Roboter in der Pflege

Wer hilft uns, wenn wir hilflos sind?

23. Berliner Kolloquium
der Daimler und Benz Stiftung
22. Mai 2019

Daimler und
Benz Stiftung

Roboter in der Pflege

Wer hilft uns, wenn wir hilflos sind?

Wissenschaftliche Leitung: Oliver Bendel
Moderation: Christoph Keller

Pflegeroboter unterstützen oder ersetzen menschliche Pflegekräfte. Sie bringen und reichen Hilfsbedürftigen die benötigten Medikamente und Nahrungsmittel, helfen ihnen beim Hinlegen bzw. Aufrichten oder alarmieren bei Bedarf den Notdienst. Manche Patienten bevorzugen bei bestimmten Aufgaben Maschinen, etwa bei Waschungen im Intimbereich. Andere Tätigkeiten, vor allem in der sozialen Interaktion, scheinen heute noch ungeeignet für Pflegeroboter zu sein.

Die Fakten sprechen für sich: Die Zahl der Pflegebedürftigen wird bis zum Jahr 2030 um rund 50 Prozent steigen – rund 3,4 Millionen Menschen werden dann auf fremde Hilfe angewiesen sein. Gleichzeitig werden rund eine halbe Million Pflegekräfte fehlen. Die demografische Entwicklung verschärft diese Situation in doppelter Hinsicht: Immer weniger junge Menschen stehen als Altenpfleger zur Verfügung, hohe körperliche und psychische Belastungen lassen Arbeitnehmer aber früher und verstärkt aus den pflegenden Berufsgruppen ausscheiden.

Das 23. Berliner Kolloquium „Roboter in der Pflege – Wer hilft uns, wenn wir hilflos sind?“ möchte sich dieser Thematik aus interdisziplinärer Perspektive nähern. Wissenschaftler der Fachbereiche Informatik, Robotik, Medizin, Pflegewissenschaft, Sozialpsychologie und Philosophie stehen nach ihren Vorträgen für ein Gespräch zur Verfügung. Nicht zuletzt in Hinsicht auf eine künftige gesetzgeberische Basis erscheint es geboten, einen ganzheitlichen und wissenschaftlich fundierten Blick auf die Pflegebedürftigen zu entwickeln. Insbesondere wenn es um Datensicherheit, Ernährung oder Selbstbestimmung der Patienten in ihrer persönlichen Lebensführung geht, werden die Konsequenzen dieser Entwicklung für das Individuum weitreichend sein.

PROF. DR. OLIVER BENDEL
Institut für Wirtschaftsinformatik
Fachhochschule Nordwestschweiz

Oliver Bendel studierte Philosophie und Germanistik (M. A.) sowie Informationswissenschaft (Dipl.-Inf.-Wiss.) an der Universität Konstanz. Seine Promotion im Bereich Wirtschaftsinformatik (Dr. oec.) erfolgte an der Universität St. Gallen. In Deutschland und der Schweiz arbeitete er als Projektleiter und stand technischen und wissenschaftlichen Einrichtungen vor, unter anderem dem Competence Center E-Learning der Universität St. Gallen, der Arbeitsgruppe Business Communication am Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik in Dortmund sowie dem Zentrum für Innovations- und Medientechnologie der Pädagogischen Hochschule Weingarten. Im Jahr 2009 wurde er von der Hochschule für Wirtschaft der Fachhochschule Nordwestschweiz zum Professor ernannt und am Institut für Wirtschaftsinformatik angestellt. Als Roboterphilosoph fragt Bendel, wie die Maschine der Gegenwart und Zukunft beschaffen ist, sein wird und sein soll. Zu seinen wichtigsten Disziplinen zählen Informationsethik, Maschinenethik und Roboterethik. Seit dem Jahr 1998 sind über 300 Fachpublikationen und Bücher entstanden, etwa *300 Keywords Informationsethik* (Springer) und *Die Moral in der Maschine* (Heise Medien).

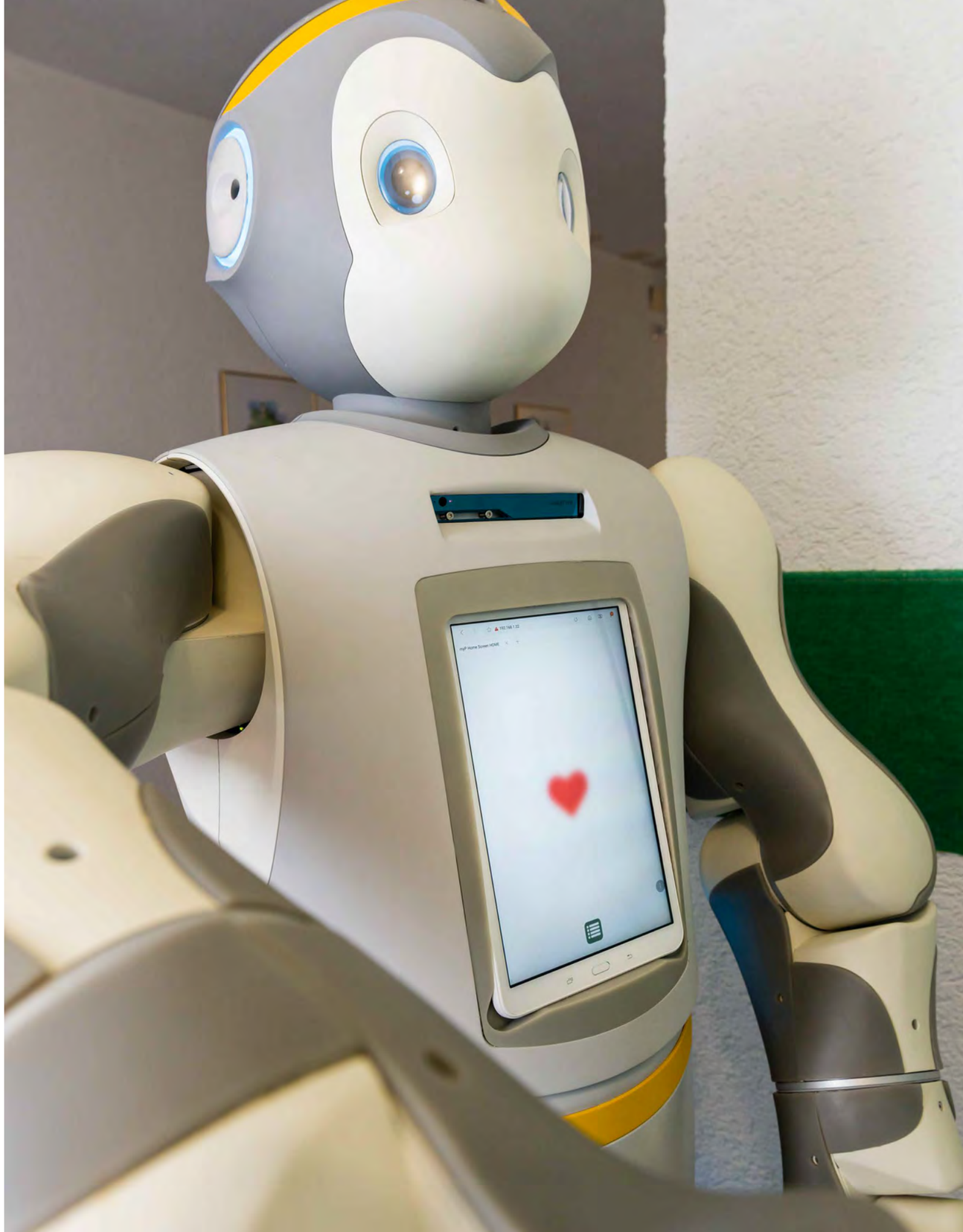
EINFÜHRUNG

Pflegeroboter: Weder Heilsbringer noch Vorboten des Weltuntergangs

Roboter sind ein Dauerthema in Medien, Wissenschaft und Gesellschaft. Inzwischen begegnet man ihnen allerorten – auch im Gesundheitsbereich sind sie auf dem Vormarsch. Dabei stellen Pflegeroboter keinen Standard dar. Es gibt Dutzende Prototypen und mehrere Produkte, die im Testbetrieb eingesetzt werden. Zudem holt man in die Pflegeheime, Altenheime und Betreuungseinrichtungen Serviceroboter, die für andere Bereiche gedacht sind, sich jedoch auch hier eignen. Und man integriert Kooperations- und Kollaborationsroboter in mobile Plattformen und lehrt sie neue Aufgaben.

Der Begriff des Pflegeroboters wird immer wieder kritisiert. Dabei verspricht er nicht mehr als ähnliche Komposita. Ein Industrieroboter ist ein Roboter in der Industrie, der jedoch nicht alle Aufträge in Produktion oder Logistik übernimmt. Ein Serviceroboter ist ein Roboter, der einen ganz bestimmten Service anbietet. Ein Pflegeroboter ist ein Serviceroboter, der in der Alten- und Krankenpflege eingesetzt wird oder als Hilfe bei der Betreuung. Er kann weder sämtliche Obliegenheiten der Pflegekraft wahrnehmen noch in allen Bereichen der Pflege auftrumpfen. Dies drückt der Name auch nicht aus.

In dem Vortrag geht es um Pflegeroboter, zudem um Therapie- und Operationsroboter. Es werden die Ziele, Aufgaben und Merkmale geklärt und teils gleichartige, teils unterschiedliche Fragen aus ethischer Sicht gestellt und ansatzweise beantwortet. Am Ende soll deutlich werden, welche Robotertypen und Prototypen bzw. Produkte es im Gesundheitsbereich gibt, welche Zwecke sie erfüllen, welche Funktionen sie übernehmen, wie sich das Gesundheitswesen durch ihre Nutzung verändert und welche Implikationen und Konsequenzen dies für den Einzelnen und die Gesellschaft hat. Pflegeroboter mögen zur persönlichen Autonomie beitragen und zugleich die informationelle Autonomie schwächen. Sie sind letztlich weder Heilsbringer noch Vorboten des Weltuntergangs, sondern einfach Instrumente, die die eine oder andere Wirkung entfalten können.



PROF. DR. FLORIAN COULMAS
IN-EAST Institut für Ostasienstudien
Universität Duisburg-Essen

Florian Coulmas ist Senior-Professor am IN-EAST Institut für Ostasienstudien der Universität Duisburg-Essen. Er arbeitete 25 Jahre an verschiedenen japanischen Universitäten und Forschungseinrichtungen, von 2004 bis 2014 leitete er das Deutsche Institut für Japanstudien in Tokio. Dort richtete er im Jahr 2005 einen Forschungsschwerpunkt zur Bevölkerungsalterung ein – ein Thema, das den politischen Diskurs in Japan nach wie vor beherrscht. Coulmas schreibt regelmäßig für die *Neue Zürcher Zeitung* sowie für weitere Zeitungen und ist Mitherausgeber des *International Journal of the Sociology of Language*. Neben rund 50 Aufsätzen in Fachzeitschriften und zahlreichen herausgegebenen Werken verfasste er 25 Monografien.

KULTURWISSENSCHAFT

Cogito ergo sum? Von Kintarō bis Erica

Das Wort „Roboter“, mit dem der tschechische Schriftsteller Karel Čapek im Jahr 1920 in seinem Theaterstück *R.U.R.* (Rossumovi Univerzální Roboti) eine menschenähnliche Kunstfigur benannte und damit wesentlich zu seiner weltweiten Verbreitung beitrug, existiert auch im Japanischen. Bedeutet es dort jedoch dasselbe wie in anderen Sprachen? Diese Frage bietet uns einen Ansatzpunkt, um mögliche kulturelle Unterschiede im Umgang mit Maschinen auszuloten, die insbesondere in den reichsten und höchstentwickelten Ländern in immer mehr Lebensbereiche eindringen bzw. zur Unterstützung menschlicher Tätigkeiten herangezogen werden.

Ein Blick in die japanische Technikgeschichte soll zeigen, dass es sich dabei nicht um semantische Spitzfindigkeiten handelt, sondern dass unser Verhältnis zu Dingen und ihrer Bedeutung für die menschliche Existenz kulturhistorische und gesellschaftliche Aspekte birgt. Dieser Vortrag versucht Antworten zu geben, ob sich diese Aspekte auch beim Einsatz mechanischer und elektronischer Hilfsmittel in der Kranken- und Altenpflege bemerkbar machen.

DR. ANDREAS KEIBEL
Business Development Manager
Healthcare, Division Industries
KUKA Deutschland GmbH

Bereits während der Schulzeit interessierte sich der im Jahr 1967 geborene Andreas Keibel für Robotik. Prof. Dr. Eckard Freund, Leiter des Instituts für Roboterforschung der Universität Dortmund, motivierte ihn durch einen „Call“ zum Studium der Elektrotechnik in Dortmund. Seine Promotion absolvierte Keibel am Institut für Roboterforschung der Universität Dortmund. Im Jahr 2003 übernahm er bei der KUKA Deutschland GmbH in Augsburg für sieben Jahre eine leitende Position in der Entwicklung mit Schwerpunkt auf nachhaltigen Projekten. Seit 2010 ist er als Business Development Manager Healthcare bzw. Medical Robotics tätig – von Beginn an war er Treiber des Themas Robotik in Reha und Pflege bei KUKA.

ROBOTIK

Digitale Transformation in der Pflege

Die umfassende Versorgung pflegebedürftiger Menschen erfordert einen hohen Arbeitsaufwand, der aufgrund demografischer Entwicklungen künftig nur schwer zu bewältigen sein wird. Während die Patientenzahlen sowie gleichzeitig das Alter von Patienten, aber auch das von Pflegekräften ansteigen, nimmt die Zahl des verfügbaren Pflegepersonals sowie pflegender Familienangehöriger ab. Darüber hinaus stehen Pflege- und Krankenversicherungen aufgrund einer sinkenden Menge an Beitragszahlern unter hohem Kostendruck.

Der Bereich Medical Robotics als eine Einheit der Firma KUKA – einem Hersteller hochautomatisierter Produktionsanlagen und Industrieroboter – verfolgt die Entwicklung des Bedarfs dieser Branche sehr aufmerksam und evaluiert Möglichkeiten, welchen Beitrag die Industrie vor diesem Hintergrund leisten kann. Ziel ist es, die ambulante und stationäre Pflege mobiler Patienten sowie die stationäre Pflege bettgebundener Patienten zu erleichtern. Dies könnte durch verschiedene unterstützende und auch robotische Systeme möglich werden. Dazu zählen Logistikroboter, Reinigungsroboter, Roboter zur Unterstützung von Therapie und Diagnose sowie gegebenenfalls intelligente Pflegehilfsmittel.

Wenn Versorgung und Körperpflege automatisiert werden, können Pflegekräfte von diesen Tätigkeiten entlastet werden und haben mehr Zeit für das Gespräch mit den einzelnen Menschen. Faktisch bleiben derzeit jedoch zahlreiche Entwicklungen trotz hohem Nutzen in einem prototypischen bzw. Demonstrationsstadium stecken. KUKA ist nicht der einzige Hersteller, der diese Innovationsblockade lösen möchte. Möglicherweise kann ein Interessenverband die Anforderungen eines kalkulierbaren Markts definieren und politische Rahmenbedingungen verbessern.

PROF. DR. MICHAEL ANDERSON
Computer Sciences Department
University of Hartford, USA

Michael Anderson, Professor Emeritus of computer science at the University of Hartford, USA, earned his Ph. D. in computer science and engineering at the University of Connecticut, USA. Together with Susan Leigh Anderson, he has been instrumental in establishing Machine Ethics as a bona fide field of study (www.machineethics.com), co-chairing/authoring the AAAI Fall 2005 Symposium on Machine Ethics, an IEEE Intelligent Systems special issue on Machine Ethics, and an invited article for *Artificial Intelligence Magazine* on the topic. Further, their research in machine ethics was selected for Innovative Applications of Artificial Intelligence as an emerging application in 2006. *Scientific American* (2010) featured an invited article on their research in which the first robot whose behavior is guided by an ethical principle is debuted. They published *Machine Ethics* with Cambridge University Press (2011) and have recently focused on developing an eldercare robot as reported in the *Proceedings of the IEEE* (2019).

MASCHINENETHIK

An Ethical Care Robot

Care robots are no longer the stuff of science fiction. Rising healthcare costs and rapidly aging populations have generated intense interest in entrusting at least some portion of elder care to autonomous machines. Benefits of doing so would include reduced caregiver burden and increased patient independence and dignity. But, as with any technology, its advantages need to be tempered with its possible disadvantages such as fewer employment opportunities and patient isolation. Further, given the intimate nature of this technology, it is of paramount importance that it behaves in an ethical manner towards its users. To insure ethical behavior from such technology, we maintain that its actions should be guided by a set of ethical values. As it is unrealistic to expect those with the expertise necessary to develop such technology will be equally competent in its ethical dimensions, we also maintain that this set of values be abstracted from a consensus of ethicists.

To this end, we propose a case-supported, principle-based behavior paradigm where behavior of autonomous machines is directed by domain-specific ethical principles abstracted from the judgements of ethicists on simple, agreed upon cases. As ethics entails more than simply not taking improper action but choosing the best action in a given situation, we advocate that every action a care robot takes be determined by such ethical principles. As transparency will be important in such systems, ethical principles and the cases from which they have been derived have the added benefit of serving as support for why a particular action was chosen over another. To show the feasibility of the proposed paradigm, we have developed a principle in the domain of elder care and instantiated it in a SoftBank Robotics NAO robot situated in a simulated eldercare environment. Given the success of this experiment, we are currently extending the principle with the intent of instantiating it on the more capable PAL Robotics TIAGo robot situated in a more realistic environment.

PROF. DR. SUSAN LEIGH ANDERSON
Philosophy Department
University of Connecticut, USA

Susan Leigh Anderson, Professor Emerita at the University of Connecticut, received her Ph. D. in Philosophy from University of California at Los Angeles, USA. A member of the American Philosophical Association, she has received fellowships and grants from National Endowment for the Humanities, Yale University, National Aeronautics and Space Administration and National Science Foundation. She has published three books in the Wadsworth Philosophers Series and numerous articles in applied ethics, particularly bio-medical ethics. With Michael Anderson, she has worked extensively on Machine Ethics, co-chairing/authoring the AAAI Fall 2005 Symposium on Machine Ethics, an IEEE Intelligent Systems special issue on Machine Ethics, and an invited article for *Artificial Intelligence Magazine*. Their research was selected for Innovative Applications of Artificial Intelligence as an emerging application in 2006. *Scientific American* (2010) featured an invited article on their research in which the first robot whose behavior is guided by an ethical principle was debuted. They published *Machine Ethics* with Cambridge University Press (2011) and have recently focused on developing an eldercare robot.

MASCHINENETHIK

Developing Ethics for Eldercare Robots: Philosophical Challenges and Rewards

There is a shortage of healthcare workers to cover the needs of the elderly who live alone, and even those in nursing homes in a timely fashion. If the capability exists for creating reliable eldercare robots to meet these needs, shouldn't they be developed? They must be able to function autonomously to replace humans and we must ensure that these robots behave ethically when interacting with their charges. It is also important to appreciate the vulnerability of the population with which they interact and not try to deceive patients into thinking that they are other than what they are.

Ideally, we would like eldercare robots to be able make correct ethical decisions on their own. This poses many challenges for machine ethicists. There are those who claim that ethics cannot be computed, that ethics is subjective, and/or that it makes no sense to speak of a robot as being an ethical agent. I argue to the contrary, maintaining that it is possible to represent numerically the ethical dilemmas with which an eldercare robot might be presented; and the robot could be given an ethical principle, derived from cases where ethicists agree as to the correct answer, to compute which of the possible actions it could perform at a given moment in time is the best one. It can also explain why it did what it did, if challenged. The robot will not be a full ethical agent, lacking some qualities of human agents; but it is all we need, and even desire.

The rewards from the work that is involved in creating an ethical eldercare robot include, besides providing much needed assistance to an increasingly large aging population, discovering a method for representing and computing ethics, developing principles that have been implicit in the judgments of ethicists concerning clear cases but never stated before, and creating agents that can serve as good role models for humans, to show us how we ought to behave.

DR. PATRICK JAHN
Leiter Stabsstelle Pflegeforschung
Universitätsklinikum Halle (Saale)

Patrick Jahn ist Krankenpfleger und Leiter der Stabsstelle Pflegeforschung am Universitätsklinikum Halle (Saale). Sein Forschungsinteresse gilt der evidenzbasierten Gesundheitsversorgung und unterstützenden Pflege von Tumorpatienten. Schwerpunkt ist die Verbesserung des Selbstmanagements und der Autonomie der Patienten, auch mittels assistierender Technik und Robotik. Seinen Doktortitel erhielt er für die klinische Evaluation einer Intervention zur Überwindung patientenbedingter Barrieren bei der Behandlung von Tumorschmerzen an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Die erfolgreiche Etablierung des ersten Bachelor-Pflegestudiengangs mit heilkundlichen Kompetenzen (nach Modellregelung SGB V § 63, Abs. 3c) an der Medizinischen Fakultät in Halle gestaltete Jahn maßgeblich mit. Er ist Mitglied bei SCIANA, The Health Leaders Network, und wissenschaftlicher Leiter der Fachkommission DRG (Diagnosis Related Groups) des Deutschen Pflegerats e. V. Darüber hinaus war er Mitglied der Expertenkommission „Pflegepersonal im Krankenhaus“ des Bundesministeriums für Gesundheit.

PRAXIS

Roboter in der Pflege – Fiktion und Realität

Die steigende Pflegebedürftigkeit von Menschen muss bewältigt, die Autonomie des Einzelnen soll jedoch weitgehend erhalten und gefördert werden. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, müssen professionelle Pflegekräfte und Angehörige besser über technische Möglichkeiten, die im Alltag Hilfestellung und Entlastung bieten, informiert und aufgeklärt werden. Hoffnungen liegen dabei auf dem Einsatz von Robotern in der Pflege.

Die Diskussionen zum Thema Pflegerobotik werden von Hoffnungen, aber auch von Ängsten begleitet: Gehofft wird auf eine einfache und ständig verfügbare Unterstützung, wie sie beispielsweise bereits in Japan umgesetzt wird. Gleichzeitig besteht die Angst vor dem Verlust des menschlichen Elements in der Pflege sowie vor dem Ersatz von Pflegepersonal durch Roboter. Problematisch ist, dass der Diskurs weitgehend ohne persönliche Erfahrungen mit technischen Lösungen bei mythischer Überhöhung geführt wird. Erst durch individuelles Erleben von Robotik und anderen Assistenztechnologien entstehen realistische Einsatzszenarien, wodurch letztlich die praktische Integration von Technik in den Status quo erreicht werden kann.

Das Projekt FORMAT (Forschungsbasierte Entwicklung von multimodalen Bildungsangeboten zur Sicherung der Gesundheitsversorgung von alten Menschen mit Demenz, Tumorerkrankungen oder Herzinsuffizienz in Sachsen-Anhalt) beschäftigt sich mit Bildungsangeboten zur Erhaltung der Autonomie im Alter. Gefördert wird es im Rahmen des Programms „Autonomie im Alter“ des Landes Sachsen-Anhalt und des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) der Europäischen Union. Die Grundlagen von FORMAT werden im Vortrag gemeinsam mit dem humanoiden Roboter THEA aus der Pepper-Familie vorgestellt. Neben einer Übersicht verfügbarer robotischer Lösungen werden auch bestehende Barrieren aufgezeigt. So werden derzeit in Ausbildung und Studium der Gesundheitsberufe keine Kompetenzen zur Technikanwendung vermittelt – ein Hemmnis für den künftigen unterstützenden Einsatz von Robotik und Technik in der Praxis.

PROF. DR. GUNDULA HÜBNER
Institut für Psychologie
Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg

Gundula Hübner studierte Psychologie an den Universitäten Kiel und Wien. Als Professorin für Sozialpsychologie lehrt und forscht sie an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) und der MSH Medical School Hamburg. An der MLU leitet sie die Arbeitsgruppe Gesundheits- und Umweltpsychologie. Im Fokus ihrer wissenschaftlichen Arbeit stehen die Akzeptanz technischer Assistenzsysteme für ältere Menschen sowie die Akzeptanz erneuerbarer Energien. In ihren Projekten arbeitet Hübner in interdisziplinären Teams und mit Praxispartnern. Sie kooperiert national wie international mit unterschiedlichen Forschungsgruppen, unter anderem des Lawrence Berkeley National Laboratory in den USA, der Universität Nagoya in Japan und der ETH Zürich in der Schweiz.

PSYCHOLOGIE

Akzeptanz technischer Assistenzsysteme – eine Schnittstelle für alle

Anwendungsmöglichkeiten und Innovationspotenziale technischer Assistenzsysteme erscheinen immens. Erfolgreich verbreiten werden sich aber nur die Technologien, die sich im Alltag bewähren. Ein erkennbarer Mehrwert sowie eine sozial attraktive und bedienungsfreundliche Gestaltung sind entscheidende Merkmale erfolgreicher Produkte. Wenn Assistenzsysteme gleichzeitig die Bedürfnisse unterschiedlicher Gruppen erfüllen müssen, ergeben sich zusätzliche Anforderungen. Denn individuelle und institutionelle Nutzungsanforderungen sind nicht immer deckungsgleich. Eine partizipative Gestaltung wird daher zunehmend als wesentlicher Faktor der Akzeptanz erkannt.

Technische Systeme werden vom Menschen leichter angenommen, wenn sie unauffällig sind und kaum erkennbare Veränderungen in alltäglichen Lebensabläufen erfordern. Ein erfolgreiches Beispiel dafür sind bekannte Notfallsysteme wie Sturzmatten. Internetbasierte Angebote, etwa Smart-Home-Anwendungen oder Kommunikationsplattformen, bringen komplexere Bedienungsansprüche mit sich – insbesondere, wenn keine Erfahrungen mit digitalen Medien vorliegen. Eine analoge Gestaltung der Bedienoberflächen kann deren Akzeptanz erhöhen und Betroffenen damit die soziale Teilhabe sowie den Austausch pflegerischer und medizinischer Informationen erleichtern. Die Potenziale dieser relativ leicht zu integrierenden digitalen Assistenzsysteme werden in laufenden Feldstudien getestet, erfahren in der öffentlichen Debatte zur Pflegeversorgung allerdings weniger Aufmerksamkeit als die Entwicklung von Robotern.

Insbesondere humanoide Roboter sind faszinierend und scheinen vielversprechend, um die anstehenden Probleme in der Pflege zu lösen. Sicherlich können sie Pflegekräfte bei schweren körperlichen Arbeiten im stationären Bereich unterstützen. Eine offene Frage ist jedoch, inwieweit sie soziale Teilhabe oder emotionales Wohlbefinden fördern. Robotische Assistenzsysteme dürften auch gesellschaftlich eher dann akzeptiert werden, wenn diese nicht zum Synonym für einen weitgehenden Verzicht auf Pflegepersonal werden.

BERLINER KOLLOQUIUM

Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik treffen sich einmal im Jahr zum Berliner Kolloquium. Die fachübergreifenden Themen dieser Veranstaltungsreihe wechseln jährlich und werden vor dem Hintergrund des Spannungsfelds Mensch, Umwelt und Technik behandelt. Seit über 20 Jahren ist das Berliner Kolloquium der Daimler und Benz Stiftung als wissenschaftliche Veranstaltung in der Hauptstadt fest etabliert.

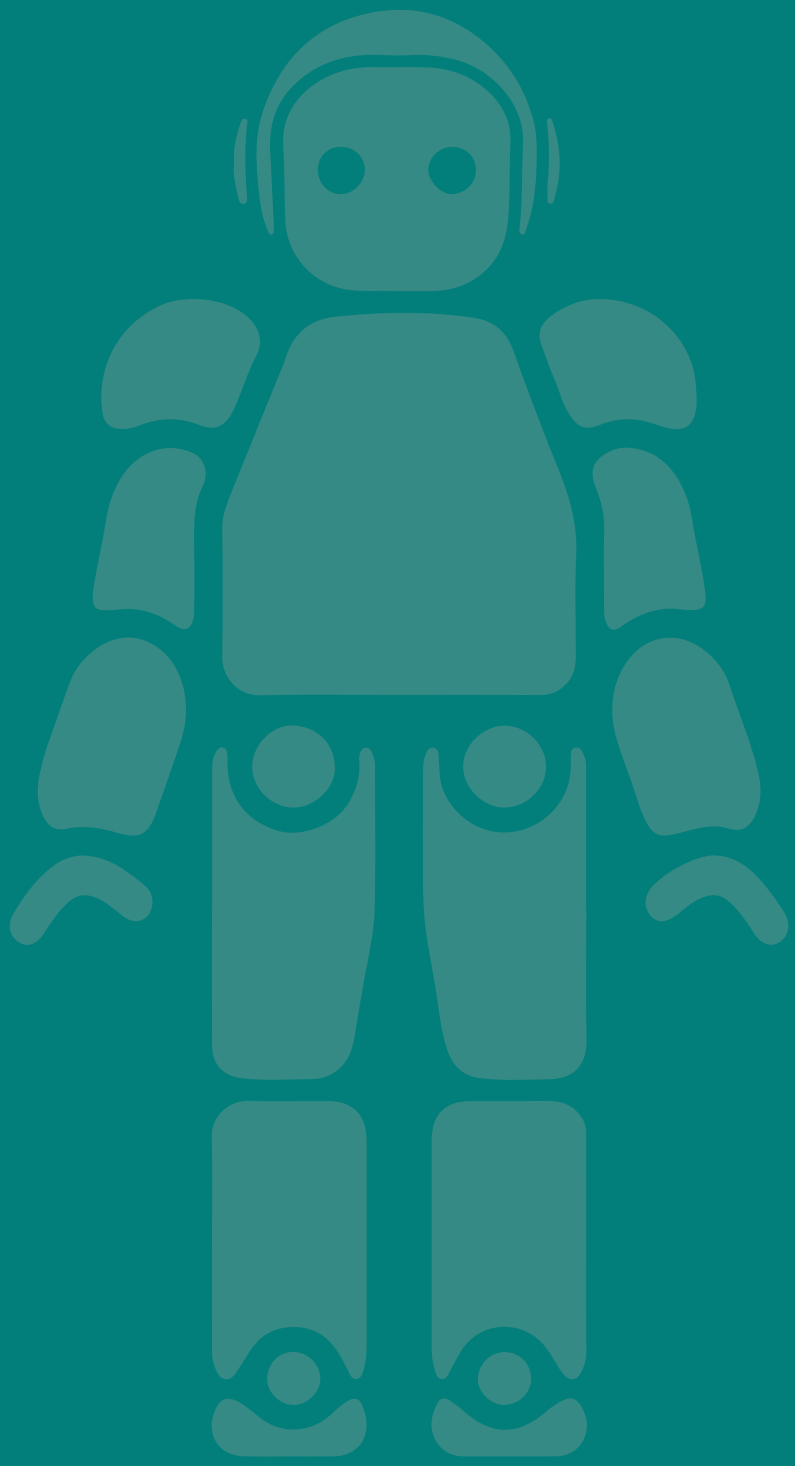
Kommunikation:
Dr. Johannes Schnurr, +49 176 216 446 92
Patricia Piekenbrock, +49 152 289 093 77

DAIMLER UND BENZ STIFTUNG

Impulse für Wissen – die Daimler und Benz Stiftung verstärkt Prozesse der Wissensgenerierung. Ihr Fokus richtet sich dabei auf die Förderung junger Wissenschaftler, fachübergreifende Kooperationen sowie Forschungsprojekte aus sämtlichen wissenschaftlichen Disziplinen. Die operativ tätige und gemeinnützige Stiftung zählt zu den wissenschaftsfördernden Stiftungen Deutschlands.

Kontakt:
Dr. Jörg Klein
Geschäftsführer
Daimler und Benz Stiftung
Dr.-Carl-Benz-Platz 2
68523 Ladenburg

T +49 6203 1092 - 0
F +49 6203 1092 - 5

info@daimler-benz-stiftung.de
www.daimler-benz-stiftung.de

Bildnachweis
Titelbild: Sir_Oliver-stock.adobe.com
S. 2: Daimler und Benz Stiftung/Oestergaard
S. 4: Kai R. Joachim
S. 5: Daimler und Benz Stiftung/Oestergaard
S. 6: Florian Coulmas
S. 7: Andreas Keibel
S. 8/9: Daimler und Benz Stiftung/Oestergaard
S. 10: Michael Anderson
S. 11: Susan Leigh Anderson
S. 12/13: Daimler und Benz Stiftung/Oestergaard
S. 14: Patrick Jahn
S. 15: Silke Reents