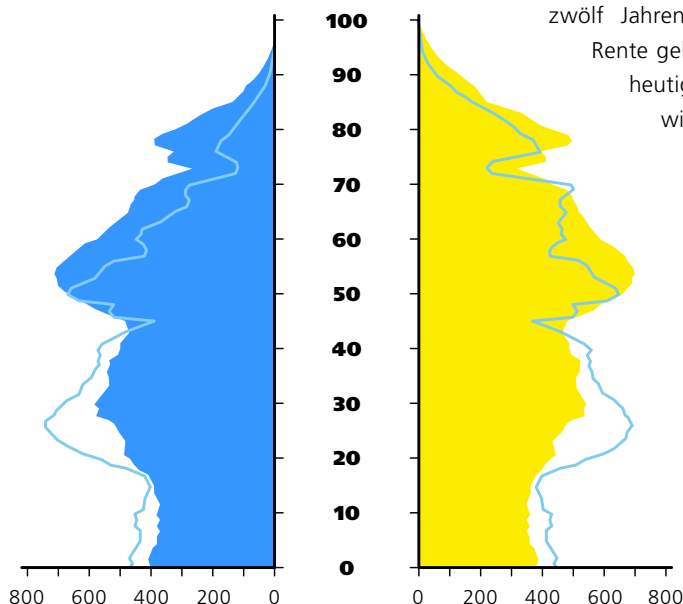
Für Deutschland bedeutet dies laut einer Prognose der Bertelsmann Stiftung, dass die Zahl der Pflegebedürftigen bis 2030 um 50 Prozent steigt. Zugleich nimmt die Zahl derjenigen ab, die in der Pflege arbeiten. Setzt sich der derzeitige Trend fort, werden fast 500.000 Vollzeitkräfte in der Pflege fehlen.

Quelle: *Themenreport Pflege 2030: Bertelsmann Stiftung (bertelsmann-stiftung.de)*

ALTER

Altersaufbau der Bevölkerung 1990 und 2018 – in Tausend Personen je Altersjahr

- MÄNNER 2018
- FRAUEN 2018
- 1990

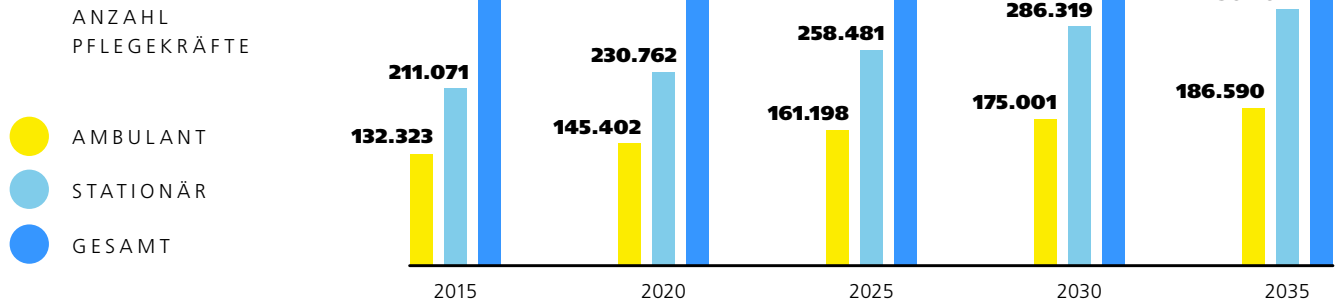


Hinzu kommt, dass allein in den nächsten zehn bis zwölf Jahren 500.000 Pflegefachkräfte in Rente gehen werden. Sieht man sich die heutige Arbeitsmarkt-Statistik an, wird klar, vor welchen Herausforderungen wir hier stehen: Es dauert aktuell 230 Tage, bis die Stelle einer Krankenpflegefachkraft besetzt werden kann. 210 Tage beträgt die Wartezeit auf die Stellenbesetzung einer Altenpflegefachkraft.

Quelle: *Hans-Böckler-Stiftung 2022*

Quelle: *Demografischer Wandel | bpb.de*

Fachkräftemangel
in der Pflege – Bedarf
an Pflegekräften in
Deutschland bis 2035



Quelle: Statista | Pflegenotstand in Deutschland

Robotische Assistenzsysteme sind basierend auf dieser Faktenlage eine sinnvolle Lösung, um Pflegekräfte zu unterstützen und zu entlasten. Zugleich kann die Eigenständigkeit älterer und/oder pflegebedürftiger Personen im häuslichen und ambulanten Bereich auf diese Weise gefördert und erhalten bleiben, sei es im Hinblick auf alltägliche Tätigkeiten oder auf die Mobilität der betroffenen Personen im Allgemeinen.

Roboter sollen dabei helfen und konkret unterstützen, die Einschränkungen der Nutzer besser handhabbar zu machen, eine einfache soziale Interaktion mit Angehörigen zu ermöglichen und generell ein Gefühl der Sicherheit durch allgegenwärtige Verfügbarkeit von Hilfe zu geben. Noch bevor eine Unterstützung im häuslichen Bereich technisch realisierbar wird, bieten moderne mobile Robotersysteme die Möglichkeit Assistenzdienste im Kontext der stationären Pflege auszuführen. Hier können die Systeme zum einen direkt zur Unterstützung der Bewohner eingesetzt werden. Zum anderen können sie ihr Potenzial zur Unterstützung und Assistenz des Pflegepersonals ausschöpfen, insbesondere im Zusammenhang mit zeitraubenden

Hol- und Bringdiensten benötigter Hilfsmittel. Klar ist jedoch, dass robotische Systeme menschliche Zuwendung und bestehende Pflegeleistungen weder ersetzen können noch dürfen, sondern ihre Aufgabe darin haben, einen entscheidenden zusätzlichen Beitrag zur Verbesserung der Arbeits- und Lebensqualität der betroffenen Menschen und deren Umfeld zu leisten. Robotische Systeme sollen mit diesem Wissen in Zukunft eine wertvolle Unterstützung sein, um die gesellschaftlichen Herausforderungen der kommenden Jahrzehnte abzufedern.



Jeder weiß um den aktuellen Pflegenotstand. Neben dem großen Entlastungspotenzial für heutige Pflegekräfte, macht Assistenz-Technik den Pflegeberuf auch für Nachwuchskräfte und technikbegeisterte Quereinsteiger spürbar attraktiver. Wir haben bereits Bewerbungen auf dem Tisch, in denen steht: Wenn diese Roboter helfen, dass wir mehr Zeit für Patienten haben und Pflege nicht mehr so kräftezehrend ist, dann ist diese Ausbildung auch etwas für uns. Und natürlich: Patienten und Angehörige profitieren selbst enorm davon, wenn ihnen Assistenten im Alltag helfen und Pflegekräfte wieder mehr Zeit für Zwischenmenschliches haben. Zeitgewinn durch Roboterassistenz in der Pflege heißt am Ende des Tages spürbar mehr zwischenmenschliche Zuwendung für den Patienten.

ALEXANDER HUHN,

Caritas Kreisgeschäftsführer Garmisch-Patenkirchen



Langfristig könnte diese technische Evolution weitere Auswirkungen und Veränderungen mit sich bringen, die sich beispielsweise auch auf die Ausbildung und das Berufsbild von Pflegekräften auswirken. Umso wichtiger ist es aus Sicht des DLR-Teams, alle Beteiligten wie Pflegende, Angehörige, Pflegekräfte, Träger von Pflegeeinrichtungen, Pflegeausbilder oder Experten aus dem Bereich der Ethik bereits im Entwicklungsprozess intensiv mit einzubinden. Dabei beschäftigen uns Fragen wie »Welche Tätigkeiten können – und vor allem sollen – Roboter in Zukunft übernehmen?« und »Wie kann man

gewährleisten, dass der Mensch und seine Bedürfnisse stets im Mittelpunkt der technologischen Entwicklung stehen?« Um diese hochsensiblen Fragen aus der Sicht verschiedener Stakeholder zu beantworten, arbeitet das DLR-Wissenschaftsteam gemeinsam mit dem Caritasverband der Erzdiözese München und Freising e.V. und der Katholischen Stiftungshochschule München an den möglichen Szenarien für die robotische Assistenz der Zukunft.

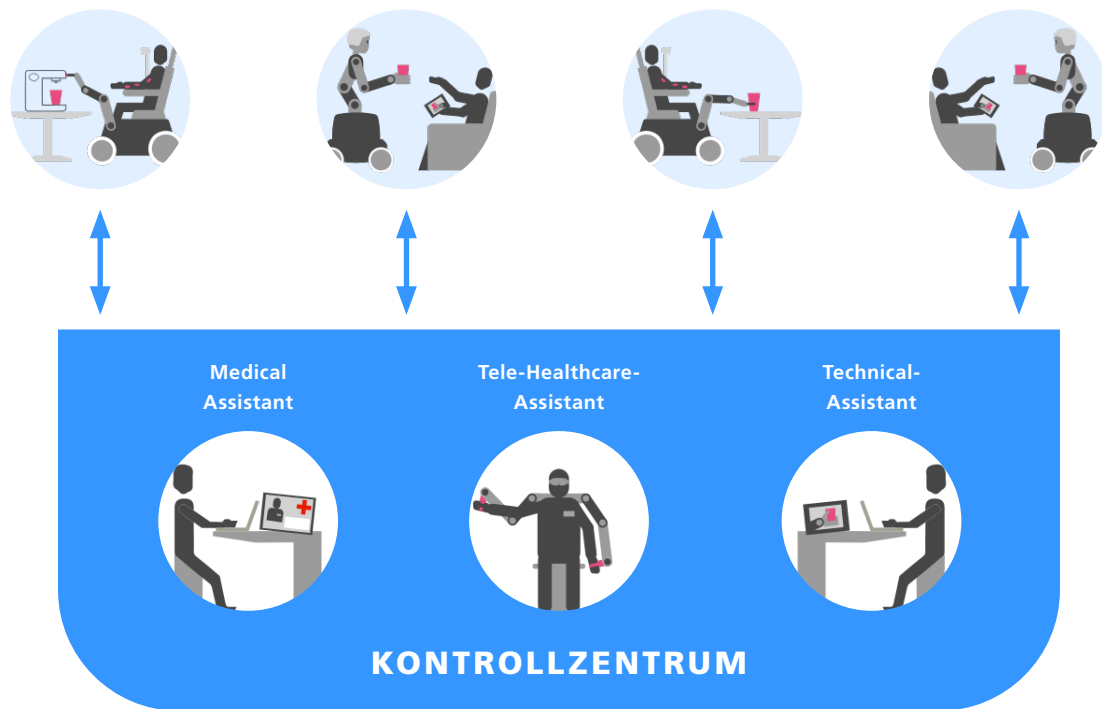
“

Die Vision von SMiLE ist es, Menschen trotz alters- oder krankheitsbedingter Bewegungseinschränkungen zu einem erfüllteren und selbständigeren Leben zu verhelfen. Am allerwichtigsten ist uns dabei, die Erwartungen der Patienten und des Pflegepersonals tiefgreifend zu verstehen, um ihre wichtigsten Bedürfnisse zu adressieren. Bei den SMiLE-Robotern können wir auf ausgereifte robotische Hochtechnologie zurückgreifen, die ursprünglich für den Einsatz von Astronauten im Weltall entwickelt und verifiziert wurde.

PROF. ALIN ALBU-SCHÄFFER,
Direktor DLR Institut für Robotik und Mechatronik



Betrachtet man die individuellen Bedürfnisse von Menschen mit körperlichen Einschränkungen, so wird eine Vielfalt von Robotersystemen erforderlich sein, um optimale Unterstützung zu bieten. Beispielsweise wird eine Person mit schweren Mobilitätseinschränkungen eher einen Roboterrollstuhl nutzen, während ein humanoider Serviceroboter als helfende Hand für eine ältere Person dienen kann. Neben dem eigentlichen Robotersystem sind verschiedene Lösungen für die Nutzerschnittstellen erforderlich, angepasst an die individuellen Fähigkeiten und Vorlieben der Nutzenden. Das DLR vereint diese Aspekte im SMiLE-Ökosystem, in dem unterschiedliche Robotersysteme mit verschiedenen Steuerungsmodalitäten agieren.



Im SMiLE-Ökosystem können die Nutzenden die Robotersysteme eigenständig bedienen. Darüber hinaus können sie auf die Unterstützung ihrer Angehörigen zurückgreifen, welche die Roboter über übliche Kommunikationsgeräte wie Smartphones oder Tablets steuern können. Zusätzlich kann professionelle Hilfe aus einem Pflege-Kontrollzentrum angefordert werden. In diesem Kontrollzentrum stehen Experten mit medizinischem oder technischem Fachwissen zur Verfügung. Außerdem kann direkte Unterstützung per Teleoperation aus der Ferne, angeschlossen über das Krafrückkopplungsgerät HUG, in Anspruch genommen werden. Aus dem Kontrollzentrum können Experten die Anwender jederzeit unterstützen und somit den sicheren und robusten Einsatz der Robotersysteme garantieren.

“

Als Fachkraft in der Pflege bleibt uns leider oft nur wenige Minuten pro Person. Daher wäre es für mich und meine Kollegen sehr hilfreich, wenn uns Roboter bei den täglichen Routineaufgaben unterstützen könnten. So hätten wir weniger Druck und wieder mehr Zeit für die Menschen. Kleine, aber wichtige Schritte wären zum Beispiel, wenn Roboter Gegenstände desinfizieren oder säubern, aufräumen oder die Pflegewägen befüllen. Es geht hier um Handgriffe, die wir täglich hundertfach wiederholen, und die dennoch wenig mit der eigentlichen Pflege am Menschen zu tun haben. In der Nacht wäre es gut, wenn uns ein autonomes Assistenzsystem unterstützt, in dem es Stürze meldet, oder Getränke verteilt. Es sind die kleinen Dinge, die uns eine große Stütze sein könnten.

TATIANA LÖW,
Caritas München

Die SMiLE-Pflegeassistenzsysteme stellen sich vor:



ROLLIN' JUSTIN

Rollin' Justin ist ein humanoider, zweiarmiger, mobiler Heimasistenz-roboter. Bewegungsdetektionssensoren und Stereokameras ermöglichen ihm die 3D-Rekonstruktion seiner Umgebung. Die nachgiebigen Leichtbauarme erlauben ihm eine feinfühligere Interaktion mit seiner Umwelt. Dabei setzt Rollin' Justin künstliche Intelligenz ein, um seine Arbeitsabläufe selbstständig zu planen.

EDAN

EDAN ist eine robotische Forschungsplattform für Menschen mit starken motorischen Einschränkungen. Sie besteht aus einem Rollstuhl mit einem feinfühligem Leichtbauroboterarm und einer Hand. EDAN kann nicht nur mittels eines Joysticks gesteuert werden, sondern auch über Muskelsignale, die direkt auf der Hautoberfläche elektromyographisch (EMG) gemessen und im Anschluss verarbeitet werden.

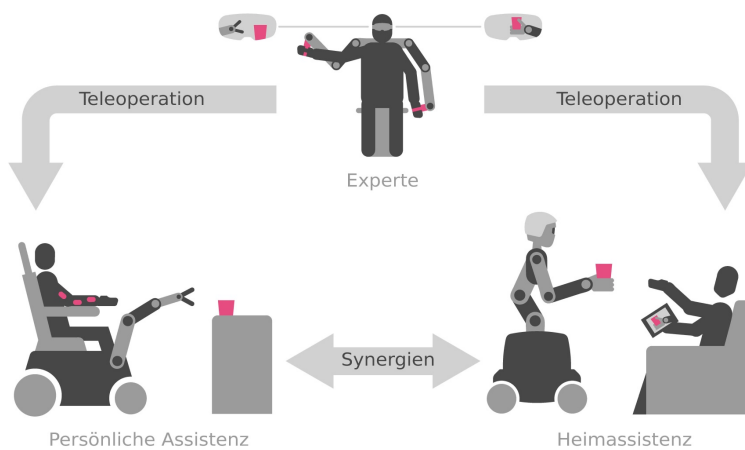
In beiden Fällen können die Benutzer auf die Unterstützung seitens der Angehörigen zurückgreifen, die die Roboter über geläufige Kommunikationsgeräte wie Smartphones und Tablets steuern können. Wie schon beschrieben ist es zukünftig ebenfalls möglich, professionelle Hilfe via haptischer Teleoperation (Fernsteuerung) aus einem Pflege-Kontrollzentrum, angeschlossen über wirkungsvolle Krafrückkopplungsgeräte, in Anspruch zu nehmen. Aus technologischer Sicht kann die Teleoperation dabei helfen, derartige Robotersysteme in Zukunft sicher und effizient einzusetzen, da durch die direkte Fernsteuerung situativ eingegriffen werden kann, sollten die autonomen Funktionen des Roboters eine anspruchsvolle Situation nicht selbstständig handhaben können. Diese Methoden sind bereits in der Raumfahrt ausführlich getestet worden. So setzten Astronauten diese Technologie erfolgreich ein, um von der Internationalen Raumstation (ISS) aus Roboter in Oberpfaffenhofen im Rahmen unterschiedlichster Experimente zu steuern. Dr. Alexander Gerst, ESA-Astronaut, schrieb über das Experiment auf der ISS: »Für mich war das eine große Befreiung, weil ich gesehen habe: Ich kann JUSTIN manche Aufgaben anvertrauen und muss nicht jeden Schritt vorgeben.« (Quelle: geo.de). Nun sollen diese technischen Erkenntnisse der Pflege zu Gute kommen.



HUG

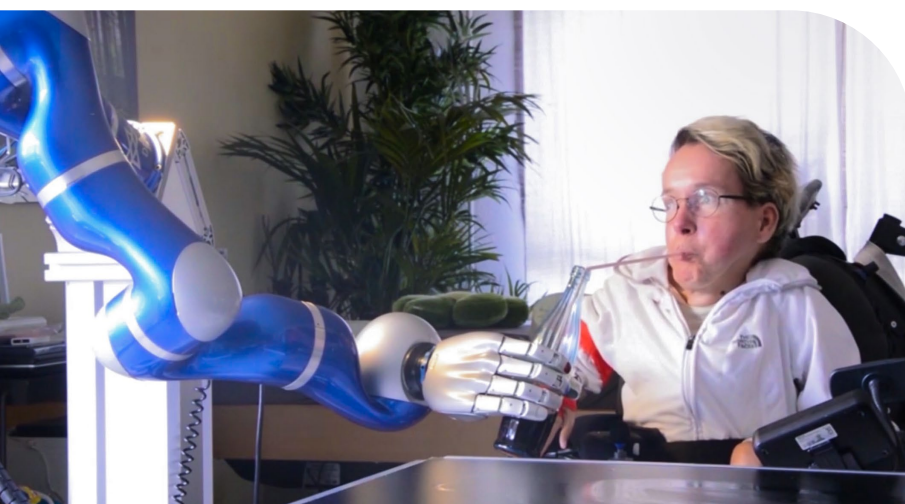
HUG ist eine haptische Eingabestation, die mit ihren beiden Leichtbauroboterarmen zum einen die Bewegungen des Menschen misst, um diese als Steuersignale zu nutzen, und zum anderen Kräfte aus der entfernten oder virtuellen Umgebung realistisch darstellen kann. Der Nutzer spürt die Kräfte, die der Roboter wahrnimmt, er sieht was der Roboter sieht, und er kann dessen Arme, Hände und die mobilen Plattformen (Rollstuhl bei EDAN, mobile Basis bei Justin) einfach und intuitiv steuern. Der Bediener des HUG, der sogenannte »Teleoperator«, kann sich weit entfernt vom zu steuernden Roboter befinden, jedoch erlebt er einen hohen Grad an Immersion: Die visuelle und haptische Wahrnehmung entspricht der des Roboters. Ein nahtloses Umschalten zwischen den Systemen ist gewährleistet, sodass der Teleoperator EDAN und Justin nacheinander, aber mit demselben Eingabegerät, zu steuern vermag. So eignet sich HUG für die telerobotische Steuerung von Rollin' Justin und EDAN sowie für Interaktionen in der virtuellen Realität, für Rehabilitationsanwendungen und Training.





Im Anwendungsszenario dürfen wir uns das so vorstellen: An einem Rollstuhl angebrachte Roboterarme helfen, die Selbständigkeit von Menschen mit Behinderung zu erhöhen. Menschen mit vergleichbaren Mobilitätseinschränkungen wie der verstorbene Physiker Stephen Hawking können die Roboter über KI-gestützte Mensch-Maschine-Schnittstellen steuern und finden sich selbstständig im Haushalt zurecht. Humanoide Roboter wie Rolin' Justin können in einer Pflegeeinrichtung Hol- und Bringdienste ausführen und somit Pflegenden entlasten.

Bei kniffligen, ungewöhnlichen oder gefährlichen Aufgaben werden sich geschulte Operatoren aus Telepräsenzzentren visuell und taktil in den robotischen Avatar einwählen und die Menschen aus der Ferne zügig unterstützen. Durch dieses Assistenzrobotik-Ökosystem kann auch im frühen Stadium der Technologien Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Systeme gewährleistet werden.



Die Nutzer im Fokus: Für manche Anwendergruppen bedarf es spezielle Schnittstellen um das Steuern eines Assistenzroboters überhaupt erst möglich zu machen. In einem Wegweisenden Experiment, welches in der Fachzeitschrift Nature veröffentlicht wurde, hat das DLR zusammen mit der Brown University 2012 erstmals gezeigt, wie motorisch stark eingeschränkte Menschen durch die Kombination von Brain-Machine-Interface und Assistenzroboter Alltagsaufgaben, wie z. B. das trinken eines Kaffees wieder ausführen können. Alternativ können die DLR Robotersysteme auch über die Messung von verbleibender Muskelaktivität gesteuert werden.

Das DLR stellt vor:

Unsere Antwort auf die Herausforderungen an die deutsche Pflege-landschaft – drei technische Lösungen:

SAFETY (HUMAN ROBOT INTERACTION):

Fokus auf einer sicheren Mensch-Roboter Interaktion

Robotische Technologien finden sich in Gestalt von sogenannten Servicerobotern zunehmend in unserem Alltag wieder. Vorreiter sind beispielsweise Staubsaugerroboter, Pool- und Fensterwischroboter, oder autonome Rasenmäherroboter. Durch den Einsatz von autonomen Servierwagen im Gastronomie-Bereich erhält die Servicerobotik neuerdings auch Einzug in kommerziellen Alltags-Anwendungen. Es fällt jedoch auf, dass sich die bisherigen Anwendungen auf den Einsatz von mobilen Systemen, ohne direkte Manipulationsmöglichkeiten begrenzen. Die Verwendung von mobilen Servicerobotern ausgestattet mit Armen und Händen zur physischen Interaktion mit der Umgebung stellt hier den nächsten Entwicklungsschritt dar. Möglich werden diese Entwicklungen jedoch nur, weil die moderne Leichtbaurobotertechnologie erstmals eine sichere Mensch-Roboter-Interaktion ermöglicht. Klassische industrielle Roboterarme, wie sie vielfach in der Automobilindustrie eingesetzt werden, müssen aus Sicherheitsgründen stets hinter Zäunen betrieben werden. Moderne Leichtbauroboter sind hingegen deutlich leichter, sicherer, und bei physischem Kontakt mit dem Menschen oder der Umgebung feinfühlig. Einen wichtigen Meilenstein in diesem Bereich stellte der vor knapp 20 Jahren durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelte Leichtbauroboter LBR dar. Er kann durch Gelenkdrehmomentsensorik detektieren und beeinflussen, wie er mit der Umgebung in Interaktion tritt. Durch diese zusätzliche Information ist der Roboter in der Lage, sich - ähnlich wie ein menschlicher Arm - aktiv nachgiebig und dadurch sicher zu verhalten; eine wesentliche Grundvoraussetzung für den Einsatz in der direkten Umgebung des Menschen.

Der Grundstein der Mensch-Roboter-Kollaboration:
Leichtbauroboter (LBR)

Weiterentwicklung vom LBR zur großen Vielfalt



GENERATION 1
1995

GENERATION 2
1999

GENERATION 3
2003

Der DLR Leichtbauroboter III

Erfolgsgeschichte DLR Leichtbauroboter:

Der Erste Prototyp entstand Mitte der Neunziger Jahre. Die Technologie der dritten Generation aus dem Jahr 2003 wurde an die Firma KUKA lizenziert. Ursprünglich gedacht als Leichtbauroboterarm für Weltraumapplikationen, bildet die am DLR entwickelte Robotertechnik die Grundlage für viele weitere Robotersysteme und dient gleichzeitig als Wegbereiter für sichere Mensch-Roboter Interaktion.

7 Freiheitsgrade

14 kg Eigengewicht

bis zu 14 kg Traglast

Drehmomentsensorik

Drehmomentenregelung

- Aktive Nachgiebigkeit
- Kollisionserkennung
- Sicherheit



Der Transfer dieser am DLR entwickelten Technologie an den Roboterhersteller KUKA muss durchaus als Wegbereiter für die Weiterentwicklung von Robotern für die direkte Mensch-Roboter Kollaboration und somit für die Assistenzrobotik im häuslichen Umfeld gesehen werden. Nach Vorbild der am DLR entwickelten Leichtbaurobotertechnologie mit vollintegrierter Elektronik und Sensorik, sind heutzutage zahlreiche Roboterarme am Markt verfügbar. Diese Produkte zielen zunächst auf die Mensch-Roboter Kollaboration in der industriellen Fertigung. Gleichzeitig sorgt die steigende Verfügbarkeit der Hardware für einen An Schub der Forschungsbestrebungen zum Einsatz von Robotern in anderen Anwendungsdomänen.



Robotische Pflegeassistenten können und dürfen menschliche Zuwendung und bestehende Pflegeleistungen nicht ersetzen, sondern sie sollen zum einen das Pflegepersonal entlasten und zum anderen den betroffenen Menschen ein höheres Maß an Selbstständigkeit im Alltag zurückgeben. Die Roboter können auf diese Weise einen entscheidenden Beitrag zur Verbesserung der Lebensqualität und zur komfortablen Kommunikation mit Angehörigen und Helfern leisten.

JÖRN VOGEL,

Projektleiter SMiLE Entwicklungsteam

ADJUSTABLE AUTONOMY

Anwenderspezifische Bedienoberflächen erlauben individuelle technische Lösungen

Das DLR-Team arbeitet unter der Prämisse, dass die individuellen Bedürfnisse der Anwender individuelle technische Lösungen erfordern: Anwenderspezifische Bedienoberflächen in Kombination mit dem Grad der Autonomie des jeweiligen Roboters ermöglichen eine direkte oder manuelle bis hin zu einer vollständig autonomen Steuerung des Systems. Eine direkte Steuerung des Roboters stellt die einfachste Steuerungsart dar. Hier steuern Nutzer den Roboter über ein entsprechendes Eingabegerät, das z. B. ein Joystick sein kann. Die Auslenkung des Joysticks wird dabei auf Bewegungen des Roboters abgebildet. Je nach den motorischen Fähigkeiten des Benutzers kann der Joystick durch andere Eingabegeräte ersetzt werden, z. B. durch eine elektromyografische Schnittstelle, wie sie bei dem Roboter EDAN verwendet wird. Heutzutage sind direkte Steuerungsstrategien die am häufigsten verwendeten Steuerungsmodi für Menschen, die einen am Rollstuhl montierten Roboter benutzen.



Zusätzlich zur direkten Steuerung kann das System vordefinierte Aufgaben durch gemeinsame Autonomieverfahren unterstützen. Das System erkennt Objekte in seiner Umgebung mit Hilfe einer RGB-D-Kamera und erstellt ein Weltmodell seiner Umgebung anhand bekannter Objekte. Wenn der Benutzer eine Aufgabe ausführt, werden die gegebenen Steuersignale vom System speziell für die aktuelle Aufgabe gemischt und eingeschränkt. Der Modus unterstützt z. B. bei präzisen Aufgaben wie dem Greifen oder sorgt für notwendige und komplexe Drehungen und Bewegungen. Dieser Modus führt den Benutzer mit wenigen und einfachen Steuersignalen durch die Aufgabe. Der Benutzer hat immer die Kontrolle über das

System und kann jederzeit entscheiden, wie und ob er die Aufgabe ausführen möchte. Der Modus der geteilten Steuerung wird bei komplexen Aufgaben mit mehreren Bewegungsabläufen sehr effizient, z. B. beim Öffnen einer Tür und dem Durchfahren mit einem Roboterrollstuhlassistenten. Das Eingabegerät kann dasselbe sein wie bei der direkten Steuerung, z. B. ein Joystick.

Direkte und geteilte Steuerung sind geeignete Modi für Assistenzsysteme, die einen Human-in-the-Loop-Ansatz verfolgen, wie z. B. EDAN. Serviceroboter wie Rollin' Justin müssen auf einer höheren Ebene der Autonomie operieren und gleichzeitig muss die Benutzerschnittstelle auf einer höheren Abstraktionsebene arbeiten. Die so genannte überwachte Autonomie bietet daher Teilaufgaben wie das Greifen eines Objekts oder die Bewegung von A nach B auf einem Gerät wie einem Smartphone oder einem Tablet. Der Benutzer kann diese Befehle einfach erteilen, indem er mögliche Aufgaben auswählt, die der Roboter je nach seiner Umgebung, in der er sich befindet, bereitstellt. Mit Hilfe von Smartphones und Tablets ist es auch möglich, dass Familienmitglieder ihre Verwandten aus der Ferne unterstützen oder den Roboter steuern, um aus der Ferne ein Brettspiel zu spielen.

Für andere Aufgaben, wie die Suche nach einem bestimmten Objekt (z. B. einer Brille) oder für Abhol- und Lieferdienste, kann ein höherer Grad an Autonomie erforderlich sein, z. B. in Kombination mit Sprachbefehlen. Völlig autonome Bewegungen sind eine wichtige Form der Autonomie, insbesondere in der täglichen Altenpflege. Assistenzroboter wie Rollin' Justin können entweder dem Patienten oder dem Pflegepersonal helfen, sich wiederholende Aufgaben zu erledigen, indem diese einfach einen Sprachbefehl geben. Um autonome Bewegungen des Roboters zu ermöglichen, werden präzise 3D-Umgebungsmodelle erstellt, um kollisionsfreie Bewegungen des Roboters zu berechnen. Wie im Modus der gemeinsamen Steuerung werden auch in diesem Modus bekannte Objekte erkannt und autonome Bewegungsabläufe auf der Grundlage des erstellten Weltmodells berechnet.



Pflege ist ein ›Beziehungs- und Berührungsberuf‹ (Uzarewicz & Uzarewicz). Die (Er-)Lösungsphantasien, die sich angesichts des Fachkräftemangels in der Pflege mit Assistenzrobotik verbinden, müssen ihren Realitätsgehalt und ihre Realisierbarkeit nicht nur in technischer Hinsicht noch erweisen. Genauso relevant ist ihre Kompatibilität mit den Werten der Pflege und den Anforderungen an eine dem Menschen angemessene Pflege- und Versorgungsqualität. Inzwischen ist es Konsens, dass bei der Technikentwicklung für Pflegesettings die Pflegeexpertise von Anfang an zu integrieren ist. Dies umfasst auch die Ausrichtung an anthropologisch-ethischen Erkenntnissen hinsichtlich Autonomie, Relationalität und Vulnerabilität des Menschen. Nur so kann die technische Innovation, die in den SMiLE-Projekten steckt, ihr Potential in der Versorgungspraxis entfalten.

PROF. DR. CONSTANZE GIESE,

Vorsitzende der interdisziplinären Ethikkommission KSH München



In Szenarien, in denen autonome Fähigkeiten nicht erwünscht sind oder der Benutzer Unterstützung benötigt, können die Systeme durch den Teleoperator ferngesteuert werden. Mit Hilfe von visuellem und haptischem Feedback kann der Teleoperator die Situation am Roboter einschätzen und den Bediener zu jeder Zeit unterstützen. Um die Telepräsenz effektiv zu nutzen, umfasst das Ökosystem ein Teleoperationskontrollzentrum, das sich bei Bedarf mit allen Avataren verbinden kann.

Während es für einige Benutzergruppen von Vorteil ist, jederzeit alle Autonomiestufen zur Verfügung zu haben – z. B. ein Rollstuhlfahrer, der sich wiederholende Aufgaben autonom ausführt, komplexe Aufgaben mit geteilter Kontrolle und kreative Aufgaben mit direkter Kontrolle ausführt –, kann es für andere Benutzergruppen, wie z. B. Senioren, notwendig sein, sicherzustellen, dass der Roboter keine Aufgaben übernimmt, die der Mensch eigentlich noch selbständig ausführen können sollte, z. B. zur Förderung der Mobilität.

PRIVACY

Datensicherheit und informationelle Selbstbestimmung

Robotersysteme arbeiten mit einer erheblichen Anzahl unterschiedlicher Sensordaten, die geeignet sind, die Umgebung oder Personen in der Interaktion mit dem Assistenzroboter zu erfassen. Dabei oder bei der Interaktion selbst können persönliche Informationen er- und übermittelt werden. Derzeit weiß weder der Benutzer noch die Person in der Umgebung eines Assistenzroboters, dass bzw. ob und ab welchem Zeitpunkt Sensordaten erfasst werden. Unklar ist auch, zu welchem Zweck die Daten verwendet oder auf welche Weise diese weiterverarbeitet werden.

Die fehlende Rückmeldung über die Speicherung, Verarbeitung und Übertragung der Daten ist in mehrfacher Hinsicht problematisch: Zum einen führt die unbekanntete Verarbeitung und Speicherung von Daten dazu, dass Nutzer und Personen ihres Umfelds möglicherweise kein Vertrauen in die Technik aufbauen. Zum anderen spielen rechtliche Überlegungen eine Rolle, da die Speicherung, Verarbeitung und Weitergabe von Sensordaten, die personenbezogene Informationen enthalten, rechtliche Auswirkungen haben. Eine Einverständniserklärung kann im Vorfeld durch den alleinigen Nutzer erfolgen. Es ist jedoch fraglich, ob diese auf Dauer und für alle Fälle der aufgezeichneten Übertragungsdaten wirksam ist. Insbesondere können Personen im Umfeld des Assistenzroboters derzeit keine Einwilligungserklärung abgeben und wenn Daten bei ihnen erhoben werden, keine Maßnahmen ergreifen, um dies zu verhindern. Die informelle Selbstbestimmung wird damit

verletzt (siehe Kornwachs, 2019). Auch ist für den Nutzer oft nicht ersichtlich, welche Sensordaten gerade erfasst werden. Eine technische Lösung für dieses Problem ist die Einbindung eines zum Patent angemeldeten DLR-Indikatorsystems. Die zeigt an, wenn persönliche Informationen von Menschen im Umfeld durch die Assistenzrobotersysteme erfasst werden und macht diese ersichtlich. Sowohl die unbeabsichtigte Erfassung von personenbezogenen Informationen als auch die Erfassung ohne das Wissen des Benutzers oder der Person in der Umgebung des Robotersystems wird somit verhindert, da dem Benutzer oder der Person in der Umgebung des Robotersystems die Erfassung und Verwendung seiner personenbezogenen Informationen im Sinne der informationellen Selbstbestimmung aufgezeigt wird und er somit entscheiden kann.

So wird die Interaktion zwischen dem Benutzer und dem Robotersystem verbessert und transparenter gestaltet und Grundlagen für verantwortungsvollen Umgang mit der neuen Technologie geschaffen.

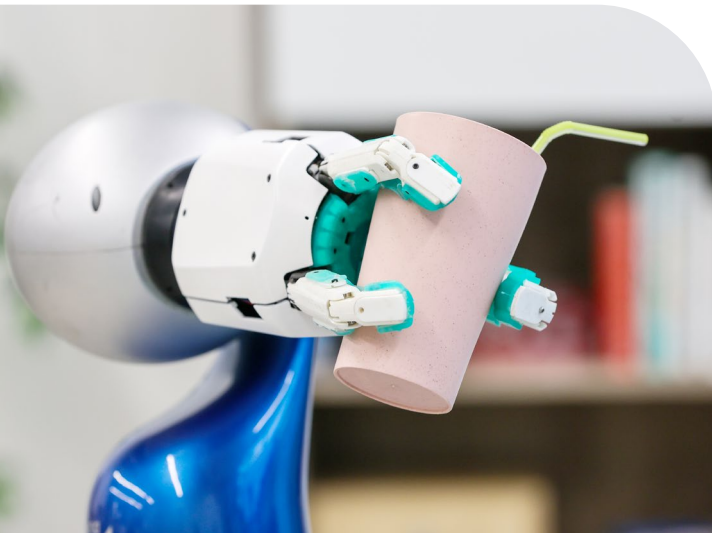


Pflegekräfte sind seit vielen Jahren durch Einsparungen und den damit verbundenen Fachkräftemangel einer hohen physischen und kognitiven Belastung ausgesetzt. Um zukünftig tatsächliche Entlastungen zu erzielen, gilt es beide Aspekte und die damit verbundenen Prozesse sowohl auf der Makro- als auch auf der Mikroebene in der Entwicklung robotischer Systeme in den Blick zu nehmen. In der Annäherung von Robotik und Pflege ist also weniger eine Automatisierung von Abläufen, als respektive – wie in den SMiLE-Projekten – eine gemeinsame Entwicklung von intelligenten Unterstützungswerkzeugen und deren Integration in kognitive und physische pflegerische Abläufe zu adressieren.

PROF. DR. DANIEL FLEMMING,

Informatik und Informationstechnologie in Pflege und Sozialer Arbeit KSH München

Der Markt für persönliche Assistenzroboter hat potentiell eine ähnlich große Bedeutung für die Zukunft Deutschlands wie unsere heutige Automobilindustrie. Mit seinen Entwicklungen aus der Raumfahrtrobotik und der Pflegeassistenz nimmt das DLR eine Vorreiterrolle auf diesem Gebiet ein. Die Durchbrüche in der KI werden in den nächsten Jahren entscheiden, ob sich die starke Kompetenz Deutschlands im Bereich der Robotik, Automatisierung und Mechatronik tatsächlich in eine führende Rolle auch auf dem neuen Markt für Assistenzroboter materialisiert.



Zahlen, Statistiken & Weiterführende Literatur

Neue Studie: Mindestens 300.000 zusätzliche Pflegekräfte durch Wiedereinstieg in Beruf oder aufgestockte Arbeitszeit möglich – Hans-Böckler-Stiftung (boeckler.de)

BARMER Pflegereport 2021 | BARMER

Themenreport Pflege 2030: Bertelsmann Stiftung (bertelsmann-stiftung.de)

Demografischer Wandel | bpb.de

Statista | Pflegenotstand in Deutschland

Bendel, Oliver (2018) **Pflegeroboter**. Verlag Springer Gable

De Luca, Alessandro, et al. (2006) **Collision detection and safe reaction with the DLR-III lightweight manipulator arm**. 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. IEEE.

Dietrich, A. et al (2018). **Feinfühlige, interaktive Roboter in Krankenhaus und Pflege: Wo stehen wir und wohin geht die Reise?** *Zeitschrift für medizinische Ethik*, 64(4)

Franke, Jörg (2019) in Müller, Rainer, Franke, Jörg; Henrich, Dominik, Kuhlenkötter Bernd; Raatz, Annika. Alexander Verl. (Hrsg.), **Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration**.

Konwachs, Klaus (2019) **Smart Robots – Smart Ethics?** In *Datenschutz und Datensicherheit*. June 2019, Volume 43, Issue 6, pp 332–341.

Uzarewicz, C., & Uzarewicz, M. (2005). **Das Weite suchen: Einführung in eine phänomenologische Anthropologie für Pflege** (Vol. 7). *Lucius & Lucius DE*.

Vogel, Jörn, et al. (2020) **An Ecosystem for Heterogeneous Robotic Assistants in Caregiving: Core Functionalities and Use Cases**. *IEEE Robotics & Automation Magazine* 28.3, 12–28.

van Wynsberghe, A. Designing Robots for Care (2013): **Care Centered Value-Sensitive Design**. *Sci Eng Ethics* 19, 407–433

Impressum

HERAUSGEBER

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
Institut für Robotik und Mechatronik

REDAKTION

Lioba Suchenwirth

GESTALTUNG

Daniela Leitner, Design trifft Wissenschaft

BILDER

DLR (CC BY-NC-ND 3.0), Seite 4: Thomas Sehr/Caritas München, Seite 10 und 12: Alexandra Beier

KONTAKT

Oberpfaffenhofen, Münchener Str. 20
82234 Weßling

INTERNET

[DLR.de/rm/smile](https://www.dlr.de/rm/smile)

PROJEKTLEITUNG

Jörn Vogel
08153 28-2166
Joern.Vogel@dlr.de

PRESSEANFRAGEN

Lioba Suchenwirth
08153 28-4292
lioba.suchenwirth@dlr.de