

RoMi – Schlussbericht

Förderlinie:

„Robotische Systeme für die Pflege“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)

Zuwendungsempfänger:

Forschungsgruppe Geriatrie (CFGG),
Charité – Universitätsmedizin Berlin

Förderkennzeichen:

16SV8436

Vorhabensbezeichnung:

„Roboterunterstützung bei Routineaufgaben zur Stärkung des Miteinanders in Pflegeeinrichtungen“ – RoMi

Laufzeit des Vorhabens:

01.03.2020 – 31.08.2023

Berichtszeitraum:

01.03.2020 – 31.08.2023

Verantwortliche des Teilvorhabens CFGG:

Robert Klebbe

Forschungsgruppe Geriatrie, AG Alter und Technik

Reinickendorfer Straße 61, Haus 7

D-13347 Berlin

Tel.: 030 – 450 553 784

Fax: 030 – 450 7553 784

E-Mail: robert.klebbe@charite.de

Autoren des Schlussberichts:

Robert Klebbe

Christopher Frieze

Verbundpartner:

HUMBOLDT-UNIVERSITÄT
ZU BERLIN



Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin
University of Applied Sciences

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung (Teil I)	3
1.1	Ziele und Aufgaben	3
1.2	Ablauf	3
1.3	Wesentliche Ergebnisse	3
2	Kurzdarstellung (Teil II)	5
2.1	Aufgabenstellung	5
2.2	Voraussetzungen	5
2.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	6
2.4	Wissenschaftlicher und technischer Stand	7
2.5	Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte	8
2.6	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	8
3	Eingehende Darstellung der erzielten Ergebnisse (Teil II)	9
3.1	AP 1 Anforderungs- und Bedarfsanalyse	9
3.2	AP 2 Vertrauensrelevante Gestaltungsaspekte	15
3.3	AP 3 Anpassung des Robotersystems für die Pflege	18
3.4	AP 4 Testeinsatz des angepassten Robotersystems in der Pflege	18
3.5	AP 5 Projektmanagement, ELSI, Zusammenarbeit mit dem Begleitprojekt	24
3.6	Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen	24
3.7	Fortschritt auf dem Gebiet	24
3.8	Erfolge und geplante Veröffentlichungen	25
4	Literaturverzeichnis	27

1 Kurzfassung (Teil I)

1.1 Ziele und Aufgaben

Das Verbundprojekt adressierte die Fragen, wie Pflegekräfte und Pflegebedürftige durch Roboter wirklich entlastet und unterstützt werden können und wie die Akzeptanz von Robotern in der Pflege gefördert werden kann. Es sollten einerseits Aufgaben und Prozesse identifiziert werden, die mehr Zeit für Pflegekräfte und dadurch mehr Aufmerksamkeit für Pflegebedürftige schaffen, wenn diese durch Roboter in ihrem Alltag unterstützt werden. Andererseits sollten potentiell vertrauensbildende Gestaltungsaspekte des Roboters identifiziert werden, um die Akzeptanz von Robotern in der Pflege zu erhöhen. Weiterhin sollten die Auswirkungen des Roboters auf die pflegerische Praxis und auf die Interaktionen der Pflegebedürftigen untersucht werden. Technisches Ziel war die Anpassung und Weiterentwicklung der pi4-Roboterplattform workerbot auf Basis der im Projektverlauf gewonnenen Erkenntnisse.

1.2 Ablauf

Zu Beginn des Projektes wurden Pflege- und Betreuungskräfte zu funktionalen und gestalterischen Anforderungen an sowie zu potentiellen Anwendungsbereichen für einen Roboter, der im Pflegealltag unterstützen kann, befragt. Pflegebedürftige konnten wegen des fehlenden Zugangs zu Pflegeeinrichtungen während der CoViD-Pandemie nicht befragt werden. Die resultierenden umfangreichen Anforderungen wurden gegen die Machbarkeit gespiegelt, priorisiert und mit Hilfe eines Design-Thinking-Workshops sowie eines Workshops zu Gestaltungs- und Interaktionskonzepten verifiziert und reduziert. Anschließend erfolgte ein Ethik-Workshop, in dem u.a. die Chancen und Risiken eines Robotereinsatzes in der Pflege identifiziert wurden. Im Anschluss an die Anforderungsanalyse wurde eine Online-Studie durchgeführt zu vertrauensrelevanten Gestaltungsaspekten der Mensch-Roboter-Interaktion. Die Studien- und Workshop-Ergebnisse dienten als Grundlage für die Entwicklung von Anwendungsszenarien für den Roboter in einer Pflegeeinrichtung, die anschließend in Form von Storyboards umgesetzt wurden. Es wurde ein technisches Lastenheft für den Roboter erstellt und Gestaltungsvarianten aus den Erkenntnissen und technischen Anforderungen heraus generiert. In der anschließenden VR-Studie wurden Gestaltungsvarianten und bestimmte Verhaltensweisen des Roboters bestimmt. Die Ergebnisse flossen in die finale Konstruktion des Roboters (Demonstrator) ein. Nach Fertigung und Umsetzung der erforderlichen Funktionen folgte die finale Endevaluation unter feldnahen Laborbedingungen.

1.3 Wesentliche Ergebnisse

Die Untersuchungen des Projektpartners **CFGG** zeigen, dass Pflegepersonal entlastet werden kann, wenn Roboter Routineaufgaben in einer Pflegeeinrichtung übernehmen. Potentielle Einsatzszenarien sind dabei Begleit-, Informations- und Bringdienste. Im Projekt wurde durch den

Projektpartner **pi4** ein mobiler Serviceroboter entwickelt, der Bewohner:innen Getränke aus-
teilen, Alltagsgegenstände bringen und an wichtige Termine erinnern kann. Das Pflegeperso-
nal kann dem Roboter über eine Smartphone-Anwendung Aufträge erteilen und erhält Rück-
meldung zum Lieferstatus. Mit dem Roboter kann verbal über Sprache und über ein großes
Touch-Display kommuniziert werden. Die Art der Interaktion mit dem Roboter beeinflusst maß-
geblich die Akzeptanz und das Vertrauen und damit auch das Nutzungsverhalten. Die Online-
Studie des Projektpartners **HUB** (später **TUB**) zeigt, dass die Kommunikation zwischen
Mensch und Roboter entscheidend ist, denn Roboter mit verbaler Kommunikation werden be-
vorzugt. Ein menschenähnliches Aussehen kann zusätzlich zur Sympathie und zur wahrgenommenen Kompetenz von Robotern beitragen. Digitale Roboter-Varianten in einer virtuellen
Umgebung, wie vom Projektpartner **HTWB** entworfen und umgesetzt, verkürzen die Entwick-
lungszeit von Robotern: Äußere Gestaltung, Funktionen und Interaktionen des Roboters kön-
nen vor der eigentlichen Entwicklung eines Roboters mit Zielgruppen untersucht werden. In
der VR-Studie wurde so ermittelt, dass die Geschwindigkeit des Roboters 1 km/h und der
Interaktionsabstand 1,20 m - 2,10 m (entspricht dem sozialen Abstand) sein sollte, damit Pfl-
gepersonal die Interaktion als angenehm empfinden. Eine transparente Kommunikation bei
Fehlern des Roboters ist ebenfalls vorteilhaft, um Vertrauen in den Roboter zu haben. Beste-
hende Hindernisse und Herausforderungen des Einsatzes von Robotern in der Pflege wurden
durch die Projektpartner **CFGG** und **TUB** herausgearbeitet. In einer Pflegeeinrichtung gibt es
unterschiedliche Nutzergruppen mit heterogenen Bedürfnissen und Rollen. Daraus resultieren
hohe Anforderungen an die Sprach- und Intentionserkennung des Roboters in der Interaktion.
Der durchgeführte Ethik-Workshop unterstreicht, dass Roboter die Pflege nicht ersetzen aber
Pfleger unterstützen können, jedoch ist die Interaktion mit Robotern nicht für alle gleicher-
maßen zumutbar oder sogar möglich, denn nicht alle Bewohner:innen erfüllen die Vorausset-
zungen dafür.

2 Kurzdarstellung (Teil II)

2.1 Aufgabenstellung

Ziel des Projektes RoMi (16SV8436) war die Weiterentwicklung des pi4-Serviceroboters work-erbot 9TM für Routineaufgaben in der Pflege. Unter Einbeziehung von Pflege- und Betreuungskräften wurden Arbeitsprozesse im Pflegealltag ermittelt, die auf den Serviceroboter übertragen werden können. Zentrale Forschungsschwerpunkte bildeten in diesem Zusammenhang Anforderungen an eine zielgruppen- und aufgabengerechte Gestaltung, vertrauensbildende Gestaltungs- und Interaktionsmerkmale in der Mensch-Roboter-Kollaboration sowie die Auswirkungen des Robotereinsatzes auf die Pflegepraxis. Die Ergebnisse wurden hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit bewertet. Erfüllbare Anforderungen wurden funktional und gestalterisch im pi4-Serviceroboter umgesetzt und unter Laborbedingungen mit der Zielgruppe erprobt und evaluiert.

Die Forschungsgruppe Geriatrie (CFGG) war im RoMi-Projekt für die nutzerzentrierte Begleitforschung verantwortlich. In diesem Zusammenhang bildete sie für alle Verbundpartner des Projektes die Schnittstelle zu den adressierten Nutzergruppen aus dem Bereich der Pflege und stellte deren konsequente Einbindung in den Forschungs- und Entwicklungsprozess sicher. In Ausübung dieser Funktion führte und begleitete die CFGG zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Projekt nutzerzentrierte Studien mit den Zielgruppen durch oder bezog diese in weiteren wissenschaftlichen Beteiligungsformaten ein (AP1 – AP4). Kernaufgaben bestanden somit in der Konzeptionierung, ethischen Begutachtung, Rekrutierung, Durchführung, Auswertung und Kommunikation wissenschaftlicher Forschungsvorhaben. Damit verbunden unterstützte die CFGG das Konsortium bei der Priorisierung der technischen Entwicklungsanforderungen, konzeptionellen Erfassung und gestalterischen Umsetzung.

Zusammen mit den weiteren wissenschaftlichen Verbundpartnern war die CFGG für die wissenschaftliche Verwertung der Projektergebnisse zuständig (Publikationen in einschlägigen nationalen und internationalen Fachzeitschriften, Vorträgen auf Kongressen und in der Lehre).

2.2 Voraussetzungen

Zur Durchführung der wissenschaftlichen Arbeit und aller klinischen Studien standen der Charité jederzeit genug finanzielle und personelle Ressourcen zur Verfügung. Während des Projekts wurden verschiedene Untersuchungen wie Telefoninterviews, Expertenbefragungen, entwicklungsbegleitende Prüfungen sowie die Endevaluation durchgeführt. Im zweiten Stock des Forschungshauses 7 auf dem Gelände des Evangelischen Geriatriezentrums Berlin (EGZB) konnten Wissenschaftler:innen mit Unterstützung studentischer Hilfskräfte ungestört arbeiten. Die geplante Endevaluation wurde im Usability-Labor der CFGG durchgeführt, sodass die notwendigen Untersuchungen mit der erforderlichen Tiefe und Präzision vorgenommen werden konnten. Hierfür wurden alle notwendigen Hard- und Softwarekomponenten durch die Projektpartner bereitgestellt.

Darüber hinaus muss für die Arbeiten der CFGG im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojekts RoMi festgehalten werden, dass es durch die Covid-19-Pandemie zu erheblichen Verzögerungen im Projektverlauf und damit einhergehenden personellen, zeitlichen und finanziellen Mehraufwänden kam. Für die Arbeiten der CFGG zählen hierzu zum einen die Zugangsbeschränkungen zu den Zielgruppen. Weiterhin betrifft dies institutionelle Beschränkungen, in deren Zusammenhang zeitweilig keine Präsenzforschung an der Charité und durch die Charité mit Probanden erlaubt war. Darüber hinaus betrifft dies institutionelle Reisebeschränkungen sowie die Anordnung zum Homeoffice, in deren Zusammenhang auch der Austausch zwischen den Projektpartnern eingeschränkt und aufwändig war. Schließlich umfasst dies auch die berufsethische und berufsrechtliche Beratung von Forschungsvorhaben an der Charité, in deren Zusammenhang Studienvorhaben mit Bezug zur Covid-19-Pandemie vorrangig behandelt wurden. Die zeitlichen Verzögerungen im Projektverlauf beliefen sich auf etwa 6 Monate. Aufgrund dieser Verzögerungen in den Projektarbeiten ergab sich für die CFGG die Notwendigkeit einer kostendeckenden Projektverlängerung. Die erforderlichen Personalmittel für den Verlängerungszeitraum wurden einerseits durch Umwidmung bereits bewilligter Restmittel finanziert als auch durch Mittelaufstockung in Höhe von 24.381,12€.

2.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Vorhaben wurde mit den beteiligten Partnern geplant und in enger Zusammenarbeit, unter Berücksichtigung der jeweiligen Partnerkompetenzen, in den einzelnen Arbeitspaketen aufeinander abgestimmt durchgeführt. Weiter wurde kontinuierlich ein Arbeitsplan auf interner Ebene bis zum nächsten anstehenden Meilenstein erstellt. Für Koordinations- und Organisationsfragen zum Projekt gab es einen festen Ansprechpartner in der CFGG. Alle Aktivitäten wurden in der Projektlaufzeit durchgeführt.

Für die anfallenden Projektberichte zu den einzelnen Arbeitsschritten, wurden im Vorfeld interne Abgabefristen zur Durchsicht der beteiligten Partner (ein bis zwei Wochen vor gesetzter Deadline) beschlossen. Alle Berichte, die die CFGG zu erstellen hatte, wurden fristgerecht fertiggestellt.

An den regelmäßigen Statustreffen des Gesamtprojekts nahm mindestens ein:e Vertreter:in der CFGG teil und stellte die erzielten Ergebnisse vor. Zu den Teilarbeitspaketen, die in der Vorhabensbeschreibung erläutert sind, wurden entweder bilaterale Absprachen, Telefonkonferenzen oder Kleingruppentreffen mit den beteiligten Partnern bzw. mit den Lead-Partnern organisiert.

Es wurde eine zweiwöchentliche Videokonferenz abgehalten an der die CFGG regelmäßig teilnahm. Der Austausch von Daten erfolgte maßgeblich über den Cloud-Service des Projektpartners Humboldt Universität zu Berlin (HUB). Zur besseren Kommunikation wurde ein projektinterner Mailverteiler durch die CFGG eingerichtet, sodass alle Partner informiert werden konnten. Die CFGG beteiligte sich ebenso an der inhaltlichen Gestaltung der Projekt-Website: <https://www.romi-projekt.de/>.

2.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand

In der Pflegebranche werden große Potenziale für den Einsatz robotischer Systeme insbesondere in der geriatrischen Pflege verortet (Kachouie et al., 2014). Das hohe Maß an Fürsorge für ältere Menschen, die zahlreichen Service- und Routinetätigkeiten und die körperlich schweren Arbeiten (z. B. Mobilisation, Lagern) bilden dabei prädestinierte Aufgabenfelder robotischer Systeme als Assistenztechnik in Pflegesettings. Darüber hinaus sollen sie zur Ausweitung einer patientenorientierten bzw. individualisierten Pflege und Betreuung beitragen (Kehl, 2018; Klein et al., 2018). Je nach angestrebten Verwendungszweck wird zwischen assistiven oder sozial-assistiven Robotern unterschieden (Maalouf et al., 2018; Persson et al., 2022). Assistive Roboter konzentrieren sich auf die Entlastung des Pflegepersonals von körperlich anstrengenden Tätigkeiten im Rahmen verschiedener Arbeitsaufgaben. Beispiele hierfür sind die Medikamentenauslieferung (Rantanen et al., 2018), Unterstützung bei der Nahrungsaufnahme (Matsukuma et al., 2000; Mossfeldt Nickelsen, 2019), Desinfektion von Oberflächen (Begić, 2018), Unterstützung bei Hebe- und Transportaufgaben (T. L. Chen & Kemp, 2010; Wright, 2018), Unterstützung bei der Körperpflege (Beedholm et al., 2016) oder beim Patientenmonitoring (Beane & Orlikowski, 2015). Sozial-assistive Roboter werden zur Unterstützung des Pflegepersonals bei emotionalen und kognitiven Pflegeaufgaben eingesetzt. Hierzu gehören etwa die Förderung der sozialen Interaktion zwischen den Patienten als auch die Reduzierung von herausfordernden Verhaltensweisen, Stress und Einsamkeitsgefühlen (Abdi et al., 2018; S.-C. Chen et al., 2020). Trotz der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten muss aktuell festgestellt werden, dass sich der Großteil der entwickelten Systeme noch im Entwicklungsstatus befindet (Bedaf et al., 2015). Bisweilen sind vor allem spezialisierte Systeme mit klar abgegrenztem Anwendungsgebiet und verhältnismäßig geringer Komplexität kommerziell verfügbar (Kehl, 2018).

Darüber hinaus wird kritisch gegenüber dem gegenwärtigen Stand der Forschung und Entwicklung festgestellt, dass „die spezifischen Bedarfe, Bedürfnisse und Besonderheiten in den verschiedenen Handlungsfeldern der Pflege“ noch unzureichend im Forschungs- und Entwicklungsstand Berücksichtigung finden (Hülsken-Giesler & Daxberger, 2018). Mit Blick auf die Umsetzung in der Pflege wird angemerkt, dass die Entwicklungen primär technikgetrieben sind (Krings et al., 2012). Die relevanten pflegespezifischen Fragen, wie z.B. Beziehungshandeln und Interaktion oder Sicherung der Autonomiebestrebungen stellen bislang keine stringenten Forschungs- und Entwicklungsfragen dar (Hülsken-Giesler & Daxberger, 2018). Zur Überwindung dieser gegenwärtigen Problemstellung in Forschung und Entwicklung wird im Rahmen innovationspolitischer Forschungsförderung insbesondere der Einsatz partizipatorischer Forschungs- und Entwicklungsansätze gefordert, die eine frühzeitige und konsequente Beteiligung der potentiellen Zielgruppen an den Entscheidungsprozessen zur Gestaltung der Systeme und Einsatzbereiche umfassen sollen (Bischof et al., 2022; Hülsken-Giesler & Daxberger, 2018; Maibaum et al., 2022).

2.5 Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte

Im Rahmen der Projektlaufzeit des Projekts RoMi wurden keine Erfindungen angemeldet oder Schutzrechtsanmeldungen vorgenommen.

2.6 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Charité arbeitete während der gesamten Projektlaufzeit intensiv mit den technischen-, wissenschaftlichen Partnern zusammen. Dies wurde durch die laufenden Telefonkonferenzen und Arbeitstreffen realisiert. Außerdem nahm die CFGG regelmäßig an den Veranstaltungen des Begleitforschungsprojektes teil. Im Zusammenhang der wissenschaftlichen Begleitforschung arbeitete die CFGG mit verschiedenen Gesundheitseinrichtungen zusammen, um Teilnehmer:innen für die nutzerzentrierte Forschung zu gewinnen. Im Rahmen der Wissenschaftskommunikation wurden die Projektergebnisse im Rahmen von Fachbeiträgen, Lehrveranstaltungen und öffentlichen Medien einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

3 Eingehende Darstellung der erzielten Ergebnisse (Teil II)

Die folgenden Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf die Aufgaben und Arbeiten der Forschungsgruppe Geriatrie der Charité (CFGG) innerhalb des Verbundprojekts „RoMi“.

3.1 AP 1 Anforderungs- und Bedarfsanalyse

AP 1 Anforderungs- und Bedarfsanalyse					
Partner	pi4	HU	CFGG	TUB	HTWB
PM	4	4	8	6	6

Die Anforderungs- und Bedarfsanalyse umfasst die Teilarbeitspakete **AP 1.1, 1.3 und 1.4**. Die Studie („Roboter als helfende Hand“) wurde in Zusammenarbeit mit der HU-Berlin geplant, durchgeführt und ausgewertet. Im Mittelpunkt der Studie standen drei zentrale Untersuchungsschwerpunkte: (1) die Identifikation potenzieller Einsatzbereiche für Robotik im Zusammenhang von Routineaufgaben in der stationären Pflege, (2) die Identifikation damit verbundener funktionaler und gestalterischer Anforderungen und (3) Voraussetzungen für die Implementierung im laufenden Betrieb. Zielgruppe der Anforderungsanalyse bildeten Pflegekräfte und Mitarbeitende des Sozialen Dienstes mit und ohne Robotererfahrung. Die Studie umfasste eine quantitative Vorbefragung sowie qualitative, leitfadengestützte Online-Interviews.

Im quantitativen Studienteil wurden die Teilnehmer:innen mittels Online-Fragebogen zu soziodemographischen Daten (Alter, Geschlecht) sowie Berufsbezeichnung und Dauer der Berufstätigkeit befragt. Zusätzlich wurden drei validierte Fragebögen zur Technik- und Roboter-einstellung ausgegeben: Interaktionsbereitschaft mit technischen Innovationen („Affinity to Technology“), generelle Tendenz technischen Systemen zu vertrauen („Propensity to Trust“) und Einstellung gegenüber Robotik im Allgemeinen („Negative Attitude towards Robot Scale“). Im Rahmen des qualitativen Studienteils wurden allgemeine Aufgaben und Tätigkeiten der Befragten in der Einrichtung sowie innerhalb der einzelnen Schichten (Früh-, Spät, Nachtschicht), Aufgaben, die für einen Robotereinsatz in Frage kommen, mögliche Voraussetzungen und Erwartungen an die Gestaltung des Roboters sowie weiterführende Anforderungen von Seiten der Pflegebedürftigen adressiert.

Die Ergebnisse wurden in einem Anforderungskatalog zusammengefasst und bildeten einen wesentlichen Bestandteil in der Erarbeitung des technischen Entwicklungskonzepts. Darüber hinaus wurde ein Ergebnisbericht für die Teilnehmenden erstellt. Im Folgenden werden zentrale Ergebnisse zusammengefasst.

Ergebnisse des quantitativen Studienteils

Insgesamt wurden 16 Personen eingeschlossen. Das durchschnittliche Alter aller Teilnehmer:innen betrug 46,4 Jahre (Min=21 Jahre; Max=70 Jahre). Im Hinblick auf das Geschlecht gaben 12 Personen an weiblich zu sein und vier Personen gaben an männlich zu sein. Die

durchschnittliche Berufserfahrung, inkl. Ausbildungszeit betrug 19,75 Jahre (Min=1; Max=42). Eine Gleichverteilung der Teilnehmer:innen mit und ohne Robotikerfahrung konnte realisiert werden (jeweils n=8). Sieben Personen gaben in diesem Zusammenhang an, Erfahrungen mit sozialinteraktiven Robotern, z.B. mit Pepper von der Firma Softbank, gemacht zu haben. Eine Person gab an, Erfahrungen mit dem Telepräsenzroboter James der Firma RobShare zu besitzen.

Die Ergebnisse des Fragebogens zur Interaktionsbereitschaft mit technischen Systemen zeigten eine insgesamt moderat bis hoch einzuschätzende Bereitschaft bei den Befragten ($M = 4,18$ bei einer Ratingskala von 1 - 6). Diese als positiv einzuschätzende Einstellung spiegelte sich auch im allgemeinen Vertrauen in technische Systeme wider, welches über beide Gruppen hinweg (Robotikerfahrene / Robotikunerfahrene) bei $M = 3,63$ lag. Der NARS (Negative Attitudes towards Robots) erfasste auf einer fünfstufigen Ratingskala negative Einstellungen gegenüber Robotern. Die Ergebnisse zeigten eine eher moderate Haltung, die weder in eine besonders positive noch in eine deutlich negative Richtung tendiert (Gesamtmittelwert $M = 2,57$). Personen, die bereits mit einem Roboter interagiert haben, zeigten im Fragebogen etwas niedrigere Werte, also eine etwas positivere Haltung gegenüber Robotern (Robotikerfahrene = 2,44, Robotikunerfahrene = 2,70). Die Ergebnisse der drei Fragebögen sind, aufgeteilt nach Robotikerfahrung, in Abbildung 1 grafisch zusammengefasst.

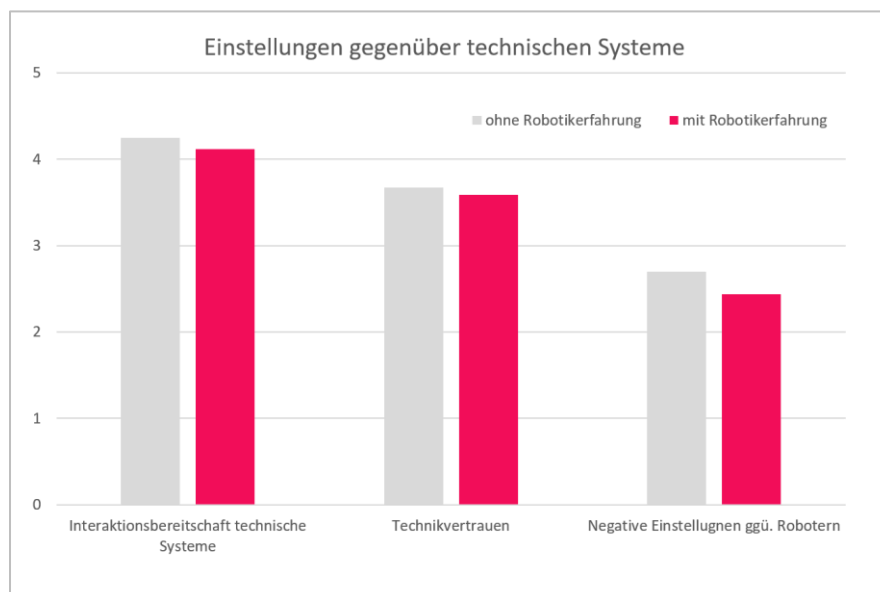


Abbildung 1: Ergebnisse der quantitativen Befragung zu Einstellungen gegenüber technischen Systemen.

Ergebnisse des qualitativen Studienteils

Die Erstellung des Anforderungskatalogs erforderte zahlreiche, aufeinanderfolgende Analyseschritte. Insgesamt wurden innerhalb des Anforderungskatalogs 191 einzelne Anforderungen festgehalten. Diese einzelnen Anforderungen wurden in drei wesentliche Anforderungscluster für die Roboter-Konzeption unterteilt:

1. Tätigkeitsbereiche innerhalb des Pflegeheims
2. Technische Anforderungen
3. Nicht-technische Anforderungen

Tätigkeitsbereiche innerhalb des Pflegeheims

Insgesamt wurden neun potenzielle Anwendungsbereiche mit insgesamt 25 untergeordneten Aufgaben identifiziert. Die neun Anwendungsbereiche umfassten Körperpflege, Dokumentation und Verwaltung, Notfallversorgung, medizinische Versorgung, Ernährung, Patientenüberwachung, Servicetätigkeiten, soziale Betreuung sowie Mobilisierung und Transport. Darüber hinaus zeigten unsere Ergebnisse, dass ein höherer Automatisierungsgrad vor allem für Tätigkeiten in der Logistik, Verwaltung und Navigation bevorzugt wird, die im Arbeitsalltag als körperlich und geistig anstrengend empfunden werden. Eine Einschränkung in der Automatisierung ergab sich jedoch bei Aufgaben, die ein hohes Maß an professioneller Verantwortung für die Patientensicherheit erfordern und die durch zwischenmenschliche körperliche und emotionale Beziehungen gekennzeichnet sind.

Technische Anforderungen

Im Cluster technische Anforderungen wurden all diejenigen Anforderungen zusammengefasst, die die äußerliche und funktionale Gestaltung sowie die Konfiguration von Mensch-Roboter-Interaktions- und Kollaborationsprozessen beschreiben. Neben hohen technischen Anforderungen an die zuverlässige Erkennung, Interpretation und Reaktion auf pflegerrelevante Ereignisse spielen pflegerische Handlungsnormen und ethische Grundwerte eine entscheidende Rolle. Als Implikationen für den Einsatz von Robotern ließen sich hieraus ableiten: 1) technische Fähigkeiten und der Grad an technischer Autonomie müssen sich verstärkt an den spezifischen Problemen und Zielen des Pflegeprozesses orientieren; 2) die Mensch-Roboter-Kollaboration muss die Verantwortung und das Situationsbewusstsein der Pflegenden für den gesamten Pflegeprozess fördern. Herausforderungen im Zusammenhang der Gestaltung der Mensch-Roboter Interaktion und Kollaboration bestanden insbesondere darin, dass unterschiedliche Nutzergruppen mit heterogenen Bedürfnissen und Rollen an pflegerischen Interventionen beteiligt sind. Grundsätzlich wird die Sprachsteuerung für alle Nutzergruppen als die intuitivste Form der Bedienung wahrgenommen. Deutliche Unterschiede bestehen jedoch im Hinblick auf die Art des Nutzerfeedbacks und der Zugriffsrechte auf bestimmte Roboter-

Funktionen. Weitere Anforderungen betreffen die interaktiven Fähigkeiten und das Erscheinungsbild des Roboters, die beide eine entscheidende Rolle für das Erwartungsmanagement der Nutzergruppen spielen.

Nicht-technische Anforderungen

In diesem Cluster wurden alle Aussagen zusammengefasst, die organisatorische, rechtliche oder ethische Anforderungen bei der Implementierung und dem Betrieb eines robotischen Systems im stationären Pflegesetting betreffen. Relevante Dimensionen bildeten dabei eine partizipative Technikentwicklung, in deren Zusammenhang das pflegerische Personal aktiv in die Gestaltung von Inhalten und Funktionen einbezogen wird. Eine weitere Dimension bildet die Notwendigkeit für ein Einführungskonzept in welchem sowohl das Einsatzprofil mit der Einrichtung abgestimmt wird als auch potentielle Akzeptanzbarrieren bei den Nutzergruppen frühzeitig ermittelt und durch geeignete Maßnahmen adressiert werden. Eine dritte Dimension besteht in der Notwendigkeit für ein Supportkonzept seitens der Hersteller, um eine kontinuierliche Adaption und Weiterentwicklung des Roboters an sich verändernde Nutzungsvoraussetzung zu ermöglichen. Eine letzte Dimension betrifft schließlich den Datenschutz, der für die Nutzung des Roboters eine informierte Einwilligung mit Widerrufsrecht voraussetzen soll.

Federführend vom Projektpartner TUB wurde im **AP 1.2** ein Ethik-Workshop zum Thema *ethische Chancen und Risiken des Einsatzes von Robotern in der Pflege* durchgeführt. Dieser wurde in Online-Fokusgruppeninterviews umgesetzt. Aufgrund der breiten Vernetzung der CFGG mit verschiedenen Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen sowie den bereits bestehenden Vorerfahrungen und Kompetenzen mit den verwendeten digitalen Tools (u.a. aus deren Einsatz im Rahmen der Online-Interviews (AP 1.1)) unterstützte CFGG die TU-Berlin bei der Rekrutierung geeigneter Teilnehmer:innen als auch in der Durchführung der Workshops.

Des Weiteren wurde im Berichtszeitraum eine **(nicht-) teilnehmende Beobachtung (AP 1.3)** bei dem Praxispartner Pflegewerk Managementgesellschaft mbH umgesetzt. Zielstellung der (nicht-) teilnehmenden Beobachtung war es zum einen, Routineaufgaben und organisatorische Abläufe der verschiedenen Berufsgruppen in unterschiedlichen Diensten im natürlichen Arbeitsumfeld zu beobachten und zum anderen, die technischen und baulichen Voraussetzungen für eine Integration und den Betrieb des Forschungsdemonstrators zu überprüfen. An der (nicht-) teilnehmenden Beobachtung nahmen Verbundpartner:innen von pi4, der HTWB und der CFGG teil. Neben der Durchführung war die CFGG federführend für die Koordination mit der Pflegeeinrichtung verantwortlich.

Schließlich wurde ein **Design-Thinking-Workshop (AP 1.4)** durch die Projektpartner CFGG, HTWB und TUB durchgeführt. Ziel war es dabei einerseits die Ergebnisse der vorangegangenen nutzerzentrierten Forschungsformate zu verifizieren und andererseits weitere Anforderungen zu identifizieren. Die Design-Thinking-Workshops wurden als Online-Fokusgruppeninterviews umgesetzt. Insgesamt wurden drei Workshops mit einer Dauer von 3 Stunden durchgeführt.

Die Teilnehmer:innenzahl betrug je Termin zwischen 2 und 6 Personen. Inhaltliche Schwerpunkte waren tiefergehende Analysen potentieller Einsatzbereiche sowie Gestaltungsideen für einen Pflegeroboter.

Ergebnisse

Zentrale Ergebnisse der Workshops bestanden in einer differenzierten Übersicht identifizierter Einsatzfelder von Robotik in den Kategorien „erwünscht“, „akzeptabel“ und „unerwünscht“ (Tabelle 1 bis 3) als auch funktionaler sowie gestalterischer Anforderungen zur Gestaltung der Mensch-Roboter-Zusammenarbeit und Kommunikation (Abbildung 2).

Tabelle 1: Auszug aus den erwünschten Unterstützungsbereichen von Robotik inkl. Beschreibung

Tätigkeit	Beschreibung
Begleitung	<ul style="list-style-type: none"> Begleitsdienst für Klienten (Friseur, außerhalb der Einrichtung) Begleitung dementiell veränderter Menschen (Laufbegleitung)
Hygiene	<ul style="list-style-type: none"> Reinigung (Desinfektion der Einrichtung, z.B. Handläufe)
Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> Interaktiv als Gesprächspartner (Bewohner/Patient) Kommunikation mit Dritten (z.B. Ärzte/Angehörige) Interne Kommunikation (z.B. Dolmetscher, Orientierungshilfe, Schwesternruf)
Medikamentenmanagement	<ul style="list-style-type: none"> Tabletten stellen Tablettenwagen Feedback zu Inkompatibilitäten verschiedener Medikamente
Unterstützung von Therapiemaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> Förderung der Selbstwahrnehmung (Wachkoma) Vorbereitung von Therapiemaßnahmen Umsetzung von Angeboten (Singen, Gymnastik, Gedächtnistraining)
Essen & Trinken	<ul style="list-style-type: none"> Vor- und Nachbereitung der Mahlzeitenverteilung Abfrage Essenswunsch Trinkerinnerung/-angebote
Unterstützung bei Hebetätigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> Körperliche Entlastung des Personals bei Hebe-/Mobilisationstätigkeiten Feedback zu gesundheitsförderndem Verhalten
Logistik	<ul style="list-style-type: none"> Aufräumtätigkeiten Wäsche/Material vorbereiten Apotheke (Medikamente abholen) Betten, Essenwagen holen Getränkewagen

Tabelle 2: Übersicht der akzeptablen Unterstützungsbereiche von Robotik inkl. Beschreibung

Tätigkeit	Beschreibung
Grundpflege	<ul style="list-style-type: none"> Unterstützung durch Anreichen von Pflegeutensilien Halten/Stützen des/der Patienten/Patientin beim Waschen
Bewegen	<ul style="list-style-type: none"> Mobilisation Transfer von Bewohner:innen
Administrative Tätigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> Durchführung von Bestellvorgängen
Bewohnerbezogene Tätigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> Zärtlichkeiten vermitteln (Streicheln, Unterhalten, Nähe etc.)

Tabelle 3: Übersicht der unerwünschten Einsatzbereiche von Robotik inkl. Beschreibung

Tätigkeit	Beschreibung
Grundpflege	<ul style="list-style-type: none"> Autonome Durchführung Körperwaschung
Essen & Trinken	<ul style="list-style-type: none"> Autonomes Anreichen von Nahrung und Getränken
Ausscheidung	<ul style="list-style-type: none"> Autonome Unterstützung von Toilettengängen
Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> Tätigkeiten, die der Vermittlung zwischenmenschlicher Nähe und Interaktion dienen



Abbildung 2: Zusammenstellung der funktionalen sowie gestalterischen Anforderungen entsprechend der Darstellungen zur Mensch-Roboter-Zusammenarbeit und Kommunikation

3.2 AP 2 Vertrauensrelevante Gestaltungsaspekte

AP 2 Vertrauensrelevante Gestaltungsaspekte					
Partner	pi4	HU	CFGG	TUB	HTWB
PM	3	15	5	4	12

Im Rahmen des **AP 2.2** unterstützte die CFGG den Partner HUB in der Akquise von Studienteilnehmer:innen für die geplante Online-Studie zur Identifikation präferierter Merkmalskombinationen bei Pflegerobotern. Insgesamt konnten 20 Teilnehmer:innen rekrutiert und eingeschlossen werden. Die CFGG nahm des Weiteren an den Konzeptionstreffen für die Kombinationsvarianten innerhalb der Online-Studie teil und brachte sich mit den Ergebnissen der nutzerzentrierten Bedarfs- und Anforderungsanalyse sowie den Ergebnissen der Design-Thinking Workshops des AP1.4 ein.

In Anbetracht des anhaltend schwierigen Zugangs zur Zielgruppe der Pflegekräfte wurde in enger Zusammenarbeit mit der HUB ein integrierter Forschungsansatz im Rahmen der VR-Studie (**AP 2.7 – 2.9**) erarbeitet. Ziel war es dabei, die im Zusammenhang des 2. Fokusgruppentreffens (AP 3.4) geplanten Erkenntnisse im Rahmen von leitfadengestützten Interviews zu erheben. Als zielführend für die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse wurden hierbei sowohl der Stimulus der Immersion in Situationen mit unterschiedlichen Robotertypen und deren Verhaltensweisen im Pflegealltag als auch die anvisierte Stichprobengröße von 30 Pflegekräften betrachtet. Vor dem Hintergrund bestehender Auflagen und Empfehlungen für die Durchführung von Präsenzforschung im Zusammenhang der Covid-19-Pandemie wurden die Interviews als Einzelinterviews durchgeführt. Im Rahmen der leitfadengestützten Einzelinterviews wurden folgende Themenfelder adressiert:

- Bewertung geplanter Einsatzszenarien des Roboters sowie Identifikation von Anforderungen für einen idealtypischen Ablauf,
- Identifikation erforderlicher Eigenschaften und Funktionen des Roboters innerhalb eines idealen Ablaufs,
- Bestimmung relevanter Entlastungs- und Belastungspotentiale in den Szenarien sowie spezifischer Bewertungsdimensionen aus genuin pflegerischer Fachperspektive,
- Bestimmung von allgemeinen Bewertungsdimensionen für einen intuitiven und zuverlässigen Einsatz von Robotern in der Pflege

Neben der Beteiligung an der Studienkonzeption war die CFGG hauptverantwortlich für die Rekrutierung und Aufklärung von Versuchspersonen sowie für die Durchführung und Auswertung der leitfadengestützten Interviews.

Insgesamt wurden 30 Pflegekräften aus unterschiedlichen Fachbereichen und Pflegesettings in die Studie eingeschlossen (stationären Pflegeeinrichtung (n=12); unterschiedliche Fachabteilungen eines Krankenhauses (n=18)). Hierdurch konnte ein heterogenes Kompetenz- und Meinungsspektrum erfasst werden.

Aufbauend auf den Eindrücken aus der virtuellen Realität wurden im Rahmen der Interviews drei vom Konsortium entwickelte Anwendungsszenarien mit den Teilnehmenden diskutiert. Bei den untersuchten Anwendungsszenarien handelte es sich um die Begleitung von Patienten und Besuchern, Bringdienste am Beispiel der Getränkeverteilung und die Nutzung des Roboters als Rufsystem. Die Teilnehmenden erhielten nacheinander verschiedene Storyboards (Abbildung 3-5), die die grundlegenden Abläufe der Szenarien visualisierten. Auf dieser Grundlage wurden die Teilnehmenden gebeten, Anforderungen an einen idealen Ablauf des jeweiligen Szenarios, Anforderungen an die Funktion und Eigenschaften des Roboters, Herausforderungen im Ablauf sowie Einflussfaktoren für die Akzeptanz, Entlastung und Belastung zu benennen.

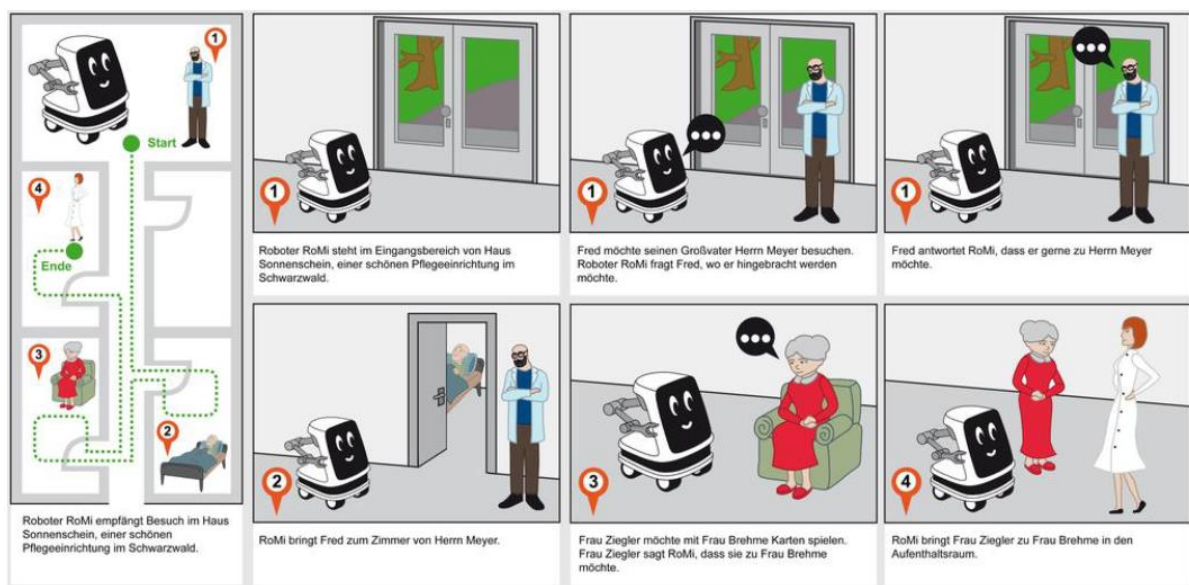


Abbildung 3: Szenario 1 – Begleitung von Besuchern und Patienten

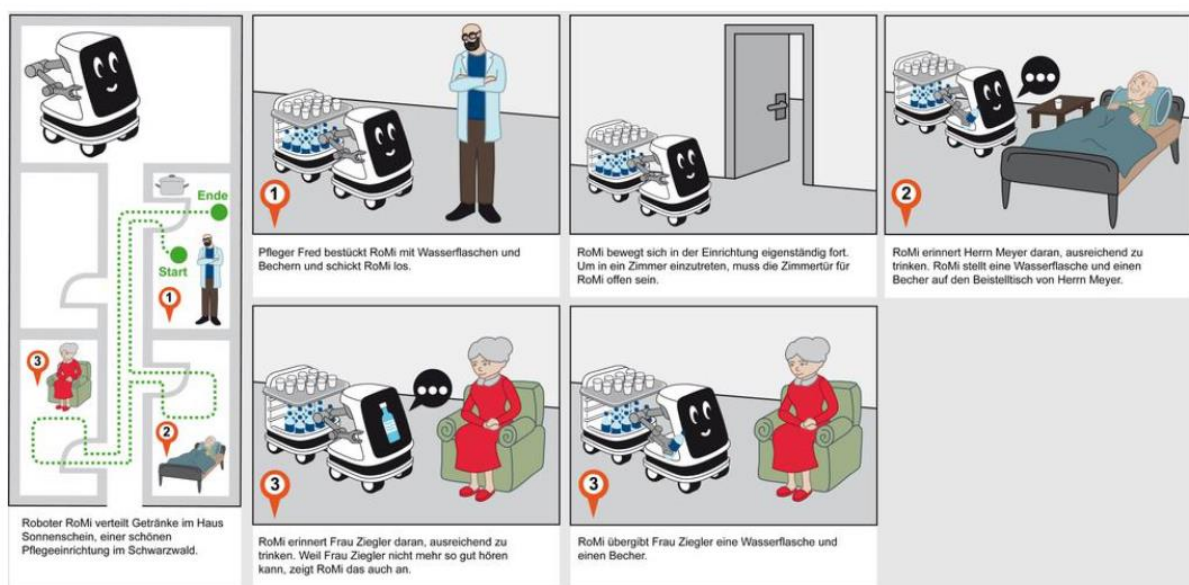


Abbildung 4: Szenario 2 – Bringdienste am Beispiel der Getränkeausgabe



Abbildung 5: Szenario 3 – Rufsystem

Die Interviewdaten wurden auf Grundlage einer zusammenfassenden Inhaltsanalyse nach Mayring (Mayring & Fenzl, 2019) ausgewertet und allen Verbundpartner:innen in Form eines Auswertungsberichts zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse wurden zudem für eine Veröffentlichung im International Journal of Social Robotics eingereicht. Nachfolgend werden die zentralen Ergebnisse zusammengefasst.

Ergebnisse

Für die Weiterentwicklung der vom Projektkonsortium verfolgten Anwendungsszenarien lässt sich zusammenfassend festhalten, dass große Aufmerksamkeit auf die Einbeziehung der Pflegekräfte in den Ablauf gelegt werden muss. Darüber hinaus wurde deutlich, dass hohe technische Anforderungen an den Roboter gestellt werden, um eine Entlastung in den Szenarien darzustellen. Hierzu gehören bspw. eine zuverlässige Navigation, die Erkennung von Notfällen sowie die zuverlässige Ausführung autonomer Teilhandlungen. In diesem Zusammenhang wurde ebenfalls deutlich, dass der Roboter über vielfältige Daten und Informationen für die erfolgreiche Umsetzung verfügen muss. Weitere Anforderungen an den Robotereinsatz bestanden zudem darin, dass Abläufe im Pflegealltag nicht behindert werden dürfen und kein Mehraufwand durch den Einsatz entstehen darf. Mit Blick auf die Mensch-Roboter-Kollaboration und -Interaktion liegt ein weiterer Schwerpunkt in akzeptanz- und vertrauensfördernden Gestaltungsmerkmalen, da es im Einsatz des Roboters zu keiner Verängstigung der verschiedenen Zielgruppen kommen darf. Weiterhin zeigen die Ergebnisse, dass für den Einsatz eines Roboters in den verfolgten Anforderungsszenarien spezifische Voraussetzungen bei den Nutzergruppen zu beachten sind. So wird etwa der Einsatz bei kognitiv veränderten sowie körperlich stark eingeschränkten Personen ausgeschlossen. Darüber hinaus müssen im Rahmen der Anwendungsszenarien verschiedene gesundheitsrelevante Einschränkungen beachtet werden, damit der Einsatz des Roboters keine Risiken für das Wohl der Zupflegenden darstellt.

Schließlich müssen mögliche Nutzungs- und Akzeptanzbarrieren in den Zielgruppen erkannt und durch geeignete Aufklärungsformate reduziert werden.

3.3 AP 3 Anpassung des Robotersystems für die Pflege

AP 3 Anpassung des Robotersystems für die Pflege					
Partner	pi4	HU	CFGG	TUB	HTWB
PM	26	2	4	0	9

AP 3.1: Die CFGG unterstützte den Projektpartner pi4 Robotics bei der Bewertung und Priorisierung der Änderungs- und Entwicklungsanforderungen aus den verschiedenen nutzerzentrierten Forschungs- und Beteiligungsformaten. Neben der Erarbeitung eines methodologischen Vorgehens zur Priorisierung der Nutzeranforderungen mit allen Projektpartnern, war die CFGG für die Durchführung der damit einhergehenden Workshops sowie der Aktualisierung der Dokumentation verantwortlich. Als Ergebnis der Arbeiten der CFGG in diesem AP lag den Verbundpartnern ein priorisierter und kontinuierlich erweiterter Anforderungskatalog für die weiteren Arbeiten und den Entwurf eines Lastenheftes vor.

AP 3.4: Wie bereits oben dargestellt, wurden Aufwände in diesem AP für die Durchführung des integrativen Forschungsansatzes der VR-Studie (AP 2.7 bis 2.9) genutzt, um basierend auf den Ergebnissen der Studie die technische Anpassung des Gesamtkonzepts sowie der geplanten Anwendungsszenarien wie geplant unterstützen zu können.

AP 3.7: Die CFGG unterstützte den Forschungspartner HTW-Berlin bei der Konzeption einer Usability- und User-Experience-Studie sowie bei der damit verbundenen Rekrutierung von Versuchspersonen. Der Forschungsgegenstand der Studie bestand in der Benutzerführung innerhalb eines Klick-Dummys für die im Projekt geplante Web-Anwendung zur Steuerung des Forschungsroboters.

3.4 AP 4 Testeinsatz des angepassten Robotersystems in der Pflege

AP 4 Testeinsatz des angepassten Robotersystems in der Pflege					
Partner	pi4	HU	CFGG	TUB	HTWB
PM	8	12	16,75	3	7

Dieses Arbeitspaket sah die Untersuchung und Evaluation des angepassten Robotersystems im Feld vor. Aufgrund der pandemiebedingten Herausforderungen im Projektverlauf (Lieferschwierigkeiten technischer Bauteile, verzögerte Hardwareentwicklung, erhöhte Aufwände in Softwareentwicklung, Reduzierungen der Anwendungsmöglichkeiten) und eines daraus entstandenen zeitlichen Kaskadeneffekts (verspäte Möglichkeiten für Pre-Test, verspätete Mög-

lichkeiten zur Erstellung des Studienkonzepts und erforderlicher Unterlagen) konnte der entwickelte Forschungsroboter nicht wie ursprünglich geplant in einem Feldtest untersucht werden. Alternativ wurde ein praxisnahes Evaluationskonzept unter Laborbedingungen erarbeitet. Aufgrund der aufwändigen und langfristigen Planungsphase für einen Feldtest wurden im Vorfeld der Entscheidung für eine praxisnahe Laborstudie bereits folgende Arbeiten durch die CFGG durchgeführt:

- Beratung durch das Clinical Trial Office und der Datenschutzstabsstelle der Charité für die Erstellung der Studienunterlagen und -nachweise sowie des Datenschutzkonzepts.
- Fortlaufende Sitzungen mit dem Vertragsmanagement der Charité zur Erstellung eines Studienvertrags zwischen den Verbundpartnern des RoMi-Projekts und der Pflegeeinrichtung.
- Koordination und Abstimmung der Zusammenarbeit zwischen der Pflegeeinrichtung und allen Verbundpartnern.
- Zusammenarbeit mit der Pflegeeinrichtung bei der Koordination und des Einholens erforderlicher Einverständnisse in die Studiendurchführung bei einzubeziehenden Stellen (Heimbeirat, Mitarbeitervertretung, Versicherung der Einrichtung, Gesundheitsamt).
- Erarbeitung und Koordination des Studiendesigns mit wissenschaftlichen Projektpartnern.
- Erarbeitung des Studiendesigns für die Durchführung des Pre-Tests des Forschungs demonstrators zur Freigabe für den Feldtest gemeinsam mit der HU-Berlin.

Im Folgenden wird das Studiendesign und die zentralen Ergebnisse der praxisnahen Laborstudie vorgestellt.

Laborstudie

Im Rahmen eines quantitativen Forschungsansatzes bestand das Ziel der Laborstudie darin, die Funktion und Wirkweise des entwickelten Forschungsroboters in einem nachgestellten Pflegesetting mit Pflege- und Betreuungspersonen zu testen. Die Studie wurde im Forschungslabor der CFGG unter Beteiligung der wissenschaftlichen Projektpartner durchgeführt. Ein zeitlicher Studienüberblick inklusive der durchgeführten Schritte zur Studienvorbereitung und der anschließenden Auswertung findet sich in Abbildung 6.

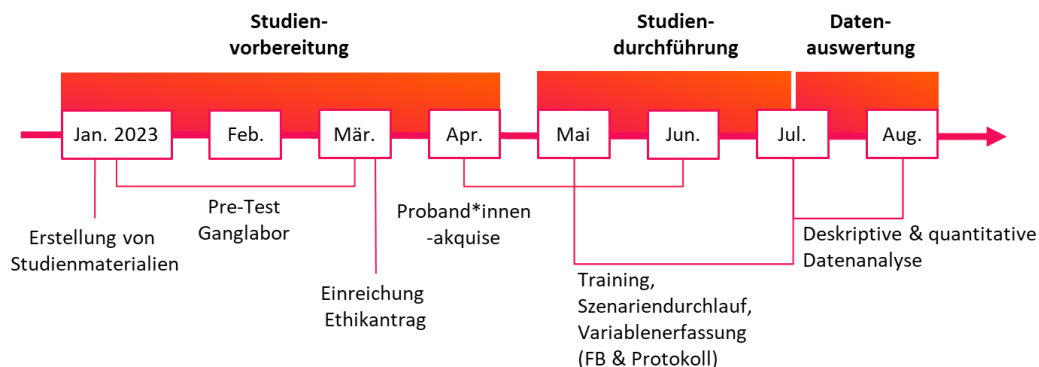


Abbildung 6: Zeitstrahl der Laborstudie

Abbildung 7 zeigt den detaillierten Studienablauf. Nach der Akquise und Überprüfung der Einschlusskriterien durch die CFGG wurde den Teilnehmenden im Vorfeld ihres Studientermins ein Link zu einer Online-Vorbefragung zugeschickt. Die Präsenztermine innerhalb der Studie gliederten sich in drei Teile: Schulung, Interaktionsteil 1 (1. – 3. Interaktion) und Interaktionsteil 2 (4. Interaktion).

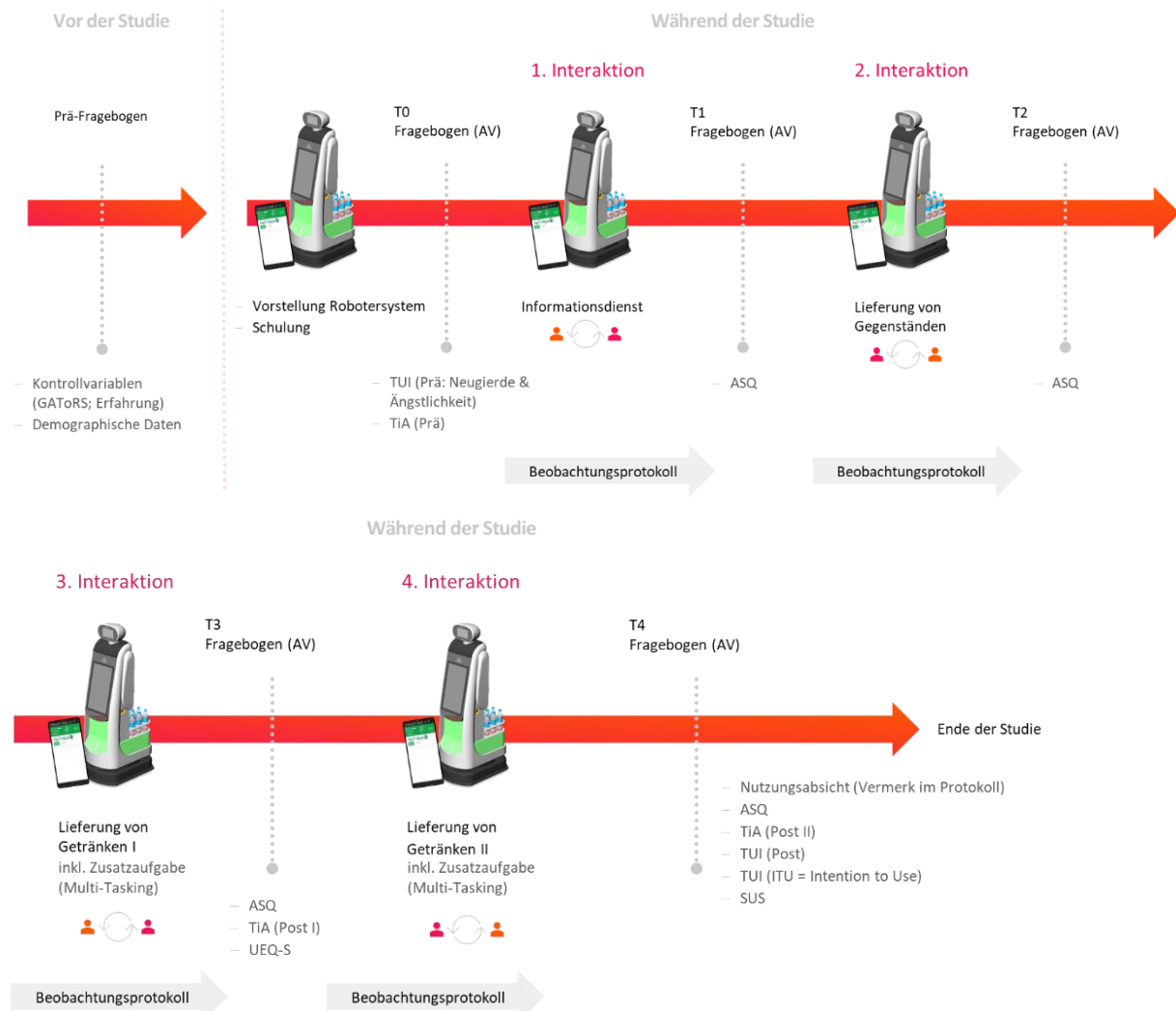


Abbildung 7: Ablauf der Laborstudie

In der Schulung wurde detailliert in die Funktionsweise des Roboters eingewiesen. Zusätzlich wurden sicherheitsrelevante Informationen vermittelt. Im Interaktionsteil 1 durchliefen die Teilnehmenden drei verschiedene Einsatzszenarien mit dem Roboter, bei denen sie sowohl die Rolle einer Pflege-/Betreuungskraft als auch die Rolle einer pflegeempfangenden Person einnahmen. Die zu durchlaufenden Einsatzszenarien ergaben sich aus den vorherigen Projektarbeiten und lauteten Informationsdienst, Lieferung von Gegenständen und Getränkelieferung. Im Interaktionsteil 2 wurde die Getränkelieferung in einem größeren Umfang inklusive eingplanter Misserfolge des Roboters wiederholt. Nach jeder Interaktion wurden die Teilnehmenden gebeten, Fragebögen auszufüllen. Eine Darstellung der verwendeten Erhebungsinstrumente und der erhobenen Variablen zeigt Abbildung 7.

Ergebnisse

Insgesamt konnten 30 Pflege-/Betreuungskräfte während des Studienzeitraums für eine Teilnahme akquiriert werden. In diesem Bericht werden nur die Ergebnisse zu den Variablen Einstellung gegenüber Robotik (GAToRS), Userexperience (UEQ-S), Usability (SUS) und Technikakzeptanz (TUI) dargestellt. Weitere Ergebnisse sind im Bericht der TU Berlin (ehemals HU Berlin) zu finden.

Die Einstellung gegenüber Robotik wurde auf Grundlage der General Attitude Towards Robots Scale (Koverola et al., 2022) im Rahmen der Online-Vorbefragung gemessen. Diese mehrdimensionale Skala erfasst die persönliche positive und negative Einstellung im Zusammenhang mit Robotern (P+/P-) sowie die positive und negative Einstellung auf gesellschaftlicher Ebene (S+/S-). Die Antworten wurden anhand einer 7-stufigen Likert-Skala gegeben. Wie Tabelle 4 zeigt, wurde für die persönliche positive Einstellung (P+) gegenüber Robotern ein Mittelwert von 4,6 berechnet. Dieser Wert deutet auf eine überwiegend positive Einstellung der Befragten gegenüber der Entwicklung von und dem Umgang mit Robotern hin. Im Einklang damit zeigt der Mittelwert (2,2) der Dimension persönliche negative Einstellung (P-), dass die Teilnehmenden wenig Unbehagen oder Ängste in Bezug auf Roboter empfanden, was auf eine geringe negative Einstellung gegenüber entsprechenden Systemen hindeutet. Für die dritte Dimension, positive Einstellung auf gesellschaftlicher Ebene (S+), wurde ein Mittelwert von 5,4 berechnet. Dieser deutet darauf hin, dass die Befragten überwiegend positive Erwartungen bezüglich der gesellschaftlichen Auswirkungen von Robotern haben. Der Mittelwert (4,4) der letzten Dimension, negative Einstellung auf gesellschaftlicher Ebene (S-), lässt in diesem Zusammenhang jedoch den Rückschluss zu, dass obwohl die Befragten positive Erwartungen hegen, gleichzeitig auch moderate Befürchtungen bezüglich der gesellschaftlichen Auswirkungen von Robotern bestehen.

Tabelle 4: Ergebnisse GAToRS

	M	SD	Min	Max
Persönliche Ebene: Positive Einstellung (P+)	4,6	0,9	2,6	6,6
Persönliche Ebene: Negative Einstellung (P-)	2,2	0,8	1,0	4,0
Gesellschaftliche Ebene: Positive Einstellung (S+)	5,4	1,4	0,0	7,0
Gesellschaftliche Ebene: Negative Einstellung (S-)	4,4	1,5	1,4	7,0

Der User Experience Questionnaire (Laugwitz et al., 2008) ist ein Instrument zur Messung verschiedener Kriterien der Nutzererfahrung nach dem Prinzip des semantischen Differenzials. In unserer Studie kam die Kurzfassung UEQ-S zum Einsatz. Die Kurzfassung beschränkt sich auf die übergeordneten Skalen hedonische und pragmatische Qualität. Tabelle 5 zeigt die Mittelwerte der beiden Skalen sowie den Gesamtwert der Nutzererfahrung im Rahmen der Laborstudie. Da Werte zwischen -0,8 und 0,8 für eine neutrale Bewertung, Werte > 0,8 für eine positive Bewertung und Werte < -0,8 für eine negative Bewertung stehen, ist von besonders

positiven Wahrnehmungen und Erlebnissen der Teilnehmenden während der Interaktion mit dem Forschungsroboter auszugehen – insbesondere, da in realen Anwendungen in der Regel nur selten Werte über +2 oder unter -2 beobachtet werden (Schrepp, 2023).

Tabelle 5: Ergebnisse UEQ-S

	M
Pragmatische Qualität	1,8
Hedonische Qualität	1,9
Overall	1,8

Die System Usability Scale (SUS) (Brooke, 1996) ist ein Instrument zur Messung der Benutzerfreundlichkeit und umfasst 10 Items, die auf einer 5-Punkte-Likert-Skala beantwortet werden. Die Bewertung der Teilnehmenden zeigt sich abschließend in einer Zahl zwischen 0 und 100, wobei eine Punktzahl von 68 als Richtwert für eine mindestens gute Usability gilt. Unsere Auswertung der SUS ergab einen Mittelwert von 84,3 (siehe Tabelle 6). Entsprechend Abbildung 8 liegt die allgemeine Benutzerfreundlichkeit unseres Forschungsroboters somit im Bereich „exzellent“.

Tabelle 6: Ergebnisse SUS

	M	SD	Min	Max
SUS Score	84,3	12,7	45	100

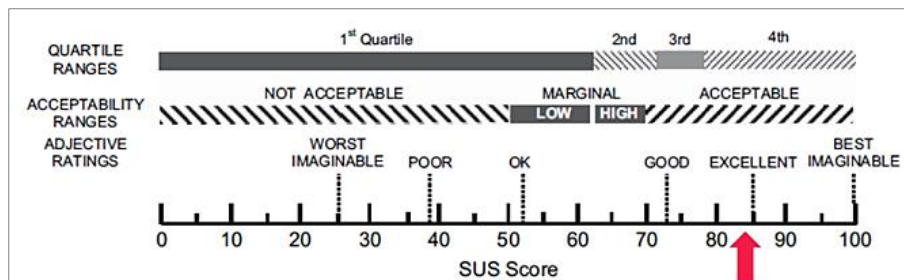


Abbildung 8: Ranges und Ratings SUS (Bangor et al., 2008)

Das Technology Usage Inventory (TUI) (Kothgassner et al., 2013) ist ein Assessment im Bereich der Technikakzeptanzforschung. Das TUI dient zur Erfassung von technologiespezifischen und psychologischen Faktoren, die zur tatsächlichen Verwendung einer Technologie beitragen. Das Verfahren enthält acht Skalen: Neugierde, Ängstlichkeit, Interesse, Benutzerfreundlichkeit, Immersion (nicht verwendet), Nützlichkeit, Skepsis und Zugänglichkeit. Zusätzlich enthält das Instrument die Skala Intention to Use (ITU). Die Ergebnisse der Summenskalenwerte zeigen eine insgesamt positive Einschätzung der Teilnehmenden gegenüber dem Forschungsroboter (siehe Abbildung 9). Nach der Schulung und vor der ersten Interaktion mit dem System wurde die Neugierde auf den Forschungsroboter und die allgemeine Technologieängstlichkeit erhoben (Prä-Teil). Der hohe Wert in der Dimension der Neugierde deutet auf

Offenheit und Wissbegierde in Bezug auf das entwickelte System hin. Der niedrige Wert in der Dimension Technologieängstlichkeit zeigt, dass die Teilnehmenden generell wenig Angst und Überforderung im Zusammenhang mit technischen Geräten empfinden. Nach dem Durchlaufen der Anwendungsszenarien wurde der Post-Teil des TUI erhoben. Das allgemeine Technikinteresse liegt auf moderatem Niveau. Folglich ist von einem durchschnittlichen technischen Wissen und Interesse an neuen Technologien auf Seiten der Befragten auszugehen. In Bezug auf die Benutzerfreundlichkeit des Forschungsroboters zeigte sich erneut ein hoher Wert, nahe dem maximalen Summenwert, der darauf hinweist, dass die Teilnehmenden die Technologie als sehr benutzerfreundlich einschätzen. Die Nützlichkeit des Systems wird ebenfalls als hoch beurteilt, obwohl der gemessene Wert nicht die maximalen Bereiche der Skala erreicht. Dies kann als Steigerungspotenzial interpretiert werden. Die Skepsis in Bezug auf den Forschungsroboter war insgesamt gering. Daraus kann geschlossen werden, dass die Befragten die Technologie grundsätzlich nicht als riskant, gefährlich oder für sie nachteilig einschätzen. In Bezug auf die Zugänglichkeit ist ein moderater Summenskalenwert zu verzeichnen. Dies zeigt, dass die Befragten das robotische System nur bedingt als finanziell leistbar und zu beschaffen erachten.

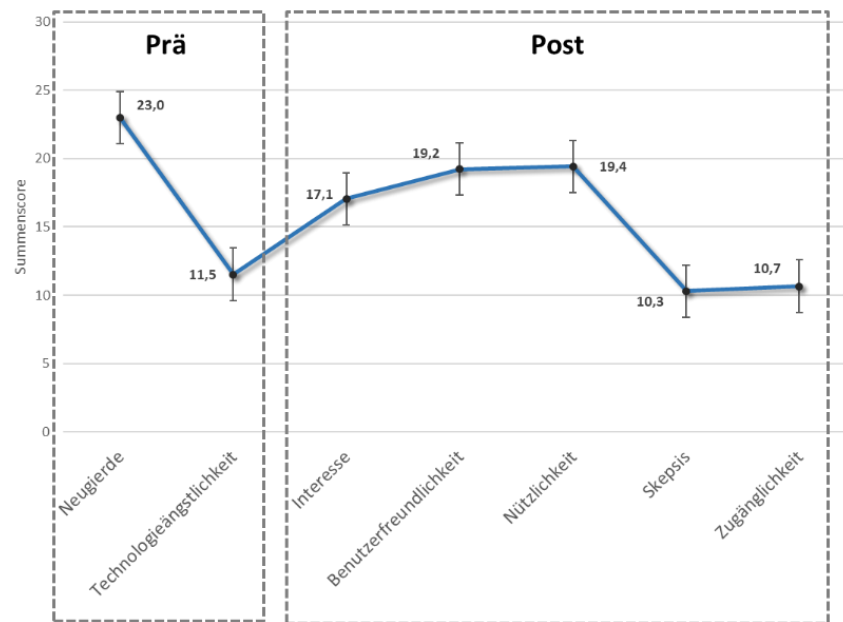


Abbildung 9: Ergebnisse TUI

Die letzte Post-Skala Itention to Use erfasst die Verhaltensabsicht, das vorgestellte System tatsächlich verwenden zu wollen. Der maximal zu erreichende Summenskalenwert liegt bei 300, das Minimum bei 0. Tabelle 7 zeigt den für unser System errechneten Mittelwert von 199,6. Hieraus lässt sich eine insgesamt positive Nutzungsabsicht der Studienteilnehmer:innen ableiten.

Tabelle 7: Ergebnisse TUI - Nutzungsabsicht

	M	SD	Min	Max
Nutzungsabsicht	199,6	78,4	0	300

3.5 AP 5 Projektmanagement, ELSI, Zusammenarbeit mit dem Begleitprojekt

AP 5 Projektmanagement, ELSI, Zusammenarbeit mit Begleitprojekt					
Partner	pi4	HU	CFGG	TUB	HTWB
PM	5	3	3	19,5	2

Im Rahmen des Projektmanagements wurden folgende Arbeiten durch die CFGG vorgenommen: Teilnahme an 2-wöchentlichen Videokonferenzen (VK), Content-Pflege der Webseite, Teilnahme an allen Statustreffen inklusive Präsentation der verschiedenen Studienergebnisse sowie Teilnahme am Vernetzungstreffen.

Mit Blick auf den Wissenstransfer im Zusammenhang der Wissenschaftskommunikation wurden die Ergebnisse der nutzerzentrierten Begleitforschung sowohl der Fachöffentlichkeit als auch der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Beispielhaft seien hier die Clusterkonferenz *Zukunft der Pflege*, die Lange Nacht der Wissenschaft oder die Vorstellung im Rahmen von Ausbildung und Lehre benannt. Darüber hinaus nahm die CFGG regelmäßig an den Veranstaltungen des Begleitforschungsprojektes (insbesondere der Methodenwerkstatt und zur verbundübergreifenden Erhebung) teil.

ELSI Aspekte wurden seitens der CFGG innerhalb der Forschungsarbeiten sowohl inhaltlich als Analysedimension als auch forschungsethisch durch Prüfung der Studien durch die Ethikkommission adressiert. Darüber hinaus beteiligte sich die CFGG an der Konzeption und Durchführung der Ethikworkshops des Projektpartners TU-Berlin.

3.6 Voraussichtlicher Nutzen, Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen

Die Ergebnisse fließen in zukünftige Forschungs- und Entwicklungsprojekte der Forschungsgruppe Geriatrie ein. Zudem wurden besonders relevante Aspekte auf wissenschaftlichen Konferenzen vorgestellt sowie in wissenschaftlichen Fachjournalen veröffentlicht. Die weiterführenden Auswertungen insbesondere der Endevaluation sollen Möglichkeiten für weitere Veröffentlichungen und Präsentationen bieten. Diese Veröffentlichungen sind für 2024 angestrebt. Schließlich wurden verschiedene Anstrengungen unternommen, um das Thema Robotik in der Pflege dem wissenschaftlichen und beruflichen Nachwuchs (Lehrveranstaltungen und weiteren Hochschulveranstaltungen) nahezubringen.

3.7 Fortschritt auf dem Gebiet

Über den gesamten Projektverlauf wurde eine konsequente Einbeziehung der Nutzergruppe der Pflege- und Betreuungskräfte sichergestellt. Trotz der massiven Auswirkungen der Covid-19-Pandemie auf den Forschungs- und Entwicklungsprozess konnte auf diese Weise eine zielgruppengerechte Gestaltung des Robotersystems innerhalb der adressierten Einsatzszenarien realisiert werden. In diesem Zusammenhang konnten dem gegenwärtigen Stand der Forschung wesentliche Erkenntnisse im Hinblick auf

- die erforderlichen funktionalen und gestalterischen Eigenschaften eines Service-Roboters für den Einsatz in der stationären Pflege,
 - die Gestaltung der Mensch-Roboter-Kollaboration und -Interaktion in konkreten Anwendungsfeldern,
 - die feld- bzw. zielgruppenspezifischen Bewertungskriterien eines Robotereinsatzes und
 - die Anforderungen und Limitationen für die Integration in bestehende Prozesse und Organisationsabläufe
- hinzugefügt werden.

3.8 Erfolgte und geplante Veröffentlichungen

Die im Projekt RoMi erlangten Erkenntnisse waren Bestandteil verschiedener wissenschaftlicher Veröffentlichungen:

Klebbe, R.; Friese, C. Exploring Professional Care Values for Human-Robot Collaboration: A Qualitative Study with Caregivers from Inpatient Care Settings. International Journal of Social Robotics 2024 (in review).

Klebbe, R.; Klüber, K.; Dahms, R.; Onnasch, L. Caregivers' Perspectives on Human–Robot Collaboration in Inpatient Elderly Care Settings. Machines 2023, 11, 34. <https://doi.org/10.3390/machines11010034>

Klebbe R, Dahms R, Onnasch L, Klueber K, Vietze J, Lotz C, Ammon S, Remmers P, Krinke M, Rothe D Roboterunterstützung bei Routineaufgaben zur Stärkung des Miteinanders in Pflegeeinrichtungen (RoMi). 3. Clusterkonferenz „Zukunft der Pflege“. Konferenzband. 2020.

Darüber hinaus ist geplant, die Ergebnisse der Endevaluation zur Untersuchung der Usability, Akzeptanz und Nutzungsabsicht des entwickelten Forschungsdemonstrators in der Zielgruppe von Fachkräften im Gesundheitswesen sowohl in internationalen wissenschaftlichen Fachzeitschriften als auch auf internationalen wissenschaftlichen Kongressen zu veröffentlichen. Die Veröffentlichungen sind für 2024 angestrebt.

Zusätzlich wurde das Projekt und dessen Ergebnisse der Fachöffentlichkeit vorgestellt:

Kongressname	Ort	Jahr
3. Clusterkonferenz Zukunft der Pflege	virtuell	2020

Des Weiteren wurde das Thema Robotik in der Pflege am Beispiel des RoMi Projektes einer breiten Öffentlichkeit präsentiert und mit den Teilnehmenden diskutiert:

Veranstaltungsname	Ort	Jahr
Lange Nacht der Wissenschaften	TU Berlin	2022
Deutschland Funk – Interview mit Herrn von Aster (noch nicht veröffentlicht)	Charité	2023
WIR Magazin (Fürst Donnersmarck Stiftung) – Interview https://www.fdst.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/Wir-Magazin/Wir-2024-01-allesdigital.pdf	Charité	2023

Schließlich wurde das Thema Robotik in der Pflege am Beispiel des RoMi Projektes wiederholt im Rahmen der Lehre einbezogen:

Veranstaltungsname	Ort	Jahr
TU-Seminar im Bereich Human Factors	Virtuell	2021
Im Rahmen einer Kooperation mit der Züricher Fachhochschule für Angewandte Wissenschaften wurde das RoMi-Projekt und die VR-Studie Student:innen des Masterstudiengangs MSc. Business Administration Major Health Economics and Healthcare Management vorgestellt und Implikationen des Einsatzes von Robotern im Gesundheitswesen diskutiert.	Charité	2022
Einer Auszubildenden-Gruppe der Vitanas GmbH & Co. KGaA wurde das RoMi-Projekt und die Endevaluation vorgestellt und Implikationen des Einsatzes von Robotern im Gesundheitswesen diskutiert.	Charité	2023
Einer Auszubildenden-Gruppe des Campus Berufsbildung wurde das RoMi-Projekt und die Endevaluation vorgestellt und Implikationen des Einsatzes von Robotern im Gesundheitswesen diskutiert.	Charité	2023

4 Literaturverzeichnis

- Abdi, J., Al-Hindawi, A., Ng, T., & Vizcaychipi, M. P. (2018). Scoping review on the use of socially assistive robot technology in elderly care. *BMJ Open*, 8(2), e018815. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018815>
- Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 5774–594.
- Beane, M., & Orlikowski, W. J. (2015). What Difference Does a Robot Make? The Material Enactment of Distributed Coordination. *Organization Science*, 26(6), 1553–1573. <https://doi.org/10.1287/orsc.2015.1004>
- Bedaf, S., Gelderblom, G. J., & de Witte, L. (2015). Overview and Categorization of Robots Supporting Independent Living of Elderly People: What Activities Do They Support and How Far Have They Developed. *Assistive Technology*, 27(2), 88–100. <https://doi.org/10.1080/10400435.2014.978916>
- Beedholm, K., Frederiksen, K., & Lomborg, K. (2016). What Was (Also) at Stake When a Robot Bathtub Was Implemented in a Danish Elder Center: A Constructivist Secondary Qualitative Analysis. *Qualitative Health Research*, 26(10), 1424–1433. <https://doi.org/10.1177/1049732315586550>
- Begić, A. (2018). Application of Service Robots for Disinfection in Medical Institutions. In M. Hadžikadić & S. Avdaković (Hrsg.), *Advanced Technologies, Systems, and Applications II* (Bd. 28, S. 1056–1065). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71321-2_89
- Bischof, A., Hornecker, E., Graf, P., & Franzkowiak, L. (2022). Integrierte Roboterentwicklung für die Pflege: Konzeptionelle und praktische Herausforderungen am Beispiel ReThi-Care. *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 31(1), 48–54. <https://doi.org/10.14512/tatup.31.1.48>
- Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. In P. W. Jordan, B. A. Weerdmeester, & I. L. McClelland (Hrsg.), *Usability Evaluation in Industry* (S. 189–194). Taylor & Francis. https://www.researchgate.net/publication/319394819_SUS_-_a_quick_and_dirty_usability_scale/link/5ee5c59e458515814a5e6bb8/download
- Chen, S.-C., Jones, C., & Moyle, W. (2020). Health Professional and Workers Attitudes Towards the Use of Social Robots for Older Adults in Long-Term Care. *International Journal of Social Robotics*, 12(5), 1135–1147. <https://doi.org/10.1007/s12369-019-00613-z>

- Chen, T. L., & Kemp, C. C. (2010). Lead me by the hand: Evaluation of a direct physical interface for nursing assistant robots. *Proceeding of the 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction - HRI '10*, 367. <https://doi.org/10.1145/1734454.1734579>
- Hülksen-Giesler, M., & Daxberger, S. (2018). Robotik in der Pflege aus pflegewissenschaftlicher Perspektive. In O. Bendel (Hrsg.), *Pflegeroboter* (S. 125–139). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-22698-5_7
- Kachouie, R., Sedighadeli, S., Khosla, R., & Chu, M.-T. (2014). Socially Assistive Robots in Elderly Care: A Mixed-Method Systematic Literature Review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 30(5), 369–393. <https://doi.org/10.1080/10447318.2013.873278>
- Kehl, C. (2018). *Robotik und assistive Neurotechnologien in der Pflege—Gesellschaftliche Herausforderungen* (177; TAB-Arbeitsbericht, S. 240). Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). <http://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Arbeitsbericht-ab177.pdf>
- Klein, B., Graf, B., Schlömer, I. F., Roßberg, H., Röhricht, K., & Baumgarten, S. (2018). *Robotik in der Gesundheitswirtschaft: Einsatzfelder und Potenziale*. medhochzwei.
- Kothgassner, Felnhöfer, Hauk, Kastenhofer, Gomm, & Kryspin-Exner. (2013). *TUI - Technology Usage Inventory—Manual*. https://www.ffg.at/sites/default/files/allgemeine_downloads/thematische%20programme/programmdokumente/tui_manual.pdf
- Koverola, M., Kunnari, A., Sundvall, J., & Laakasuo, M. (2022). General Attitudes Towards Robots Scale (GAToRS): A New Instrument for Social Surveys. *International Journal of Social Robotics*, 14(7), 1559–1581. <https://doi.org/10.1007/s12369-022-00880-3>
- Krings, B.-J., Böhle, K., Decker, M., Nierling, L., & Schneider, C. (2012). *ITA-Monitoring “Serviceroboter in Pflegearrangements”—Kurzstudie*. <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000102727>
- Laugwitz, B., Held, T., & Schrepp, M. (2008). Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire. In A. Holzinger (Hrsg.), *HCI and Usability for Education and Work* (S. 63–76). Springer Berlin Heidelberg. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-89350-9_6
- Maalouf, N., Sidaoui, A., Elhajj, I. H., & Asmar, D. (2018). Robotics in Nursing: A Scoping Review. *Journal of Nursing Scholarship*, 50(6), 590–600. <https://doi.org/10.1111/jnu.12424>
- Maibaum, A., Bischof, A., Hergesell, J., & Lipp, B. (2022). A critique of robotics in health care. *AI & SOCIETY*, 37(2), 467–477. <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01206-z>

- Matsukuma, K., Yamazaki, M., Kanda, S., & Maruyama, T. (2000). An autonomous mobile robot for carrying food trays to the aged and disabled. *Advanced Robotics*, 14(5), 385–388. <https://doi.org/10.1163/156855300741681>
- Mayring, P., & Fenzl, T. (2019). Qualitative Inhaltsanalyse. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 633–648). Springer Fachmedien. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21308-4_42
- Mossfeldt Nickelsen, N. C. (2019). Imagining and tinkering with assistive robotics in care for the disabled. *Paladyn, Journal of Behavioral Robotics*, 10(1), 128–139. <https://doi.org/10.1515/pjbr-2019-0009>
- Persson, M., Redmalm, D., & Iversen, C. (2022). Caregivers' use of robots and their effect on work environment – a scoping review. *Journal of Technology in Human Services*, 40(3), 251–277. <https://doi.org/10.1080/15228835.2021.2000554>
- Rantanen, T., Lehto, P., Vuorinen, P., & Coco, K. (2018). The adoption of care robots in home care-A survey on the attitudes of Finnish home care personnel. *Journal of Clinical Nursing*, 27(9–10), 1846–1859. <https://doi.org/10.1111/jocn.14355>
- Schrepp, M. (2023). *User Experience Questionnaire Handbook*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2815.0245>
- Wright, J. (2018). Tactile care, mechanical Hugs: Japanese caregivers and robotic lifting devices. *Asian Anthropology*, 17(1), 24–39. <https://doi.org/10.1080/1683478X.2017.1406576>