

## **Die Mensch-Roboter-Kollaboration als Vorreiter der Entwicklung neuer Konzepte, Technologien und Gestaltungsprinzipien für die Soziale Robotik**

Hans-Jürgen BUXBAUM, Sumona SEN

*Labor Human Engineering und Robotik, Hochschule Niederrhein  
Reinarzstraße 49, D-47805 Krefeld*

**Kurzfassung:** Die Robotik hat sich über viele Jahrzehnte als eine wichtige Säule der industriellen Automation entwickelt. Zusätzlich dazu entstehen heute immer mehr nicht-industrielle Anwendungen in Service und Pflege, die inhaltlich oft unter dem Begriff der „Sozialen Robotik“ zusammengefasst werden. Insbesondere in der Entwicklung humanoider Systeme gibt es viele neue Gestaltungsansätze, die sich abseits der Handhabungstechnik manifestieren und zeigen, dass natursprachliche Kommunikation sowie anthropomorphe Mimik und Gestik vor allem künstliche Intelligenz erfordern und schlussendlich auch die Frage nach maschineller Moral aufwerfen. Wird aber eine Zusammenarbeit von Mensch und Roboter gefordert, muss auch in den Anwendungsbereichen Service und Pflege ein Roboter in der Lage sein, Handhabungsaufgaben durchzuführen. Hier lohnt sich der Blick auf die Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK), wo bereits fortschrittliche Sicherheitskonzepte existieren. Neue ergonomische Gestaltungsprinzipien und interaktive Kommunikationsformen in der MRK sind Gegenstand aktueller Forschung. Durch Transfer in Anwendungsbereiche der sozialen Robotik werden Technologien der MRK auch dort nutzbar.

**Schlüsselwörter:** Soziale Robotik, Mensch-Technik-Interaktion, Dialog-roboter, Mensch-Roboter-Kollaboration, Sicherheit, Maschinenethik

### **1. Was ist ein sozialer Roboter?**

In vielen Lebensbereichen gewinnt die Robotik, die sich ursprünglich im Rahmen der Industrieautomatisierung manifestiert hat, eine zunehmende Bedeutung. Wir sehen heute vielfach robotische und informationstechnische Assistenzsysteme, die dort noch vor einigen Jahren undenkbar waren. Smartphones werden zunehmend zu natursprachlichen Unterstützungssystemen mit allerlei nützlicher Kompetenz im Alltag. In unseren Haushalten finden wir mehr und mehr elektronische und mechanische Helfer wie autonome Staubsaugerroboter oder intelligente Küchengeräte. Auch in Service und Pflege hält die Automation Einzug und will dabei Service- oder Pflegekräfte unterstützen oder auch direkt Kunden oder Patienten bedienen. Bei genauerer Betrachtung der Lage wird deutlich, dass Mensch und Technik sich immer öfter und dabei auch tiefgründiger verbinden. Allgemein kann man sagen, dass technische Systeme im Umfeld des Menschen zunehmend bedeutsamer werden und diese Entwicklung bei weitem noch nicht abgeschlossen ist.

Der Begriff „Soziale Robotik“ umfasst nicht unbedingt alle soeben genannten Beispiele und ist daher an dieser Stelle genauer zu definieren. Die soziale Robotik beschäftigt sich nach Bendel (2019a) mit zumindest teilweise autonom funktionierenden

Automaten, die mit Menschen interagieren und kommunizieren. Mobilität oder eine anthropomorphe Gestaltung dieser Automaten wird dabei oft angestrebt, ist aber nicht unbedingt erforderlich. Vielmehr wird die Befolgung sozialer Regeln erwartet, bisweilen sind auch emotionale oder moralische Aspekte gefragt. Wenn Automaten zu Entscheidungen mit moralischem Hintergrund befähigt werden, ist die Beschreibung und die Implementierung dieser Moralität Aufgabe der Maschinenethik (Bendel 2019b).

Ein wichtiger Aspekt sozialer Robotik steckt jedoch in dem Begriff Robotik, der nach allgemeinem Erfahrungshintergrund aus den vergangenen Jahrzehnten vor allem mit der industriellen Automatisierung in Verbindung steht. Es fällt uns schwer, z.B. einem Smartphone oder einem Fahrkartenautomaten die Eigenschaft eines Roboters zuzugestehen. Schon eher würde man den autonomen, mobilen Staubsauger im Haushalt als Roboter bezeichnen. Spätestens, wenn uns eine Maschine ein Getränk anreicht, haben wir kein Problem, dieses Gerät als Roboter zu bezeichnen. Warum ist das so?

Roboter sind - unter dem Hintergrund der industriellen Historie - Maschinen, die uns Arbeit abnehmen. Das wurde schon von dem tschechischen Schriftsteller Capek (1921) so verstanden, der den Begriff Roboter (abgeleitet vom tschechischen *robotnik*, was als *Fronarbeiter* übersetzt werden kann) als Terminus im Rahmen eines Theaterdramas prägte. Unser entsprechender Erfahrungshintergrund lässt uns also erwarten, dass eine Maschine eben dann ein Roboter ist, wenn sie sich bewegt, z.B. um uns Arbeit abzunehmen oder uns Dinge anzureichen.

Damit sind die beiden Komponenten „sozial“ und „Roboter“ herausgearbeitet, aus denen ein sozialer Roboter besteht und können unsere Erwartungshaltung abschließend formulieren: Ein sozialer Roboter ist ein hilfreicher und ungefährlicher Bewegungsautomat, der mit uns Menschen interagiert und kommuniziert.

## 2. Interaktion und Kommunikation: Dialogroboter

Schauen wir zunächst auf den Aspekt Interaktion und Kommunikation und nehmen uns dazu konkrete Beispiele in den Fokus: Rhoni, Pepper, Sophia.

Rhoni ist ein Forschungs- und Lehrprojekt der Hochschule Niederrhein, in dem man sich seit 2009 mit Konzeption und Aufbau eines humanoiden Roboters beschäftigt. Dabei soll ein Assistenzsystem entstehen, das zukünftig einfache Handgriffe in Haushalt und Pflege übernimmt. In der Konstruktion hat man sich an einer Skelettstruktur nach Vorbild des Menschen orientiert, die die Akzeptanz der Maschine erhöhen soll. Daneben sollen soziale Eigenschaften durch Intelligenz und Autonomie erreicht werden. Genau dieser Punkt stellt jedoch die größte Herausforderung dar. Nach vielen Jahren Forschungsarbeit ist vor allem das zentrale Problem der Mensch-Technik-Interaktion für Rhoni noch ungelöst (Buxbaum & Sen 2018). Rhoni ist in seinem aktuellen Entwicklungsstand nicht zu sozialer Interaktion fähig.

Pepper ist ein humanoider Roboter von Aldebaran Robotics SAS, der 2016 der Öffentlichkeit vorgestellt wurde. Er kann Mimik und Gestik von Menschen analysieren und ist in der Lage, entsprechend zu reagieren. Eingesetzt wird Pepper meist auf Messen, in Verkaufsräumen, an Informationsständen oder am Empfang (Handke & Heinsch 2020). Durch ein niedliches Erscheinungsbild und eine kindliche Stimme weckt Pepper bei den menschlichen Kommunikationspartnern Sympathie. Von Spielzeugrobotern ist Pepper jedoch abzugrenzen. Er kann Monologe präsentieren, ein Gespräch ist jedoch nicht möglich. Pepper zeigt einige soziale Ansätze. Er kann aber weder Handreichungen vornehmen oder Gegenstände greifen, seine Arme dienen nur Zwecken der Gestik.

Sophia ist ein humanoider Roboter von 2017. Laut Hersteller Hanson Robotics besitzt Sophia künstliche Intelligenz und die Fähigkeit zur Gesichtserkennung. Sie verfügt über natursprachliche Fähigkeiten zur Kommunikation mit Menschen und sie ahmt in dieser Kommunikation menschliche Gestik und Mimik nach. Zudem kann sie einfache Gespräche führen und wird als Dialogroboter bezeichnet (Sieber 2019). Sophia wird oft in den Medien präsentiert und z.B. als Keynote Speaker auf diversen Konferenzen eingesetzt. Primär kann man Sophia Anwendungsbereichen der Unterhaltungs- und Eventindustrie zuordnen. Allerdings ist auch Sophia nicht in der Lage, robotische Bewegungsaufgaben durchzuführen. Sie ist von Hanson Robotics eher als Plattform für Forschung und Entwicklung künstlicher Intelligenz eingesetzt.

Rhoni hat verdeutlicht, dass vor allem die Mensch-Technik-Interaktion ein zentrales Problemfeld darstellt. Sophia und Pepper zeigen, dass in diesem Bereich deutliche Fortschritte möglich sind. Sowohl bei Pepper als auch bei Sophia wird aber auch eine starke Fokussierung auf den sozialen Bereich des Dialogs ersichtlich. Schon mit einer einfachen Handhabungsaufgabe wären Pepper und Sophia überfordert. Es sind Sondermaschinen, die als Dialogroboter entwickelt und programmiert wurden. Eine Anwendung außerhalb dieses Bereichs ist nicht vorgesehen. Diese Maschinen sind kinematisch und sensorisch nicht in der Lage, Verrichtungen, Handhabungen oder Anreicherungen vorzunehmen. Alle Bewegung dient nur Aspekten von Gestik und Mimik.

### **3. Bewegungsautomat als Roboter aspekt**

Der Roboter an sich ist kein neues Gerät und die Robotik ist auch keine neue Wissenschaft. Nehmen wir etwas Abstand von den im vorherigen Kapitel besprochenen humanoiden Robotern und schauen in die Fabrikhallen, dann sehen wir andere Roboter: in Gestalt kräftiger Arme, die mit schweren Schweißzangen hantieren oder mit Lackieraufgaben beschäftigt sind. Hier ist definitiv kein sozialer Aspekt zu finden; es geht ausschließlich um Automatisierung von Bewegungsabläufen. Wenn wir aber im Kontext der Industrie 4.0 unseren Blick schärfen, dann erkennen wir auch einen Umbruch dieser Technologie, vor allem im Bereich der industriellen Montage. Es kommen dort zunehmend kleinere Roboter in den Einsatz, die auf Werkbänken montiert und in direkter Nähe zu den dort arbeitenden Menschen automatische Verrichtungen durchführen. Diese Geräte sind für diesen Einsatz spezialisiert und werden als Kollaborationsroboter oder Cobots bezeichnet; die Arbeitssysteme, die solche Cobots beinhalten, bezeichnet man als Mensch-Roboter-Kollaboration, kurz MRK.

In den Katalogen der Roboterhersteller tauchen mehr und mehr solche Cobots auf, in durchaus unterschiedlichen Ausprägungen. Gemein ist diesen Systemen, dass sie für eine direkte Zusammenarbeit mit den Werkern gedacht sind. Cobots müssen also nicht mehr, wie ihre gefährlichen Vorgänger, isoliert hinter Zäunen und Absperrungen eingesetzt werden. Sie sollen Hand-in-Hand mit den Menschen arbeiten (Huelke 2015). Die Idee ist dabei, dass man den Menschen mit seinen kognitiven Fähigkeiten als aktives Glied in der Fertigungskette erhalten möchte und gleichzeitig die Belastbarkeit und Ermüdungsfreiheit des Automaten auch in Bereichen nutzbar macht, die bislang wenig oder keine Automatisierung erlebt haben (Buxbaum & Kleutges 2020).

Cobots sind dabei grundsätzlich andere Geräte als die gewöhnlichen Industrieroboter hinter den Schutzzäunen. Buxbaum & Kleutges (2020) nennen zudem folgende Anforderungen an Cobots, die deutlich machen, dass sich eine MRK nicht mit gewöhnlichen Industrierobotern realisieren lässt:

- Leichtbauroboter mit Krafterkennung oder Sicherheitsabschaltung
- Hohe Flexibilität im Prozess
- Sicherheit durch Einhaltung der Maschinenrichtlinien und Normen
- Einfache Programmierung und Bedienung

Abbildung 1 zeigt beispielhaft einen Cobot für eine MRK. Gut zu erkennen ist die typische Gestaltung des Geräts ohne scharfe Kanten und Ecken. In diesem Fall handelt es sich um ein 6-Achs-Gerät, welches mit Drehmomentsensoren in den Gelenken ausgerüstet ist und so z. B. Kollisionen durch Überwachung der Drehmomente detektieren kann.



**Abbildung 1:** 6-Achs-MRK-Roboter des Herstellers Doosan Robotics, M-Series, Typ M0609  
(Bildquelle: GLM-Service und Vertrieb GmbH & Co. KG, Grefrath, DE).

Cobots sind für eine direkte Zusammenarbeit mit Menschen vorgesehen. Die Interaktionspartner Mensch und Cobot arbeiten in einem gemeinsamen Arbeitsraum, dort findet beispielsweise eine Bearbeitung an einem Werkstück statt. Beide Interaktionspartner haben uneingeschränkten Zugriff auf das Werkstück, um es arbeitsteilig zu bearbeiten. Tätigkeiten, die jeweils nur für einen der beiden Interaktionspartner Gültigkeit haben, wie z.B. eine Materialbereitstellung, sollten idealerweise außerhalb des gemeinsamen Arbeitsraumes angeordnet sein.

Bei diesen Interaktionen muss die Sicherheit im Vordergrund stehen, insbesondere Verletzungen im Falle einer Kollision sind auf das kleinste Maß zu reduzieren. Verletzungen beim kollaborierenden Betrieb können aus unterschiedlichen Gründen entstehen. Zum einen durch die unmittelbare Berührung, z.B. bei einem Stoß, zum anderen durch scharfe Kanten des Werkzeugs, welches am Roboter befestigt wird. Zudem besteht die Gefahr, dass bestimmte Körperregionen durch einen Greifer eingeklemmt werden können. Um das Verletzungsrisiko zu minimieren, werden in der MRK sicherheitstechnische Gestaltungsmaßnahmen am Roboter vorgenommen. Dazu zählen:

- Leistungsbegrenzung: Berücksichtigung biomechanischer Grenzwerte und entsprechende Reduktion von Leistungs- und Kraftwirkungen
- Nachgiebigkeit: plastische Verformung von Bauelementen des Cobots, Einbau von Sollbruchstellen
- Dämpfung an Kontaktstellen: Polsterung spitzer, scharfer oder harter Oberflächen an Cobot und Greifsystem

#### 4. Kombination Dialog- und Handhabungsroboter als Basis sozialer Robotik

Roboterarme aus der MRK sind ideal geeignet, um auch als sozialer Roboter eingesetzt zu werden. Ein Beispiel für ein solches System ist der mobile Serviceroboter Lio, der von F&P Robotics entwickelt und für Einsätze in Alters- und Pflegeheimen optimiert wurde (Abbildung 2). Lio besteht aus einer Kombination einer Vielzahl von Sensoren, Aktoren, eines Roboterarms und einer fahrenden Plattform. Für die Navigation werden Laserscanner auf Vorder- und Rückseite eingesetzt, unterstützt von Ultraschall-Distanzsensoren und optischen Bodensensoren zur Erkennung von Schwellen oder Treppen. Als zusätzliche mechanische Sicherheitsstufe ist das Grundgestell von Stoßdämpfern umgeben, welche im Falle eines Kontaktes sofort einen Stopp auslösen. Für die Wahrnehmung von Umwelt und Personen sind zwei 3D-Kameras, zwei Farbkameras, ein Mikrofon sowie diverse berührungsempfindliche Sensoren auf der Außenhülle und am Greifer im Einsatz.



**Abbildung 2:** *Mobiler Serviceroboter Lio in einer Anwendung in der Pflegeassistenz (Bildquelle: F&P Robotics, Glattbrugg, CH).*

Für die Funktionalität als Dialogroboter ist Lio mit Lautsprecher und Bildschirm ausgestattet. Um Handhabungsaufgaben wahrnehmen zu können, verfügt Lio außerdem über einen Roboterarm mit 6 Freiheitsgraden und einem Greifer. Hier orientiert sich der Hersteller an MRK-Systemen. Zur Erfüllung von spezifischen Aufgaben, wie dem Öffnen einer Flasche, stehen zusätzliche Spezialwerkzeuge zur Verfügung, mit denen Lio je nach Anforderungen erweitert werden kann. Tabelle 1 zeigt die Aufgaben, für die Lio einsetzbar ist (Wirth et al. 2020), hier unterteilt nach den Aspekten Dialogaufgaben und Handhabungsaufgaben.

**Tabelle 1:** Aufgaben, für die Lio eingesetzt werden kann.

Dialogaufgaben	Handhabungsaufgaben
Begrüßen und Herumführen	Getränke und Essen verteilen
An Termine und Aktivitäten erinnern	Flaschen öffnen und reichen
Zur Therapie begleiten	Kurierdienst (Post, Laborproben, etc.)
An das Trinken erinnern	Gehilfe bieten
Unterhaltung (Kurzgeschichten, Musik, etc.)	Igelball zur Handmassage reichen
Frage nach dem Wunschmenü	Sitz- und Nachtwache
Videotelefonie, SMS und E-Mails	

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Die soziale Robotik umfasst heute ein breites Spektrum an verschiedenen Automaten, die mit dem Menschen interagieren und kommunizieren. Dabei wird aber bislang nicht trennscharf zwischen Dialogautomaten und Handhabungsautomaten unterschieden und es werden Systeme der einen wie auch der anderen Spezialisierung als soziale Roboter beschrieben. Dabei muss ein sozialer Roboter eigentlich beides können, er sollte dialogfähig sein, um mit seiner Umwelt zu interagieren und gleichzeitig sollte er auch Handhabungsaufgaben übernehmen können.

Im Hinblick auf diese Handhabungsaufgaben könnte der Ansatz, Systeme aus der MRK für neue Kontexte in der sozialen Robotik zu implementieren, eine Lösung sein. Cobots nehmen in industriellen Anwendungen eine Sonderrolle ein, in der es ihnen möglich ist, in direkte Interaktion mit dem Menschen zu treten. Ergänzt mit Dialogfunktionalitäten kann mit bestehenden Lösungen ein Technologietransfer initiiert werden, der vollständige Implementierungen sozialer Robotik mit tatsächlichem Nutzwert in Service und Pflege hervorbringen kann.

## 6. Literatur

- Bendel O (2019a) Soziale Robotik. Gabler Wirtschaftslexikon. Accessed Dec 11, 2020. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/soziale-robotik-54078/version-368818>
- Bendel O (Hrsg.) (2019b) Handbuch Maschinenethik. Springer VS, Wiesbaden.
- Buxbaum HJ, Sen S (2018): Kollaborierende Roboter in der Pflege - Sicherheit in der Mensch-Maschine-Schnittstelle. In: Bendel O. Pflegeroboter. Springer Gabler, Wiesbaden.
- Buxbaum HJ, Kleutges M (2020) Evolution oder Revolution? Die Mensch-Roboter-Kollaboration. In: Buxbaum HJ (Hrsg.) Mensch-Roboter-Kollaboration. Springer Gabler, Wiesbaden.
- Capek, K (1921): R. U. R. - Rossum's Universal Robots. Theaterstück, Uraufführung 1921, Prag.
- Handke J, Heinsch P (2020) Showcases. In: Handke J (Hrsg.) Humanoide Roboter – Showcase, Partner und Werkzeug. Nomos, Baden-Baden.
- Huelke, M (2015) Arbeitsplätze der Industrie 4.0 - Kollaborierende Roboter. In: DGUV Forum 7 Nr. 3, S. 10-13
- Sieber A (2019) Dialogroboter - Wie Bots und künstliche Intelligenz Medien und Massenkommunikation verändern. Springer VS, Wiesbaden.
- Wirth L, Siebenmann J, Gasser A (2020) Erfahrungen aus dem Einsatz von Assistenzrobotern für Menschen im Alter. In: Buxbaum HJ (Hrsg.) Mensch-Roboter-Kollaboration. Springer Gabler, Wiesbaden.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## Arbeit HUMAINE gestalten

67. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie (WiPs)  
Ruhr-Universität Bochum

Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)  
Ruhr-Universität Bochum

3. - 5. März 2021

---

## GfA-Press

---

**Bericht zum 67. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 3. - 5. März 2021**

**Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie, Ruhr-Universität Bochum  
Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.  
Dortmund: GfA-Press, 2021  
ISBN 978-3-936804-29-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

**Schriftleitung: Matthias Jäger**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

**Screen design und Umsetzung**

© 2021 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)