

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



SERVICEROBOTIK BEI PERSONEN- BEZOGENEN DIENSTLEISTUNGEN

Abschlussbroschüre



Ergebnisse im Rahmen der vordringlichen Fördermaßnahme »Servicerobotik zur Unterstützung bei personenbezogenen Dienstleistungen« (SeRoDi, www.serodi.de) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung BMBF, betreut vom Projektträger Karlsruhe (PTKA), Förderkennzeichen: 02K14Z000 bis 02K14Z004.

Bei der Verfassung der vorliegenden Publikation haben folgende Personen mitgewirkt:

Christian Schiller, Dr. Birgit Graf, Johannes Fischbach, Simon Baumgarten, Dominic Bläsing, Stefan Strunck, Ricarda Fredl-Maurer, Gerd Filitz

Stuttgart, den 31.07.2019



Inhalt

1	Einleitung	5
1.1	Zielstellung	5
1.2	Randbedingungen und Motivation	7
1.3	Stand der Forschung	8
1.3.1	Belastung und Beanspruchung in der Pflege	8
1.3.2	Technologieakzeptanz gegenüber Robotik in der Pflege	9
1.3.3	Dienstleistungssystem Pflege	10
1.3.4	Serviceroboter zur Unterstützung personenbezogener Dienstleistungen in der Pflege	10
2	Methoden zur Untersuchung von Arbeitsbelastung und Technologieakzeptanz in der Pflege	12
2.1	Belastung und Beanspruchung in der Pflege	12
2.1.1	Erfassung von Beanspruchung im Feld	12
2.1.2	Probleme und Lösungsansätze	13
2.2	Erfassung von Technologieakzeptanz gegenüber Robotik in der Pflege	14
3	Anforderungsanalyse für Serviceroboter im Dienstleistungssystem Pflege	16
3.1	Vorgehensweise	16
3.2	Analyse und Bewertung aktueller Arbeitsabläufe in der Pflege	17
3.2.1	Nutzung von Verbands- und Wäschewagen	17
3.2.2	Bereitstellung von Getränken und Snacks	20
4	Einsatzszenario „Intelligenter Pflegewagen“	21
4.1	Hintergrund und Motivation	21
4.2	Technische Umsetzung	21
5	Einsatzszenario „Robotischer ServiceAssistent“	25
5.1	Hintergrund und Motivation	25
5.2	Technische Umsetzung	25
6	Erfahrungen und Perspektiven aus der Praxis	28
6.1	Evaluation der technischen Funktionen der Serviceroboter und der Auswirkungen auf die Prozesse in der Pflege	28
6.1.1	Einsatzszenario „Intelligenter Pflegewagen“	28
6.1.2	Einsatzszenario „Robotischer ServiceAssistent“	29
6.2	Evaluation der Technologieakzeptanz in den Einsatzszenarien	30
6.3	Interviews zum Einsatz der im Projekt entwickelten Serviceroboter in den Einrichtungen der Anwendungspartner	32
7	Neugestaltungspotenziale in personennahen Dienstleistungssystemen durch den Einsatz von Servicerobotern	37
7.1	Bottom-up: Weitere potenzielle Anwendungsfelder von Servicerobotern im Dienstleistungsbereich der Pflege	38
7.2	Top-down: Weitere potenzielle Anwendungsfelder der im Projekt entwickelten Serviceroboter	41
7.2.1	Autonomer Schmutzwäschewagen im Altenpflegeheim	41
7.2.2	Warenversorgung der Duty Free-Geschäfte am Flughafen	41
7.2.3	Zustellroboter zur /Unterstützung bei der Zustellung von Post und Paketen	42
7.2.4	Unterstützung bei mobilitätseingeschränkten Passagieren am Flughafen ..	42
7.2.5	Serviceroboter für den Empfang der Kunden in einer Bank	43

7.2.6	Serviceroboter für den Empfang von Gästen im Hotel mit zusätzlichem Zimmerservice.....	43
7.3	Rahmen für ein Service System Design in der Pflege	43
8	Schlussbetrachtungen	45
8.1	Fazit und Zielerreichung.....	45
8.2	Zukunftsszenarien und Handlungsempfehlungen.....	46
8.2.1	Szenario 1: Assistive Technologien als täglicher Begleiter in der Pflege 2030	46
8.2.2	Szenario 2: Technikzurückhaltung und Pflegenotstand 2030.....	48
8.2.3	Störereignisse und Varianten der Szenarien	49
8.2.4	Handlungsempfehlungen	50
9	Literaturverzeichnis	52

1 Einleitung

Der Bereich der personenbezogenen Dienstleistungssysteme öffnet sich in zunehmendem Maße für technologisch innovative Problemlösungen, insbesondere in den hochgradig vernetzten Feldern der Gesundheitsversorgung. Während IT-gestützte Pflegeplanungs- und -dokumentationssysteme zunehmend in der Praxis zum Einsatz kommen, bietet die Servicerobotik das Potenzial, nicht nur informatorisch, sondern auch physisch Unterstützung zu leisten. Im Rahmen des **Projektes „Servicerobotik zur Unterstützung bei personenbezogenen Dienstleistungen (SeRoDi)“** sollten deshalb verschiedene **Serviceroboter-Lösungen zur Unterstützung des Personals stationärer Pflegeeinrichtungen (Altenpflege und Klinik)** beschafft bzw. (weiter-)entwickelt und in Einrichtungen der Alten- und Krankenpflege in Betrieb genommen und getestet werden. Diese technologischen Investitionen und Entwicklungen sollten von Untersuchungen zu den Auswirkungen der Technik auf verschiedene Personengruppen und zu den Veränderungen aus der Perspektive der Dienstleistungsforschung begleitet werden.

Das Projektkonsortium bestand aus vier Forschungseinrichtungen mit jeweils unterschiedlichen Schwerpunkten sowie zwei Anwendern (siehe Abbildung 1).

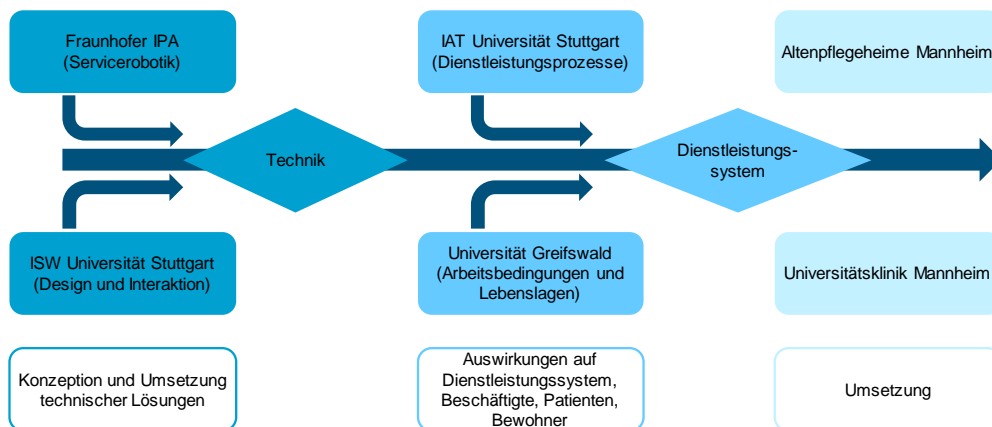


Abbildung 1: Schwerpunkte der beteiligten Projektpartner im Verbund

1.1 Zielstellung

Die Universität Stuttgart war im Rahmen des Teilvorhabens **„Service-System-Design und Dienstleistungsproduktivität bei Automatisierung in personenbezogenen Dienstleistungen und Funktionsgestaltung von Servicerobotern hinsichtlich der Benutzerakzeptanz“** mit zwei Instituten am Projekt beteiligt.

Aufgabe des **Instituts für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT)** war es insbesondere, die Auswirkungen des Einsatzes von Servicerobotern in der Kranken- und Altenpflege zu analysieren und das Dienstleistungssystem zu gestalten. Im Teilvorhaben sollte als erstes geprüft werden, welche personennah dienleistenden Prozesse im Kontext der vorab definierten Anwendungsszenarien – robotisierte Bereitstellung von Pflegeutensilien und Frischwäsche für die Pflegekräfte sowie Serviceassistenz für Patienten bzw. Bewohner – von Veränderungen durch den Technologieeinsatz betroffen sein werden. Dazu musste man zu Beginn zunächst die

zu beobachtenden Abläufe dieser Prozesse als Ist-Prozess aufnehmen. Ziel war es, auf Basis dieser Ist-Prozess-Schablone aufzuzeigen, welche Prozessschritte in welchen Dienstleistungskomponenten durch Servicerobotik besondere Unterstützung oder Ergänzung erfahren. Im Zuge der Umsetzung der oben genannten, vorab definierten Szenarien sollten die Veränderung der Ist-Prozesse durch Robotereinsatz beobachtet und erneut aufgenommen werden. Das Ergebnis ist ein Entwicklungsbild der Auswirkungen von Robotereinsatz auf die interaktive Dienstleistungsarbeit sowie auf die Prozessabläufe in den Organisationen der Pflege. Dieses kann als Ausgangsbasis für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle dienen. Zudem galt es, die Potenziale von Servicerobotik auf weitere Bereiche des Dienstleistungssystems Pflege auf Prozessbasis zu prüfen.

Aufgabe des **Instituts für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW)** war das Erarbeiten und Ausgestalten von Konzepten für das Design und die Funktionsgestaltung der Serviceroboter hinsichtlich einer idealen Benutzerakzeptanz in den vorab ausgewählten Anwendungsszenarien: 1. „Intelligenter Pflegewagen“ und 2. „Robotischer ServiceAssistent“ bzw. „Robotischer PflegeAssistent“. Dabei sollte untersucht werden, inwiefern die Akzeptanz von Servicerobotern in unterschiedlichen Einsatzfeldern durch deren Design und Funktionsgestaltung beeinflusst wird und durch welche Maßnahmen eine gesteigerte Benutzerakzeptanz erzielt werden kann. Ein wesentlicher Bestandteil des Teilvorhabens war die Identifikation und Untersuchung entsprechender Gestaltungsprinzipien, mit denen den betroffenen Nutzergruppen (Pflegepersonal oder Heimbewohner) die spezifischen Funktionen der Roboter vermittelt werden können. Speziell die grafischen Nutzerschnittstellen sollten klar und verständlich gestaltet werden, um Absichten, Handlungsoptionen und Funktionsangebote gegenüber dem Benutzer darzustellen. Abschließend sollten die Lösungen auf den im Projekt genutzten Robotern umgesetzt und in mehreren Iterationen evaluiert und optimiert werden.

Aufgabe des **Fraunhofer IPA im Rahmen des Teilvorhabens „Umsetzung neuer Serviceroboter-Lösungen zur Unterstützung personenbezogener Dienstleistungen“** war insbesondere die technische (Weiter-)Entwicklung der ausgewählten Anwendungsszenarien: 1. „Intelligenter Pflegewagen“: Ziel dieses Einsatzszenarios war die Unterstützung der Pflegekräfte durch die automatische Bereitstellung von Pflegeutensilien und Erfassung der entnommenen Materialien. Aufgabe des Fraunhofer IPA war insbesondere die Erarbeitung des technischen Gesamtkonzepts in enger Zusammenarbeit mit dem Lieferanten der Fahrzeuge, der Firma MLR, sowie die Umsetzung der kamerabasierten Erkennung der entnommenen Artikel. 2. „Robotischer ServiceAssistent“ und „Robotischer PflegeAssistent“: Hier ging es um die Entwicklung eines kompakten Roboters, der zum einen den Bewohnern einer Pflegeeinrichtung Getränke und Snacks anreichen kann (ServiceAssistent), zum anderen aber auch dem Personal benötigte Pflegematerialien aktiv zur Verfügung stellt (PflegeAssistent). Aufgabe des Fraunhofer IPA war zum einen die Entwicklung der zugrundeliegenden mobilen Roboterplattform auf Basis der vorhandenen Care-O-bot 4-Plattform sowie eines Aktorikkonzepts für das Öffnen von Türen. Auf Seiten der Softwareentwicklung sollten Algorithmen für die Personenerkennung, das Zufahren auf eine Person sowie für das Greifen von Objekten und die mobile Manipulation entwickelt werden. Die Entwicklung der Anwendungsszenarien sollte als ein iterativer Prozess gesehen werden, bei dem die Komplexität der Anwendungen nach und nach gesteigert wird. Dabei flossen in jeder Entwicklungsstufe Erfahrungen aus vorhergehenden Praxisevaluierungen ein, die zu entsprechenden Optimierungen führen.

Neben der Weiterentwicklung der Robotik und den Untersuchungen zu den Auswirkungen auf die Prozesse war der dritte Projektschwerpunkt, der von den

Partnern der **Universität Greifswald** bearbeitet wurde, derjenige nach den Implikationen für die Technologieakzeptanz. Fraglich war, welche Promotoren für innovative robotische Assistenzsysteme in der Pflege existieren, und wie diese genutzt werden können, um die Technologieakzeptanz zu steigern. Gleichzeitig schien es dabei angebracht, ein besonderes Augenmerk auf die individuellen Voraussetzungen der Anwender und deren Lebenslagen zu richten, um eine möglichst hohe Passung von Mensch und Assistenzsystem zu erreichen. Dafür wurde die Implementation der robotischen Assistenzsysteme in Hinblick auf Belastung und Technologieakzeptanz längsschnittlich evaluiert und Empfehlungen für zukünftige Technikeinführung und Entwicklung abgeleitet.

1.2 Randbedingungen und Motivation

Moderne Robotertechnik bietet erhebliches Potenzial, Pflegekräfte über die bisherigen Bereiche hinaus bei Ihrer Arbeit zu unterstützen. Dies wird in den kommenden Jahrzehnten aufgrund der demografischen Entwicklungen in Deutschland zunehmend von Nöten sein, um den sich verstärkenden Fachkräftemangel (Statistisches Bundesamt 2019) begegnen und abschwächen zu können. Darüber hinaus kann Servicerobotik dazu beitragen, bestehende Missstände in Bezug auf die Arbeitsbedingungen der Pflege zu beheben. Beispielsweise verbringen selbst examinierte Pflegekräfte bis zu 20 Prozent ihrer Arbeitszeit mit nicht-pflegerischen Tätigkeiten (Simon et al 2005). Die damit verbundene körperliche und psychische Belastung spiegelt sich in einer hohen Quote an Langzeiterkrankungen (Muskel-Skelett-System, psychische Erschöpfung) wider. Laut einer AOK-Studie weisen „Helfer in der Krankenpflege“ mit etwa 25 Krankheitstagen pro Jahr die dritthöchste Anzahl an Fehlzeiten aller untersuchten Berufsgruppen auf (Spiegel 2010). Dazu kommen regelmäßige und häufige Unterbrechungen im Arbeitsprozess, die umso länger andauern, je älter eine Pflegekraft ist und bis zu 47 Prozent der Beschäftigungszeit betragen können (IWAK 2009). Folge dieser Belastungen ist unter anderem eine hohe Personalfuktuation. So verweilen Altenpflegekräfte im Durchschnitt gerade einmal 8,4 Jahre in ihrem Beruf, wobei die Spannweite von 7,9 Jahren für nicht-examinierte Kräfte bis zu 12,7 Jahren für examinierte Pflegekräfte reicht (Hackmann 2009). Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass sich alleine im Altenpflegebereich der Bedarf an professionellen Pflegekräften aufgrund der demografischen Situation in Deutschland bis zum Jahr 2050 mehr als verdoppelt (Hackmann 2009).

Serviceroboter eröffnen neue Möglichkeiten, die körperliche und physische Belastung der Beschäftigten zu reduzieren und die Zeit für bzw. mit den Bewohnern / Patienten zu erhöhen. Auch in direkter Interaktion mit den Pflegebedürftigen kann der Einsatz von Servicerobotern von hohem Nutzen sein, wenn diese beispielsweise Hilfestellung im Alltag bieten oder kognitive Anregungen geben und somit die Selbstständigkeit der betroffenen Personen erhöhen.

Trotz der genannten Vorteile, die die Robotik der Pflege bringen könnte, werden dem Thema auch Vorbehalte entgegengebracht, die bei der Entwicklung der Technologie nicht unberücksichtigt bleiben dürfen. Das Verhältnis zwischen Technik und Pflege wird teilweise als spannungsreich und ambivalent bezeichnet (Huelsen-Giesler 2010). Während Pflege häufig als eine Art der „Beziehungsarbeit“ dargestellt wird (Huelsen-Giesler 2010), gilt Technik häufig als Ausdruck von Rationalität und einem hohen Maß an Standardisierung (Hielscher 2014). In der klassischen Technikentwicklung wird deshalb auch oftmals zwischen „entwickelnden Personen“ und „anwendenden Personen“ unterschieden (Hergesell & Maibaum 2016). Während die einen versuchen, das technisch Machbare umzusetzen, liegt der Fokus bei den

anderen eher auf der Optimierung der tatsächlichen Lebenswirklichkeit (Hergesell & Maibaum 2016). Nach (Braun 1993) und (Schulz-Schaeffler 2000) beeinflussen und bedingen sich allerdings Herstellungs- und Verwendungskontext von Technik gegenseitig. Unter anderem deswegen ist bereits in den letzten Jahrzehnten das Verlangen nach Partizipation von späteren Nutzern in den Entwicklungsprozess neuer Technologien stetig gewachsen (Perrow 1987), (Japp 2000). Eine möglichst frühe Partizipation der Zielgruppe hat somit das Potenzial, sowohl die Effizienz als auch die Eignung derselben maßgeblich zu erhöhen (Giesecke 2003).

In der Forschung werden im Wesentlichen zwei Arten von Partizipation unterschieden; die normative und die funktionale Partizipation. Während bei einer normativen Partizipation der Fokus eher auf Legitimationszwecken liegt, handelt es sich bei einer partizipativen Technikentwicklung um eine funktionale Betrachtungsweise. Diese hat eine bereits frühe Einbeziehung potenzieller Anwender zum Ziel um neue Technologien möglichst eng an deren Bedürfnisse anzupassen (Copagna & Derpmann 2009). Ein wichtiges Element der funktionalen Partizipation ist eine intensive Anforderungsanalyse. Zunächst muss eine bestimmte Menge an kontextspezifischem praktischem und theoretischem Wissen erfasst werden, um Input für die Angleichung des technisch Machbaren an das vom Nutzer Erwünschte zu erhalten. Häufig werden für eine solche Art von Anforderungsanalyse qualitative Methoden, wie beispielsweise teilnehmende Beobachtungen, ad hoc Interviews, halbstandardisierte Interviews und Gruppenworkshops, herangezogen (Derpmann 2010).

Es ist also erforderlich, dass hinsichtlich einer Innovation nicht nur die technischen Möglichkeiten diskutiert werden, sondern auch die Auswirkungen dieser neuen Technologie auf ein Gesamtsystem. Damit ist es möglich, Bedenken von Mitarbeitern in den betroffenen Dienstleistungsbereichen entgegen zu wirken, die unter anderem in einer Angst vor Kontroll- und Arbeitsplatzverlusten begründet sind.

1.3 Stand der Forschung

1.3.1 **Belastung und Beanspruchung in der Pflege**

Pflege als Dienstleistungsarbeit lässt sich in autonome, relationale und heteronome Bestandteile untergliedern. Autonom sind all die Prozessschritte, die ohne Beteiligung des Patienten ablaufen, aber dennoch für ihn geleistet werden. Relationale Bestandteile des Prozesses bedürfen immer der Zusammenarbeit von Pflegekraft und zu Pflegendem und heteronom sind schlussendlich alle Bestandteile, die der Patient auch ohne Beteiligung der Pflegekraft erbringen kann und muss um den Prozess zu einem erfolgreichen Abschluss zu bringen (Bornewasser 2014).

Die verschiedenen Komponenten der Arbeit im Pflegeprozess lösen bei den Pflegekräften unterschiedliche Beanspruchungen aus. Diese können in physische, mentale und emotionale Bestandteile untergliedert werden (Boucsein 1991). Je nach Art des Prozesses (autonom, relational, heteronom) können einige Bestandteile überwiegen und andere in den Hintergrund treten.

Das Arbeitsfeld Pflege bietet ein sehr abwechslungsreiches Aufgabenspektrum, welches durch einen häufigen und schnellen Wechsel der Inhalte, sowie eine Vielzahl von Arbeitsunterbrechungen gekennzeichnet ist. Nach eigenen Erhebungen entfallen nur ca. 31.3% eines Arbeitstages auf die direkte Pflege (relationaler Anteil), der Rest

der Zeit wird mit vor- und nachbereitenden sowie dokumentativen Tätigkeiten verbracht, welche im autonomen Bereich anzusiedeln sind.

Gerade im relationalen Bereich der direkten Pflege kommt es häufig zu einer Überschneidung der drei Beanspruchungsbereiche physisch, mental, emotional, was eine differenzierte Messung erschwert. In diesem Bereich existieren bereits eine Vielzahl von Werkzeugen, die auf eine physische Entlastung der Pflegekräfte hinarbeiten. Assistenzsysteme wie Personenlifter oder höhenverstellbare Betten sorgen bereits für eine deutliche Entlastung der Pflegekräfte, sofern diese genutzt werden. Es wird also bereits versucht in diesem Bereich aus ergonomischer Sicht tätig zu werden und die Arbeitsbedingungen der Pflegekräfte zu verbessern. Auch im autonomen Bereich existieren bereits Anwendungen, die das gleiche Ziel verfolgen und zum Teil auch kognitiv entlastend wirken können (digitale Dokumentations- und Medikationshilfen). Gerade im emotionalen Bereich, aber auch im mentalen Beanspruchungsbereich bei relationalen Aspekten der Arbeit sind Assistenzsysteme noch wenig verbreitet.

Befragungen wie der DGB-Index Gute Arbeit zeigen immer wieder, dass der Pflegebereich einer der am meisten beanspruchenden Arbeitsplätze ist. Zahlreiche Fragebogeninstrumente wurden entwickelt, um Beanspruchung speziell bei Pflegekräften zu messen (z.B. BGWmiab), allerdings unterliegen diese Instrumente den bekannten Nachteilen von Fragebogenverfahren: Sie sind nur in der Lage einen bestimmten Zeitpunkt abzubilden, von unterschiedlichen Verzerrungseffekten beeinflusst und z.T. zu umfangreich, was eine Beantwortung in spezifischen Situationen erschwert bzw. sogar unmöglich macht. Im Rahmen unserer Untersuchung zur Arbeitsbelastung in der Pflege sollten daher zusätzlich objektive, kontinuierliche Messverfahren zum Einsatz kommen, um diesen Effekten vorzubeugen und in der Lage zu sein, spezifischere Anforderungsprofile zu erstellen.

1.3.2

Technologieakzeptanz gegenüber Robotik in der Pflege

Derzeit sind rund 3,3 Millionen Menschen auf ambulante und stationäre Pflege angewiesen („Beschäftigte in der Pflege“ 2018). Es ist davon auszugehen, dass diese Zahl infolge des demografischen Wandels zukünftig weiter steigen wird und sich somit die Nachfrage nach professioneller Pflege erhöht. Gleichzeitig führt jedoch eben jene demografische Entwicklung zu einem sinkenden Arbeitskräftepotential, aus dem der zukünftige Bedarf an Pflegefachkräften gedeckt werden kann (Rothgang et al. 2012). Durch die Diskrepanz aus Angebot und Nachfrage verringert sich in der Konsequenz die Zeit für den einzelnen Patientenkontakt und die körperliche und psychische Arbeitsbelastung der Pflegekräfte steigt weiter an (Simon et al. 2005).

Eine Option, diesem Trend entgegenzuwirken und die Qualität der Pflege weiter zu verbessern, besteht in dem Einsatz von Servicerobotern als Unterstützung im Arbeitsprozess. Zum einen können Routinetätigkeiten abgegeben werden, wodurch mehr zeitliche Kapazitäten für patientennahe Pflege entstehen. Zum anderen können körperliche Belastungspotentiale, wie Wege zur Materialbeschaffung, durch die Hilfe von Servicerobotern minimiert werden.

Damit durch den Einsatz von neuen Technologien im Pflegeprozess ein positiver Effekt erzielt werden kann, ist eine ausreichend ausgeprägte Technologieakzeptanz bei allen Beteiligten erforderlich. Diese positive Einstellung gegenüber der neuen Technologie ist notwendig, um Widerständen seitens der Anwender vorzubeugen und so eine effektive Zusammenarbeit zwischen der Technologie und deren Nutzern zu gewährleisten. Dieser Aspekt ist entscheidend um letztlich die Innovation

gewinnbringend einsetzen zu können. Denn erst wenn eine neue Technologie aktiv genutzt und von den Mitarbeitern nachhaltig in ihre Arbeitsprozesse eingebunden wird, kann deren Nutzungspotenzial realisiert werden (Taherdoost 2019).

In diesem Zusammenhang hat es sich als Schwierigkeit herausgestellt, dass in der Akzeptanzforschung vornehmlich die Phase der Implementation im Fokus steht und in der Konsequenz nur eine geringe Anzahl von Forschungsergebnissen zur langfristigen Nutzung existiert.

Folglich ergibt sich die Frage, welche Promotoren für innovative robotische Assistenzsysteme in der Pflege existieren und wie diese genutzt werden können, um die Technologieakzeptanz (langfristig) zu steigern.

1.3.3 Dienstleistungssystem Pflege

Mit dem Vorhaben SeRoDi wurde im Teilvorhaben Service-System-Design und Dienstleistungsproduktivität daran angeknüpft, die Sicht auf Dienstleistungen als Prozess mit handelnden Akteuren zu verstehen, diesen zu analysieren und Ansatzpunkte für Gestaltungsoptionen zu entwickeln. Dies geschah zum einen durch die Verankerung einer systemischen Sicht auf die gewählten Teilsysteme der Pflegeleistungen im Vorhaben mit ihren materiellen Produkt- und immateriellen Dienstleistungsanteilen, dem Einsatz der gewählten Robotiklösungen und der zwischenmenschlichen Interaktion im Anwendungsfeld Pflege. Zum anderen sollte bei der Zerlegung der gewählten Teilsysteme in dienstleistende Arbeitsprozesse und beim Entwurf von Prozessvarianten der Schwerpunkt auf die Aufdeckung von Potenzialen für Produktivitätssteigerungen durch Robotik im personennahen Dienstleistungssystem der Pflege gelegt werden. Durch diese enge Verzahnung von systemischer Sicht und produktivitätsorientierter Prozessabbildung wird ein Beitrag zur Lösung des gerade bei personennahen Dienstleistungen häufig vorab unterstellten Zielkonflikts zwischen Qualität und Produktivität geleistet (Djellal & Gallouj 2010). Gezeigt werden sollte, wie es gelingen kann, mit einem systemischen Blick – der den Mehrwert des Zusammenwirkens von Einzelleistungen verschiedener Akteure und den Kontext der Leistungserbringung berücksichtigt – und mit einem an konkreten Arbeitsprozessen orientierten Ansatz sowohl Technologieentwicklung als auch Technologieakzeptanz zu verbessern und damit die gewünschte entlastende bzw. produktivitätssteigernde Wirkung von Technologien in personennahen Dienstleistungen zu erreichen.

1.3.4 Serviceroboter zur Unterstützung personenbezogener Dienstleistungen in der Pflege

Die Logistik ist – gerade in großen Krankenhäusern – wahrscheinlich der Bereich mit dem höchsten Grad der Automatisierung. Bereits seit den 1990er-Jahren sind fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) im Einsatz, um die Ver- und Entsorgung von Gütern des täglichen Bedarfs wie Essen, Wäsche oder Pflegematerial zu übernehmen (Ullrich 2011). Diese Fahrzeuge sind jedoch recht groß und fahren typischerweise in abgegrenzten Bereichen die nur eingewiesenem Personal zugänglich sind. Mit Hilfe großer Container werden die Materialien auf den Stationen verfügbar gemacht, die weitere Vereinzelnung, die sog. „letzte Meile“ müssen dann jedoch die Pflegekräfte übernehmen. Eine tatsächliche Unterstützung und Entlastung des Pflegepersonals durch diese Roboter findet somit nicht statt. Einige Hersteller arbeiten aktuell daran, FTF auch dort einsetzen zu können, wo normaler Personenverkehr herrscht und somit die Waren näher an den Patienten oder Bewohner zu bringen. Ein weiteres Einsatzfeld der Robotik betrifft die

Bodenreinigung, auch hier gibt es bereits verschiedene Produkte, die in Einrichtungen des Gesundheitswesens eingesetzt werden könnten. Auch diese Lösung entlastet jedoch nur in wenigen Fällen das Pflegepersonal, da Reinigungs- und weitere Servicetätigkeiten, die nicht der direkten Interaktion mit bzw. Versorgung von Patienten und Bewohnern dienen, in vielen Einrichtungen an externe Unternehmen vergeben werden.

In den Anfängen werden Roboter auch für Aufgaben des Infotainments und der Therapieunterstützung eingesetzt. So sind beispielsweise die Interaktionsroboter „Pepper“ und „Nao“ bereits in einigen Einrichtungen im Einsatz und informieren, unterhalten und aktivieren Patienten und Besucher. Eine andere produktreife Lösung sind sogenannte emotionale Roboter wie z.B. die Robbe „Paro“, die im Rahmen therapeutischer Maßnahmen eingesetzt werden, um besseren Zugang zu Personen mit kognitiven Einschränkungen zu erhalten. Auch das Führen von Patienten oder Besuchern ist ein Einsatzgebiet, für das bereits erste produktreife Roboter zur Verfügung stehen. Ein Beispiel dafür ist der Serviceroboter „Care-O-bot® 4“ (www.care-o-bot.de), der am Fraunhofer IPA entwickelt wurde und inzwischen von der Firma Mojin Robotics vertrieben wird.

Roboter, die speziell der Unterstützung der pflegerischen Arbeit am Patienten oder Bewohner dienen, und auch wirklich in der Praxis genutzt werden, gibt es bisher nur wenige. Ihr primärer Zweck ist, die ohnehin knappen und meist überlasteten Pflegekräfte sowohl bei zeitintensiven als auch bei körperlich belastenden Tätigkeiten zu unterstützen. Bereits als Serienprodukt verfügbar sind auch verschiedene Telepräsenzroboter, die die direkte Kommunikation zweier Personen – z.B. Patient und Arzt – ermöglichen, ohne dass beide am gleichen Ort sein müssen. Manche der vorhandenen Systeme sind auf das Gesundheitswesen zugeschnitten und mit medizinischem Gerät wie einem Stethoskop ausgestattet. Ein weiterer Ansatz, um das Personal zu entlasten, ist das Ausstatten bekannter Pflegehilfsmittel mit (teil-)autonomen Zusatzfunktionen. Hebehilfen stellen hier einen aktuellen Forschungsschwerpunkt dar, entweder in Form robotischer Personenlifter wie z.B. „Elevon“ des Fraunhofer IPA oder verschiedene Prototypen japanischer Firmen. Auch der Einsatz körpergetragener Assistenzsysteme, sogenannter Exoskelette für das Pflegepersonal wird in verschiedenen Forschungsprojekten untersucht. Ein weiteres Themenfeld betrifft die Roboterunterstützung bei der Körperpflege und Hygiene, hier wurde vor einigen Jahren ein robotisches Bad für die automatisierte Ganzkörperwäsche vorgestellt. Im Rahmen des Projekts iSupport wurde ein für den Europäischen Markt vermutlich besser geeignetes Konzept für das roboterassistierte Duschen entwickelt. Für Details und weitere Beispiele siehe Graf & Klein 2018.

2 Methoden zur Untersuchung von Arbeitsbelastung und Technologieakzeptanz in der Pflege

2.1 Belastung und Beanspruchung in der Pflege

2.1.1 Erfassung von Beanspruchung im Feld

Zur objektiven Erfassung des individuellen Beanspruchungserlebens stehen verschiedene physiologischbasierte Methoden zur Verfügung (Chen et al. 2016). Die Messung von EKG, EEG, EMG, GSR und Eye Tracking Daten zählen dabei zu den am weitesten verbreiteten, werden jedoch in jüngster Zeit vermehrt auch durch bildgebende Verfahren wie fNIRS unterstützt. Durch immer kleiner werdende Sensorik und dem Wachstum des Wearable-Marktes entstehen dabei immer neue Möglichkeiten zum Einsatz von solchen Messgeräten außerhalb des Laborumfeldes direkt am Arbeitsplatz, ohne dabei störende Eingriffe in die Arbeitsabläufe vorzunehmen. Gemessen werden im allgemeinen Reaktionen des autonomen Nervensystems auf sich verändernde Umstände.

Unter Beanspruchung versteht man im Allgemeinen die individuell verschiedene Reaktion auf Belastungen. Wobei Belastungen im Rahmen des Belastungs-Beanspruchungs-Konzeptes als grundsätzlich neutrale Umweltreize verstanden werden und jede Interaktion mit diesen in einer Beanspruchung mündet (Triebig et al. 2014). Aufgrund individueller Konstitution, Vorerfahrung und Kompetenzen kommt es bei unterschiedlichen Personen zu unterschiedlichen Beanspruchungsreaktionen. Negative Beanspruchungsfolgen treten in der Regel dann auf, wenn die Ressourcen über die eine Person verfügt nicht ausreichen, um mit den aktuellen Belastungen zu bewältigen.

Die zum Zeitpunkt des Projektes geläufigste Methode zur Stressmessung im Labor und Feld war die Analyse von EKG Daten, wobei der Schwerpunkt nicht reinweg auf der Analyse der Herzfrequenz (Heart Rate normalerweise in Beats per Minute angegeben), sondern auch auf den daraus abgeleiteten Parametern der Herzfrequenzvariabilität (HRV) liegt (für einen Überblick siehe Sammito et al. 2015). Zur Erfassung kamen Hexoskin Shirts der Firma Carre Technologies inc © zum Einsatz. Die Messgenauigkeit ist mittlerweile für eine Vielzahl von Aktivitäten validiert (Al Sayed et al. 2017) und neben der EKG Aufzeichnung mit 256Hz wurden auch Atmung und Bewegung erfasst.

Für die untersuchten Pflegekräfte und Einrichtungen ergaben sich dabei unterschiedliche Verläufe der HR und HRV Parameter, vor allem in Abhängigkeit der aktuellen Bewegungsintensität (Pflegerunden und Reaktion auf Klingeln der Patienten als bewegungsintensivere Bereiche, Dokumentation, Medikamente stellen u.ä. recht bewegungsarm). Ebenso zeigten sich z.T. recht deutliche Bewegungsartefakte in den Daten, welche auf einen schlechten Sitz des Messinstrumentes bzw. ein Verrutschen hindeuten könnten. Besonders das HRV Maß rrHRV (Vollmer 2015) erwies sich dabei als besonders robust gegenüber solchen Artefakten und wurde in die detaillierte Auswertung einzelner Pflegekräfte mit einbezogen.

In Abbildung 2 sind verschiedene Verläufe von HR (blau) und HRV Indikatoren (rrHRV = schwarz, RMSSD = orange) in Abhängigkeit der Bewegungsintensität (Färbung im Hintergrund) abgetragen. Deutlich wird hierbei der starke Einfluss von Bewegung auf die HR und z.T. auch auf die HRV Parameter. Physische Aspekte der Pflegearbeit haben somit einen stärkeren Einfluss auf die über HR und HRV gemessene Beanspruchung als mentale und emotionale Arbeitsanteile, solange diese zeitgleich mit Bewegung stattfinden. Gerade für die HR werden die Ausschläge bei rein mentaler oder emotionaler Arbeit auch geringer ausfallen, als für Prozesse mit hohem physischen Anteil (Bläsing 2017).

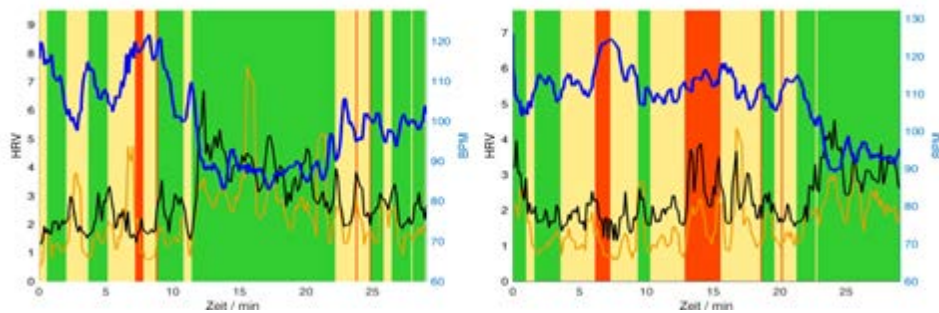


Abbildung 2: Ausschnitte aus dem Schichtverlauf einer Pflegekraft mit unterschiedlichen Bewegungsprofilen. Abgetragen sind HR (blau), RMSSD (orange) sowie rrHRV (schwarz) in Abhängigkeit der gemessenen Bewegungsintensität (Färbung des Hintergrundes).

2.1.2 Probleme und Lösungsansätze

Beim Einsatz und der Analyse von Messinstrumenten zur Bestimmung physiologischer Korrelate von Beanspruchung im Bereich Pflege gibt es einige praktische und theoretische Probleme und Hindernisse, die es zu bedenken gilt.

Beginnend mit den praktischen Problemen ist das erste die Wahl eines geeigneten Messinstrumentes. Wichtige Voraussetzungen sind, dass es einfach anzulegen, non-invasiv und trotzdem präzise ist. Dabei besteht momentan noch die Problematik, dass es ein solches Gerät am Markt nicht gibt. Wearables zur Herzratenerfassung sind zwar sowohl einfach anzulegen und non-invasiv, jedoch lässt die Präzision meist zu wünschen übrig (Spitzhirm et al. 2015), besonders vor dem Hintergrund einer kontinuierlichen Messung mit begleitender Beobachtung um kritische Prozessschritte identifizieren zu können. Und auch wenn viele der Geräte angeben neben der Herzfrequenz auch die Herzfrequenzvariabilität messen zu können, so sollte man dennoch immer auf ein Gerät zurückgreifen, welches auch in der Lage ist ein kontinuierliches EKG-Signal aufzuzeichnen, um dieses gemäß der S2K Richtlinie für den Einsatz von HR und HRV im arbeitsmedizinischen Kontext auszuwerten (Sammito et al. 2015).

Gerade im Pflegekontext relevante Aspekte sind Hygiene und Arbeitssicherheit. Die Messinstrumente sollten einfach zu reinigen und sauber zu halten sein und im Arbeitsalltag sollte keine Verletzungsgefahr für Pflegekraft oder zu Pflegenden resultieren. Vor beiden Hintergründen mussten wir von der Verwendung eines Fitnessstrackers absehen. Andere Messsysteme wie In-Ear-Pulsmesser oder Smartphones zur Bewegungsanalyse fielen wegen mangelnder Präzision oder technischer Funktionalität aus.

Aufgrund der Nutzerfreundlichkeit mussten wir bei der Erhebung einen Kompromiss eingehen, zwischen den von Sammito und Kollegen gestellten Mindestanforderungen an ein EKG-Messgerät (min. 1000Hz) und dem von uns gewählten EKG-Messshirt.

Eine Holter-EKG Lösung hätte neben der erhöhten Messgenauigkeit und der geringeren Störanfälligkeit gegenüber Bewegungen, sowie auch der entfallenden Größen- und Reinigungsproblematiken, den großen Nachteil gehabt, dass eine Messung nur im Beisein eines Mitarbeiters des Projektes möglich gewesen wäre. Die intuitive und leichtverständliche Nutzung des Messshirts erleichterte den Einsatz im Feld.

Neben diesen eher praktischen Einsatzbeschränkungen gibt es zwei theoretische Hauptprobleme beim Einsatz von EKG-Messverfahren im Feld bezüglich der Interpretation der Ergebnisse. Zum einen die bereits beschriebenen Maskierungseffekte von Bewegungen bzw. physischer Aktivität, welche leicht zu einer Verzerrung der Ergebnisse hin zu einer Überschätzung von physischer Erregung und einer Unterschätzung der mental / emotionalen Aspekte von Arbeit führen können, sich aber auch negativ auf die Berechnung der HRV auswirken können, was ebenfalls zu einer Minderung der Interpretierbarkeit der Ergebnisse führen kann.

Das zweite Hauptproblem liegt in der aktuell fehlenden Vergleichbarkeit der Werte mit anderen Pflegekräften oder gesunden Probanden. Zwar gibt es bereits erste Ansätze einer solchen Systematisierung (Gašior et al. 2018), allerdings handelt es sich um für ein so hoch variables Maß noch relativ geringe Stichprobengrößen. Weiterführende Untersuchungen sind jedoch in Arbeit. Oftmals kommen daher statt intraindividuelle Vergleiche interindividuelle Vergleiche zur eigenen Baselinemessung zum Einsatz. Gerade im Feld ist die valide Erhebung einer solchen Baseline jedoch meist recht komplex.

2.2 Erfassung von Technologieakzeptanz gegenüber Robotik in der Pflege

Der Begriff der Technologieakzeptanz beschreibt das Ausmaß, in dem Menschen eine Technologie zur Nutzung annehmen (Louho et al. 2006). Laut Venkatesh et al. (2003) wird diese Verhaltensabsicht durch die Faktoren Leistungserwartung, Aufwanderwartung, sozialer Einfluss und unterstützende Bedingungen bestimmt. Das auf diesen Grundannahmen bestehende UTAUT-Modell wurde in SeRoDi um das Konstrukt Gewohnheit (Verplanken et al. 2003) ergänzt, um das Anwendungsszenario von wiederholtem Einsatz der robotischen Assistenz abbilden zu können.

Angesichts des spezifischen Einsatzszenarios der Servicerobotik konnten methodische und praktische Lösungsansätze entwickelt werden, die zukünftig die Messung von Technologieakzeptanz unterstützen können. Die Evaluationsergebnisse und Schlussfolgerungen zur Technologieakzeptanz werden in Kapitel 6.2 aufgeführt.

Erhebungsmethodisch betrachtet, kam es über die Projektlaufzeit vermehrt zu Ausfällen von Probanden, hauptsächlich lag dies im Schichtsystem und der Urlaubsplanung begründet. Da die Testung der Serviceroboter über kurze Phasen von wenigen Wochen erfolgte, hatte dies Auswirkungen auf das Erhebungsdesign. Es ist ratsam für ähnlich gelagerte Projekte, sofern möglich, von Beginn an einen großen Probandenpool zu rekrutieren, dedizierte Nutzergruppen zu identifizieren und klare Absprachen über Einsatzzeiten zu tätigen. Für die eigentliche Erfassung sollte der Fragebogen einen Umfang von drei Seiten nicht überschreiten, sodass er auch gut in den Pausen durch die Mitarbeiter ausgefüllt werden kann. In Anlehnung an den Anteil von Pflegekräften mit Migrationshintergrund von ca. 11% (Theobald 2017), ist insbesondere auf einen Fragebogen mit hoher Verständlichkeit zu achten. In diesem

Kontext wurde eine adaptierte Version des im Projekt verwendeten UTAUT-Fragebogens veröffentlicht, welche zur Erfassung von Technologieakzeptanz im Feld genutzt werden kann (Fischbach 2019).

Methoden zur Untersuchung von
Arbeitsbelastung und
Technologieakzeptanz in der
Pflege

3 Anforderungsanalyse für Serviceroboter im Dienstleistungssystem Pflege

3.1 Vorgehensweise

Zunächst war es nötig, die Pflegeprozesse, in denen die im Projekt zu entwickelnden Serviceroboter eingesetzt werden sollten, zu analysieren und die Anforderungen an diese von Seiten der Pflegepraxis zu ermitteln und einzugrenzen. Es wurde unter anderem bestimmt, welche (Teil-)Prozesse beispielhaft für die folgenden Evaluierungen herangezogen werden sollen. Somit konnten bereits vor dem Aufbau eines ersten Prototyps die Basisanforderungen an diesen ermittelt werden. Schwerpunkte dabei bildeten insbesondere die Identifikation eines geeigneten Einsatzszenarios und die jeweiligen Hygiene- und Arbeitsschutzanforderungen. Außerdem mussten die infrastrukturellen Bedingungen abgeklärt werden, also Aspekte wie WLAN, Breite der Gänge, Wegstrecken, Bodenbeläge, Peripheriegeräte einschließlich möglicherweise erforderlicher Schnittstellen mit dem Serviceroboter und andere mehr. Auf Basis dieser Analysen wurden Implikationen und Handlungsempfehlungen für die software- und hardwaretechnische Ausstattung der Serviceroboter gegeben sowie für deren Einsatz in den gewählten Prozessen. Nach der Umsetzung jeder einzelnen geplanten Ausbaustufe der Roboter wurden die Analysen wiederholt. So konnten die Auswirkungen auf die Praxis genau visualisiert, dokumentiert und Entwicklungsverläufe aufgezeigt werden.

Aufgrund des iterativen Vorgehens und des damit in Zusammenhang stehenden engen Zeitrahmens musste darauf geachtet werden, vor allem die Basisanforderungen in den Vordergrund zu stellen. Eine zu frühe Fokussierung auf Details hätte der anvisierten inkrementellen Vorgehensweise entgegengestanden.

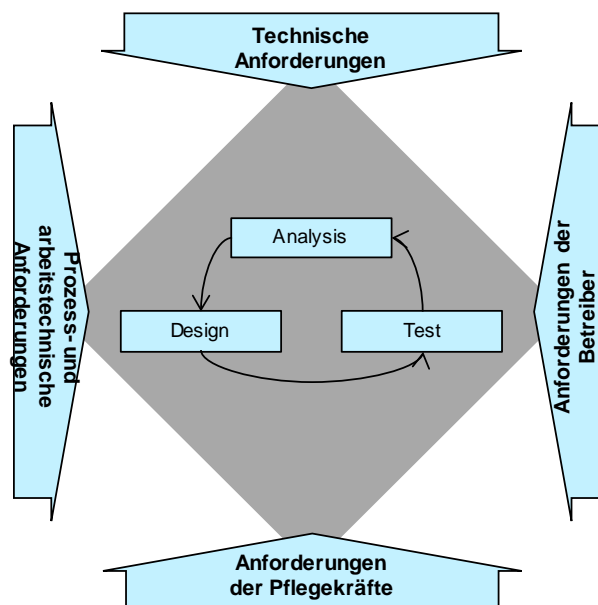


Abbildung 3: Im Projektrahmen konzipiertes, iteratives und partizipatives Vorgehensmodell zur Entwicklung von Service Robotics Systems

Das im Rahmen des Projektes konzipierte iterative Vorgehen ist in Abbildung 3 schematisch dargestellt. Wesentliches Kennzeichen des Modells ist sein partizipativer Ansatz, um möglichst viele interne und externe Anforderungen bei der Entwicklung des roboterunterstützten Dienstleistungssystems zu berücksichtigen.

Durch die Erhebungen konnte das für diese Arbeiten verantwortliche IAT und im Folgenden auch das gesamte Projektkonsortium einen umfassenden Überblick über verschiedene Versorgungsprozesse an den Altenpflegeheimen Mannheim (APH) und der Universitätsmedizin Mannheim (UMM) erlangen. Dabei wurden bereits zu Beginn des Projekts funktionale Aspekte und Anforderungen an vorhandene Pflegehilfsmittel und Abläufe berücksichtigt, die bei der Gestaltung der robotischen Lösung, wie beispielsweise des intelligenten Pflegewagens als Ersatz für die aktuell genutzten Verbandswagen, soweit möglich berücksichtigt werden sollten.

3.2

Analyse und Bewertung aktueller Arbeitsabläufe in der Pflege

3.2.1

Nutzung von Verbands- und Wäschewagen

In der **ersten Erhebungsphase** ging es insbesondere um die Eingrenzung und eine erste Analyse der für den intelligenten Pflegewagen relevanten Prozesse. Darauf aufbauend konnte ein erstes technisches Konzept für die Serviceroboter ausgearbeitet werden. Methodisch wurde während der ersten Iteration vor allem die passiv teilnehmende Beobachtung eingesetzt. Dies betraf alle drei Schichten, also sowohl Frühschicht, Spätschicht als auch die Nachschicht. Während der Beobachtung wurden zudem unstrukturierte Informationsgespräche mit den begleiteten Pflegekräften geführt. Abschließend wurden die Beobachtungen durch validierende und interdisziplinäre Workshops ergänzt.

Während der **zweiten Erhebungsphase** wurden die Methoden passiv teilnehmende Beobachtungen, halbstandardisierte Interviews und interdisziplinäre Workshops eingesetzt. In der zweiten Erhebung ging es insbesondere darum, das erarbeitete technische Konzept zu validieren und die Auswirkungen auf die Prozesse abzuschätzen um weitere Informationen für die anschließende Feinkonzeptionierung zu erhalten. Beispielsweise ging es um die Festlegung der Anzahl an Schubladen und die Gestaltung der Benutzerschnittstelle zur Bedienung des Roboters. Am bis dahin bestehenden technischen Konzept wurde von Seiten der Partner aus der Pflege unter anderem die Platzierung des Müllabwurfbehälters kritisiert und im Nachgang des Workshops entsprechend angepasst.

Im **Universitätsklinikum** wurde insbesondere die **Nutzung der Verbandswagen** als relevanter Prozess für den Robotereinsatz betrachtet. Der aktuelle Befüllungsprozess der Verbandswagen auf der Station stellte sich dabei bereits als relativ stark optimiert heraus. Es wird zwar jeweils in jeder einzelnen der fünf Schubladen nachgeschaut, ob Nachfüllbedarf besteht, dies läuft jedoch sehr routiniert ab. Auch der Zeitbedarf ist dabei relativ gering. Allerdings ist durch die individuelle Befüllung jedes einzelnen Pflegeutensils in jedes einzelne Fach ein gewisses Fehlerpotenzial vorhanden. Zudem muss jedes Fach in jeder Schublade einzeln befüllt werden, wodurch sowohl der Zeitbedarf zur Wiederbefüllung des Wagens als auch die Unübersichtlichkeit der nachzufüllenden Artikel immer weiter ansteigt, je höher der Nachfüllbedarf ist.

Eine Dokumentation über die Materialbewegungen innerhalb der Station wird nicht durchgeführt. Die Nachbefüllung der Verbandswagen erfolgt aus der Erinnerung

heraus und ist somit abhängig vom jeweiligen Erfahrungsschatz der Pflegekräfte. So kommt es vor, dass fehlendes Material während der Schicht aus einem der Stationslager geholt werden muss, was regelmäßige, störende und in der Summe zeitaufwendige Unterbrechungen des Pflegeprozesses zur Folge hat. Außerdem ist durch die fehlende Dokumentation nicht genau bekannt, welche Utensilien häufiger und welche weniger häufig benötigt werden. Ein ungünstiges Beladungsverhältnis der Pflegewagen ist die Folge.

Besonders große Potenziale für Prozessverbesserungen bestehen für die Lieferung von Materialien auf die Stationen. So gibt es mehrere über die gesamte Station verteilte Lagerräume, auf die das in die Station gelieferte Pflegematerial verteilt werden muss (Abbildung 4). Der Prozess wird im Durchschnitt zwei Mal wöchentlich durchgeführt und dauert jeweils etwa zwei Stunden. Berücksichtigt man die erforderlichen Dokumentationsarbeiten, muss die entsprechende Pflegekraft fast einen Arbeitstag pro Woche alleine für die Intralogistik aufwenden. Beachtenswert ist zudem, dass diese Arbeit nur von einer erfahrenen Pflegekraft, meistens der Schichtleitung, durchgeführt werden kann.

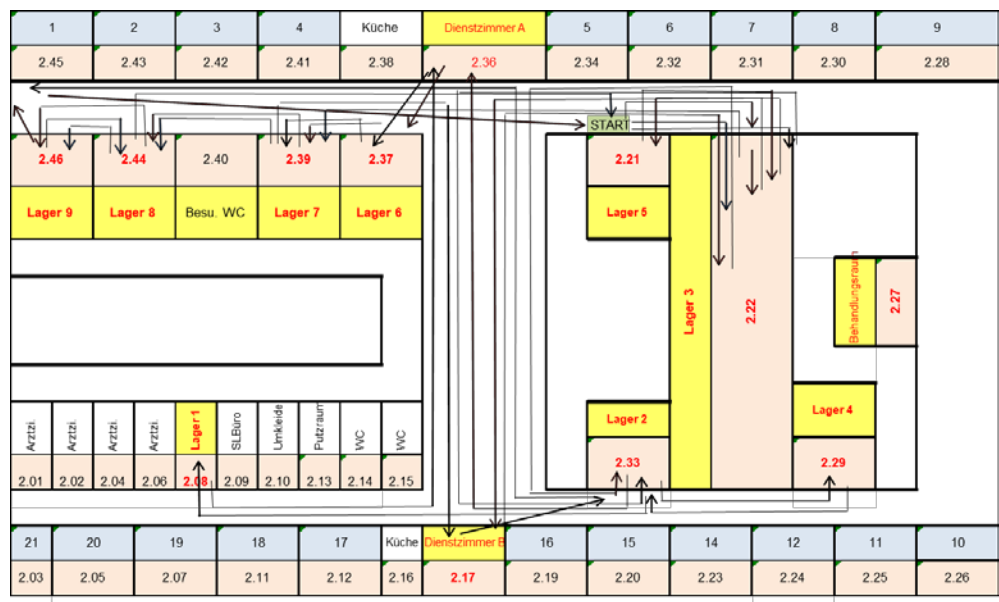


Abbildung 4: Laufwege bei der Verräumung von Pflegematerialien in die verschiedenen Lager auf der Station

In den **Altenpflegeheimen** ist die **Versorgung mit neuer Frischwäsche** der Prozess, der für den Einsatz von Servicerobotik als besonders relevant identifiziert wurde. Auffällig bei der Prozessanalyse war hier insbesondere, dass die Pflegekräfte den bisher genutzten konventionellen Wäschewagen nicht mit zu den jeweiligen Bewohnerzimmern nehmen, sondern an einer relativ zentralen Stelle abstellen und bei Bedarf jedes Mal von den Zimmern zum Wagen laufen. Auf diese Weise kommen im Laufe der Schicht erhebliche Wegstrecken zusammen.

Wie bei den im Klinikum betrachteten Verbandswagen findet auch bei der Nutzung der Wäschewagen keine Dokumentation über die erfolgenden Materialbewegungen statt. So müssen die Pflegekräfte während der Schicht zusätzliche Zeit aufwenden, um ausgegangene Wäsche in den Wohnbereichslagern oder ggf. sogar im Zentrallager im Keller nachzuholen.

Die Bereiche, in denen Ansätze für eine Neugestaltung des Service-Systems identifiziert werden konnten, sind dementsprechend:

- Befüllungsprozess des Pflegewagens,
- Stationsinterner Logistikprozess sowie Logistikprozess in die Station hinein,
- Dokumentation der Materialbewegungen in und aus den Wagen,
- Nutzungsprozess während der Schicht.

Um diese Teilprozesse zu unterstützen, sollte der intelligente Pflegewagen in der Lage sein, auf Anweisung des Pflegepersonals (Zieleingabe per Smartphone oder direkt am Wagen) autonom zum Einsatzort zu navigieren. Dabei sollte er Hindernissen wie Personen oder anderen Fahrzeugen automatisch ausweichen. Vor Ort sollte der intelligente Pflegewagen Pflegeutensilien automatisch bereitstellen und deren Verbrauch dokumentieren. Um Fehlbedienungen oder unbefugte Nutzung zu vermeiden, sollte dabei der Zugriff auf den Bildschirm und die enthaltenen Pflegeutensilien nur autorisiertem Personal gestattet werden. Der intelligente Pflegewagen sollte zudem in der Lage sein, zur Neige gehende Pflegeutensilien selbstständig nachzufüllen, z.B. indem er nach Freigabe des Bedieners zum automatisierten Lager fährt, in dem auf Basis des erfassten Verbrauchs und der tagesaktuellen Pflegeplanung fehlende Pflegeutensilien automatisch in den Wagen geladen sowie Verbrauchsgüter (z. B. Müll) ebenfalls automatisiert entnommen und entsorgt werden. Bei zur Neige gehender Akkukapazität sollte der Pflegewagen ebenfalls selbstständig an seine Ladestation fahren.

In der untenstehenden Abbildung ist die IST-Situation der oben genannten Prozesse den Änderungspotenzialen, welche sich durch den Einsatz eines intelligenten Pflegewagens mit den oben genannten Fähigkeiten ergeben könnten, gegenübergestellt (Schiller & Friedrich 2018).

IST-Situation konventioneller Pflegewagen	Änderungspotential durch intelligenten Pflegewagen
Befüllungsprozess	
<ul style="list-style-type: none"> • Wiederbefüllung einzelner Fächer • Zeitbedarf steigt mit Anzahl nachzufüllender Einzelteile 	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederbefüllung einzelner Fächer oder ganzer Schubladenmodule • Fehlen Einzelteile aus demselben Schubladenmodul, ist ein schnelleres Nachfüllen möglich
Stationsinterner Logistikprozess	
<ul style="list-style-type: none"> • Sehr hohe Anzahl an Lagern • Transportwagen unstrukturiert gepackt 	<ul style="list-style-type: none"> • Neugestaltung bei flächendeckender Einführung des IP notwendig → Gelegenheit zur Optimierung
Dokumentation Materialentnahme	
<ul style="list-style-type: none"> • Keine Übersicht über im KP vorhandenes oder entnommenes Material • „Starres“ Befüllungskonzept • Keine Identifikation von „Lagerhütern“ möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Chronik über im IP vorhandenes und entnommenes Material durch Verbrauchsdokumentation am Wagen • Kontinuierliche Verbesserung und Anpassung der Befüllung • Identifikation von Lagerhütern
Nutzungsprozess während der Schicht	
<ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige Unterbrechung der Pflegeprozesse, um fehlendes Material aus Stationslagern zu besorgen • Pflegekräfte müssen Wagen eigenhändig schieben; teilweise zweite Pflegekraft notwendig um KP zu Bewohnerzimmer zu bringen • Müllabwurf mit störanfälligem Sensor 	<ul style="list-style-type: none"> • Entkopplung des Pflege- und Wiederbefüllungsprozesses möglich, da geringe Stückzahlen pro Material rechtzeitig vom Dokumentationssystem signalisiert werden • IP kann bei Bedarf per Smartphone angefordert werden und sich autonom zu Bewohnerzimmer bewegen • Mechanische Lösung für Müllabwurfbehälter

Abbildung 5: Änderungspotenziale durch den Einsatz des intelligenten Pflegewagens (IP)

3.2.2

Bereitstellung von Getränken und Snacks

Als zweiter relevanter Prozess wurde in den Altenpflegeheimen die kontinuierliche Bereitstellung von Getränken und Snacks für die Bewohner identifiziert. Die im zunehmenden Alter tendenziell abnehmende Flüssigkeitszunahme ist ein ernst zu nehmendes Problem. Außerdem müssen Bewohner von Pflegeheimen, die unterernährt oder an Diabetes erkrankt sind, gegebenenfalls neben den Hauptmahlzeiten weitere Nahrung zu sich nehmen.

Vor allem vormittags, während die Pflegekräfte mit der individuellen Pflege der Bewohner in ihren Zimmern beschäftigt sind und zu den Essenzeiten sind die Pflegekräfte aktuell stark ausgelastet (Abbildung 6). Während die Pflegekräfte in den Zimmern die Bewohner pflegen, ist der Aufenthaltsraum nicht dauerhaft mit Personal besetzt. Die Pflegekräfte müssen sich trotzdem um die Bewohner im Aufenthaltsraum kümmern und regelmäßig nach dem Rechten sehen. Dabei achten sie vor allem darauf, dass alle Bewohner etwas zu trinken haben. Die Bewohner zusätzlich zum Trinken zu motivieren, ist zu diesen Zeiten jedoch kaum möglich, da dies ein zeitaufwändiger Prozess ist.

Während der Essenszeiten müssen möglichst alle Bewohner gleichzeitig ihr Essen erhalten. Diese beiden Umstände bedeutet viel Laufarbeit und zusätzlichen Stress für die Pflegekräfte. Entsprechend würde in diesen Zeiten eine Unterstützung bei der Bewirtung der Bewohner eine große Entlastung bedeuten. Außerdem kommt zum Tragen, dass der Dokumentationsaufwand über die letzten Jahre stark zugenommen hat; ein zusätzlicher Zeitaufwand für das Pflegepersonal. In Bezug auf die Flüssigkeitsaufnahme der Bewohner wurde deshalb eine automatische Erfassung der abgegebenen Getränke zu Dokumentationszwecken gewünscht.



Abbildung 6: Übliche Arbeitsabläufe in der Frühschicht

Um diese Arbeiten zu unterstützen, sollte der Robotische ServiceAssistent mindestens zwei Stunden am Stück fahren und dabei bis zu 10 Bewohner mit Getränken und Snacks versorgen können. Er sollte dabei primär autonom agieren, d.h. selbstständig auf einzelne Bewohner zufahren und diesen ein Getränk oder Snack anbieten können. Gleichzeitig sollte das Pflegepersonal die Möglichkeit haben, bei Bedarf die Kontrolle über das System zu übernehmen. Er sollte sowohl vom Pflegepersonal einfach befehligt als auch von den Bewohnern einfach bedient werden können. Er sollte dokumentieren, an wen er ein Getränk oder Snack ausgegeben hat und schnell und einfach wieder aufgefüllt werden können. Schließlich sollte er eine ansprechende Optik besitzen und einfach gereinigt werden können.

4.1

Hintergrund und Motivation

Wie in den vorhergehenden Kapiteln dargestellt, birgt die Materiallogistik und hier insbesondere die bedarfsgerechte Bereitstellung von Verbandsmaterialien, Frischwäsche oder weiteren Verbrauchsgütern großes Potential für den Robotereinsatz. Dabei geht es insbesondere darum, die Materialien bis vor die Zimmer, d.h. an den „Point of Care“ zu bringen, so dass unnötige Laufwege des Personals auf ein Minimum reduziert werden. Erste Vorarbeiten zur Adressierung dieser Problematik fanden im Projekt WiMi-Care (<https://www.uni-due.de/wimi-care/>), an dem auch das Fraunhofer IPA beteiligt war, statt. Ziel von WiMi-Care war es, mögliche Einsatzfelder der Servicerobotik zur Entlastung und Unterstützung von Pflegekräften in stationären Altenpflegeeinrichtungen erstmals systematisch zu erarbeiten und anhand von ausgewählten Beispielen in der Praxis zu erproben. Dabei wurde unter anderem das fahrerlose Transportfahrzeug CASERO 3 der MLR System GmbH eingesetzt, um Containern mit Inhalten wie z.B. Wäsche oder Müll auf die bzw. von den Wohnbereichen zu transportieren. Im Rahmen der Benutzertests und begleitenden Interviews konnte bei den beteiligten Pflegekräften in Bezug auf diese Anwendung eine hohe Akzeptanz erzielt werden. Die Evaluation zeigte jedoch auch, dass für einen flächendeckenden Einsatz des Fahrzeugs noch Weiterentwicklungen notwendig waren: Insbesondere musste die Größe des Fahrzeugs reduziert werden, außerdem war eine größere Beweglichkeit des Fahrzeugs erforderlich, um den Flächenbedarf beim Lasthandling und der Navigation in durch z.B. Pflegewagen verstellten oder engen Gängen zu gewährleisten. Außerdem sollte zukünftig eine Alternative zur Nutzung von rollbaren Containern gesucht werden, da in vielen (bestehenden) Pflegeeinrichtungen der notwendige Raum zur Bereitstellung solcher Container nicht vorhanden ist (Graf et al 2012). Außerdem ist es – je nachdem, welche Art von Waren transportiert werden sollte – notwendig, auch kleinere Behälter vorzusehen, die individuell nachgefüllt werden können. Dementsprechend wurde in SeRoDi das Konzept des „intelligenten Pflegewagens“ entwickelt, der autonomes Fahren und Transport bzw. Bereitstellung von Materialien unterschiedlicher Größe in einem integrierten Gesamtsystem vereint.

4.2

Technische Umsetzung

Die Hardware des von Fraunhofer IPA und der Firma MLR gemeinsam entwickelten intelligenten Pflegewagens orientiert sich an den von den Pflegekräften als relevant erachteten Eigenschaften und Elementen konventioneller Pflegewagen. So stellt auch der intelligente Pflegewagen Materialien in mehreren Schubladen zur Verfügung, eine große Ablagefläche auf dem Wagen dient der Pflegedokumentation oder der Ablage von Material (Abbildung 7, links). In den Schubladen kommen sogenannte ISO-Modulkörbe zum Einsatz, die in vielen Kliniken und Pflegeheimen bereits genutzt werden. Um den intelligenten Pflegewagen optimal an die individuellen Bedürfnisse der Einrichtungen anzupassen, kann der er ISO-Modulkörbe in unterschiedlichen Höhen aufnehmen, beispielsweise 5x10cm oder 1x10cm + 2x20cm (Abbildung 7, rechts). Die Schubladen werden zentral im Wageninneren verriegelt. Weitere essentielle Komponenten des Pflegewagens sind unter anderem die Handschuhspender (in drei verschiedenen Größen), Händedesinfektionsmittelspender und Müllabwurf.

Einsatzszenario „Intelligenter
Pflégewagen“



Abbildung 7: Intelligenter Pflégewagen mit 3 Schubladen für den Wäschetransport (Einsatz in den beteiligten Altenpflegeeinrichtungen, links) und mit 5 Schubladen für den Transport von Verbandsmaterialien (Einsatz in der Klinik, rechts)

Der intelligente Pflégewagen verfügt im Gegensatz zum konventionellen Pflégewagen über einen eigenen Fahrtrieb. Ein manuelles Bewegen des Pflégewagens ist, außer in Notsituationen, nicht mehr vorgesehen. Zudem wurden verschiedene Sensoren integriert, die für die sichere autonome Navigation auf Stationen und in Wohnbereichen benötigt werden. Für den Einsatz vor Ort wurden relevante Zielpositionen definiert. Diese befanden sich meist vor einem Patienten- oder Bewohnerzimmer, aber auch das Lager für das Befüllen oder die Akkuladestation waren wichtige Ziele. Die Zielauswahl erfolgt mithilfe eines Smartphones (Abbildung 8, links) oder über das integrierte Tablet. Typischerweise fährt der Roboter auf vorher festgelegten „Fahrspuren“ zum gegebenen Ziel, die er jedoch kurzzeitig verlassen kann, wenn Hindernisse ihm den Weg versperren.

Das Tablet beinhaltet außerdem eine spezielle Benutzeroberfläche für die Verbrauchsdokumentation. Über diese lassen sich die entnommenen Artikel direkt bei der Entnahme oder auch später, beispielsweise nach der Patientenversorgung, dokumentieren. Gehen Artikel zur Neige, wird der intelligente Pflégewagen dies in der Verbrauchsanzeige mit rot hinterlegten Stückzahlen kenntlich machen. Die Pflegekraft kann nun entscheiden, ob sie den Wagen zum Befüllen schicken möchte oder aber ihre Patientenversorgung fortführt. Neben der manuellen Eingabe kann auch ein 3D-Sensor mit einer Objekterkennungs-Software genutzt werden, der die entnommenen Artikel automatisch identifiziert (Abbildung 8 rechts).



Abbildung 8: Zieleingabe am Smartphone (links), automatische Erkennung eines entnommenen Artikels, der unter den 3D-Sensor gehalten wird (rechts).

Für die automatisierte Erkennung wurden umfangreiche Erweiterungen der am Fraunhofer IPA bereits vorhandenen Objekterkennungssoftware durchgeführt, die sich primär an der Textur der zu erkennenden Objekte orientiert. Eine große Herausforderung stellte dabei das breite Spektrum an Erscheinungsbildern der Objekte dar. Neben Pappschachteln und flachen Verpackungen aus Papier und Plastik mit Beschriftungen und Logos gibt es im medizinischen Kontext auch viele Objekte, die nur wenig Texturinformation bieten. Abbildung 9 zeigt die Ergebnisse der Objekterkennung und Posenschätzung für einige medizinische Testobjekte.



Abbildung 9: Evaluation der Objekterkennung anhand von medizinischen Testobjekten.

Neben den Verbesserungen am Erkennungsalgorithmus wurde auch an einer kostengünstigen und kompakten Lösung zur Erstellung von Objektmodellen gearbeitet. Die entwickelte Aufnahmestation nutzt einen Drehteller, auf den das Objekt gestellt wird und einen 3D-Sensor. Durch Rotation können Einzelansichten des Objekts erstellt und letztendlich zu einem 3D-Modell zusammengefügt werden (Abbildung 10).

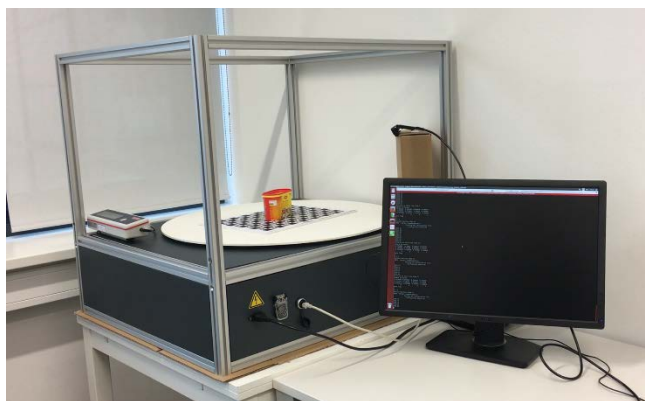


Abbildung 10: Aufnahmestation für Objektmodelle.

Eine Möglichkeit für das Nachfüllen der Materialien ist es, diese direkt in die Modulkörbe zu legen. Diese Variante wurde z.B. für die mit Wäscheutensilien beladenen Pflegerwagen gewählt. Eine andere Möglichkeit ist es, einzelne ISO-Modulkörbe, die leer oder nur noch unzureichend bestückt sind, gegen volle auszutauschen. Diese Variante wurde beim Einsatz als Verbandswagen in der Klinik bevorzugt. Die vorgefüllten Modulkörbe wurden dabei mittels ebenfalls genommener Transportwagen direkt vom Zentrallager in die jeweiligen Stationen transportiert. Um die einzelnen ISO-Modulkörbe eindeutig zu identifizieren, ist jeder über einen

**Einsatzszenario „Intelligenter
Pflgewagen“**

Transponder-Chip mit einmaligem Code ausgestattet, der mittels RFID-Technologie ausgelesen werden kann. Im Lager befinden sich ein Tablet und ein Lesegerät zum Auslesen der Tags. Damit kann der entsprechende Mitarbeiter nachvollziehen, wie der jeweilig ISO-Modulkorb wieder zu bestücken ist. Aufgrund der vordefinierten Befüllung und der Entkopplung von Befüllungs- und Nutzungsprozess des Pflgewagens ist die Gefahr einer fehlerhaften oder unzureichenden Beladung deutlich geringer.

Um zukünftig eine noch bessere Anbindung des intelligenten Pflgewagens an die internen Logistikprozesse zu ermöglichen, wurde im Projekt außerdem ein Konzept für eine Nachfolgeneration des intelligenten Pflgewagens ausgearbeitet. Damit soll auch ein automatischer Wechsel der Modulkörbe sowie die automatische Entleerung der Verbrauchsgüter ermöglicht werden.

5.1

Hintergrund und Motivation

Die Motivation zur Unterstützung der Getränkeversorgung durch einen Serviceroboter wurde bereits in den vorhergehenden Kapiteln dargestellt. Dabei geht es nicht darum, die Getränkeversorgung und damit verbundene Interaktion mit den Bewohnern komplett zu automatisieren, vielmehr wird der Robotereinsatz als zusätzliche Hilfe gesehen, die insbesondere die Zeiten überbrückt, in denen das Pflegepersonal mit der Versorgung der Bewohner in den Zimmern beschäftigt ist. Zusätzlich bietet der Robotereinsatz den Vorteil, dass einige Bewohner wieder selbständiger werden: Sie müssen sich nicht bei jedem kleinen Anliegen an das Personal wenden, sondern können die Maschine nutzen. Auch zu dieser Anwendung wurden im o.g. Projekt WiMi-Care bereits erste Vorarbeiten durchgeführt. Dabei wurde auf dem Roboterassistenten Care-O-bot® 3 ein Getränkediens implementiert, bei dem mit Hilfe eines Roboterarms Wasser von einem Wasserspender gezapft und im Folgenden über das am Roboter montierte Tablett an die Bewohner verteilt wurde. Auch diese Anwendung wurde im Rahmen der durchgeführten Praxistests positiv beurteilt, allerdings zeigte sich schnell, dass für einen längerfristigen und effizienten Betrieb in der Praxis eine einfachere, spezialisierte Roboterlösung erforderlich ist. Dementsprechend wurde ein SeRoDi das Konzept des „Robotischen ServiceAssistenten“ entwickelt, der mehrere Getränke mit sich führen und einfach vom Personal nachgefüllt werden kann.

5.2

Technische Umsetzung

Die beiden Hauptfunktionen des Robotischen ServiceAssistenten sind die eigenständige Navigation durch das Pflegeheim, insbesondere hin zu den Bewohnern, sowie das automatisierte Bereitstellen verschiedener Snacks und Getränke. Mit dem Ziel, bereits entwickelte Technologien zu nutzen und zu erweitern, wurde als Grundlage für den Hardwareaufbau die bereits vorgestellte mobile Plattform des Care-O-bot® 4 des Fraunhofer IPA eingesetzt. Diese ist bereits mit den notwendigen Sensoren zur sicheren Navigation und Hindernisvermeidung ausgestattet. Im Gegensatz zum intelligenten Pflegewagen navigiert dieser Roboter nicht spurgebunden, sondern ist in der Lage, seinen Weg nach Vorgabe des Ziels anhand einer Karte und aktueller Sensordaten flexibel zu planen.

Für die Lagerung der Snacks und Getränke wurde ein neuer Aufbau für die mobile Plattform entwickelt. Dieser kann mit bis zu 28 Becher mit Getränken oder Joghurts auf vier inneren Ebenen befüllt werden. Jeder Becher wird auf einem separaten Handhabungssegment gelagert. Sieben dieser Segmente sind auf einem Tablett angeordnet. Zum Nachfüllen können die Tablett einfach entnommen, aufgefüllt und wiedereingesetzt oder in einem Kühlschrank für den späteren Gebrauch gelagert werden (Abbildung 11, links). Mithilfe eines innovativen, patentierten Antriebskonzepts können im Inneren des Aufbaus die Becher automatisch vereinzelt und an die Ausgabeöffnung transportiert werden. Weitere Elemente, die in den neuen Aufbau integriert wurden, sind verschiedene Sensoren, die der Erkennung von Hindernissen oberhalb der mobilen Plattform sowie der Erkennung der anzusprechenden Personen dienen. An der Vorderseite des Roboters ist zudem ein Tablet zur Interaktion mit den Bewohnern angebracht (Abbildung 11, rechts).

Einsatzszenario „Robotischer ServiceAssistent“



Abbildung 11: Einfaches Befüllen des robotischen ServiceAssistenten mithilfe der Tablett (links), Touchscreen zur Auswahl eines Getränks (rechts).

Der Roboter wird vom Pflegepersonal über das Smartphone gestartet und auf eine Route durch den Wohnbereich geschickt (Abbildung 12, links). Im Gemeinschaftsraum angekommen nähert er sich den einzelnen Bewohnern und spricht sie direkt an ihren Tischen an, ob sie etwas trinken wollen. Die Bewohner wählen das gewünschte Getränk oder den gewünschten Snack über das im Torso eingebetteten Tablet des Roboters aus. Der Benutzer wird informiert, wenn der gewünschte Artikel aus der Ausgabe des Roboters entnommen werden kann. Um den älteren Bewohnern das Greifen des angebotenen Getränks zu erleichtern, wird dieses knapp über Tischhöhe ausgegeben. Macht der Bewohner keine Eingabe, fährt der Roboter weiter an den nächsten Platz. Wenn der Roboter mit einem Ausgabezyklus fertig ist, kehrt er zu seiner Warteposition in der Küche zurück. Auf Anweisung wird er nach einer bestimmten Wartezeit seinen nächsten Zyklus erneut beginnen. Wenn die Batterie des Roboters zu schwach wird oder keine Getränke oder Snacks mehr vorhanden sind, kehrt er ebenfalls zu seiner Warteposition zurück und benachrichtigt das Personal. Das Nachfüllen des Roboters kann ebenfalls einfach am Smartphone dokumentiert werden (Abbildung 12, drei rechte Bilder).



Abbildung 12: Nutzerinterface des robotischen ServiceAssistenten für das Pflegepersonal

Die Fähigkeit zum automatischen Greifen von Objekten ist sowohl für den intelligenten Pflegewagen (zum Beispiel beim Nachfüllen im Lager) als auch für den ServiceAssistenten (zum Beispiel für das Öffnen von Türen) relevant. Dafür werden die zu greifenden Gegenstände (Pflegeutensilien, Türklinke o.Ä.) automatisch erkannt und ein Modell der Umgebung des Roboters erstellt, das mögliche Hindernisse beinhaltet. Anhand dieses Modells kann ein Bewegungsplaner kollisionsfreie Bahnen berechnen, die es einem Roboterarm ermöglichen, sich sicher zu dem zu greifenden Objekt zu bewegen. Die in SeRoDi neu entwickelten Methoden wurden im Kontext des Türöffnens auf dem Care-O-bot 4 des Fraunhofer IPA umgesetzt (Abbildung 13,

links). Des Weiteren wurden Konzepte für den ServiceAssistenten erarbeitet, wie eine möglichst simple Aktorik für das Öffnen von Türen aussehen könnte (Abbildung 13, rechts).

Einsatzszenario „Robotischer
ServiceAssistent“



Abbildung 13: Öffnen von Türen mit Care-O-bot 4 und einem vereinfachten Arm am ServiceAssistenten.

6 Erfahrungen und Perspektiven aus der Praxis

Aufgabe der Altenpflegeheime Mannheim (APH) und der Universitätsmedizin Mannheim (UMM) war es, die im Projektzeitraum realisierten Serviceroboter in den ausgewählten Anwendungsszenarien in die tägliche Pflegearbeit einzubinden und zu nutzen. Dafür stellten sie Personal und Infrastruktur zur Verfügung und standen im ständigen Austausch mit den Forschungspartnern. Durch die kontinuierliche Einbindung der Anwender sollte im Sinne einer partizipativen Technikentwicklung sichergestellt werden, dass das Dienstleistungssystem und die konzipierten Roboterlösungen möglichst den Bedarfen der Praxis entsprechen. Die Anwender wiederum hatten den Vorteil, dass sie sich mit der neuen Technologie vertraut machen und erste Erfahrungen in der Nutzung moderner Serviceroboter sammeln konnten. Zudem hatten sie Gelegenheit, in den beteiligten Stationen / Wohnbereichen die Infrastruktur im Hinblick auf den Einsatz von Servicerobotern zu überprüfen. Ihre wichtigsten Erfahrungen geben sie in diesem Kapitel im Rahmen von Interviews wieder. Davor erfolgt eine Beschreibung der Beobachtungen und Erfahrungen aus den erfolgten Praxisevaluierungen der beiden umgesetzten Einsatzszenarios.

6.1 Evaluation der technischen Funktionen der Serviceroboter und der Auswirkungen auf die Prozesse in der Pflege

6.1.1 Einsatzszenario „Intelligenter Pflegewagen“

Im Rahmen des bereits vorgestellten iterativen Entwicklungsprozesses wurde zunächst das angedachte Roboterkonzept und im Folgenden der entwickelte intelligente Pflegewagen in verschiedenen Ausbaustufen und dessen Auswirkungen auf die Prozesse der Pflege in der Praxis getestet. Im Folgenden wurde dieser anhand der Erfahrungen und Rückmeldungen aus der Pflegepraxis sowie den Evaluationsergebnissen der Forscher weiterentwickelt und optimiert und nachfolgend ein weiteres Mal in den beteiligten Einrichtungen erprobt. Aufgrund des interdisziplinären Ansatzes im Projekt waren an den jeweiligen Praxisevaluierungen bei jeder Iteration alle beteiligten Forschungspartner (IAT, ISW, IPA, Uni Greifswald) involviert.

Das Vorgehen und die Ergebnisse der ersten beiden Erhebungsphasen zur Analyse und Bewertung aktueller Arbeitsabläufe in der Pflege sind in den Kapiteln 3.1 und 3.2 bereits ausführlich beschrieben worden. An dieser Stelle folgt eine Beschreibung der dritten und vierten Erhebungsphase, welche zugleich der ersten und zweiten praktischen Testphase der intelligenten Pflege- und Wäschewagen entsprechen.

Auch während der ersten praktischen Testphase der Serviceroboter-Prototypen, sind dieselben Methoden eingesetzt worden wie bei der Anforderungsanalyse im Dienstleistungssystem Pflege in Kapitel 3, also teilnehmende Beobachtungen, halbstandardisierte Interviews und Workshops. Während der ersten Testphase, die in allen betroffenen drei Einrichtungen über mehrere Wochen lief, gab es zu verschiedenen Funktionalitäten des Pflegewagens positive Rückmeldungen: Unter anderem waren die Standardfunktionen des Fahrens einfach zu nutzen und die Bedienung per Tablet und Smartphone wurde von den beteiligten Pflegekräften als unkompliziert beschrieben. Auch die Interaktion mit der Umgebung, insbesondere den Aufzügen, funktionierte einwandfrei. Der Einsatz eines neuen 3D-Sensors zur

Hinderniserkennung führte dazu, dass viele Hindernisse erkannt wurden, für die der bisher in Fahrzeugen dieser Art genutzt Laserscanner nicht geeignet gewesen wäre. Des Weiteren konnten einige wichtige Erkenntnisse hinsichtlich der Herausforderungen des Robotereinsatzes im klinischen Umfeld gewonnen werden. Diese betrafen unter anderem das Einrichten eines flächendeckenden WLANs, das in den teilweise sehr alten Gebäuden nicht so einfach umzusetzen war. Auch die Erstellung des Fahrkurses erforderte ein besonderes Verständnis für die hausinternen Abläufe, um z.B. sicherzustellen, dass anzufahrende Zielpositionen nicht immer wieder blockiert werden. Die Ausweichfunktion der Fahrzeuge wurde als besonders wertvoll erachtet, da letztendlich ein dauerhaftes Freihalten des Fahrwegs in diesem Einsatzfeld nicht möglich ist. Besondere Schwierigkeiten machten in diesem Zusammenhang die im Klinikum in den Gängen stehenden Betten, die von der Sensorik des Roboters nicht ausreichend erkannt wurden, so dass die Fahrzeuge des Öfteren blockiert wurden. Weitere Änderungswünsche der Anwender betrafen die akustischen Signalgeber der Fahrzeuge, die teilweise als störend erachtet wurden, außerdem wurde kritisiert, dass der Roboter bei den initial angelegten Fahrtrouten nicht immer den kürzesten Weg zum Ziel verfolgte und damit als zu langsam für einen effizienten Praxiseinsatz angesehen wurde. Die Evaluierungsergebnisse wurden strukturiert und in eine neue Anforderungsliste als Grundlage zur Überarbeitung der Serviceroboter für eine zweite Testphase (beziehungsweise vierte Erhebungsphase) überführt.

Dementsprechend wurden vor der zweiten praktischen Testphase (vierte Erhebungsphase) verschiedene Anpassungen durchgeführt: Unter anderem wurden die Sicherheitsfunktionen für bessere Bewegungsabläufe optimiert. Die Fahrstrecken wurden des Weiteren auf eine bidirektionale Spur (auf einer Seite des Gangs) statt zwei Spuren („Hinweg“ auf einer Seite des Gangs, „Rückweg“ auf der anderen) umgebaut, so dass der Fahrweg besser vorhersehbar und ein Ausweichen nicht mehr so oft erforderlich war. Es wurden zudem zusätzliche Wendestellen (bei jedem Zimmer) eingerichtet, um unnötige Fahrten in die falsche Richtung zu vermeiden. Des Weiteren fanden Optimierungen des Drehens auf der Stelle sowie der optischen (Blinkfunktion) und akustischen Signalgeber (Minimierung von Warnton und Sprachausgabe) statt. Um Deadlocksituationen besser zu vermeiden, wurde eine neue Funktion integriert, mit Hilfe derer bei Durchfahrten von Türen vorab per Laserscanner geprüft wurde, ob der Bereich frei ist. Im Rahmen der nachfolgenden Praxistests konnte bestätigt werden, dass die gemachten Änderungen die Situation wesentlich verbesserten. Nichtsdestotrotz sind für einen zukünftigen Dauereinsatz der Roboter noch Weiterentwicklungen notwendig, insbesondere da die Geschwindigkeiten und Sicherheitsfunktionen den Einsatz in den engen Gängen und die Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern noch einschränken.

6.1.2

Einsatzszenario „Robotischer ServiceAssistent“

Der Robotische ServiceAssistent wurde für den Zeitraum einer Woche in einer der beteiligten Altenpflegeeinrichtungen evaluiert. Dabei wurde von den betreuenden Mitarbeitern bzgl. der Zuverlässigkeit verschiedener technischer Funktionen sowie für jede einzelne Interaktion mit einem Bewohner protokolliert, ob diese erfolgreich war oder nicht und im Fehlerfall, welches Problem aufgetreten war. Während der Tests war von Seiten der Bewohner Neugierde und Interesse zu beobachten, alle Bewohner reagierten auf die Ansprache des Roboters und konnten das angebotene Getränk entnehmen. Auch die technischen Elemente (Navigation, Personenerkennung, Benutzerschnittstelle und Ausgabemechanismus) waren zum größten Teil zuverlässig. Auch hier wurde von den Pflegekräften die Bedienung per Smartphone als unkompliziert angesehen. Verbesserungspotenziale betrafen die Bedienung des Touchscreens, mit der einige Bewohner Probleme hatten. Untersuchungen von Lee

et al. (2018) weisen auf eine Interaktion mittels Sprachsteuerung als Alternative hin. Auf technischer Seite war die Position für das Anfahren der Bewohner am Tisch teilweise nicht optimal. Insbesondere die Erkennung von Rollstuhlfahrern muss dabei noch optimiert werden. Die eingesetzte 3D-Sensorik für Hinderniserkennung war noch nicht zuverlässig genug, potenzielle Kollisionen konnten jedoch in allen Fällen durch Eingriff des technischen Personals vermieden werden.

6.2 Evaluation der Technologieakzeptanz in den Einsatzszenarien

Wie bereits oben beschrieben, war es von Beginn an das Ziel, die Benutzergruppen so früh wie möglich in den Entwicklungsprozess der im Projekt entwickelten Serviceroboter mit einzubeziehen. Darüber hinaus galt es, generelle Handlungsempfehlungen zur Steigerung der Technologieakzeptanz in der Pflege aus den erhobenen Bedarfen der Pflegekräfte abzuleiten. Es ging also nicht nur darum, technische Funktionalitäten und deren Auswirkungen auf die Dienstleistungsprozesse in der Pflege zu untersuchen, sondern auch den generellen Einfluss verschiedener Prädiktoren auf die Akzeptanz gegenüber einer Technologie.

In einem ersten Schritt wurde eine strukturierte Verhaltensbeobachtung durchgeführt, zum einen um die Tätigkeitsverteilungen der Pflegekräfte und zum anderen um deren Wunschfunktionen an die robotische Assistenz on-the-job zu erheben. Dabei stellte sich heraus, dass Dokumentationsfunktionen, Informationsbereitstellung von Medikationsplänen, automatisierte Messungen von Vitalparametern durch einen Roboter sowie die Bereitstellung von Materialien und ein automatisch folgender Roboter durch die Pflegekräfte als potentiell unterstützend wahrgenommen wurden.

In einem zweiten Schritt wurde eine Critical Incident Analyse nach Flanagan (1954) durchgeführt, um die Nutzungsprofile der vorhandenen Wagen zu erfassen. Das Verfahren basiert auf Anwenderberichten von besonders positiv bzw. besonders negativen Erfahrungen mit dem Untersuchungsobjekt. So konnte in SeRoDi festgestellt werden, dass die Pflegekräfte prinzipiell sehr zufrieden mit den herkömmlichen Pflege- und Wäschewagen waren, sofern diese verlässlich Material für die tägliche Arbeit zur Verfügung stellten. Negativ fallen die Wagen insbesondere dann auf, wenn ein Wagen weit entfernt steht oder durch eine andere Pflegekraft bereits genutzt wird. Am schwersten wiegt es jedoch, wenn benötigtes Material nicht im Wagen vorhanden ist. Dies kann durch nicht erfolgte Wiederbefüllung, oder auch durch unplanmäßige Entnahmen durch Patienten bzw. Bewohner stattfinden, da die Wagen nicht immer verschlossen sind. Weitere Defizite des herkömmlichen Wagens zeigten sich während der Nachtschicht, wenn die Stationen mit weniger Mitarbeitern besetzt sind, und diese folglich mehr Aufgaben im Alleingang erledigen müssen. In diesen Situationen wird die Ablagefläche der Wagen als zu klein eingeschätzt. Sobald der Wagen hingegen mit im Patientenzimmer steht, besteht die Gefahr, dass er durch seine Größe bei der Versorgung behindernd wirkt. Im dritten Untersuchungsschritt wurde in einer längsschnittlich angelegten Erhebung die Akzeptanz der Mitarbeiter in unterschiedlichen Phasen des Projekts mittels Fragebogen quantitativ erhoben. In insgesamt drei Einrichtungen konnten 45 Personen zu Beginn und 33 Personen zum Ende des Projekts rekrutiert und ausgewertet werden. Die beiden Stichproben waren sehr homogen mit einem Durchschnittsalter von 41 bzw. 39 Jahren. Die überwiegend weiblichen Probanden (93% und 97%) waren zu über 70% über 5 Jahre im Pflegeberuf tätig.

In projektbegleitenden Experimenten zeigte sich, dass die Leistungserwartung vor und die Gewohnheit nach einer Exposition am stärksten auf die Nutzungsabsicht von technologischen Innovationen wirkt. Zudem hat der wahrgenommene soziale Einfluss zum Zeitpunkt vor der Exposition einen signifikanten Einfluss auf die Veränderung der Nutzungsabsicht über die Zeit. Betrachtet man die Evaluationsergebnisse des intelligenten Pflegewagens bestätigt sich dieses Bild. Wichtige Erkenntnisse aus dieser Untersuchung sind, dass ein erheblicher Teil der Akzeptanz einer neuen Technologie gegenüber von dem sozialen Einfluss des Umfeldes und der Gewohnheit der Benutzung abhängt. Insgesamt ist die Technologieakzeptanz der Pflegekräfte als gemäßigt einzuschätzen. Darauf lässt der Mittelwert von 2,85 (SD=1,41) zu Beginn und 1,89 (SD=1,34) zum Ende des Projekts schließen, wobei auf einer fünfstufigen Likert-Skala die Intention abgefragt wurde, den intelligenten Pflegewagen in den nächsten Wochen zu nutzen (1 stimme nicht zu, 5 stimme voll zu).

Prädiktoren	Einstellungskzeptanz $\hat{y} = f(\text{Beginn})$		Einstellungskzeptanz $\hat{y} = f(\text{Ende})$	
	β	Sig.	β	Sig.
Leistungserwartung	,014	,936	,182	,420
Aufwandserwartung	-,095	,589	-,141	,471
Sozialer Einfluss	,301	,052	,037	,833
Unterstützende Bedingungen	,020	,898	-,289	,126
Gewohnheit	,436	,007	,551	,014
R_{adj}^2	,438	,000	,382	,003

Tabelle 1: Einfluss der Prädiktoren auf die Einstellungskzeptanz zum Beginn und zum Ende von SeRoDi

Ein Einfluss von Personeneigenschaften auf die Akzeptanz konnte hingegen nicht statistisch signifikant nachgewiesen werden. Weiterhin ist festzustellen, dass der intelligente Wagen während der Entwicklung in der Tendenz als Belastungsquelle wahrgenommen wurde.

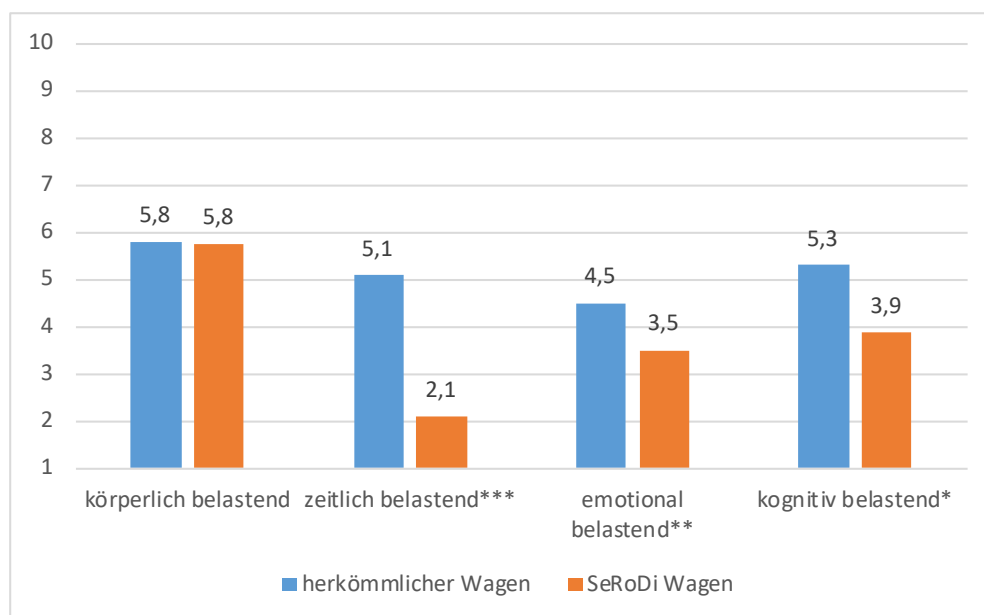


Abbildung 14: Belastung (1) und Entlastung (10) durch den Wagen

Insbesondere die zeitliche Belastung durch den intelligenten Wäsche- / Pflegewagen ist mit der Nutzungsintention korreliert ($r=.60^*$). Daraus lässt sich schließen, dass durch eine Weiterentwicklung der robotischen Assistenz, die auf zeitliche Entlastung abzielt, höhere Akzeptanzwerte erreicht werden könnten.

Abschließend lässt sich feststellen, dass die moderaten Akzeptanzwerte unter anderem im Zusammenhang mit der wahrgenommenen Mehrbelastung durch die Servicerobotik stehen. Daher erscheint es sinnvoll, ein klares Erwartungsmanagement zu Beginn des Projekts zu kommunizieren und konzeptuell zu verankern, mit der Intention Bedenken und Ängste seitens der Nutzer abzubauen. Darin sollte transparent gemacht werden, welche Schritte im Projekt angedacht sind und welche Funktionen konkret zur Verfügung stehen bzw. erst noch entwickelt und getestet werden. Dies könnte in der Praxis, sofern verlässliche Informationen vorliegen, durch die Pflegedienstleitungen nach Projektbesprechungen an die Mitarbeiter weitergetragen werden.

6.3 Interviews zum Einsatz der im Projekt entwickelten Serviceroboter in den Einrichtungen der Anwendungspartner

Im Rahmen dieses Abschnitts kommen die Anwendungspartner aus den Altenpflegeheimen Mannheim und der Universitätsklinik Mannheim im Rahmen von Interviews zu Wort. Sie geben Auskunft darüber, wie der Einsatz der Serviceroboter aus Sicht des Pflegepersonals wahrgenommen wurde und wo sie besondere Potenziale für den Einsatz von Servicerobotern in der Zukunft erkennen. Die interviewten Personen sind Frau Ricarda Fredl-Maurer, zuständig für die Koordination Bundesfreiwilligendienst und die Qualitätssicherung Pflege am Universitätsklinikum Mannheim und Herr Gerd Filitz, Einrichtungsleiter des Seniorenzentrums Waldhof. Das Seniorenzentrum Waldhof ist eines von vier Einrichtungen der Altenpflegeheime Mannheim GmbH. Darüber hinaus war noch das Ida-Scipio-Heim, ebenfalls eine Einrichtung der Altenpflegeheime Mannheim GmbH, als Anwendungspartner am Projekt beteiligt.

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT): Der demografische Wandel macht sich auch in der Pflege immer stärker bemerkbar. Auf der einen Seite gibt es immer mehr ältere, pflegebedürftige Menschen und auf der anderen Seite gibt es immer weniger junge Menschen, die den Beruf der Pflegekraft ergreifen könnten. Inwiefern eignen sich die im Projekt „SeRoDi“ entwickelten Serviceroboter dazu, die negativen Folgen der skizzierten Entwicklung abzufedern?

Altenpflegeheime Mannheim (APH): Durch den Einsatz der im Projekt „SeRoDi“ entwickelten Serviceroboter konnten unsere Pflegekräfte entlastet werden. Sowohl durch den Einsatz des intelligenten Wäschewagens, als auch durch den Einsatz des ServiceAssistenten konnten Laufwege der Pflegekräfte deutlich reduziert und zeitliche Ressourcen für die Pflege und Betreuung unserer Bewohner gewonnen werden. Insofern bietet der Einsatz der Serviceroboter auch das Potenzial, einen Teil der negativen Folgen des demografischen Wandels abzumildern.

Universitätsmedizin Mannheim (UMM): Die im Projekt entwickelten und erprobten Serviceroboter helfen, den Stationsalltag informationstechnisch und physisch zu unterstützen, logistische Prozesse zu optimieren, die Verbrauchsdokumentation zu automatisieren, das Bestellwesen zu verbessern sowie die Materialwirtschaft zu reduzieren. Die gewonnene Zeit durch die Entlastung der Pflegekräfte kann in die

direkte Patientenversorgung einfließen und dementsprechend einen Teil der negativen Folgen des demografischen Wandels abfedern.

Erfahrungen und Perspektiven
aus der Praxis

IAT: Wie wird das Thema Servicerobotik im Allgemeinen von den Pflegekräften aufgenommen?

APH: Pflegekräfte und Bewohner hatten keinerlei Berührungsängste. Die Bereitschaft der Pflegekräfte, die Servicerobotik tatsächlich auch im Pflegealltag zu nutzen, ist allerdings auch sehr stark abhängig vom Vorteil, den der Einsatz der Roboter mit sich bringt.

UMM: Das Thema Servicerobotik wird im Allgemeinen positiv von den Pflegekräften aufgenommen. Von Bedeutung ist es insbesondere, bei den Pflegenden die Neugierde für technische Innovationen zu wecken und den Nutzen der Servicerobotik aufzuzeigen. Dadurch werden Befürchtungen des Pflegepersonals entkräftet, dass zwischenmenschliche Interaktionen zum Patienten verloren gehen könnten.

IAT: Wie war die Rückmeldung der Pflegekräfte zu den im Projekt „SeRoDi“ entwickelten und erprobten Servicerobotern?

APH: Die Pflegekräfte waren von Beginn an neugierig und hatten keinerlei Berührungsängste. Die Rückmeldungen waren durchweg positiv. Auch Befürchtungen, dass durch den Einsatz der Serviceroboter in Zukunft Arbeitsplätze ersetzt werden könnten, wurden nicht geäußert.

UMM: Innovative Technik gehört zum Alltag unserer Pflegekräfte, deshalb gibt es auch keine Berührungsängste beim Einsatz der Servicerobotik. Die Vorteile durch physische Entlastung und Dokumentationsersparnis standen bei SeRoDi im Vordergrund und wurden sehr positiv bewertet.

IAT: Wie war die Rückmeldung der Bewohner / Patienten und Angehörigen zu den erprobten Servicerobotern? Gab es da Berührungsängste oder Vorbehalte?

APH: Unsere Bewohner zeigten großes Interesse. Insbesondere die Bedienung des ServiceAssistenten weckte die Neugier und die Rückmeldungen waren durchweg positiv. Sobald die Bewohner das gewünschte Getränk auf dem Bildschirm antippten, konnte der Becher entnommen werden. Dadurch erhalten die Bewohner wieder ein zusätzliches Stück Eigenständigkeit.

UMM: Es gab von Seiten der Patienten und deren Angehörigen ausschließlich positive Rückmeldungen. Dadurch, dass der Einsatz der Servicerobotik Zeit einspart, die den Patienten direkt zu Gute kommt, verbessert sich auch die Qualität der Dienstleistung. Die UMM wird als innovativer und moderner Gesundheitsdienstleister wahrgenommen.

IAT: Wo sehen Sie technisches und gestalterisches Optimierungspotenzial für den intelligenten Pflegewagen / Wäschewagen?

APH: Eine notwendige Optimierung des intelligenten Wäschewagens wäre die Vergrößerung der Wäschekörbe. Die vorhandenen Körbe bieten zu wenig Ablagefläche. Auch eine „freie Navigation“, wie beim ServiceAssistenten wäre ein weiterer großer Vorteil. Eine technische Optimierung des ServiceAssistenten bestünde in der Installation von Kühlelementen. So müssten die Getränke weniger häufig ausgetauscht werden.

UMM: Ein Potential zur technischen Optimierung des Intelligenten Pflegewagens bestünde durch Installation einer zweiten Kamera, die eine variable Fahrtrichtung vorwärts und rückwärts ermöglichen würde. Eine weitere Verbesserung wäre die Optimierung der Größe des intelligenten Pflegewagens. Dieser ist in seiner jetzigen Ausführung zu groß, sodass ein Einsatz im Patientenzimmer derzeit nicht möglich ist.

IAT: Wie hoch schätzen Sie das Zeiteinsparungspotenzial pro Woche und Station / Wohnbereich durch einen weitgehend störungsfreien Einsatz des intelligenten Pflegewagen / Wäschewagen und des Robotischen ServiceAssistenten ein? Wie stark reduzieren sich dabei die Wegstrecken?

APH: Das Zeiteinsparpotenzial für den intelligenten Wäschewagen liegt - je nach Größe der Wäschekörbe - schätzungsweise bei 2h / Woche je Wohnbereich. Durch die Nutzung des Serviceassistenten kann eine Vielzahl der Bewohner eines Wohnbereichs mit Getränken versorgt werden. Dadurch entfallen zum einen die Laufwege für die Pflegekräfte, zum anderen aber auch die Zeit zur Erfassung des Getränkewunschs eines Bewohners. Das Zeiteinsparpotenzial hierfür liegt bei ca. 2,5h / Woche je Wohnbereich.

UMM: An der UMM wurde zu Beginn des Projektes die gesamte Logistik vom Zentrallager aus gesteuert und mittels der AWT-Anlage in relativ großvolumigen Transportcontainern in die Station geliefert. Dort wurde es dann vom Pflegepersonal auf mehrere unterschiedliche Lagerräume verteilt. Alleine das Verräumen von Material in die verschiedenen Lagerräume der Station 1-42 dauerte jeweils etwa zwei Stunden und fand durchschnittlich zweimal pro Woche statt. Zudem müssen Zeiten für die individuelle Nachbestellung von Material berücksichtigt werden, da die Stationslogistik noch nicht digital an das Zentrallager angebunden war. So konnte alleine für die Logistik innerhalb der Station (Intralogistik) mit bis zu einem Personentag an zeitlichem Aufwand gerechnet werden. Berücksichtigt werden muss, dass diese Tätigkeiten lediglich von erfahrenen Mitarbeitern, meist der Schichtleitung, durchgeführt wurde. Die genannte Zeit fehlte den entsprechenden Mitarbeitern bisher für ihre eigentlichen, patientennahen Kerntätigkeiten. Nach Einsatz des intelligenten Pflegewagens entfallen zudem die Laufwege der Pflegekräfte in Lagerräume, um fehlende Materialien nachzuholen. Die unterschiedlichen Verbrauchsmaterialien sind nun in fünf ISO-Modulkörben in festgelegter Form zusammengestellt und werden einfach nach Bedarf durch Logistikmitarbeiter der UMM getauscht, um das fehlende Material zu ersetzen.

IAT: Gibt es darüber hinaus noch messbare Optimierungspotenziale durch den Einsatz der Serviceroboter?

APH: Eine weitere wünschenswerte Optimierung des intelligenten Wäschewagens wäre eine automatisierte Befüllung der Wäschekörbe im Wäschelager.

UMM: Durch Unterstützung der Informationstechnik sowie weiterer logistischer Prozesse mittels Servicerobotik gibt es tatsächlich noch weitere Optimierungspotenziale im Stationsalltag. Mit einer automatisierten Verbrauchsdokumentation wird das Bestellwesen verbessert und der Aufwand für die Materialwirtschaft reduziert. Die gewonnene Zeit durch die Entlastung der Pflegekräfte kann in die direkte Patientenversorgung einfließen, was zu Verbesserungen in der Qualität führen kann. Der Ökonomie im Gesundheitswesen wird damit auch Rechnung getragen, da Auswertungen und Statistiken möglich sind und für zukünftige Entscheidungen zu Rate gezogen werden können.

IAT: Wo sehen Sie qualitative und möglicherweise weniger messbare Vorteile?

APH: Durch den Einsatz von Servicerobotik wird ein Unternehmen als moderner, innovativer Dienstleister im Gesundheits- und Sozialwesen wahrgenommen. In welchem Maße dieser Vorteil Einfluss auf die Mitarbeiterzufriedenheit oder auf die Gewinnung neuer Mitarbeiter hat, wird sich allerdings zunächst nur schwer präzise erfassen lassen.

UMM: Der interaktive, emotional geprägte Austausch mit dem Patienten kann wieder mehr in den Vordergrund rücken, wenn die Pflegenden durch Servicerobotik von Informations- und Logistikprozessen entlastet werden. Dadurch steigt auch die Zufriedenheit von Angehörigen und Patienten mit der Pflegedienstleistung. Durch die Standardisierung von logistischen Prozessen mittels Servicerobotik wird außerdem eine gleichbleibende Prozessqualität erreicht.

IAT: Glauben Sie, dass Arbeitsprozesse in der Pflege bei einem flächendeckenden Einsatz von Servicerobotern angepasst werden müssten, um das maximale Optimierungspotenzial herauszuholen? Falls ja, können Sie ein Beispiel bringen?

APH: Voraussetzung für den flächendeckenden Einsatz von Servicerobotern wären sicherlich die Anpassung des Arbeitsumfelds, inklusive der Infrastruktur und die Standardisierung von Arbeitsprozessen.

UMM: Bei einem flächendeckenden Einsatz von Servicerobotern müssen generell alle Arbeitsprozesse normiert, die Qualitätsstandards definiert und das Arbeitsumfeld robotergerecht gestaltet werden, damit das Optimierungspotential genutzt werden kann. Ein Beispiel wäre die Arztvisite, die mit einem robotergestützten System und Spracherkennungsprogramm ausgestattet, die Anwesenheit der Pflegekraft teilweise ersetzen könnte.

IAT: Welches Fazit ziehen Sie aus dem bisherigen Einsatz des intelligenten Pflegewagens / Wäschewagens?

APH: Durch Nutzung des Intelligenten Wäschewagens auf dem Wohnbereich im 1. OG konnten die Laufwege der Pflegekräfte auf dem Wohnbereichsflur und in den Lagerraum im UG signifikant reduziert werden. Bei Nachfolge-Modellen wäre eine raumgewinnendere Modulkorbgestaltung wünschenswert, um so auch die Häufigkeit des Nachfüllens reduzieren zu können. Dadurch könnte eine Serienproduktion noch realistischer werden. Der Testbetrieb des ServiceAssistenten hatte gezeigt, dass in diesem Anwendungsfeld die Arbeitsprozesse durch Servicerobotik erheblich optimiert werden können. Die Akzeptanz der Bewohner beim Gebrauch eines „fahrenden Getränkeautomaten“ war durchweg gegeben. Wünschenswert wäre bei Nachfolge-Modellen die Integration eines Kühlsystems zur dauerhaften Kühlung der Getränke.

UMM: Nach Einsatz des Intelligenten Pflegewagens ist der Prozessablauf zu einer Feinkommissionierung hin verändert, d. h. bisher wurde das fehlende beziehungsweise entnommene Material aus dem Verbandwagen einmal pro Schicht gesichtet und die fehlenden Produkte einzeln durch eine Pflegekraft aus verschiedenen Lagerräumen geholt und aufgefüllt. Nach der Inbetriebnahme des Intelligenten Pflegewagens wird die Materialentnahme aus den fünf Modulkörben mittels Objekterkennung auf dem Tablett angezeigt und für die spätere Befüllung der entnommenen Artikel gespeichert. Somit sind der aktuelle Materialbestand und die nachzufüllenden Artikel immer abrufbar und werden je nach Bedarf einmal täglich durch einen Modulkorbwechsel in einem Lagerraum aufgefüllt. Die Modulkörbe werden dabei schon im Zentrallager von Logistikmitarbeitern vorgefüllt, was eine enorme Entlastung des Pflegepersonals auf der Station zur Folge hat.

IAT: Bitte nehmen Sie zu den folgenden Aussagen kurz Stellung.

„Dank Servicerobotern sind Pflegekräfte keinen körperlichen Extremlastungen mehr ausgesetzt.“

APH: Gut vorstellbar. Die Voraussetzung für das Erkennen von Unterstützungspotenzial und Akzeptanz der Roboter wird allerdings weiterhin die Durchführung von Projekten wie „SeRoDi“ bleiben.

UMM: Denkbar ist dieses Zukunftsszenario, da es auch heute schon durch robotische Lifter, autonom fahrbare Wäsche- und Pflegewagen physische Entlastung der Pflegekräfte gibt. Serviceroboter werden sich stetig etablieren und noch in weiteren Prozessen Entlastung bieten.

IAT: „Zeitlich in Anspruch nehmende Routinearbeiten werden von Servicerobotern übernommen.“

APH: Die Übernahme von Routinearbeiten durch Servicerobotik im Gesundheitswesen wird vom Kosten-Nutzen-Verhältnis abhängig sein.

UMM: Standardisierung und Normierung der Arbeitsprozesse in Logistik und Dokumentation sowie weiterer Routinearbeiten im Gesundheitswesen bieten der Servicerobotik große Potenziale, um Pflegekräften zeitliche Ressourcen zu schaffen und dem demografischen Wandel mit allen seinen Folgen Rechnung zu tragen.

IAT: „In der Ausbildung zur Pflegekraft ist es normal, sich mit den Grundlagen der Servicerobotik auseinanderzusetzen.“

APH: Sobald sich die Servicerobotik im Pflegealltag etabliert hat, werden auch die Auszubildenden in der Nutzung von Robotern geschult werden.

UMM: Innovative Technologien gehören zum zukünftigen Alltag der Pflegekräfte, deshalb werden die Grundlagen der Servicerobotik schon in der Ausbildung vermittelt. Die Servicerobotik wird flächendeckend zur Erhaltung der Qualität bei Fachkräftemangel im Gesundheitswesen eingesetzt, um die patientennahen Kernprozesse mit den pflegerischen Zeitressourcen in Einklang zu bringen.

IAT: „In der Pflege sind Serviceroboter akzeptiert und gelten als ganz normale Werkzeuge.“

APH: Serviceroboter werden in der Zukunft im pflegerischen Alltag genutzt, vorausgesetzt das Kosten-Nutzen-Verhältnis ist stimmig. Mit entsprechenden Schulungsmaßnahmen und Einweisungen würde es bei den Pflegekräften keinerlei Berührungsängste geben.

UMM: Serviceroboter werden in der Zukunft routinemäßig als Werkzeug oder Instrument in der technischen Assistenz zur Entlastung der Pflege genutzt. Durch frühzeitige und weitreichende Informations- und Schulungsmaßnahmen sowie Ausbildungsinhalte sieht die Pflegekraft die Vorteile der Servicerobotik und deren Entlastung im Alltag. Die emotionale Interaktion von Pflegekraft zum Patienten wird davon nicht berührt.

7

Neugestaltungspotenziale in personennahen Dienstleistungssystemen durch den Einsatz von Servicerobotern

Grundsätzlich sind zur Identifikation weiterer Anwendungsfelder für Serviceroboter zwei Ansätze denkbar; ein Top-Down- und ein Bottom-Up-Ansatz (siehe Abbildung 15). Mit Bottom-Up ist ein Ansatz gemeint, welcher sich in einem ersten Schritt rein an den Bedarfen der späteren Nutzer orientiert, weitgehend ungeachtet der aktuellen technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen. Erst im weiteren Entwicklungsverlauf kommt es zum Abgleich mit dem Machbaren. Der Vorteil dieses Ansatzes ist es, dass ein maximales Maß an Partizipation der späteren Nutzer realisierbar ist. Passgenaue Lösungen sind auf diese Weise am ehesten denkbar. Allerdings ist zu beachten, dass ein Bottom-Up-Ansatz in den meisten Fällen deutlich kostenintensiver als der unten beschriebene Top-Down-Ansatz sein dürfte. Zu berücksichtigen sind darüber hinaus technische und rechtliche Unsicherheiten zu Beginn eines solchen Entwicklungsansatzes.

Mit Top-Down ist an dieser Stelle ein Ansatz gemeint, welcher auf bereits vorhandene Serviceroboter zurückgreift und anhand der Funktionalitäten analysiert, in welchen weiteren Anwendungsfeldern diese eingesetzt werden könnten. Dabei sollen die technischen Grundfunktionen der betreffenden Serviceroboter unverändert bleiben. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass auf eine bereits existierende technische Plattform zurückgegriffen wird, die erprobt und ausgereift ist. Zudem sind Anpassungen an das neu identifizierte Anwendungsfeld im Normalfall wirtschaftlicher als komplette Neuentwicklungen.

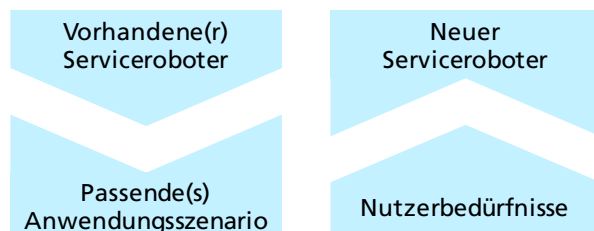


Abbildung 15: Top-Down-Ansatz (links) und Bottom-Up-Ansatz (rechts)

Welchen der beschriebenen Ansätze man in zukünftigen Forschungs- und Entwicklungsprojekten wählt, hängt somit ganz von den Rahmenbedingungen ab. Deshalb kann an dieser Stelle keine allgemeine Empfehlung dazu gemacht werden. Im Folgenden wird jedoch anhand mehrerer Use Cases aufgezeigt, wie die konzeptionelle Umsetzung der beiden Ansätze erfolgen kann. In Kapitel 7.1 wird beschrieben, wie sich anhand des Bottom-Up-Ansatzes neue Ideen für Anwendungsfelder von Servicerobotern im Dienstleistungsbereich der Pflege systematisch entwickelt lassen. In Kapitel 7.2 wird beschrieben, wie sich anhand des Top-Down-Ansatzes neue Anwendungsszenarien entwickelt lassen. Als technische Ausgangsplattform dienten dabei die im Projekt entwickelten Serviceroboter.

7.1 Bottom-up: Weitere potenzielle Anwendungsfelder von Servicerobotern im Dienstleistungsbereich der Pflege

Anders als physische Produkte sind Dienstleistungen nur schwer greifbar und lassen sich insbesondere durch Prozesse definieren. Das hat zur Folge, dass eine Optimierung bestehender Dienstleistungen in den meisten Fällen nicht ohne eine Prozessanalyse realisierbar ist. Auf diese Weise lassen sich Schwachstellen einfacher identifizieren und passgenaue Lösungsansätze entwickeln. Vor dem Hintergrund der Entwicklung neuer Serviceroboter-Varianten gilt es also rauszufinden, in welchen Prozessen ein besonders hoher Bedarf durch eine automatisierte Unterstützung besteht. Das IAT der Universität Stuttgart erarbeitete demgemäß eine Vorgehensweise zur systematischen Erfassung dieser Bedarfe (siehe Abbildung 16).

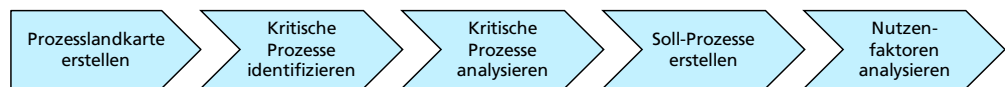


Abbildung 16: Vorgehensweise zur Identifikation neuer Serviceroboter-Konzepte mit dem Bottom-up-Ansatz

Um einen Überblick über die zu berücksichtigten Prozesse zu erhalten und weitere Anwendungsfelder identifizieren zu können, wurden zunächst in Zusammenarbeit mit der Universitätsmedizin Mannheim (UMM) und den Altenpflegeheimen Mannheim (APH) Prozesslandkarten für die relevanten Dienstleistungsprozesse an den Einrichtungen erstellt (siehe Abbildung 17). Die Prozesse, welche durch die konkreten Einsatzszenarien im Rahmen des Projektes sowieso bereits adressiert sind, wurden hier nicht berücksichtigt. Die darüber hinaus identifizierten Prozesse wurden in der erstellten Prozesslandkarte nach Teilbereichen strukturiert und kategorisiert. Auf diese Weise konnten an der UMM 47 und an den APH 41 Prozesse erfasst werden. Die Auswahl der Teilbereiche geschah auf Basis der Untersuchungen des Projektkonsortiums in der ersten Phase der Anforderungsanalyse.

Teilbereiche (A ≥ 0,9)	Prozesse								
Pflege	Übergabe Pflege	Durchgang und Sichtung aller Patienten; bei Bedarf Betten machen	Hilfsbedürftige Pat. bei ATL's unterstützen, bzw. übernehmen (PKMS)	OP- Vorbereitung (prä-op. Pflege-Check des Pat. und der Dokumente)	Medikamentenkontrolle und Ausgabe an Pat; Infusionsmanagement	Arztvisite begleiten durch Robotik, Spracherkennung aufzeich.	Pfleg. Maßn.: Vitalzeichen, Behandl. pfl.: VW, Stoma, Mobilisat. Pat.	Ausarbeitung Visite	Pat. die pflegebed. sind Mahlzeiten vorber. + anreichen (F-M-A)
Kommunikation (mittelbar)	Übergabe Pflege an Pat. Service, Bettenaufbereitung	Visite Arzt	Telefon- und Teminkoordinatio n zwischen Schnittstellen	Aufnahmegespräch e Patienten und Angehörige	Anleitungsgespräch e Patient				
Transporttätigkeiten	prämedizierte Patienten zur OP/Untersuchung (ZIE) bringen	postoperativ Pat. aus Aufwachraum abholen	Rollstuhltransport e von wachen, adäquaten Pat./ Gehbegleitung von Pat.in	Abholung Pat. von Intensivstation, IMC, Zentrale Notaufnahme	Materialtransport für Rohrpost, Blutproben	Stationsverlegung von Pat.	Geschlechtsspez. Zu- und Abgänge, Zimmerwechsel innerhalb Station		
Hauswirtschaftliche Tätigkeiten	Überprüfen der korrekten Kostform für jeden Pat. vor Ausgabe	Mahlzeiten evtl. vorbereiten bzw. Pat. anreichen	außerhalb Servicezeiten: Ausgabe von Getränken an Pat., nachfüllen	außerhalb Servicezeiten: Spülmaschine befüllen+ausräumen					
Dokumentation	Pat.Akte pfleg.Maßnahmen +PKMS+Vitalzeichen	SAP Eingabe, klinische Aufträge (Röntgen, US)	Nachsorgeuntersuchungs-terminie	Statistikerfassung en, Eingruppierungen PPR	Schichtpläne führen (tägl. Einsatz von Team mit Arbeitsbereich)	Roboter soll aus Dokumentation der pfleg. Maßn./Zustandsberichtet und	Apothekenbestellung PC	Pat. Unterlagen für Aufnahme+Entlasstag vorbereiten, Archivierung	Tagesaktuelle Planaufel mit Patientenbelegung führen
Aufräum- und Reinigungsarbeiten	Wirtschaftslager Körbe, die befüllt werden müssen, Magnet drehen	außerhalb Servicezeiten: Wäsche auffüllen	außerhalb Servicezeiten: Aufbereitung Nachtschrank, evtl. Bett	sachgemäßes Reinigen /Pflege von Mediatechn. Geräten					
Sonstiges	Organisation von Heil- und Hilfsmitteln (Toilettenstuhl, Rollstuhl)	Bestellwesen/Bevorratung: Sauerstoffflaschen	Lagerhalt.medizintechn. Geräte/Ernährungspumpe,VAC-Pumpe	Einhalten v. Gesetzen und Richtlinien für Medizintechnik	Einhalten v. Gesetzen und Richtlinien für Hygiene, Arbeitssicherheit	Einhalten v. Gesetzen und Richtlinien für Datenschutz	Organisation von Schulungsmaßnahmen und Weiterbildung	Vorbereit. +Durchführung von Begehungen (Gesundheitsamt, RP)	Qualitätssichernde Maßnahmen (QM)

Abbildung 17: Prozesslandkarte der chirurgischen Station 1-42 an der UMM

Im nächsten Schritt wurde jeweils in Workshops diskutiert, welche dieser Prozesse besonders belastend sind und sich aus Sicht der Pflege besonders für eine robotische Unterstützung eignen. Bezogen auf die UMM ließen sich dabei auch Kriterien für und gegen den Einsatz sowie Nutzenfaktoren über die Auswirkungen des Einsatzes von Servicerobotern erarbeiten. Kriterien für den Einsatz von Servicerobotern sind eine mögliche Standardisierbarkeit, unkritische Prozesse, positive Auswirkungen auf Ergebnisqualität, Routinen ohne pflegerischen Kontakt zu Patienten und rationale Prozesse. Kriterien gegen den Einsatz von Servicerobotern sind, wenn es direkt auf ein hohes Maß an Empathie, Erfahrungen, zwischenmenschliche Beziehungen oder Individualität ankommt.

Darüber hinaus wurden Nutzenfaktoren entwickelt, die positive Auswirkungen durch Servicerobotik aufzeigen sollen und Ansatzpunkte für eine Betrachtung von Produktivität oder Qualität der jeweiligen Prozesse bieten. Die erarbeiteten Nutzenfaktoren sind Parallelisierung, Reaktionsfähigkeit, Prozessvereinfachung und Zeitersparnis (Produktivität) sowie Prozesssicherheit, Klarheit, Prozessvereinfachung und physische Entlastung (Qualität). Auf diese Weise zeigt sich in den aufgeführten Prozessen in Abbildung 18 ein besonderer Unterstützungsbedarf durch Servicerobotik. In der Abbildung sind zudem die jeweiligen Nutzenfaktoren dargestellt.

	Parallelisierung	Reaktionsfähigkeit	Prozessvereinfachung	Zeitersparnis	Prozesssicherheit	Klarheit	Prozessvereinfachung	Physische Entlastung
Transport von wachen, adäquaten Pat. in Fkt.Bereiche				X				X
Transport von Patienten innerhalb der Station				X				X
Materialtransport für Blutproben				X	X			X
Arztvisite begleiten	X	X				X		(X)
Stationsverlegung von Patienten				X				X
Dokumentation pflegerische Maßnahmen			X	X	X	X	X	
Softwareunterstützung in Dokumentationsprozessen			X	X			X	
	Ansatzpunkte zur Betrachtung von Produktivität				Ansatzpunkte für Betrachtung von Qualität			

Abbildung 18: Änderungspotenziale und Nutzenfaktoren durch den Einsatz von Servicerobotern

Den größten Unterstützungsbedarf gibt es dementsprechend in den Teilbereichen Transporttätigkeiten, Dokumentation und (patientennaher) Pflege. Häufig spielen dabei die Faktoren Zeitersparnis und physische Entlastung durch den Entfall von Laufwegen und die Unterstützung bei der Handhabung hoher Gewichte eine Rolle.

Am Beispiel des Transports von wachen und adäquaten Patienten aus der Station in die Funktionsbereiche sollen die prozessualen Auswirkungen des Einsatzes eines Serviceroboters exemplarisch aufgezeigt werden. Aktuell muss eine Pflegekraft, falls der Transport nicht von der Logistik übernommen wird, ins Patientenzimmer gehen, den betroffenen Patienten identifizieren, über den Transport informieren und das Patientenbett in die Ambulanz schieben. Dort übernimmt dann eine zweite Pflegekraft den Patienten mitsamt den entsprechenden Akten. Der Prozess ist in Abbildung 19 dargestellt.

Neugestaltungspotenziale in personennahen Dienstleistungssystemen durch den Einsatz von Servicerobotern

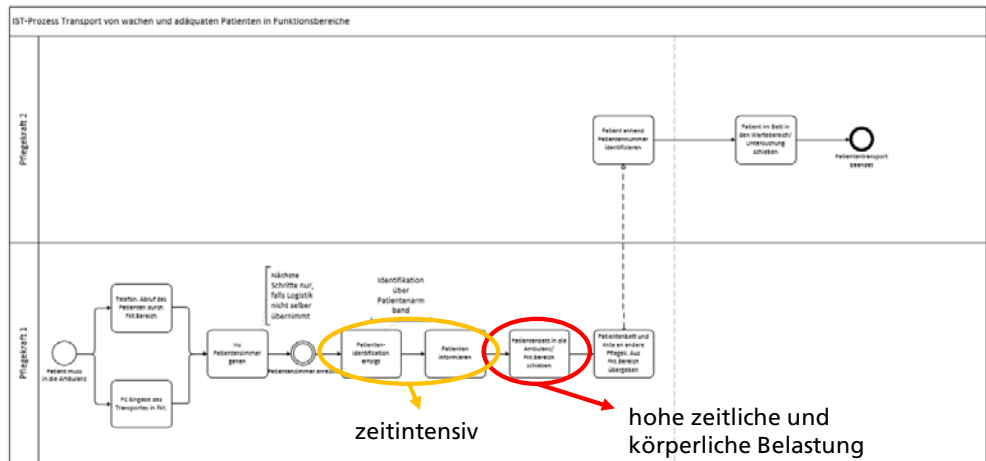


Abbildung 19: Ist-Prozess Transport von wachen und adäquaten Patienten in Funktionsbereiche

Der gesamte Prozess wird regelmäßig durchlaufen und nimmt viel Zeit in Anspruch. Zudem stellt er eine erhebliche körperliche Belastung für das Pflegepersonal dar. Ein unter Berücksichtigung eines zu entwickelnden Serviceroboters konzipierter Prozess könnte wie folgt aussehen: die Pflegekraft muss nach den einleitenden Routinetätigkeiten lediglich zum Serviceroboter gehen und dort die erforderlichen Navigationsdaten eingeben. Der restliche Prozess, also identifizieren, informieren und transportieren des wachen und adäquaten Patienten wird vom Roboter selbstständig übernommen. Der Soll-Prozesses ist in Abbildung 20 dargestellt.

Zu beachten ist, dass die Pflegekraft in diesem, bisher noch fiktiven Fall, körperlich und zeitlich stark entlastet wird. Allerdings erfordert der Umgang mit neuen Technologien wie der Servicerobotik auch neue Aufgaben und Qualifikationen. Das Pflegepersonal muss die erforderlichen Grundfunktionen des Roboters kennen und bedienen können. Das umfasst unter anderem das Ein- und Ausschalten, die korrekte Eingabe der Navigationsdaten aber auch Grundkenntnisse darüber, wie mit einfachen Fehlermeldungen umzugehen ist. Kleinere Fehler sollten die Pflegekräfte selbstständig beheben können, da Haustechniker der Pflegeeinrichtung oder gar Servicetechniker des Herstellers nur begrenzte Kapazitäten haben und nicht immer direkt vor Ort sind.

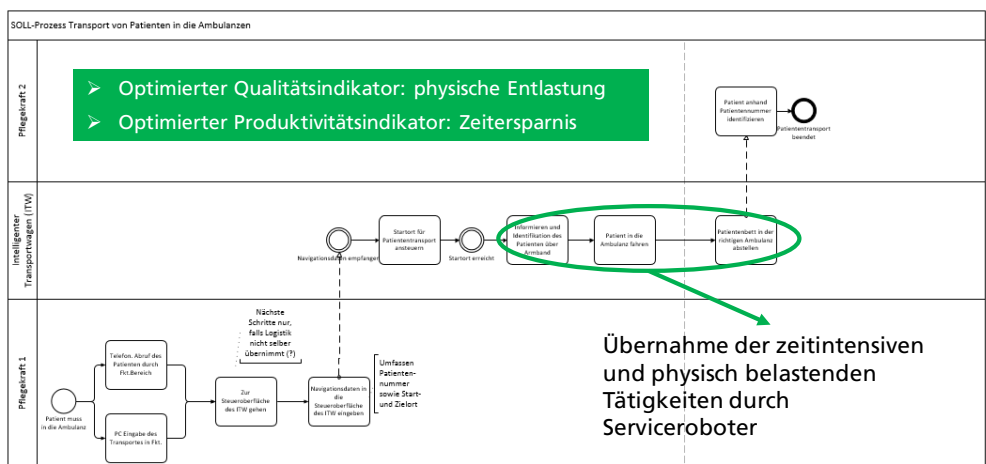


Abbildung 20: Soll-Prozess Transport von wachen und adäquaten Patienten in Funktionsbereiche mit Hilfe eines Serviceroboters

7.2

Top-down: Weitere potenzielle Anwendungsfelder der im Projekt entwickelten Serviceroboter

Neugestaltungspotenziale in
personennahen
Dienstleistungssystemen durch
den Einsatz von Servicerobotern

Im Rahmen des Projekts zeigte sich ein großes Potenzial für den Einsatz der im Projekt entwickelten oder ähnlicher Serviceroboter in weiteren Anwendungsfeldern innerhalb und auch außerhalb des Dienstleistungssystems Pflege - darunter Flughäfen, Hotellerie, Restaurants und Einzelhandel. In einigen dieser Anwendungsfelder werden vereinzelt bereits Serviceroboter eingesetzt (beispielsweise Care-O-bot 4® als Serviceroboter „Paul“ in diversen Saturn-Märkten und weiteren öffentlichen Einrichtungen).

Die Erarbeitung der Vorgehensweise zur Identifikation und konzeptionellen Erschließung neuer Anwendungsfelder für bereits existierende Serviceroboter erfolgte in Anlehnung an die Erfahrungen aus dem Projekt (siehe Abbildung 21). Ausgehend von der gewünschten Branche wird zunächst ein potenzielles Anwendungsfeld definiert. Anschließend werden innerhalb dieses Anwendungsfeldes kritische Prozesse identifiziert und analysiert. Während des gesamten Prozesses, insbesondere nach der Festlegung von Nutzenfaktoren, erfolgt ein ständiger Abgleich mit den technischen Funktionalitäten des Serviceroboters. Kann diese für das identifizierte Anwendungsfeld einen Mehrwert bringen, lässt sich auf dieser Basis ein entsprechendes Anwendungsszenario entwerfen und als konzeptioneller Ausgangspunkt für die technische Weiterentwicklung nutzen. Im Rahmen von Workshops und weitergehender Recherchen wurde die in der untenstehenden Abbildung dargestellte Vorgehensweise validiert und erprobt.

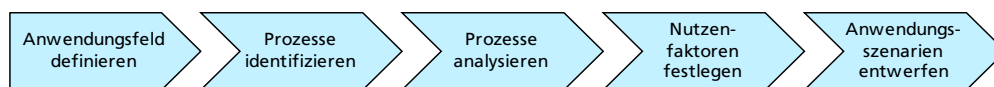


Abbildung 21: Vorgehensweise zur Identifikation neuer Serviceroboter-Konzepte mit dem Top-down-Ansatz

Die technische Basis des intelligenten Pflegewagens würde sich demzufolge noch für folgende weitere Anwendungsszenarien eignen:

7.2.1

Autonomer Schmutzwäschewagen im Altenpflegeheim

Anwendungsszenario: Der autonome Wäschewagen fährt selbstständig in den Gängen zu den Zimmern. Außerdem erkennt der Wagen welche Materialien (Bettwäsche, Handtücher, Hygieneartikel) aus dem Wagen entnommen wurden und wann der Behälter für die Schmutzwäsche voll ist. Dann fährt der Wagen automatisch zur Ent- und Beladestation und wird dort von einem Mitarbeiter be- und entladen oder kann diese Tätigkeit selbstständig ausführen.

Mehrwert: Die Mitarbeiter werden physisch entlastet.

7.2.2

Warenversorgung der Duty Free-Geschäfte am Flughafen

Anwendungsszenario: Der Roboter erhält eine Bestellung sobald eine Ware die Grenzstückzahl unterschreitet. Je nachdem, welche Produkte bestellt werden, wartet der Roboter und sammelt einige Bestellungen oder bei wichtigen Produkten wird eine Sonderfahrt gemacht. Im Lager entnimmt der Roboter die benötigte Ware vom Lagerplatz und bucht die Ware aus dem Lager aus. Dadurch werden die Lagerbestände automatisch erfasst. Sind alle Bestellungen auf der Transportfläche

des Roboters, wird die Transportfläche verriegelt, sodass auf dem Weg vom Lager zum Shop keine Waren entnommen werden kann. Da die Wege zwischen Lager und Shop in einem Flughafen sehr lang sein können, entfällt die Wegzeit des Mitarbeiters, welcher zuvor die Ware aus dem Lager geholt hat. Im Shop angekommen wartet der Roboter auf die Entnahme durch den Mitarbeiter. Danach wird der Bestand im Shop angepasst, sodass nach Entnahme / Kauf der Ware und Unterschreitung der Grenzstückzahl wieder eine Bestellung abgegeben werden kann.

Mehrwert: Der Roboter unterstützt die Mitarbeiter in diesem standardisierten Prozess, sodass die Mitarbeiter sich anderen Aufgaben, wie zum Beispiel der Beratung der Kunden widmen können. Außerdem sind alle Produkte immer in den Regalen vorhanden, da die Logistik nicht von der Anzahl oder der Auslastung der Mitarbeiter abhängig ist. Das Image des Shops wird nicht nur durch die deutlich bessere Kundenberatung und -betreuung verbessert, sondern auch durch den Einsatz eines Serviceroboters.

7.2.3

Zustellroboter zur Unterstützung bei der Zustellung von Post und Paketen

Anwendungsszenario: Der Zustellroboter folgt einem Zusteller und zeigt diesem an, an welchem Haus als nächstes Post zugestellt werden muss. Dann kann der Zusteller leichte Pakete und die Post direkt aus dem Zustellroboter entnehmen und beim Empfänger abgeben. Sind die Pakete schwerer als 10 kg kann ein Greifarm die Pakete beim Empfänger vor die Haustüre ablegen, wenn ein optimaler Zugang zum Hauseingang gegeben ist.

Mehrwert: Dem Zusteller kann das Heben schwerer Pakete und das Schieben eines schweren Transportwagens abgenommen werden.

Der ebenfalls im Projekt entwickelte ServiceAssistent käme unter anderem für den Einsatz in folgenden Anwendungsszenarien in Frage:

7.2.4

Unterstützung bei mobilitätseingeschränkten Passagieren am Flughafen

Hintergrund: Wenn eine mobilitätseingeschränkte Person reist, gibt es die ersten Probleme oft schon bei der Ankunft an dem Flughafen, egal ob mit der Bahn oder dem Auto. Durch eine App können die Passagiere die Hilfe vorab buchen. Der Service ist für mobilitätseingeschränkte Personen grundsätzlich kostenlos. Da in den letzten Jahren ein starker Anstieg der Inanspruchnahme des Beförderungsangebotes zu beobachten war und es an Mitarbeitern mangelt, könnte der Roboter Abhilfe leisten.

Anwendungsszenario: Der Serviceroboter kommt autonom zum gewünschten Ankunftspunkt. Der Transport zum Check-in Schalter, zur Gepäckaufgabe, bis zu welcher der Roboter auch das Gepäck transportiert, und zur Sicherheitskontrolle wird vom Serviceroboter durchgeführt. An der Sicherheitskontrolle wird der Passagier an einen anderen Serviceroboter hinter der Sicherheitskontrolle übergeben, sodass der Roboter die Sicherheitskontrolle nicht durchqueren muss. Er bringt den Passagier zu einem gewünschten Ziel (Café, Lounge, Duty Free) und letztendlich auch zum Abfluggate. Dort wird er dann beim Boardingprozess in einen herkömmlichen Rollstuhl übergeben, um an Bord des Flugzeugs zu gelangen. Dem Passagier kann somit vollständig autonom von den Robotern geholfen werden.

Mehrwert: Der Mitarbeiter kann durch den Roboter physisch entlastet werden. Wenn der Roboter autonom fährt und alle Informationen erhalten hat, kann der Mitarbeiter sich anderen Passagieren widmen. Für den mobilitätseingeschränkten Passagier wird durch den Serviceroboter das Reisen deutlich einfacher und komfortabler.

7.2.5

Serviceroboter für den Empfang der Kunden in einer Bank

Anwendungsszenario: Wenn ein Bankkunde eine Bank betritt, kann der Serviceroboter den Kunden begrüßen. Hat der Kunde einen Termin, begleitet der Roboter den Kunden zum passenden Büro. Auf dem Weg zum Büro kann der Serviceroboter den Kunden über wichtige Dinge vorab informieren und den Getränkewunsch entgegennehmen. Nachdem der Kunde das Büro erreicht hat, serviert der Serviceroboter den Getränkewunsch. Kalte Getränke können im Roboter mitgeführt werden, Kaffee oder Tee werden in der Küche vorbereitet(?). Hat der Kunde keinen Termin kann der Roboter den Kunden nach dem Grund seines Besuchs fragen und ihn zu einem zuständigen Mitarbeiter begleiten. Muss der Kunde auf einen freien Berater warten, kann der Roboter Informationen geben, den Kunden unterhalten und Getränke servieren.

7.2.6

Serviceroboter für den Empfang von Gästen im Hotel mit zusätzlichem Zimmerservice

Anwendungsszenario: Durch einen Serviceroboter an der Rezeption eines Hotels, kann die Rezeption 24h betreut werden. Gerade in low-budget Hotels ist dies nicht immer der Fall und auch am Zimmerservice wird oft gespart. Die Gäste müssen außerhalb der Öffnungszeiten an einem Automaten den Check-In vornehmen. Mit einem Serviceroboter erfolgt der Check-In nun am Roboter. Außerdem kann durch den Roboter auch ein Zimmerservice ermöglicht werden. Diese führt zu einem verbesserten Service in (low-budget) Hotels.

Alleine die aufgeführten Anwendungsszenarien zeigen, dass es eine große Anzahl an potenziellen Einsatzbereichen für unterschiedlichste Arten von Servicerobotern gibt. Darüber hinaus gibt es seit Jahren einen stark steigenden Absatz bereits realisierter Serviceroboter, wie insbesondere Staubsauger- und Rasenmäherroboter. Auch in der Logistik und anderen Branchen befinden sich bereits eine erhebliche Anzahl an Servicerobotern im Einsatz, wie unter anderem die Studie World Robotics 2018 Service Robots aufzeigt. Dadurch ergeben sich Chancen sowohl zur Steigerung der Produktivität von Dienstleistungen als auch zur Sicherung der Dienstleistungsqualität, wenn die im nachfolgenden Kapitel 7.3 genannten Voraussetzungen im Grundsatz berücksichtigt werden. Somit ergeben sich bei einer erfolgreichen Umsetzung der beschriebenen Anwendungsszenarien bisher noch unerforschte Potenziale zur Entschärfung des aus dem demografischen Wandel resultierende Fachkräftemangels. Wie diese im Detail ausfallen, ist in zukünftigen Forschungsprojekten zu untersuchen.

7.3

Rahmen für ein Service System Design in der Pflege

Auf Basis der vom IAT und dem ISW der Universität Stuttgart, der Universität Greifswald und dem Fraunhofer IPA im Laufe des Projektes durchgeführten Beobachtungen, Interviews und Expertenworkshops wurden vier Empfehlungen hergeleitet, die für eine erfolgreiche Einführung von Servicerobotern in der Pflege als notwendig erachtet werden (siehe Abbildung 22):

1. Im Rahmen von Fortbildungen und Nutzerschulungen sollte Pflegekräften allgemeines (Möglichkeiten und Grenzen von Servicerobotik, Überblick über verschiedene Einsatzfelder usw.) und spezifisches (wie wird der konkrete

Neugestaltungspotenziale in
personennahen
Dienstleistungssystemen durch
den Einsatz von Servicerobotern

- Serviceroboter in einer spezifischen Einrichtung bedient?, an wen wendet man sich im Störfall? usw.) Wissen über Servicerobotik vermittelt werden;
2. Um in der Pflege (und anderen Bereichen) akzeptiert zu sein, sollten Serviceroboter so gestaltet werden, dass sie in ihrem Umfeld und unter den gegebenen Rahmenbedingungen als ganz normale Werkzeuge eingesetzt werden können;
 3. Der Einsatz von Servicerobotern sollte sich insbesondere auf diejenigen Prozesse konzentrieren, welche körperliche Entlastungs- oder zeitliche Einsparungspotenziale für Pflegekräfte bieten;
 4. Serviceroboter sollten nicht als Ersatz für menschliche Pflegekräfte konzipiert werden. Zwischenmenschliche Aspekte zwischen Pflegepersonal und den Dienstleistungsnehmern (Patienten oder Bewohner in Altenpflegeheimen) müssen berücksichtigt werden. Das ist sowohl für die Akzeptanz der Pflegekräfte gegenüber Servicerobotern als auch für die wahrgenommene Pflegequalität durch Patienten und Bewohner notwendig.

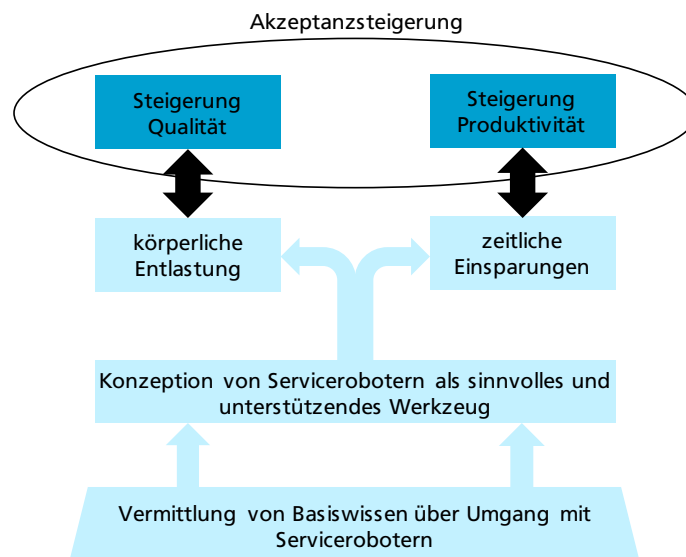


Abbildung 22: Framework für ein erfolgreiches Design von Serviceroboter Systemen

Ziel des Einsatzes von Servicerobotern im Sinne einer ganzheitlichen, prozessualen Betrachtung muss es also sein, die Arbeitsbedingungen der Pflegekräfte merklich zu verbessern oder dabei Zeiteinsparungseffekte zu erzielen (vgl. Empfehlung 3.). Voraussetzung dafür ist die Vermittlung eines grundlegenden Basiswissens über den Umgang mit Robotik an das Pflegepersonal (vgl. Empfehlung 1.) und die Berücksichtigung von Ängsten über einen Kontrollverlust, indem Serviceroboter konsequent als Werkzeuge interpretiert und dementsprechend konzipiert und entwickelt werden (vgl. Empfehlung 2.). Um emotionale Bedürfnisse und zwischenmenschliche Aspekte zu berücksichtigen und zudem die Technologieakzeptanz zu gewährleisten sollten Serviceroboter zudem nicht als „Ersatz“ für die Pflegekräfte konzipiert werden (vgl. Empfehlung 4.).

8.1

Fazit und Zielerreichung

Im Rahmen des Projektes „Servicerobotik zur Unterstützung bei personenbezogenen Dienstleistungen“ (kurz: SeRoDi) war das Ziel, neue Serviceroboter-Lösungen für die Pflege zu entwickeln und zu testen sowie deren Auswirkungen auf die Arbeit des Pflegepersonals, die Prozesse im Dienstleistungsbereich Pflege und die Technologieakzeptanz unter den Nutzern zu analysieren. Dabei sollte vom gesamten Projektkonsortium ein partizipativer und iterativer Entwicklungsprozess entwickelt und umgesetzt werden, um die Serviceroboter möglichst anwendergerecht und an den Bedürfnissen aus der Praxis orientiert auszugestalten.

Auf Basis der Untersuchungen zu den Belastungen und Beanspruchungen, der Technologieakzeptanz (vgl. Kapitel 2) sowie den umfangreichen Anforderungs- und Prozessanalysen (vgl. Kapitel 3) gelang es, die Serviceroboter „intelligenter Pflegewagen“ und „Robotischer ServiceAssistent“ bedarfsgerecht zu konzipieren, technisch umzusetzen (vgl. Kapitel 4 und 5) und an den Einrichtungen der Universitätsmedizin Mannheim (UMM) und der Altenpflegeheime Mannheim (APH) mehrfach zu testen (vgl. Kapitel 6). Die Ergebnisse aus den Praxisevaluierungen konnten dabei in jede darauffolgende Weiterentwicklungsstufe der Roboter-Prototypen einfließen und diese inkrementell reifen lassen (vgl. Kapitel 4, 5 und 6). Innerhalb des Service Systems wurden dabei insbesondere für den Befüllungsprozess des jeweiligen Wagens, den (stationsinternen) Logistikprozess, den Dokumentationsprozess und den Nutzungsprozess Optimierungspotenziale identifiziert (vgl. Kapitel 3). Als Gestaltungslösung für zukünftige Serviceroboter zur Unterstützung von interaktiver Dienstleistungsarbeit wurden die in Kapitel 7 vorgestellten Bottom-up- und Top-Down-Ansätze und das ebenfalls in diesem Kapitel vorgestellte Framework zum nutzerorientiertem Design von Serviceroboter Systemen entwickelt, innerhalb dessen sich die beiden genannten Ansätze bewegen.

Es zeigte sich, dass der alltägliche und flächendeckende Einsatz von Servicerobotern in der Pflege grundsätzlich vorstellbar ist. Das Personal in den am Projekt beteiligten stationären Pflegeeinrichtungen war weitgehend offen für die neue Technologie. Auch eine Implementierung und der Einsatz der verschiedenen Serviceroboter in das jeweilige Service System im Rahmen der Praxisevaluierungen wurde erfolgreich realisiert, wenngleich auch noch mit paralleler Unterstützung durch die Wissenschaftler. Jedoch dürfen die noch zu überwindenden Hürden für einen alltäglichen Einsatz nicht unterschätzt werden. Die Anforderungen an die Hygiene und an die Sicherheit stehen dabei im Fokus. Auch die Bedienbarkeit, die Funktionalitäten und das Design der Serviceroboter müssen eine möglichst große Schnittmenge mit den Bedürfnissen aus der pflegerischen Praxis aufweisen. In der Praxis wird es zudem notwendig sein, dass das Personal an stationären Pflegeeinrichtungen mit einfachen technischen Störungen selbstständig umgehen kann, da entsprechende externe Servicetechniker nicht zwangsläufig innerhalb von Minuten an jeder beliebigen Pflegeeinrichtung erscheinen können. Würde ein Serviceroboter im Falle einer Störung jedoch beispielsweise einen Fluchtweg blockieren, wäre dies zwingend notwendig.

Einen wesentlichen Erfolgsfaktor für den Einsatz von Servicerobotik in der Pflege stellt Technologieakzeptanz dar. Es zeigte sich, dass projektseitig eine partizipative Bedarfsermittlung und ein transparentes Erwartungsmanagement förderlich wirkt

(Fuchs-Frohnhofen et al. 2018). In Bezug auf die tatsächliche Einführung der neuen Technologie erwiesen sich insbesondere die Faktoren sozialer Einfluss und Gewohnheit als bedeutend. Daher sollte verstärkt auf positive Erfahrungen in der Gruppe mit der Technologie gebaut und Nutzer mit hohen Akzeptanzwerten als Innovationsbotschafter eingesetzt werden. Der Einflussfaktor Gewohnheit kann zur Stärkung der Akzeptanz eingesetzt werden, indem perspektivisch der Umgang mit Robotik in die Ausbildung mit einfließt (vgl. auch Kapitel 7.2). Eine unmittelbare Gewöhnung an eine neue Technologie findet hingegen umso schneller statt, je intuitiver diese gestaltet ist, sodass der Umgang zügig zur Routine wird.

Auch bei den Untersuchungen zur Messung von Belastungen und Beanspruchungen in der Pflege konnten wichtige Erkenntnisse generiert werden. Dank kleiner werdender Sensortechnik wird es immer einfacher möglich, physiologische Daten auch im Feld während der Arbeit zu erheben. Neuste Modelle von Fitness Trackern nähern sich der ausreichenden Aufzeichnung von EKG-Daten an und auch im Bereich EEG und EMG wird die benötigte Sensorik immer leichter anleg- und tragbar. Gerade für den Einsatz im Feld ist dies besonders wichtig. Das Tragen der Sensorik sollte kein Unwohlsein erzeugen und die Arbeitenden in keiner Weise einschränken.

Auf Grundlage der erhobenen Daten scheint es möglich zu sein, im Pflegealltag ein Live-Feedback zur Beanspruchungslage zu geben, sowie auch post-hoc stressvollere von stressfreieren Zeiten zu unterscheiden. Gerade im Hinblick auf eine ergonomisch angenehmer gestaltete Arbeitsumgebung ist es jedoch zwingend erforderlich, eine begleitende Prozessbeobachtung zu machen und aus den gewonnenen Daten Maßnahmen zur Beanspruchungsreduktion abzuleiten. Wird dies klar mit den Pflegekräften kommuniziert, kann es dazu beitragen, ihnen ein ergonomisch durchdachtes Hilfsmittel an die Hand zu geben, welches dazu in der Lage ist, einen bestehenden Leidensdruck zu reduzieren.

8.2 Zukunftsszenarien und Handlungsempfehlungen

Wenn wir an die Pflegewelt der Zukunft denken, stellt sich uns die Frage: Wie könnte diese aussehen und wie können wir die Entwicklungen schon jetzt aktiv mitgestalten? Um aktuelle Trends und zukünftige Entwicklungen in der Alten- und Krankenpflege mit in die Gestaltung der Dienstleistungen und der Robotik einbinden zu können, wurden mithilfe der Szenariotechnik mögliche Zukunftsszenarien entwickelt. Dazu wurden Experten aus den Bereichen Wirtschaft, Gesundheit, Pflege und Politik zu wichtigen Faktoren befragt und Szenarien abgeleitet. Diese beschreiben anschaulich mögliche Entwicklungen und sollen verdeutlichen, welche Auswirkungen unser Handeln haben kann und welche Handlungsempfehlungen daraus abzuleiten sind. Wir versetzen uns ins Jahr 2030 und betrachten sowohl einen möglichen positiven als auch einen negativen Entwicklungsweg:

8.2.1

Szenario 1: Assistive Technologien als täglicher Begleiter in der Pflege 2030

In Deutschland kommen assistive Technologien vermehrt zum Einsatz und stellen die Politik, die Gesellschaft, das Bildungswesen sowie die Wirtschaft und den Pflegesektor vor neue Herausforderungen. Wie bspw. die Sicherstellung von Qualität und ausreichenden Fachkräften im Bereich der Robotik und den technischen Anwendungen. Das Bewerben von naturwissenschaftlichen und technischen Ausbildungen bei der jüngeren Generation hat einen Beitrag zur Rekrutierung neuer Fachkräfte im Bereich der Robotik geleistet. An den Hochschulen und

Ausbildungsstätten werden neue Studiengänge und Bildungsangebote im Bereich smarter Assistenzsysteme eingerichtet. Durch die gezielte Steuerung der Forschung und Lehre – vor allem an Universität und Ausbildungsstätten - hat Deutschland viele qualifizierte Fachkräfte und innovative Forschungsprojekte hervorgebracht. Die Entwicklung und Produktion von autonomen Assistenzsystemen sind in Deutschland weiterhin mit hohen Kosten verbunden, da vergleichsweise restriktive Gesetze eingehalten werden müssen. Dies resultiert jedoch in einer hohen Qualität und Sicherheit und garantiert den (Daten)Schutz aller Beteiligten.

Auch in der Pflegebranche haben die hervorragenden Errungenschaften der Technologien Einzug gehalten. Sie sind aus dem Alltag von Pflegebedürftigen, Angehörigen und Pflegenden nicht mehr wegzudenken. Morgens fährt ein kleiner Wagen durch die Hausflure von Pflegeeinrichtungen und versorgt die Patienten und Patientinnen mit Trinkwasser, frischen Handtüchern oder informiert über das Sport-Programm am Nachmittag. Die meisten Pflegeeinrichtungen waren durch den Mangel an gut ausgebildeten Fachkräften stark unterbesetzt. Durch die neuen assistiven Technologien wird das Pflegepersonal psychisch als auch körperlich entlastet. Dies ist jedoch nur möglich, weil durch mehrfache Schulungen und Workshops die optimale Nutzung der Technologien an das Fachpersonal weitergegeben wird.

Ein Beispiel für eine solche Technologie ist ein Servicewagen, der den Pflegekräften autonom folgt und die wichtigsten Gegenstände für die tägliche Arbeit immer mit sich führt. Aus der Nutzung resultiert eine enorme Zeitersparnis. Zeitintensive Tätigkeiten, wie etwa das häufige Nachfüllen der Handtücher und Inkontinenzprodukte im Bewohnerzimmer konnten auf ein Minimum reduziert werden, da der Wagen die Logistik und den Transport übernimmt sowie ein autonomes Bereitstellen von Produkten ermöglicht. Die durch den vermehrten Einsatz smarterer Technologien in der Pflege entstehenden Kosten werden vom Sozialsystem getragen, da hiermit ein Zugewinn an Gesundheit für das Pflegepersonal sowie die zu pflegenden Personen erzielt wird und die Prävention eine bedeutende Säule in der Gesundheitsversorgung darstellt. Der Einsatz der neuen Technologien hat dazu beigetragen, die Gesundheit und das Wohlbefinden der Pflegebedürftigen zu erhöhen. Durch die assistiven Technologien, die pflegefernen Tätigkeiten weitgehend abnehmen, bleibt mehr Zeit für die tatsächlichen Pflegetätigkeiten und eine individuelle Betreuung der zu Pflegenden. Dies führt zu einer höheren Lebensqualität und einer besseren Gesundheit.

Auch für ältere Menschen, die Unterstützung im eigenen Haus oder der Wohnung benötigen, können die kleinen technischen Helfer eingesetzt werden, wenn es die räumliche Umgebung zulässt. So kann der häufig gehegte Wunsch, solange wie möglich zu Hause zu leben, erfüllt werden und somit auch zu einer besseren Lebensqualität außerhalb von Pflegeeinrichtungen führen. Die Kostenübernahme durch die GKV trägt dazu bei, dass assistive Technologien nicht nur im stationären Bereich, sondern auch im häuslichen Umfeld zunehmend häufig zum Einsatz kommen.

Der Bedarf an Technologien und Assistenzsystemen ist enorm, sodass die Unternehmen im Kontext Assistenzlösungen expandieren und neue Mitarbeiter einstellen können. Es ist ein Preis- und Qualitätswettbewerb entstanden, der auch zu einer wirtschaftlicheren Herstellung der Technologien beiträgt.

Durch die einfache und intuitive Bedienung sowie die schlichten Bedienoberflächen stoßen die Technologien generationenübergreifend auf breite Akzeptanz. Auch für ältere Menschen, die ihren Partner pflegen, ist die Servicerobotik eine willkommene Hilfe. Gleichzeitig mit den technologischen Entwicklungen wurden auch die Dienstleistungen weiterentwickelt. Beides bedingt und fördert sich gegenseitig. Auch produktbegleitende Dienstleistungen wie Wartung und Reparatur werden auf einem hohen Qualitätsniveau und Servicelevel sichergestellt. Für den Fall, dass es doch einmal ein Problem geben sollte, steht ein Support zur Verfügung, der die Nutzer unterstützt und für weitergehende Fragen zur Verfügung steht.

8.2.2

Szenario 2: Technikzurückhaltung und Pflegenotstand 2030

Eine allgemein vorherrschende abstrakte Angst gegenüber den neuen Technologien hemmt die Einführung unterstützender Technologien. Eine großflächig fehlende Technologieakzeptanz führt zur Ablehnung der Technologien innerhalb der Gesellschaft. Ebenso verstärken eine hohe Risikowahrnehmung und fehlende Usability die Ablehnung der assistiven Technologien und eine Überforderung der Zielgruppen. Vor allem ältere Menschen stehen neuen Technologien sehr skeptisch gegenüber.

Die Gesellschaft reagiert mit Zurückhaltung auf die Einführung von assistiven Systemen in der Pflege. Viele Stimmen werden laut und verlangen einen angemessenen Umgang mit zu pflegenden Personen. »Maschinen können keine Menschen ersetzen!« nutzen die Zeitungen als Schlagzeile. Nicht nur der Grundtonus der Gesellschaft zeigt die fehlende Technologieakzeptanz auf, sondern auch die Pflegekräfte selbst nehmen eine ablehnende Haltung gegenüber unterstützenden Technologien ein. Die zu pflegenden Menschen sträuben sich ebenfalls gegen diese Neuerungen. Dies hat einen hemmenden Effekt auf den technischen Wandel, so dass die technischen Entwicklungen schreiten nur langsam voran. Das kommt natürlich auch im wirtschaftlichen Arbeits- und Entwicklungsfeld an und hemmt die Forschung sowie die Innovationsentwicklung in diesem Bereich.

Zudem steigt durch das stetig älter werdende Personal, fehlenden Nachwuchs und die zunehmende Anzahl pflegebedürftiger Menschen, der Fachkräftemangel weiter an. Die schlechten Rahmenbedingungen wie körperliche Belastung, unflexible Arbeitszeiten sowie fehlende gesellschaftliche und monetäre Anerkennung der Pflegeberufe führen zu einem stark unterbesetzten Pflegesektor und somit auch zu einer schlechteren Qualität der Pflege (weniger Mobilität, verminderte soziale Kontakte, weniger erhaltene Pflegeleistungen oder auch geringere geistige Förderung). Nicht nur der Blickwinkel auf ältere Menschen, sondern auch das Bild des eigenen Älterwerdens, werden negativ beeinflusst. Das Altern wird mit dem Verlust von Fähigkeiten, Mobilität, Lebensqualität, gesellschaftlicher und beruflicher Leistungsfähigkeit, sozialer Kontakte und Kompetenzen verknüpft. Die Entwicklung und Anwendung assistiver Systeme war sehr kostenintensiv. Der medizinisch-technische Fortschritt und der demographische Wandel haben die Ausgaben des Gesundheitswesens sowie staatliche Ausgaben steigen lassen. Soziale Sicherungssysteme, wie die Pflegeversicherung, können die steigenden Kosten nicht finanzieren.

Assistive Technologien werden zunehmend in Pflegeeinrichtungen zwar eingesetzt, jedoch wird der Serviceroboter seitens des Pflegepersonals wenig genutzt und auch

wenig Ressourcen in die Aneignung der Bedienung investiert. Das bedeutet, wenn eine Pflegefachkraft nach der einmaligen Einführung nicht mit der Anwendung zu recht kommt, ist Sie auf sich alleine gestellt. Es gibt keine weiteren Workshops und auch kein Support bei Störfällen. Somit ist es für viele Fachkräfte einfacher, die bekannten Arbeitsweisen als die neuen Serviceroboter zu nutzen, da dies bei fehlerhafter Nutzung zeitintensiver ist als die herkömmliche Arbeitsweise.

Assistive Technologien werden, wenn dann in Heimen oder Krankenhäusern eingesetzt. Ansätze diese auch im häuslichen Umfeld der unterstützungsbedürftigen Personen einzusetzen gibt es wenige. In der stationären Pflege sind die assistiven Technologien für viele Pflegekräfte ohne Nutzen, da Arbeitsprozesse, die Sie sehr häufig durchlaufen, von den unterstützenden Systemen nicht abgedeckt sind. Ebenso merken auch ambulante Pflegekräfte an, dass die assistiven Systeme nicht für den ambulanten Einsatz geeignet sind. Der autonome Servicewagen fährt bspw. häufig gegen Wände oder hat keinen Zugang zu Pflegeartikeln in häuslichen Umgebungen. Zudem sind viele zu pflegende Menschen, die sich für eine ambulante Pflege entschieden haben, mit der unterstützenden Technologie überfordert und erhalten keine Unterstützung bei der Nutzung.

Wenige Menschen möchten von zu Hause in ein Pflegeheim, in dem eine kühle Atmosphäre Personalmangel herrscht. Eine Pflege zu Hause ist durch den Personalmangel überhaupt nicht möglich. Oft wird vergessen, wie viele Kompetenzen und Fähigkeiten ältere Menschen besitzen und sie somit befähigt, mit etwas Unterstützung auch zu Hause selbstbestimmt leben zu können. Das Altersbild hat sich verschlechtert. Es bestehen wenige Schnittstellen zwischen den Generationen, um sich auszutauschen und sich auch generationenübergreifend zu unterstützen.

8.2.3 Störereignisse und Varianten der Szenarien

Die zukünftige Entwicklung muss nicht zwingend eines der beiden Szenarien am Ende aufweisen. So ist es möglich, dass durch Störereignisse auch andere Ergebnisse prognostiziert werden können. Ein starkes identifiziertes Störereignis auf dem Weg in ein eigentlich positives Szenario ist eine aufkommende **Skepsis in die Technologie**. Dies könnte durch einen global relevanten Hackerangriff geschehen oder durch technisches bzw. menschliches Versagen bei der Technikentwicklung. Die Menschen können den modernen Technologien nicht mehr vertrauen. Der modernen Technologie werden Werte zugeschrieben, wie nicht kontrollierbar, fehlerhafte Konzeptionierungen oder ein hohes kriminelles Potential. Daraus resultiert ein zukünftig viel vorsichtigerer und gehemmter Umgang mit der Technologie und deren Potentialen. Der technische Fortschritt wird gehemmt. Dies könnte zu Kürzungen der Förderprogramme oder staatlicher Unterstützungen führen. Zudem könnten diese sehr strengen Vorgaben unterliegen. Das kriminelle Potential, welches die technischen Möglichkeiten mit sich bringen, sorgt für eine sehr strenge Gesetzgebung bezüglich Datenschutz und ähnlichem.

Ein weiteres Störereignis bildete die Annahme, dass der **technologische Wandel zu schnell** voranschreitet. Wenige Regularien seitens der Gesetzgebung gegenüber technischen Einführungen und eine liberale Technologiepolitik führten zu einem schnell voranschreitenden technischen Wandel. Auch die Förderung von Technologiekonzernen und Forschungsprojekten sowie die Umsetzung von Innovationen und die umfassenden Bemühungen zur Verankerung technischer

Inhalte im Bildungssystem tragen zur Beschleunigung der Technikentwicklung bei. Die gesellschaftliche und institutionelle Entwicklung kann hier jedoch nicht mithalten. Die gesetzliche und soziale Entwicklung schreitet langsamer voran, als der technische Fortschritt. Dadurch entstehen Lücken im Sicherheitssystem sowie eine Ablehnung der Gesellschaft gegenüber den modernen Technologien. Auch die Kompetenzen der potentiellen Nutzer reichen nicht aus, um die Technologien tatsächlich zu nutzen. Der Fortschritt der assistiven Technologien überfordert die Zielgruppe.

8.2.4 Handlungsempfehlungen

Es kann verschiedene Möglichkeiten geben, negative Entwicklungen in den betroffenen Sektoren zu verhindern oder zu hemmen.

Ethische Aspekte müssen bei der Entwicklung und Einführung beachtet werden, denn einer der Grundsteine des Pflegesektors ist es, weiterhin eine **gute und menschenwürdige Pflege** für unterstützungsbedürftige und pflegende Menschen zu schaffen. Wenn assistive Technologien von Betroffenen, Nutzern und der Gesellschaft akzeptiert und genutzt werden würden, hätte dies einen starken Einfluss auf die Industrie. Mit einer erfolgreichen Einführung von Servicerobotik wird ein ganz neues Handlungsfeld für moderne Technologien geschaffen und durch die fördernde Wechselwirkung zwischen Technologie und Gesellschaft wird der technische Wandel angetrieben. So können schon heute die Grundlagen geschaffen werden, um diesen Wirtschaftszweig zu fördern. Das bedeutet, wenn der technische Wandel beschleunigt wird, kann Deutschland als Wirtschaftsstandort schon jetzt reagieren, um sich einen Standortvorteil zu verschaffen und einen neuen Markt zu erschließen.

Dies könnte durch **verstärkte Forschung in diesem Bereich** geschehen oder auch durch die spezifisch wirtschaftsorientierte Ausrichtung der Lehre an Universitäten, Hochschulen und Berufsschulen. Die Studierenden der Universität Stuttgart könnten bspw. Fächer belegen, wie »Assistive Technologien und ihre Anwendungsfelder« oder »Software zur Unterstützung komplexer Arbeitsprozesse«. Hierbei muss natürlich die Freiheit von Wissenschaft und Kunst, Forschung, Lehre und Studium gewahrt werden, wie bspw. im Landeshochschulgesetz Baden-Württemberg § 3 festgehalten.

Ein anderer Weg könnte der **Export** sein. Zahlreiche Firmen verlagern ihre Produktion und teilweise sogar die Entwicklung ihrer Güter ins Ausland, da hier kostengünstiger gearbeitet werden kann. Allerdings stellt die Rekrutierung guter und vor allem nach deutschen Standards ausgebildeter Fachkräfte eine große Herausforderung dar. Arbeitgeber entscheiden sich zunehmend dazu, statt Fachkräfte aus Deutschland an die internationalen Standorte zu verlegen, Mitarbeiter im Ausland nach ihren Vorstellungen auszubilden. Dazu werden **Teile des deutschen Bildungssystems übernommen** und dort etabliert. Hierfür werden auch die Lehrenden fortgebildet. Insbesondere das duale Ausbildungssystem kommt im Ausland gut an. Junge Menschen werden bedarfsgerecht ausgebildet und in die Firmen integriert.

Neben Bildung spielt auch der **Export von Dienstleistungen** eine wichtige Rolle. Wird der Wirtschaftsstandort Deutschland geschwächt, kann dies eine alternative Möglichkeit darstellen. An Dienstleistungen aus Deutschland besteht international

großes Interesse. Da das Bildungsniveau in Deutschland sehr hoch ist, werden insbesondere wissensintensive Dienstleistungen nachgefragt, wie etwa aus den Bereichen Datenverarbeitung, Rechtswesen oder auch Werbung und Marktforschung. Darüber hinaus ist Wissen in den Bereichen Gesundheitsmanagement, Abfallentsorgung, Verkehrswesen und Energieversorgung gefragt. In diesen Bereichen ist Deutschland weltweit Spitzenreiter, Leistungen können aufgrund der großen Nachfrage massenweise exportiert werden. Im Gegenzug können die Waren der ausgelagerten, beziehungsweise verlorenen, Bereiche importiert werden.

Um die Berufe im Bereich der Pflege attraktiver zu machen, sollten die neuen, **innovativen Arbeitsweisen und verbesserten Rahmenbedingungen an die Gesellschaft herangetragen** werden, bspw. über Werbung, Marketing, Berufsmessen oder über die Informationskanäle des Internets. Verbessern sich der Ruf und die Rahmenbedingungen der pflegerischen Tätigkeiten, führt dies nicht nur zu **mehr Anerkennung in der Gesellschaft**, sondern hoffentlich auch zu einer Senkung des Fachkräftemangels und im besten Fall zur Erhöhung der Löhne. Im Bereich der stationären Pflege muss verstärkt auf das Pflegepersonal eingegangen werden. Zum einen müssen die Arbeitsprozesse ermittelt werden, in denen seitens des Pflegepersonals verstärkt Unterstützung gewünscht wird. Zum anderen sollten sich die Heimbewohner nicht durch die Servicerobotik in ihrem gewohnten Wohnumfeld unwohl oder verunsichert fühlen.

Die Konzeptionierung von Servicerobotern für die Pflege sollte auf eine körperliche Entlastung sowie auf eine psychische Entlastung ausgerichtet sein. Die Technologieakzeptanz der Bewohner ist mit der Technologieakzeptanz des Pflegepersonals verknüpft. Das bedeutet, wenn das Pflegepersonal den richtigen Umgang erlernt, das volle Potential ausschöpfen kann und eine hohe Technologieakzeptanz geschaffen wird, fördert dies zugleich die Technologieakzeptanz der zu pflegenden Personen.

Im Bereich der häuslichen Pflege bestehen andere Anforderungen an die Servicerobotik als in der stationären Pflege. Herausforderungen an die Hardware und Software des Produktes könnten die räumlichen Gegebenheiten sein, wie bspw. fehlende Barrierefreiheit und die geringere Technologieakzeptanz der Pflegebedürftigen. Zudem muss, vor allem in diesem Fall, das ambulante Pflegepersonal geschult werden, aber auch die unterstützungsbedürftigen Menschen oder pflegende Partner, die sich dazu entscheiden, Serviceroboter im häuslichen Umfeld zu nutzen.

Wie im Szenario 2 „Technikzurückhaltung und Pflegenotstand 2030“ zu erkennen, gibt es viele mögliche negative Entwicklungen, die jedoch durch zukunftsorientiertes Handeln und Erörterung aller Opportunitäten vermieden werden können.

Literaturverzeichnis

Al Sayed, C., Vinches, L., & Hallé, S. (2017). Validation of a Wearable Biometric System's Ability to Monitor Heart Rate in Two Different Climate Conditions under Variable Physical Activities. *E-Health Telecommunication Systems and Networks*, 06(02), 19–30.

Beschäftigte in der Pflege. (2018, 20. März). Abgerufen am 23. Juni 2019, von <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/pflege/pflegekraefte/beschaeftigte.html>

Bläsing, D. (2017). Erfassung von individuellem Beanspruchungserleben am Arbeitsplatz über Herzratenvariabilität im Pflegebereich. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 71(4), 269–278.

Bornewasser, M. (2014). Dienstleistungsarbeit: Autonome, relationale und heteronome Komponenten der Arbeit vom Anbieter für den Kunden. In: Manfred Bornewasser, Bernd Kriegesmann und Joachim Zülch: Dienstleistungen im Gesundheitssektor. SpringerGabler, Wiesbaden.

Boucsein, W. (1991). Arbeitspsychologische Beanspruchungsforschung heute – eine Herausforderung an die Psychophysiologie. *Psychologische Rundschau* 42:129–144

Braun I. (1993). *Technik-Spiralen. Vergleichende Studien zur Technik im Alltag*. Ed. Sigma, Berlin.

Chen, F., et al (2016). *Robust multimodal cognitive load measurement*. Springer International Publishing Switzerland, Cham.

Copagna D., Derpmann S. (2009). Verfahren partizipativer Technikentwicklung. In: Compagna, D., Shire, K., (Hg.): *Working Papers kultur- und sozialwissenschaftliche Studien* (04/2009), University Duisburg-Essen, Germany, at: <http://www.uni-due.de/wpkts>.

Derpmann S. (2010). Nutzerzentrierung und Partizipation – Herausforderungen der aktiven Mitgestaltung des Innovationsprozesses. WiMi-care workshop, University Duisburg-Essen.

Djellal, F.; Gallouj, F. (2010). Beyond Productivity Strategies in services; In: *Journal of Innovation Economics*; 2010/1 Nr. 5; S. 89-104 XVIII RESER International Conference.

Fischbach, J. (2019). Determinanten der Technologie- und Prozessakzeptanz im Kontext kooperativer Arbeit. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 73(1), 35-44.

Flanagan, J. C. (1954). The critical incident technique. *Psychological bulletin*, 51(4), 327.

Fuchs-Frohnhofen, P., Blume, A., Ciesinger, K. G., Gessenich, H., Hülsken-Giesler, M., Isfort, M., Weihrich, M. (2018). Memorandum "Arbeit und Technik 4.0 in der professionellen Pflege". MA & T Sell & Partner.

Gąsior, J. S., Sacha, J., Pawłowski, M., Zieliński, J., Jeleń, P. J., Tomik, A., Dąbrowski, M. J. (2018). Normative Values for Heart Rate Variability Parameters in School-Aged Children: Simple Approach Considering Differences in Average Heart Rate. *Frontiers in Physiology*, 9.

Giesecke S. (2003). Von der Technik- zur Nutzerorientierung – neue Ansätze in der Innovationsforschung. In: Dies (Hg.): *Technikakzeptanz durch Nutzerintegration? Beiträge zur Innovations- und Technikanalyse*. S. 9-17, VDI/VDE-Technologiezentrum Informationstechnik GmbH, Teltow.

Graf B., Jacobs T., Luz J., Compagna D., Derpmann S., Shire K. (2012) Einsatz und Pilotierung mobiler Serviceroboter zur Unterstützung von Dienstleistungen in der stationären Altenpflege. In: Shire K., Leimeister J. M. (Hrsg.), *Technologiegestützte Dienstleistungsinnovation in der Gesundheitswirtschaft*. Springer Verlag, Wiesbaden, S. 265-288.

Graf, Birgit; Klein, Barbara (2018). Robotik in Pflege und Krankenhaus - Einsatzfelder, Produkte und aktuelle Forschungsarbeiten. In: *Zeitschrift für medizinische Ethik: Wissenschaft, Kultur, Religion*. - Ostfildern: Schwabenverlag, 64, Nr. 4, S. 327-343

Hackmann, T. (2009). Arbeitsmarkt Pflege: Bestimmung der künftigen Altenpflegekräfte unter Berücksichtigung der Berufsverweildauer. In: *Discussion Papers, Forschungszentrum Generationenverträge*, Albrecht-Ludwigs-Universität Freiburg. Verfügbar unter: <http://hdl.handle.net/10419/38843>, abgerufen am 25.06.2019.

Hergesell J., Maibaum A. (2016). Assistive Sicherheitstechniken in der geriatrischen Pflege. Konfligierende Logiken bei partizipativer Technikentwicklung. In: Robert Weidner (Hg.): *Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen*, Konferenzband, S. 59-69, Zweite Transdisziplinäre Konferenz, Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg.

Hielscher V. (2014). *Technikeinsatz und Arbeit in der Altenpflege. Ergebnisse einer internationalen Literaturrecherche, iso-Report Nr. 1*, Institut für Sozialforschung und Sozialwirtschaft e.V., Saarbrücken.

Huelsken-Giesler M., (2010). Technikkompetenzen in der Pflege. Anforderungen im Kontext der Etablierung Neuer Technologien in der Gesundheitsversorgung. In: *Pflege & Gesellschaft* 15 (4), S. 330-352.

Japp K. P. (2000). *Risiko*, Transcript Verlag, Bielefeld.

IWAK: Projekt „Berufsverläufe von Altenpfleger/innen“, Institut für Wirtschaft, Arbeit und Kultur (2009). Verfügbar unter: https://www.pflegegesellschaft-rlp.de/fileadmin/pflegegesellschaft/Dokumente/IWAK_-_Abschlussbericht_Berufsverlaeufe_-_August_2009.pdf, abgerufen am 25.06.2019.

Louho, R., Kallioja, M., Oittinen, P. (2006). Factors Affecting the Use of Hybrid Media Applications. *Graphic Arts in Finland* 35(3):11-21.

Perrow Ch. (1987). *Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik*. Campus Verlag, Frankfurt a. M.

Rothgang, Heinz; Müller, Rolf; Unger, Rainer, (2012). *Themenreport Pflege 2030: Was ist zu erwarten – was ist zu tun?* Bertelsmann Stiftung, Gütersloh

- Sammito, S., Thielmann, B., Seibt, R., Klussmann, A., Weippert, M., & Böckelmann, I. (2015). Guideline for the application of heart rate and heart rate variability in occupational medicine and occupational science. ASU International, 2015(06).
- Schiller C., Friedrich M. (2018). Auswirkungen innovativer Technologien auf Prozesse in der stationären Pflege eines Akutkrankenhauses und Altenpflegeheimen. In: M. A. Pfannstiel, P. Da-Cruz, C. Rasche (Hg.): Entrepreneurship im Gesundheitswesen – Digitalisierung, Innovationen, Gesundheitsversorgung (III): S. 197-211. Springer Gabler, Wiesbaden.
- Schulz-Schaeffer I. (2000). Sozialtheorie der Technik. Campus Verlag, Frankfurt a. M.
- Simon, M., Tackenberg, P. Hasselhorn H. M., Kümmerling, A., Büscher A. und Müller B.H. (2005). Auswertung der ersten Befragung der NEXT-Studie in Deutschland. In: Europäische NEXT-Studie, Universität Wuppertal.
- Spitzhirm, M., Merke, T., Bullinger, A.C. (2015). Measuring Work Environment Factors by Everyone Using Smartphones. In: Deml, B., Stock, P., Bruder, R., Schlick, C.M.: Advances in Ergonomic Design of Systems, Products and Processes Proceedings of the Annual Meeting of GfA 2015. Springer Vieweg, Berlin – Heidelberg.
- Statistisches Bundesamt (2019). Annahmen und Ergebnisse der 14. Koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung, Wiesbaden.
- Taherdoost, H. (2019). Importance of Technology Acceptance Assessment for Successful Implementation and Development of New Technologies. Global Journal of Engineering Sciences, 1(3).
- Theobald, H. (2017). Care workers with migration backgrounds in formal care services in Germany: a multi-level intersectional analysis. International Journal of Care and Caring, 1(2), 209-226.
- Triebig G, Kentner M, Schiele R. (2014). Arbeitsmedizin: Handbuch für Theorie und Praxis. 4. vollständig überarbeitete Auflage. Gentner. Stuttgart.
- Ullrich, G. (2011). Fahrerlose Transportsysteme. Eine Fibel – mit Praxisanwendungen – zur Technik – für die Planung. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. MIS quarterly, 425-478.
- Verplanken B, Orbell S (2003). Reflections on past behavior: a self-report index of habit strength. J Appl Soc Psychol 33(6):1313–1330.
- Vollmer M (2015). A robust, simple and reliable measure of heart rate variability using relative RR intervals. Abgerufen am 25. Juni 2019, von <http://marcusvollmer.github.io/HRV/files/paper.pdf>.