

Herausforderungen beim Einsatz eines Service-Roboters als Begleitung von Besuchersgruppen in einem Forschungsinstitut

Challenges when using a service robot to accompany visiting groups in a research institute

Eva FLASPÖLER

*Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA),
Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin*

Kurzfassung: Neben kollaborierenden Robotern an Industrie-Arbeitsplätzen werden auch zunehmend Service-Roboter in Dienstleistungsbereichen eingesetzt. Trotz starker Nachfrage nach diesen Robotern ergeben sich Herausforderungen technologischer Art, aber auch bezüglich der passgenauen Berücksichtigung von Bedürfnissen und Anforderungen der Nutzenden. Aus betriebspraktischen Erfahrungen des Einsatzes eines Service-Roboters während Besuchsführungen im Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) werden grundsätzliche Anforderungen an solche Roboter abgeleitet. Eine detaillierte und umfassende Aufgabenanalyse und daraus folgende Leistungsbeschreibung sind zentrale Voraussetzungen für eine Passung zum menschenzentrierten Einsatz von Service-Robotern.

Schlüsselwörter: Roboter, Menschzentrierte Gestaltung, Service, Begleitung, Besuchergruppe, Herausforderung

Abstract: In addition to collaborative robots in industrial workplaces, service robots are also increasingly being used in service areas. Despite the strong demand for such robots, there are always challenges of technological nature, but also related to the fit with the needs and requirements of the users. Conclusions for fundamental requirements for service robots are derived from practical usage experiences in the use of a service robot on guided tours through testing facilities and laboratories of the Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance. However, a detailed and comprehensive task analysis and the resulting performance description are key prerequisites for a fit with the human-centered use of service robots.

Keywords: robot, human-centred design, service, accompany, guided tours, challenge

1. Service-Roboter – Trend der Zeit

Service-Roboter übernehmen praktische Aufgaben für Menschen oder Geräte mit Ausnahme von Anwendungen der industriellen Automatisierung (ISO 8373) und werden zunehmend im Dienstleistungssektor und im privaten Bereich eingesetzt (International Federation of Robotics (IFR) 2023). Die Service-Robotik verfügt über ein breites Anwendungsfeld und Bauformen. Die Automatisierungsgrade der Roboter

sind vielfältig. Mittlerweile können Roboter auch im nahen Umfeld der Menschen sicher und kollaborativ arbeiten, sodass Fähigkeiten des Menschen und Möglichkeiten des Roboters zugleich genutzt werden können (Rinkenauer et al. 2017), sofern sie Gefährdungen des Menschen sicher vermeiden.

In Zeiten zunehmender Digitalisierung und Automatisierung sowie zunehmenden Fachkräftemangels und demografischen Wandels setzt sich dieser Trend auch immer mehr in Deutschland durch: Sowohl als Assistenz in der Lehre, als Informationsquelle in öffentlichen Gebäuden, im Pflegebereich (Tanner et al. 2019) als auch in der Gastronomie sind Service-Roboter mittlerweile anzutreffen. Im Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) begleitet seit einiger Zeit ein Service-Roboter Besuchergruppen durch die Prüffelder und Laboratorien.

Für die Zukunft ist zu erwarten, dass Menschen zunehmend enger mit immer schnelleren, effizienteren und ggf. sogar selbst lernenden Robotern zusammenarbeiten. Dies erfordert mehr Kommunikation und Austausch zwischen Mensch und Roboter über die jeweiligen Absichten im Rahmen der Aufgabenerfüllung, denn Aktionen von selbst lernenden Robotern können für den Menschen schlecht nachvollziehbar sein. Um derartige Roboter auch zukünftig sicher zu gestalten, wird eine Änderung und Anpassung der Normen oder ggf. auch eine Erarbeitung neuer Richtlinien für notwendig erachtet (Jost & Kirks, 2018).

2. Anforderungen an den Service-Roboter als Begleitung von Besuchergruppen

Vor der Beschaffung des Service-Roboters wurden zunächst mögliche Aufgaben des Service-Roboters diskutiert und eine Liste mit Anforderungen erstellt. Zu den relevantesten Anforderungen gehörte, dass der Service-Roboter in der Lage sein sollte, sich selbstständig im menschlichen Schrittempo zu bewegen. Der Service-Roboter sollte darüber hinaus visuelle und akustische Informationen präsentieren können, um kleine Besuchergruppen im Forschungsinstitut über Prüffelder und Laboratorien zu informieren. Außerdem sollte das Aussehen des Roboters nicht zu menschlich oder militärisch wirken. Auch Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen, wie die grundlegenden ergonomischen Anforderungen im Rahmen der menschengerechten Gestaltung von Mensch-System-Interaktionen (z. B. Reihe DIN EN 614, Lee et al. 2017), wurden berücksichtigt. Darüber hinaus waren die Anforderungen zur funktionalen Sicherheit nach der DIN EN ISO 13849 und DIN EN ISO 13850 zu erfüllen. Dazu gehören bspw. sichere Kollisionsvermeidung und Hinderniserkennung, automatische Geschwindigkeitsanpassung, Not-Halt sowie die Konformität mit Anforderungen an die Industrial Security.

3. Notwendige Vorbereitungen vor Inbetriebnahme des Service-Roboters

Vor der Inbetriebnahme des Service-Roboters war es nötig, das Gebäude des Forschungsinstituts zu kartieren sowie exakte Zielpunkte und No-Go-Areas (wie Treppen, Aufzüge etc.) zu definieren. Visuelle und akustische Informationen zu zunächst sieben besuchsrelevanten Stationen im Forschungsinstitut wurden vorbereitet und mit Navigationsinformationen für den Roboter versehen.

4. Service-Roboter im praktischen Einsatz

Während der Service-Roboter in vielen Situationen unproblematisch eingesetzt werden kann (s. 4.1 Unproblematischer Einsatz des Service-Roboters), stellen manche Aspekte den Service-Roboter vor Herausforderungen (s. 4.2 Herausforderungen beim Einsatz des Service-Roboters), die lediglich mit menschlicher Hilfe gemeistert werden können.

4.1 Unproblematischer Einsatz des Service-Roboters

An den ausgewählten Stationen im Forschungsinstitut kann der Service-Roboter über seinen Bildschirm Audio- und Video-Dateien präsentieren, um Besucherinnen und Besucher anschaulich über den jeweiligen Forschungsbereich zu informieren (Abbildung 1).



Abbildung 1: Präsentation von Audio- und Videosequenzen durch den Service-Roboter

Figure 1: Presentation of audio and video sequences by the service robot

Auf dem Weg durch das Forschungsinstitut ist der Service-Roboter in der Lage, stationäre Hindernisse auf dem Weg zu umfahren. Zu den stationären Hindernissen im Forschungsinstitut gehören bspw. Wagen des Reinigungspersonals und der Paketlieferung (Abbildung 2).



Abbildung 2: *Umfahren von Hindernissen (hier: Wagen des Reinigungspersonals) durch den Service-Roboter*

Figure 2: *Avoidance of obstacles (here: trolley of cleaning staff) by the service robot*

Der Service-Roboter kann in Fahrtrichtung sich öffnende, automatische Türen mit Bewegungssensor problemlos durchfahren (Abbildung 3).



Abbildung 3: *Bewegung des Service-Roboters durch eine in Fahrtrichtung öffnende, automatische Tür mit Bewegungssensor*

Figure 3: *Movement of the service robot through an automatic door with motion sensor opening in the direction of travel*

4.2 Herausforderungen beim Einsatz des Service-Roboters

Trotz der funktionalen Leistungsbeschreibung hat es sich im betriebspraktischen Einsatz als notwendig erwiesen, den Service-Roboter während der Besichtigungen durch eine Person begleiten zu lassen, um nicht zuletzt in kritischen Situationen eingreifen zu können. Eine Begleitperson empfiehlt sich jedoch schon aufgrund

dessen, dass Fragen der Besuchenden vom Roboter selbst nicht beantwortet werden können. Dazu wäre für den Roboter ein dauerhafter Internetzugriff erforderlich gewesen, der wegen interner Security-Vorgaben nicht gestattet war. Doch selbst beim Einsatz einer Begleitperson bergen Besuchsrundgänge durch das Forschungsinstitut folgende Herausforderungen für den Service-Roboter:

Bei unerwartet auftretenden Hintergrundgeräuschen (bspw. von Belüftungsanlagen) ist der Service-Roboter schwer zu verstehen. Er ist weder in der Lage, seine Lautstärke automatisch an die Hintergrundgeräusche anzupassen, noch kann die Begleitperson die Lautstärke während laufender Audio- und Video-Präsentationen anpassen. Eine automatische Erkennung des Hintergrundlautstärkepegels und Anpassung der Präsentationslautstärke wären eine wünschenswerte Funktion, die schon bei der Roboter-Konfiguration zu berücksichtigen und durch zusätzliche Sensoren am Service-Roboter umsetzbar gewesen wären.

Nicht-automatisch öffnende Türen und Tore im Forschungsinstitut machen per se eine Begleitperson auf dem Besuchsrundgang erforderlich, aber auch gegen die Fahrtrichtung öffnende, automatische Türen können für den Roboter problematisch sein: Bewegen sich Hindernisse (wie hier die Türflügel) auf den Roboter zu, reichen seine Antwortzeiten zur Hinderniserkennung nicht aus und der Roboter kann sich in Flächen seitlich von Türen, die nicht als No-Go-Areas definiert wurden, festfahren (Abbildung 4).



Abbildung 4: Der Service-Roboter fährt sich an einer gegen die Fahrtrichtung öffnenden, automatischen Tür mit Bewegungssensor fest.

Figure 4: The service robot gets stuck at an automatic door with motion sensor opening against the direction of travel.

In den beengten Verhältnissen des Forschungsinstituts bewegt sich der Service-Roboter nur noch mit einer Geschwindigkeit, die weit unter dem menschlichen Schrittempo liegt. Bei zusätzlich starkem Personenverkehrsaufkommen auf den Gängen stoppt der Roboter immer wieder ab, um sich dann – nach einiger Zeit – vorsichtig wieder in Bewegung zu setzen. Was eigentlich der Sicherheit von Personen dienen soll, führt zu weiteren Verzögerungen und strapaziert häufig die Geduld der anwesenden Personen (Abbildungen 5 und 6).

Während Treppen auf dem Besuchsrundgang für einen Service-Roboter auf Rollen unüberwindbare Hürden darstellen und bei der Rundgangkonzeption

vermieden wurden, mussten zur Überwindung von größeren Bodenunebenheiten ($> 2\text{ cm}$) eigens angefertigte Rampen installiert werden, um dem Service-Roboter den Weg durch das Forschungsinstitut zu ebnen. Kleinere Schwellen hingegen meistert der Roboter sicher (Abbildung 7).



Abbildung 5/6: In beengten Verhältnissen oder bei Personenverkehr auf den Fahrweg: Stopp und/oder Bewegung mit einer Geschwindigkeit weit unter dem menschlichen Schritttempo durch den Service-Roboter

Figure 5/6: In confined spaces or in the event of passenger traffic on the travel path: Stop and/or movement at a speed far below human walking pace by the service robot



Abbildung 7: Bei Bodenunebenheiten Stopp durch den Service-Roboter; Lösung durch Einsatz einer Rampe

Figure 7: If the floor is uneven, the service robot stops; Solution through the use of a ramp

4. Diskussion

Sowohl kollaborierende Roboter an Industrie-Arbeitsplätzen (Hegenberg et al. 2019), als auch Service-Roboter im Dienstleistungsbereich verfügen noch über Verbesserungspotenzial: Die Mensch-Roboter-Interaktion scheint häufig noch eher Technik getrieben gestaltet zu werden, obwohl sich Vorgehensweisen nach dem User-Centred-Design Ansatz empfehlen würden. Dieser Ansatz stellt die spätere Nutzerschaft eines Produkts in den Mittelpunkt. Die Gestaltung des Produktes beruht auf dem Verständnis der Nutzerschaft, ihrer Aufgaben und ihrer Umgebung. In einem iterativen Prozess werden ihre Bedürfnisse und Anforderungen an die

Produktentwicklung und das Design mit einbezogen. Das Feedback der Nutzerschaft lenkt und optimiert dabei letztendlich die Gestaltungslösungen (Tanner et al. 2019).

Alles in allem wurde unterschätzt, welche Anforderungen ein Service-Roboter erfüllen muss, um Tätigkeiten von Beschäftigten basal zu unterstützen oder sogar zu übernehmen. Die Aufgabenanalyse, die erforderlich ist, um alle Aspekte zu identifizieren, die für den Einsatz im Rahmen von Besuchsführungen relevant sind und teilweise als selbstverständlich vorausgesetzt werden, stellt sich rückblickend als sehr komplex dar. Sie hätte einen größeren Detaillierungsgrad erfordert, der auch Prozesse menschlicher Informationsverarbeitung bei der Aufgabenbearbeitung einbezieht. Dem Informationsverarbeitungsparadigma zufolge wird der Mensch mit seinen intellektuellen Fähigkeiten als System verstanden, das Informationen aus der Umgebung aufnehmen, speichern, verändern und senden kann. Das Verständnis dieser Prozesse hilft bei Produktentwicklung und Design dabei, die Benutzungsschnittstellen auf unterschiedlichste Nutzungsumfelder abstimmen zu können.

Begleitpersonen sind für den Service-Roboter auf Besuchsrundgängen sowohl in kritischen Situationen (wie z. B. bei Fehlfunktion gegen die Fahrtrichtung öffnender, automatischer Türen mit Bewegungssensoren), als auch zum Beantworten von vielfältigen Fragen des Publikums unverzichtbar. Eine detaillierte Aufgabenanalyse, die Prozesse der menschlichen Informationsverarbeitung bei der Aufgabenbearbeitung einbezieht, hätte möglicherweise einige der Unzulänglichkeiten des Service-Roboters früher aufdecken können und es wäre jetzt möglich z. B. die Lautstärke an Hintergrundgeräusche flexibel anzupassen, das menschliche Schrittempo bei der Begehung schmaler Gänge nur leicht zu reduzieren und größere Bodenunebenheiten zu überwinden.

5. Schlussfolgerungen

Eine detaillierte und umfassende Aufgabenanalyse, die auch Prozesse menschlicher Informationsverarbeitung einbezieht, und eine daraus folgende Leistungsbeschreibung sind grundsätzlich zentrale Voraussetzungen für einen forderungsgerechten Einsatz eines Service-Roboters. Der Einsatz von Service-Robotern zeigt darüber hinaus, wie wichtig menschliche Emotionen, Kognitionen und Verhaltensweisen für die Interaktion und Kommunikation mit anderen Menschen sind. Defizite bleiben vor allem dort, wo menschenähnliche Reaktionen von Robotern gewünscht sind, beispielsweise bei der Beantwortung von Fragen oder bei Reaktionen auf nicht vorhergesehene Ereignisse. Ob und inwieweit eine vernetzte künstliche Intelligenz hier unterstützen kann und dabei gleichzeitig Anforderungen des Arbeitsschutzes erfüllen kann, ist derzeit noch nicht absehbar und erfordert eine aktive Beteiligung am Gestaltungsprozess.

6. Literatur

- DIN EN 614-1:2009-06: Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Gestaltungsgrundsätze – Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze. Beuth, Berlin 2009.
- DIN EN ISO 13849-1:2023-04: Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze.
- DIN EN ISO 13850:2016-05: Sicherheit von Maschinen - Not-Halt-Funktion – Gestaltungsleitsätze.
- Hegenberg J, Schimpf DW, Fischer N, Schmidt L (2019). Pilotstudie zur Roboterunterstützung des Menschen bei manueller Montage. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Hrsg.): Tagungsband

Herbstkonferenz 2023, Düsseldorf:

„Menschengerechte Arbeitsgestaltung – Basisarbeit und neue Arbeitsformen“

Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V., Sankt Augustin (Hrsg.)

des Frühjahrskongresses „Arbeit interdisziplinär – analysieren – bewerten – gestalten“ 2019, Dresden.

International Federation of Robotics (IFR) 2023. Service Robots. Definition. <https://ifr.org/service-robots/>. Zugriff zuletzt am: 30.06.2023.

ISO 8373:2021. Robotics – Vocabulary.

Jost, J & Kirks, T (2017). Herausforderungen der Mensch-Technik-Interaktion in der Intralogistik. Hrsg.: M. ten Hompel, M. Henke & U. Clausen. Fraunhofer IML. Dortmund, 2017. https://www.iml.fraunhofer.de/content/dam/iml/de/documents/101/03_Whitepaper_Perspektive_Mensch_WEB.pdf

Lee JD, Wickens CD, Liu Y, Ng Boyle L (2017). Designing for people. An introduction to human factors engineering. Charleston: CreateSpace.

Rinkenauer G, Böckenkamp A & Weichert F (2017). Man-Robot Collaboration in the Context of Industry 4.0: Approach-Avoidance Tendencies as an Indicator for the Affective Quality of Interaction? In C. M. Schlick, S. Duckwitz, F. Flemisch, M. Frenz, S. Kuz, A. Mertens, & S. Mütze-Niewöhner (Hrsg.), *Advances in Ergonomic Design of Systems, Products and Processes* (pp. 335– 348). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53305-5_24

Tanner A, Burkhard R & Schulze H (2019) Soziale Roboter – Erfolgsfaktoren für die Umsetzung ihrer Potenziale. Ergebnisse einer Fallstudie in der Schweiz. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Hrsg.): *Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten* (B 9.2, 6 Seiten). Dortmund: GfA-Press.

Danksagung: Ein ganz besonderer Dank gilt Herrn Peter Nickel und Frau Ina Neitzner (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin) für die konstruktive Zusammenarbeit.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Menschengerechte Arbeitsgestaltung – Basisarbeit und neue Arbeitsformen

Herbstkonferenz der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Im Rahmen des 38. Internationalen A+A
(Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin) Kongresses 2023,
Messe Düsseldorf

26. Oktober 2023

GfA-Press

Dokumentation der Herbstkonferenz der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. im Rahmen des A+A Kongresses am 26. Oktober 2023, Messe Düsseldorf unter Beteiligung von:

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), Berlin

Bundesarbeitsgemeinschaft für Sicherheit und Gesundheit (Basi), Sankt Augustin

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Sankt Augustin: GfA-Press, 2023

ISBN 978-3-936804-33-1

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Konferenzband

Als Manuskript zusammengestellt. Dieser Konferenzband ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin**

Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

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

- den Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Konferenzband 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.

Geschäftsstelle der GfA

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2023 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de