

Entwicklung eines intelligenten Pflegerwagens zur Unterstützung des Personals stationärer Pflegeeinrichtungen

Birgit Graf, Ralf Simon King, Andrea Rößner, Christian Schiller,
Walter Ganz, Dominic Bläsing, Johannes Fischbach, Nora Warner
und Manfred Bornewasser

B. Graf (✉)

Fraunhofer IPA, Abteilung Roboter- und Assistenzsysteme, Nobelstrasse 12,
70569 Stuttgart, Deutschland
e-mail: birgit.graf@ipa.fraunhofer.de

R. S. King

Stuttgart, Deutschland

A. Rößner

Universität Stuttgart IAT, Competence Team Dienstleistungsmanagement
Nobelstrasse 12, 70569 Stuttgart, Deutschland
e-mail: andrea.roessner@iat.uni-stuttgart.de

C. Schiller

Universität Stuttgart IAT, Competence Team Dienstleistungsentwicklung
Nobelstrasse 12, 70569 Stuttgart, Deutschland
e-mail: christian.schiller@iat.uni-stuttgart.de

W. Ganz

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation,
Institutsdirektor, Leiter Geschäftsfeld Dienstleistungs- und Personalmanagement, Nobelstrasse 12,
70569 Stuttgart, Deutschland
e-mail: walter.ganz@iao.fraunhofer.de

D. Bläsing · J. Fischbach · N. Warner · M. Bornewasser

Universität Greifswald | Institut für Psychologie,
Lehrstuhl für Sozialpsychologie/Arbeits- und Organisationspsychologie,
Franz-Mehring-Str. 47, 17489 Greifswald, Deutschland
e-mail: Dominic.Blaesing@uni-greifswald.de; Johannes.Fischbach@uni-greifswald.de;
nora.warner@uni-greifswald.de; bornewas@uni-greifswald.de

Zusammenfassung

Die stationäre Pflegebranche ist vom demografischen Wandel besonders betroffen – sowohl in der Altenpflege als auch im Krankenhaus. Um dem drohenden Pflege- notstand zu begegnen, sind neue Lösungen gefragt, die das Pflegepersonal in ihrem Arbeitsalltag unterstützen und entlasten. Die Produktvision des „intelligenten Pflege- wagens“ hat die Aufgabe, benötigte Pflegeutensilien automatisch vor Ort verfügbar zu machen, den Materialverbrauch zu dokumentieren und zur Neige gehende Pflege- utensilien selbstständig nachfüllen. Damit soll unter anderem die Arbeitsbelastung des Personals in der Pflege reduziert werden. Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass trotz eines geringen Anteils der mit dem Pflegewagen assoziierten Tätigkeiten die Hauptquellen der Belastung unter anderem in der örtlichen und zeitlichen Dimension zu verorten sind, auf welche der intelligente Pflegewagen Einfluss zu nehmen vermag. Im Rahmen einer detaillierten Analyse der mit der Nutzung aktuell eingesetzter Pfl- egewagen verbundenen Arbeitsprozesse konnten die Kernbereiche identifiziert werden, in denen nutzenbringende Änderungspotentiale vorhanden sind. Darauf aufbauend wurden Anforderungen an die Gestaltung des intelligenten Pflegewagens definiert und drei Prototypen auf Basis der CASERO 4-Plattform umgesetzt, die Mitte 2017 in drei Pflegeeinrichtungen getestet werden sollen.

Inhaltsverzeichnis

2.1	Einleitung	27
2.2	Vision des „Intelligenten Pflegewagens“	27
2.2.1	Hintergrund und Motivation	27
2.2.2	Beschreibung der Produktvision	29
2.2.3	Vorarbeiten und Konkretisierung der technischen Umsetzung	29
2.3	Untersuchungen zur Arbeitsbelastung in der Pflege	32
2.3.1	Critical Incident Technique	32
2.3.2	Verhaltensbeobachtung	33
2.3.3	Fragebogen zur Belastungssituation der Pflegekräfte	33
2.3.4	Diskussion	35
2.4	Analyse aktueller Arbeitsabläufe in der Pflege und Einsatz konventioneller Pflegewagen	36
2.4.1	„Mitlaufwoche“	36
2.4.2	Prozesse der Materialwirtschaft	38
2.4.3	Ergebnisse der Prozessanalyse: IST-Situation	39
2.4.4	Identifizierte Verbesserungspotentiale	41
2.5	Technische Umsetzung des intelligenten Pflegewagens	42
2.5.1	Umsetzung der Roboterhardware	42
2.5.2	Funktionalität und Steuerung	44
2.6	Schlussbetrachtung	46
	Literatur	46

2.1 Einleitung

Die stationäre Pflegebranche ist vom demografischen Wandel besonders betroffen – sowohl in der Altenpflege als auch im Krankenhaus: Während die Anzahl der Pflegebedürftigen zunimmt, entscheiden sich immer weniger Berufsanfänger für den Pflegeberuf. Gleichzeitig scheiden ältere Pflegekräfte aufgrund der hohen körperlichen und psychischen Belastung vorzeitig aus dem Beruf aus. Zudem ist der Krankenstand auffallend hoch (Spiegel-Studie über Fehlzeiten 2010). Um dem daraus resultierenden drohenden Pflegenotstand zu begegnen, sind neue Lösungen gefragt, die das Pflegepersonal in ihrem Arbeitsalltag unterstützen und entlasten. Diese sollten dazu beitragen, dass der Pflegeberuf attraktiver und gleichzeitig eine hohe Qualität der Pflege beibehalten wird.

Mit IT-gestützten Pflegeplanungs- und Dokumentationssystemen, die mit Hilfe mobiler Endgeräte teilweise auch schon direkt im Patientenzimmer genutzt werden können, haben erste Digitalisierungslösungen bereits Einzug in den Gesundheitsmarkt gehalten. Im Vergleich dazu befindet sich die Servicerobotik als assistierendes System für die Pflege noch in ihren Anfängen. Dabei bietet sie im Gegensatz zu bereits eingesetzten Lösungen den Mehrwert, nicht nur informatisch, sondern auch physisch unterstützen zu können. Technologien wie z. B. zur sensorbasierten Erfassung von Umgebungen, Personen oder Gegenständen sowie einer darauf basierenden (teil-)autonomen Bewegungsführung bieten das Potenzial, handelsübliche Pflegehilfsmittel in Bezug auf einen effizienten und ergonomischen Einsatz zu verbessern. Mit entsprechenden Assistenzfunktionen ausgestattete Pflegehilfsmittel können somit dazu beitragen, Gesundheitsschäden zu vermeiden, gleichzeitig kann der Anteil nicht-pflegerischer Arbeiten reduziert werden und den Pflegekräften bleibt mehr Zeit für eigentliche Pflege Tätigkeiten.

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Verbundprojekt „Servicerobotik zur Unterstützung bei personenbezogenen Dienstleistungen“ (SeRoDi, www.serodi.de) beschäftigt sich mit der Entwicklung und Evaluierung produktnaher Serviceroboter-Lösungen für die stationäre Alten- und Krankenpflege. Neben einer entsprechenden Weiterentwicklung der Technik (Fraunhofer IPA und ISW der Universität Stuttgart, MLR System GmbH als Lieferant) entsprechend der Bedürfnisse der Pflegepraxis setzt sich das Projekt mit den notwendigen Anpassungen der Pflege- und Versorgungsprozesse (IAT der Universität Stuttgart) sowie den Auswirkungen des Technikeinsatzes auf die beteiligten Personengruppen (Universität Greifswald) auseinander. Als Endanwender sind zwei Einrichtungen der Altenpflegeheime Mannheim sowie eine Station am Universitätsklinikum Mannheim für die Analysen vor Ort und die Evaluierung der Serviceroboter im Praxisalltag beteiligt.

2.2 Vision des „Intelligenten Pflegewagens“

2.2.1 Hintergrund und Motivation

Mobile Roboter und fahrerlose Transportsysteme (FTS) werden allein in Deutschland in mehr als 50 Krankenhäusern zur Ver- und Entsorgung von Gütern des täglichen Bedarfs wie z. B. Patientenessen, Wäsche, Wert- und Reststoffen eingesetzt (www.awt-seminar.de).

Üblicherweise werden die Fahrzeuge dabei in separaten Bereichen (Versorgungsebenen und -liften) betrieben, die nur eingewiesenem Personal zugänglich sind. Mit Hilfe großer Container werden benötigte Pflegeutensilien auf den Stationen verfügbar gemacht, die weitere Vereinzelnung, die sog. „letzte Meile“ (Verteilung der Materialien auf die diversen Stationslager und/oder Patientenzimmer sowie Befüllung der bei der Versorgung der Patienten/Bewohner eingesetzten Pflegewagen, [Abb. 2.1](#)), müssen aktuell die Pflegekräfte übernehmen.

Neben den einzelnen Transportfahrzeugen beinhaltet eine entsprechende Installation typischerweise ein Leitsystem, das über Funk mit den Fahrzeugen verbunden ist und deren Einsatz sowie deren Interaktion mit verschiedenen Peripheriegeräten wie z. B. Aufzügen und weiteren Elementen der Hausinfrastruktur koordiniert. Aufgrund der hohen Investitions- und Wartungskosten erfolgt der Einsatz aktuell überwiegend in Großkrankenhäusern (mehr als 600 Betten) ([Ullrich 2011](#)). Festinstallationen von automatischen Warentransportanlagen oder FTS in stationären Altenpflegeeinrichtungen sind den Autoren keine bekannt.

Technologische Fortschritte in der Navigation mobiler Roboter ermöglichen seit einiger Zeit deren Einsatz inzwischen auch in öffentlich zugänglichen Bereichen ([Minguez, Lamiroux und Laumond 2008](#)). Damit ist erstmals das Potenzial gegeben, diese auch für die Materialflussautomatisierung in kleineren Krankenhäusern und Altenpflegeeinrichtungen wirtschaftlich einzusetzen. Dabei sollte insbesondere die Unterstützung der vom Pflegenotstand besonders betroffenen Gruppe der qualifizierten Pflegekräfte angestrebt werden.

Abb. 2.1 Beispiel eines konventionellen Pflegewagens aus dem klinischen Bereich



2.2.2 Beschreibung der Produktvision

Die Produktvision des „intelligenten Pflegewagens“ hat die Aufgabe – analog zu bisher in der Pflege eingesetzten Pflegewagen (im Folgenden konventionelle Pflegewagen) – benötigte Pflegeutensilien vor Ort verfügbar zu machen. Die „intelligente“ Variante soll jedoch in der Lage sein, auf Anweisung des Pflegepersonals (Zieleingabe per Smartphone oder direkt am Wagen) autonom zum Einsatzort zu navigieren. Dabei weicht sie Hindernissen wie Personen oder anderen Fahrzeugen automatisch aus. Vor Ort soll der intelligente Pflegewagen Pflegeutensilien automatisch bereitstellen (vor oder ggf. auch im Zimmer) und deren Verbrauch dokumentieren. Zudem kann sein integrierter Bildschirm als Schnittstelle zur Pflegeplanung genutzt werden, sodass die Pflegekraft ggf. nicht nur den Materialverbrauch, sondern auch die durchgeführten Pflegetätigkeiten direkt vor Ort protokollieren kann. Um Fehlbedienungen oder unbefugte Nutzung zu vermeiden, ist dabei der Zugriff auf den Bildschirm und die enthaltenen Pflegeutensilien nur autorisiertem Personal gestattet. Über geeignete Sensorik soll dessen Annäherung an den Wagen erkannt und dieser automatisch freigegeben bzw. bei dessen Entfernen auch wieder gesperrt werden. Der intelligente Pflegewagen soll zudem in der Lage sein, zur Neige gehende Pflegeutensilien selbstständig nachzufüllen. Dafür fährt er nach Freigabe des Bedieners zum automatisierten Lager, 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 fährt der Pflegewagen selbstständig an seine Ladestation.

2.2.3 Vorarbeiten und Konkretisierung der technischen Umsetzung

Als wichtige Grundlage für die Entwicklung des intelligenten Pflegewagens sind die im ebenfalls vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundprojekt „WiMi-Care“ (Förderung des Wissenstransfers für eine aktive Mitgestaltung des Pflegesektors durch Mikrosystemtechnik, www.uni-due.de/wimi-care/) durchgeführten Nutzerbefragungen und Bedarfsanalysen in einer stationären Altenpflegeeinrichtung zu sehen. Diese hatten ergeben, dass vonseiten des Pflegepersonals besonders Unterstützung bei als „nervig“ empfundenen Routinetätigkeiten im logistischen bzw. hauswirtschaftlichen Bereich gewünscht ist (Compagna et al. 2009). Daraus entstand die Idee, ein fahrerloses Transportfahrzeug auch auf den Wohnbereichen fahren zu lassen, um das Pflegepersonal direkt vor Ort mit benötigtem Material zu unterstützen. Im Rahmen des Projekts wurde der CASERO 3 der Firma MLR für den Transport von Containern mit Inhalten wie z. B. Wäsche oder Pflegeutensilien auf die bzw. von den Wohnbereichen weiterentwickelt. Die Container wurden dabei von dem Fahrzeug automatisch aufgenommen und an ausgewählten Orten innerhalb des Hauses abgestellt (Luz, Hilmer und Compagna 2010) (Abb. 2.2).



Abb. 2.2 Einsatz von CASERO 3 für den Containertransport im Altenheim

Im Rahmen von Praxisevaluierungen in der Einrichtung konnten die grundsätzliche Akzeptanz und der Nutzen, den das Fahrzeug den Pflegekräften bringt, verifiziert werden. Die Praxisevaluierungen zeigten jedoch auch, dass weitere Entwicklungsschritte notwendig sind, damit CASERO in diesem Anwendungsfeld effizient eingesetzt werden kann. Insbesondere ist eine Alternative zur Nutzung von rollbaren Containern zu realisieren, da in vielen (bestehenden) Pflegeeinrichtungen der notwendige Raum zur Bereitstellung solcher Container nicht vorhanden ist. Außerdem wurden die Container von den Pflegekräften als zu hoch beurteilt, um schwere Wäschesäcke (bis zu 15 kg) hineinzuhoben (Graf et al. 2012).

Das im Rahmen der EFIROB-Studie (Hägele et al. 2010, S. 188–211) erarbeitete Szenario „Containertransport im Krankenhaus“ stellt eine direkte Weiterführung der CASERO-3-Entwicklung dar mit dem Ziel, neben Transportcontainern auch andere Lasten wie z. B. Betten oder konventionelle Pflegewagen aufnehmen zu können (Abb. 2.3).

Parallel zu den oben dargestellten Betrachtungen entstanden im Rahmen weiterer Workshops mit Fachkräften aus der Pflege erste Konzepte eines intelligenten Pflegewagens, der als integriertes System aufgebaut ist, d. h. autonom navigierende, mobile Plattform und Pflegewagenaufbau sind in einem Gesamtsystem fest miteinander verbaut. Der Vorteil dieser Lösung gegenüber einem Transportfahrzeug, das Pflegewagen aber auch andere Lasten transportiert, liegt in den reduzierten Kosten, da nur genau die Komponenten verbaut werden müssen, die für diese eine Anwendung benötigt werden. Neben der autonomen Navigation spielt für dieses Konzept die Protokollierung des entnommenen Materials sowie das automatische Nachfüllen der entnommenen Pflegeutensilien eine essentielle Rolle. Damit soll sichergestellt werden, dass alle benötigten Materialien stets vor Ort verfügbar sind und Zeitverluste, die mit dem Holen fehlender Pflegeutensilien verbunden sind, minimiert werden. Im Rahmen der durchgeführten Expertengespräche wurden diese Zeitverluste mit bis zu einer Stunde pro Schicht beziffert. Die Expertengespräche und Ausarbeitung des Konzepts wurden ebenfalls in der oben genannten EFFIROB-Studie (S. 88–112) unter dem Stichwort „teilautonomer Pflegewagen“ durchgeführt (Abb. 2.4). Dabei war aus Gründen der Hygiene

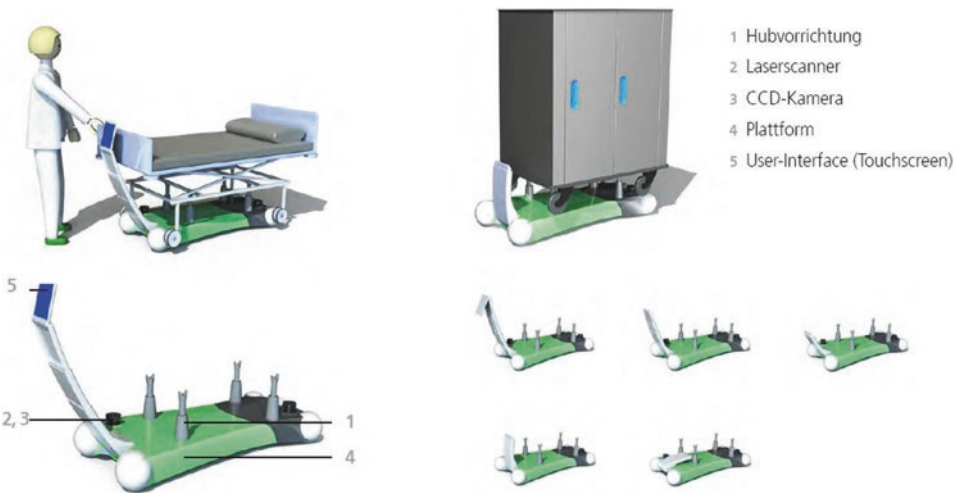


Abb. 2.3 Entwurf eines universellen Transportroboters für den Einsatz im Krankenhaus

(Greifen in den Wagen birgt die Gefahr, dass Keime im Wagen verbreitet werden, sollte deshalb vermieden werden) zunächst eine voll automatische Bereitstellung der Pflegeutensilien vorgesehen. Für das Nachfüllen sollte jeder Pflegewagen mit einem Roboterarm ausgestattet werden, der einzelne Pflegeutensilien aus den Regalen im Lager greifen und diese im Wagen verstauen kann. In einem alternativen Konzept, das aus Gründen der Wirtschaftlichkeit zu bevorzugen ist (Roboterarm als teures Bauteil sollte möglichst dauerhaft genutzt werden), ist der Roboterarm nicht am Pflegewagen verbaut, sondern als Teil eines automatisierten Lagers vorgesehen, in dem er die im Haus eingesetzten Pflegewagen befüllt.

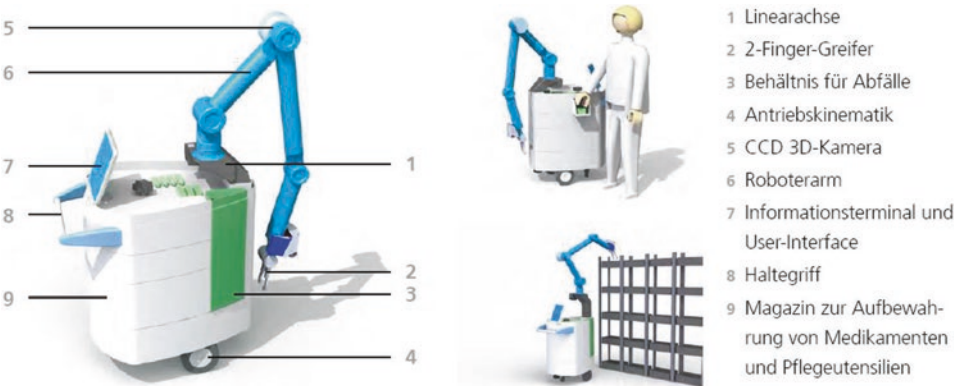


Abb. 2.4 Entwurf des teilautonomen Pflegewagens

Im Rahmen des SeRoDi-Projekts sollten die oben genannten Konzepte für die technische Umsetzung des intelligenten Pflegewagens weiterentwickelt und in einem produktnahen Prototyp umgesetzt werden. Dabei war neben der spezifischen Gestaltung des Pflegewagens zu erarbeiten, wie das Nachfüllen fehlender Pflegeutensilien im Kontext der existierenden Pflegeprozesse am besten realisiert werden kann. Dabei wurden sowohl Aspekte der Arbeitsbelastung bzw. hilfreiche sowie belastender Faktoren im Kontext der Nutzung konventioneller Pflegewagen als auch detaillierte Analysen der aktuellen Arbeitsprozesse rund um die Materialwirtschaft berücksichtigt, die folgenden näher beschrieben werden.

2.3 Untersuchungen zur Arbeitsbelastung in der Pflege

Für die im Folgenden dargestellten Untersuchungen wurden in Anlehnung an das Projekt zur “Belastungsanalyse und gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltung in der Altenpflege“ (BELUGA) die von Glaser et al. identifizierten spezifischen Dimensionen der Belastung in Bezug auf die pflegerische Arbeit genutzt (Glaser et al. 2008). Dieser Arbeit nach lässt sich psychische Belastung in organisationale und soziale Stressoren und widersprüchliche Anforderungen gliedern. Von den insgesamt 1848 befragten Pflegekräften wurden insbesondere Zeitdruck, Unterbrechungen und erhöhter Handlungsaufwand in Folge von widersprüchlichen Anforderungen als belastende psychische Faktoren bezeichnet. Auf Seiten der physischen Belastung werden Tätigkeiten wie Heben, Tragen und Lagern von Patienten, sowie die Verletzung der Haut und Infektionen als größte Belastungsfaktoren eingeschätzt.

Entsprechend dieser Vorarbeit zu Belastungsfaktoren in der Pflege ist zu erwarten, dass das Entlastungspotential des intelligenten Pflegewagens hauptsächlich in der Einsparung von Wegen und den dafür aufgewendeten Zeiten liegt. Somit folgt, dass die belastenden Faktoren des Zeitmangels oder dem materiallogistischen Teil der Tätigkeiten Heben, Tragen und Lagern abgeschwächt werden können. Daraus würde auch eine Minderung der Beanspruchung mit etwaigen unerwünschte Effekten, wie psychische Ermüdung, Unzufriedenheit und körperliche Beeinträchtigungen präventiv erfolgen (Ulich und Wülser 2015).

Im Folgenden werden Methoden und Ergebnisse der Messung der aktuellen Belastungs- und Beanspruchungssituation des Pflegepersonals in mehreren, im Projekt SeRoDi beteiligten Einrichtungen (zwei Altenheime und eine Klinik) beschrieben. Die Ergebnisse dieser Analysen geben wichtige Hinweise hinsichtlich der Gestaltung und des zukünftigen Einsatzes des intelligenten Pflegewagens.

2.3.1 Critical Incident Technique

Kern der Critical Incident Technique (Flanagan 1954) ist es, ex post mit offenen Fragen Arbeitsvorfälle zu identifizieren, in denen das zu untersuchende Objekt einen besonders positiven oder negativen Beitrag leistete und welche konkreten Eigenschaften des

Objekte zu diesem Ergebnis führten. Im Rahmen einer ersten Untersuchung wurde ermittelt, inwiefern Pflegewagen in ihrer herkömmlichen Form zu Belastung der Pflegekräfte beitragen.

Aus den 21 beantworteten Fragebögen konnten 22 besonders positive und 20 besonders negative Vorfälle extrahiert werden. Zu den am häufigsten genannten Funktionen des Pflegewagens bei positiven Vorfällen zählten mit jeweils 45 % die Wäsche- beziehungsweise Verbandsmaterialentnahme und zu 10 % das Nutzen als Ablagefläche. Demgegenüber trug laut Pflegekräften das Auffüllen des Wagens besonders negativ zur Pflegearbeit bei (12 Nennungen). Weitere negative Effekte ergaben sich aus zu weit entfernten Pflegewagen (3 Nennungen), dass diese im Weg standen, in Benutzung waren oder zu voll gestellten Ablageflächen hatten (insgesamt 5 Nennungen).

2.3.2 Verhaltensbeobachtung

Um weitere Informationen bezüglich der Tätigkeitstruktur der Pflegekräfte zu gewinnen, wurde in Ergänzung der oben genannten Befragung eine Beobachtungsstudie in den drei beteiligten Pflegeeinrichtungen durchgeführt. Gegenstand der Beobachtung waren jeweils zwei Pflegekräfte. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich über vier Tage. Das verwendete Kategoriensystem orientiert sich an dem von Kieschnick (2005) erarbeiteten Ansatz zu Aktivitäten der direkten und indirekten Pflege. Das System wurde für die spezielle Projektfragestellung um die Kategorien Lager, Wagen (Auffüllen) und Wagen (Entnahme) erweitert. Die Frühschicht wurde gewählt, da hier erfahrungsgemäß am häufigsten mit dem Wagen interagiert wird. Um eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Einrichtungen (unterschiedliche Zeiten für den Schichtbeginn) zu erhalten, wurde nur der Beobachtungszeitraum von 7:00 Uhr bis 12:00 Uhr einbezogen. Die prozentuale Verteilung der beobachteten Tätigkeiten ist in Abb. 2.5 dargestellt.

Je nach Einrichtung wurden die Wagen durchschnittlich 0,25 bis 2,17-mal zur Entnahme und 0,04 bis 0,25-mal zum Auffüllen pro Stunde genutzt. Wohingegen das Lager 0,48 bis 0,58-mal pro Stunde aufgesucht wurde. Insgesamt nahmen diese Tätigkeiten 1 % der beobachteten Arbeitszeit einer Pflegekraft pro Schicht ein.

2.3.3 Fragebogen zur Belastungssituation der Pflegekräfte

Das Vorhaben, Beanspruchung in der Pflege zu messen, folgt aus dem Verständnis heraus, dass ein Missverhältnis von positiven und negativen Arbeitsbedingungen zu Belastung führt. Belastung wiederum verursacht – moderiert durch die individuellen Ressourcen der Pflegekraft - kurzfristig Beanspruchungsreaktionen und langfristig Beanspruchungsfolgen wie z. B. Depressivität, Burn-Out oder körperliche Schäden (Nickel und Kersten 2014). Dafür stehen in der Literatur unterschiedliche Instrumente zur Verfügung, die im Rahmen des eingesetzten Fragebogens wie folgt genutzt wurden:

Zudem wurde aus dem Screening-Instrument COPSOQ (Copenhagen Psychosocial Questionnaire) (Nübling et al. 2005 , 2010) eine Skala zur Beurteilung der Beanspruchungssituation genutzt. Die entsprechende Skala ‚Energie und psychisches Wohlbefinden‘ leitet sich aus dem Copenhagen Burnout Inventory (CBI) ab und erfasst die subjektive Häufigkeit von Belastungsfolgen, wie körperliche und geistige Erschöpfung auf einer 5-stufigen Likert-Skala.

Der resultierende Fragebogen wurde an die Pflegekräfte der teilnehmenden Einrichtungen verteilt. Die Rücklaufquote bei 45 ausgeteilten Fragebögen betrug 57 %. Aufgrund der Größe der realisierten Stichprobe von 26 Pflegekräften, werden im Folgenden die erhaltenen Daten hauptsächlich deskriptiv dargestellt. Bezüglich der Belastung zeigt sich die globale Tendenz, dass sich die Pflegekräfte durchschnittlich erhöhter Belastung ausgesetzt sehen. Es lassen sich zudem vier Hauptquellen der Belastung identifizieren; quantitative Arbeitsbelastung, Arbeitsorganisation, außerberufliche Situation und Arbeitsintensität. Abb. 2.6 stellt die Ausprägungen der diversen Belastungsquellen anschaulich dar. Zu Gunsten einer besseren Vergleichbarkeit mit anderen Studien, wurden die Ankerkategorien der Instrumente Next und COPSOQ auf 0 % und 100 % gesetzt.

Werden spezifisch örtliche und zeitliche Quellen der Belastung betrachtet, so zeigt sich einerseits, dass 95 % der Pflegekräfte öfter als zweimal täglich und immerhin 27 % mehr als zehnmal täglich Wege zur Materialbeschaffung ins Lager zurücklegen müssen. Dabei fühlen sich 82 % der Pflegekräfte bei der Arbeit gehetzt oder stehen unter Zeitdruck.

2.3.4 Diskussion

Der Vergleich der Kennwerte mit Stichproben aus dem Pflegebereich ergibt, dass diese für den BGWmiab (Nickel und Kersten 2014 (n = 190)) und den Next Fragebogen (Simon et al. 2005 (n = 522)) übereinstimmen. Folglich bietet die Zusammenarbeit mit den teilnehmenden Einrichtungen eine gute Evaluationsgrundlage des intelligenten Pflegewagens. Im branchenübergreifenden Vergleich der Kennwerte aus COPSOQ und DGB-index gute Arbeit zeigt sich - sowohl in Bezug auf das psychische Wohlbefinden ($M_{SERODI} =$

Instrument	Konstrukt	Wertebereich	M	(SD)	n
BGWmiab	Quantitative Arbeitsbelastung	1 - 5	3,38	,87	22
	Qualitative Arbeitsbelastung	1 - 5	2,97	,56	23
	Arbeitsorganisation	1 - 5	3,27	,51	23
	Soziales Arbeitsumfeld	1 - 5	2,90	,36	23
	Außerberufliche Situation	1 - 5	3,36	,71	23
NEXT	Körperliche Anforderungen	0 - 100	42,38	13,51	23
DGB-Index gute Arbeit	Arbeitsintensität	1 - 4	2,65	,52	23
COPSOQ	Energie und Psychisches Wohlbefinden	0 - 100	47,75	13,33	23

Abb. 2.6 Quellen der Belastung am Arbeitsplatz

47,75, $n = 23$ vs. $M_{\text{COPSOQ}} = 42$, $n = 2561$) als auch auf die Arbeitsintensität ($M_{\text{SERODI}} = 2,65$, $n = 23$ vs. $M_{\text{DGB-Index gute Arbeit}} = 2,32$, $n = 4916$) – dass Pflegekräfte ihre Arbeit als belastender empfinden als der Durchschnitt der deutschen Arbeitnehmer (Nübling et al. 2005, Deutscher Gewerkschaftsbund 2015).

Bezüglich des zeitlichen Entlastungspotentials durch den intelligenten Pflegewagen deuten die Ergebnisse der Verhaltensbeobachtung auf eher kleine Effekte hin, da die relevanten Tätigkeiten wie Interaktionen mit Wagen und Lager insgesamt weniger als eine Minute pro Stunde pro Pflegekraft in Anspruch nehmen. Wobei es im Rahmen der Verhaltensbeobachtung nicht möglich war, die mit dem Wagen und Lager assoziierten Laufwege zu identifizieren, da zu dem Zeitpunkt des Loslaufens für einen Beobachter das Ziel der Pflegekraft noch nicht klar sein konnte. Ergänzend zu den Erkenntnissen aus der Verhaltensbeobachtung zeigt sich, dass trotz eines geringen Anteils der mit dem Pflegewagen assoziierten Tätigkeiten, die Hauptquellen der Belastung unter anderem in der örtlichen und zeitlichen Dimension zu verorten sind, auf welche der intelligente Pflegewagen Einfluss zu nehmen vermag. Weitere wesentliche Quellen der Belastung; Arbeitsorganisation und die außerbetrieblichen Situation, liegen hingegen außerhalb des Wirkungsspektrums des intelligenten Pflegewagens.

2.4 Analyse aktueller Arbeitsabläufe in der Pflege und Einsatz konventioneller Pflegewagen

Aus Sicht der Arbeitswissenschaften war es zunächst von Bedeutung, das Dienstleistungssystem „stationäre Pflege“ im Allgemeinen und typische Arbeitsabläufe und relevante Parameter (Örtlichkeiten, Materialien) im Speziellen zu erfassen. Danach erfolgte eine detailliertere Betrachtung der eingegrenzten Prozesse, um die Anforderungen an den intelligenten Pflegewagen so weit wie möglich zu erfassen und eine umfassende Partizipation des Pflegepersonals am Entwicklungsprozess zu erreichen.

2.4.1 „Mitlaufwoche“

In der Mitlaufwoche wurden sieben Pflegekräfte von sieben SeRoDi-Forschern über drei aufeinanderfolgende Tage in den verschiedenen Schichten bei ihrer Arbeit begleitet. Um eine Verzerrung der Arbeitsabläufe zu verhindern, sollte die Begleitung möglichst unauffällig erfolgen. Die sieben beteiligten Forscher wurden in drei „Einrichtungsexperten“ und vier „Einrichtungsspringer“ aufgeteilt. Die „Einrichtungsexperten“ sollten jeweils mindestens zwei Schichten an derselben Einrichtung mehrfach beobachten, um einen direkten Vergleich zwischen den Schichtverläufen an verschiedenen Tagen ziehen zu können. Pro beteiligte Einrichtung gab es jeweils einen „Einrichtungsexperten“. Die „Einrichtungsspringer“ sollten bewusst verschiedene Schichten in mehr als einer Einrichtung beobachten um einen Quervergleich zu ermöglichen. Durch einen systematischen Abgleich

Tätigkeitsdauer (Start und Endpunkt)	Pflegekraft (Tätigkeit)	Interaktion	Patient/Bewohner (Aktion/Beitrag)
6:00-6:05	wecken		
6:15-6:25	Fragen stellen, Daten notieren	Gespräch zum Befinden des Patienten	Auskunft geben
6:25-6:35	Vorgehen ankündigen, Infusion legen	Blickkontakt suchen	mitwirken

Abb. 2.7 Zuordnung von Tätigkeiten zu Akteuren

zwischen den Analysen der „Einrichtungsexperten“ und der „Einrichtungsspringer“ sollten die Prozessabläufe der verschiedenen Schichten in den verschiedenen Einrichtungen herausgearbeitet werden.

Wichtig war neben der Erfassung der regelmäßigen Arbeitsabläufe vor allem auch die Identifikation der Ursachen und Auswirkungen von Unterbrechungen der „normalen“ Pflegeprozesse. Im Fokus standen dabei die Aspekte Zeit, Weg und menschliche Zuwendung. Störungen sind maßgeblich für die Definition von Anforderungen an einen intelligenten Pflegewagen, der dem Pflegepersonal nutzenbringende Unterstützung bei ihrer Arbeit bietet und Potential hat, die Prozesse in stationären Pflegeeinrichtungen im Hinblick auf Produktivität und Qualität positiv zu beeinflussen.

Die Dokumentation der beobachteten Tätigkeiten des Pflegepersonals erfolgte mithilfe zweier Analyseraster. Die Tätigkeiten wurden dabei jeweils einem der folgenden Akteure zugeordnet ([Abb. 2.7](#)):

- Wird von einer Pflegekraft durchgeführt
- Wird von einer Pflegekraft und einem zu Pflegenden gemeinsam durchgeführt
- Wird von einem zu Pflegenden durchgeführt

Um eine bessere Übersichtlichkeit und Vergleichbarkeit zu schaffen, erfolgte zusätzlich eine Strukturierung der Tätigkeiten anhand verschiedener Cluster und Kategorien. Tätigkeitscluster waren beispielsweise Schichtwechsel, Morgenrunde, Visite und Abendrunde. Beispiele für Tätigkeitskategorien sind Versorgungsinteraktion, intime Interaktion, medizinisch versorgende Interaktion, Zuwendungsinteraktion, Dokumentation, Informationsaustausch intern, Beschaffungs- und logistische Tätigkeiten sowie Informationsaustausch extern (Angehörige). Außerdem wurden die Umfeld-Faktoren (also der Ort, an dem die Tätigkeit durchgeführt wird) sowie das jeweils benötigte Material dokumentiert. Das zweite Analyseraster ist in [Abb. 2.8](#) dargestellt.

Im Nachgang zur Mitlaufwoche erfolgte die Dokumentation und Analyse der beobachteten Prozesse. Als besonders relevant für den Einsatz des intelligenten Pflegewagens und somit für weitere, detailliertere Untersuchungen, wurden die Prozesse rund um die

Tätigkeits-cluster	Kategorien von Tätigkeiten	Tätigkeitsdauer (Start und Endpunkt)	Material (Standard, speziell)	Umfeld (wo Zimmer-Nr., zentrale Ausstattung, Wege)
6:00-7:00 Morgenrunde	☐ Versorgungsinteraktion ☐ Intime Interaktion ☐ Medizinisch versorgende Interaktion	6:00-6:05		
	☐ Zuwendungsinteraktion ☐ Dokumentation ☐ Informationsaustausch intern ☐ Beschaffungs- und logistische Tätigkeiten	6:15-6:25	Kurve Fieberthermometer Waage Blutdruckgerät Blutzuckergerät	Im Zimmer Am Bett
7:00-8:00 Pflegeeinheit	☐ Informationsaustausch extern (Angehörige)	6:25-6:35	Medikation	Im Zimmer Am Bett

Abb. 2.8 Detaillierte Analyse von Tätigkeiten

Materialwirtschaft in die und innerhalb der Stationen bzw. Wohnbereiche der Einrichtungen identifiziert. Außerdem erfolgte die Festlegung, dass der intelligente Pflegewagen in der ersten Ausbaustufe die Türschwelle nicht überschreiten soll und nicht zu groß sein darf, um eine Blockade der Gänge zu verhindern. Die ursprüngliche Idee, den Wagen an die Rufanlage zu koppeln wurde verworfen. Stattdessen ist nun eine direkte Ansteuerung von Seiten der Pflegekräfte vorgesehen.

Auf Basis dieser und weiterer Erkenntnisse wurde ein erstes technisches Konzept des intelligenten Pflegewagens (bzw. Wäschewagens) ausgearbeitet und anschließend in mehreren Iterationen mit den Anwendungspartnern diskutiert, verfeinert und letztlich konstruktiv umgesetzt.

2.4.2 Prozesse der Materialwirtschaft

Um ein tiefergehendes Verständnis für das Dienstleistungssystem Pflege zu erlangen, wurden im folgenden Projektverlauf weitere Erhebungen zur Analyse der IST-Situation durchgeführt. Dabei erfolgte eine Fokussierung auf die oben genannten Prozesse, welche für den Einsatz des intelligenten Pflegewagens als besonders relevant identifiziert wurden. Neben der Analyse der Prozesse konnten im Rahmen dieser Erhebungsrunde weitere funktionale Anforderungen an den intelligenten Pflegewagen geklärt werden.

Zur detaillierteren Analyse der ausgewählten Teilprozesse wurde ein Instrumentarium entwickelt, welches auch den Einsatz von Video-, Audio- und Fotoaufnahmen beinhaltete. Eine Vorlage der Instrumente an die Anwendungspartner und deren Betriebsräte zur Freigabe erfolgte fristgerecht. Die eigentlichen Erhebungen umfassten folgende Teilerhebungen:

- Beobachtung der Befüllung des konventionellen Pflegewagens am Schichtende (4x)
- Beobachtung der Verräumung von Material auf der beteiligten Station des Klinikums (2x)

- Interview mit Stationsleitung und Pflegekräften der beteiligten Station
- Workshop mit den Projektpartnern

Von besonderer Bedeutung, insbesondere im Hinblick auf eine partizipative Technikgenese, war der zuletzt genannte Workshop. Hier konnten die Erkenntnisse aus den vorangegangenen Erhebungen in direkter Abstimmung mit verschiedenen Beteiligten der Anwendungspartner und der technischen Projektpartner erörtert und dadurch wesentliche funktionale Anforderungen an die erste Version des intelligenten Pflegewagens geklärt oder präzisiert werden. Dies ermöglichte eine weitgehende Berücksichtigung der Bedürfnisse des Pflegepersonals in der weiteren Entwicklung des intelligenten Pflegewagens.

2.4.3 Ergebnisse der Prozessanalyse: IST-Situation

Die ersten Analysen ausgewählter Prozesse der Materialwirtschaft fanden am Klinikum statt. Zunächst war festzustellen, dass die große Ablagefläche am konventionellen Pflegewagen bei den Pflegekräften als äußerst positiv wahrgenommen wird. Diese eignet sich gut für Dokumentationen und als Ablage für vorbereitetes Material wie beispielsweise Infusionen. Kritik gab es jedoch am sensorgestützten Müllabwurfbehälter, welcher unter Hygienegesichtspunkten entwickelt worden ist, in der Praxis jedoch häufig nur unzuverlässig funktioniert. Insbesondere wenn die Pflegekräfte Handschuhe tragen, öffnet sich der Behälter in vielen Fällen nicht.

Ein weiterer Störfaktor ist der Umstand, dass nicht alle Materialien mitgenommen werden dürfen. Bestimmte Materialien müssen separat aus den Stationslagern geholt werden, wodurch es zu regelmäßigen Unterbrechungen des Pflegeprozesses am Patienten kommt. Grund dafür sind allerdings Hygiene- und Sicherheitsaspekte, die auch bei dem intelligenten Pflegewagen zu berücksichtigen sind.

Ein behebbares Kernproblem ist hingegen die nicht vorhandene Dokumentation über die Bestückung des konventionellen Pflegewagens. Das Nachfüllen von Material am Ende einer Schicht erfolgt aus dem Kopf heraus oder wenn ein Artikel nicht mehr im Wagen vorhanden ist. Häufig muss deshalb ausgegangenes Material zusätzlich und während der Schicht aus den Stationslagern geholt werden. Störende Unterbrechungen des Pflegeprozesses und ein erheblicher Zeitaufwand unter dem Personal sind die Folgen. Aufgrund der fehlenden Dokumentation der Materialentnahme ist aktuell auch nicht bekannt, welche Artikel häufiger und welche weniger häufig benötigt werden. Der von den seltener benötigten Artikeln oder vielleicht sogar „Lagerhütern“ beanspruchte Platz fehlt dann an anderer Stelle. Als „Lagerhüter“ werden an dieser Stelle Artikel bezeichnet, die sich aus historischen Gründen im Pflegewagen befinden, inzwischen jedoch nicht mehr in diesem Kontext benötigt werden.

Was den Befüllungsprozess an sich angeht, fällt auf, dass jedes Fach in den Schubladen jeweils einzeln befüllt wird. Dadurch ergibt sich ein steigender Zeitbedarf für die

Wiederbefüllung, je mehr unterschiedliche Artikel nachgefüllt werden müssen. Außerdem steigt gleichzeitig die Unübersichtlichkeit über die nachzufüllenden Artikel.

Trotz der genannten Probleme ist der Prozess rund um die Nutzung des konventionellen Pflegewagens bereits sehr stark optimiert. Ein größeres Verbesserungspotential wurde deshalb eher für den im Laufe der Zeit immer komplexer gewordenen stationsinternen Logistikprozess identifiziert. Bei der regelmäßig stattfindenden Verräumung von Material aus dem Zentrallager in die Stationslager müssen unter hohem Zeiteinsatz erhebliche Wegstrecken zurückgelegt werden (Abb. 2.9). Eine hohe Zusatzbelastung für die betroffenen Pflegekräfte ist die Folge.

Für die Altenpflegeheime wurde insbesondere der Prozess der Frischwäscheverteilung als besonders geeignet für die Automatisierung identifiziert. Deshalb wird der Wagen, der in der ersten Testphase in den Altenpflegeheimen zum Einsatz kommt, auch als intelligenter Wäschewagen bezeichnet. Die Erhebungen an den Altenpflegeheimen starteten direkt im Anschluss an die Erhebungen am Klinikum. Auffallend war dabei insbesondere, dass die Wäschewagen, anders als die Pflegewagen im Klinikum, kaum bewegt werden. Die Pflegekräfte laufen bei Bedarf jedes Mal zum Wagen, sowohl bei der Verteilung der Wäsche in die Bewohnerzimmer als auch bei der Wiederbefüllung des Wagens mit frischer Wäsche aus den Wohnbereichslagern. Die einzelnen Wagen werden dabei, schichtabhängig, von mehreren Pflegekräften gleichzeitig genutzt. Ähnlich wie am Klinikum gibt es auch an den Altenpflegeeinrichtungen keine Dokumentation über im Wagen enthaltene oder entnommene Materialien. Auch hier entstehen dadurch zusätzliche Laufwege für die Pflegekräfte.

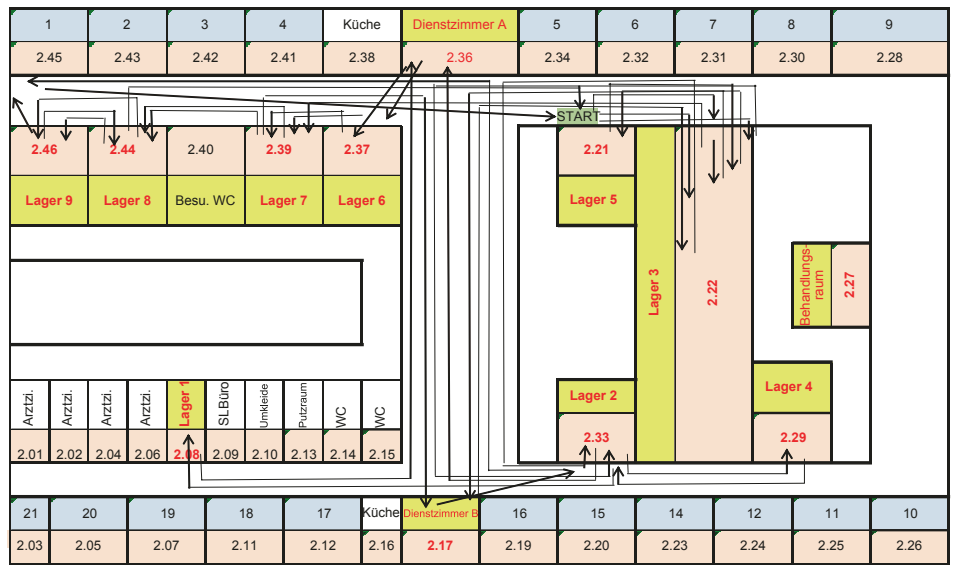


Abb. 2.9 Wegstrecken bei der Verräumung der Pflegematerialien

2.4.4 Identifizierte Verbesserungspotentiale

Aus den oben vorgestellten Analyseergebnissen der aktuellen Prozesse rund um die Nutzung des konventionellen Pflegewagens können vier Kernbereiche identifiziert werden, in denen nutzenbringende Änderungspotentiale vorhanden sind. Das sind der Befüllungsprozess des Pflegewagens, der (stationsinterne) Logistikprozess, die (noch fehlende) Dokumentation der Materialentnahme direkt am Wagen und der eigentliche Nutzungsprozess während der Schicht. Die Anforderungen an den intelligenten Pflegewagen ergeben sich dadurch, dass es bei dessen Einsatz in allen genannten Kernbereichen Ansatzpunkte für eine Optimierung geben soll. In Abb. 2.10 ist die IST-Situation (Nutzung konventioneller Pflegewagen) den sich ergebenden Änderungspotentialen beim Einsatz des intelligenten Pflegewagens gegenübergestellt.

Während im konventionellen Pflegewagen bei Bedarf jedes Fach einzeln nachgefüllt werden muss, sieht das neue Konzept den Austausch so genannter ISO-Modulkörbe vor, die in den einzelnen Schubladen eingelassen sind. Der Einsatz dieser ISO-Modulkörbe garantiert maximale Kompatibilität mit bereits vorhandener Ausstattung in den Einrichtungen wie Schränken und Regalen zur Aufbewahrung, als auch mit weiteren Transfer- oder Transportsystemen für ISO-Modulkörbe. Durch die geringe Anzahl der in einem Wagen verbauten Modulkörbe ist der Austausch schnell und unkompliziert umzusetzen.

IST-Situation konventioneller Pflegewagen (KP)	Änderungspotential durch intelligenten Pflegewagen (IP)
Befüllungsprozess	
• Wiederbefüllung einzelner Fächer • Zeitbedarf steigt mit Anzahl nachzufüllender Einzelteile	• Wiederbefüllung einzelner Fächer oder ganzer Schubladenmodule • Fehlen Einzelteile aus demselben Schubladenmodul, ist ein schnelleres Nachfüllen möglich
Stationsinterner Logistikprozess	
• Sehr hohe Anzahl an Lagern • Hoher Zeitaufwand für Materialverteilung auf einzelne Stationslager	• Chancen zur Neugestaltung der stationsinternen Logistik durch entkoppelte Vorbefüllung der ISO-Modulkörbe
Dokumentation Materialentnahme	
• Keine Übersicht über im KP vorhandenes oder entnommenes Material • „Starres“ Befüllungskonzept • Keine Identifikation von „Lagerhütern“ möglich	• 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	
• 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	• 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

Abb. 2.10 IST-Situation und identifizierte Änderungspotenziale

Das führt zu Zeiteinsparungen und einer Entkopplung von Befüllungs- und eigentlichem Pflegeprozess direkt am Patienten. Das neue Befüllungskonzept hat auch Auswirkungen auf die interne Materiallogistik der Einrichtungen. Dadurch erhoffen sich die Projektpartner erhebliches Verbesserungspotential im Vergleich zur aktuellen Situation.

Bereits die erste Stufe des intelligenten Pflegewagens wird ein integriertes System zur direkten Dokumentation der Materialentnahmen besitzen. Mithilfe der dadurch entstehenden Chronik soll die Befüllung optimiert und mögliche „Lagerhüter“ identifiziert werden.

Auch der eigentliche Nutzungsprozess während der Schicht wird durch den intelligenten Pflegewagen beeinflusst. Neben der oben bereits erwähnten Entkoppelung von Pflege- und Wiederbefüllungsprozess soll auch die Möglichkeit des autonomen Fahrens die Pflegekräfte entlasten. Sie müssen den schweren Wagen nicht mehr selber schieben und auch keine zweite Pflegekraft beantragen, um den Wagen im Nachhinein zu den Zimmern zu bringen.

2.5 Technische Umsetzung des intelligenten Pflegewagens

Die technische Umsetzung des intelligenten Pflegewagens erfolgt in SeRoDi in mehreren Stufen. Der aktuell aufgebaute, erste Prototyp stellt bereits erste technische Lösungen für die oben genannten Verbesserungspotenziale bereit, die im Folgenden weiter ausgeführt werden sollen.

2.5.1 Umsetzung der Roboterhardware

Für die technische Umsetzung des intelligenten Pflegewagens wurden – basierend auf den oben genannten Vorarbeiten und Erhebungen – Anforderungen für den Aufbau des neuen, intelligenten Pflegewagens abgeleitet. Für den Aufbau wurden die wichtigsten Elemente konventioneller Pflegewagen beibehalten, auf die die Pflegekräfte Wert gelegt haben. So dient die große Ablagefläche zur Pflegedokumentation oder der Ablage von Material. Weitere essentielle Komponenten des Pflegewagens sind unter anderem Handschuhspender (in drei verschiedenen Größen), Händedesinfektionsmittelspender und Müllabwurf. Vor allem aber zählt dazu auch die Verwendung der oben bereits genannten ISO-Modulkörbe, wie sie in vielen Kliniken und Pflegeheimen schon zum Einsatz kommen ([Abb. 2.11](#)).

ISO-Modulkörbe sind in den Abmessungen 60 × 40 cm genormt und in Höhen 5/10/20 cm verfügbar. Oft bestehen sie aus transparentem oder grauem Kunststoff, sind aber auch als Gitterkörbe aus beschichtetem Stahl oder Edelstahl verfügbar. Der Laderaum des intelligenten Pflegewagens kann ISO-Modulkörbe in unterschiedlichen Größen aufnehmen, beispielsweise 5 × 10 cm oder 1 × 10 cm + 2 × 20 cm (letztere Variante in [Abb. 2.12](#) dargestellt).

Welche Modul- und Schubladenkonfiguration ausgewählt wird, ist von den individuellen Bedürfnissen der Einrichtungen abhängig. Die ISO-Modulkörbe werden dabei seitlich



Abb. 2.11 Beispiel eines ISO-Modulkorbs aus Kunststoff mit Utensilien zur Wundversorgung

in die Schubladen des Wagens eingeführt. Die Schubladen werden zentral im Wageninneren verriegelt, um dem Zugriff Unbefugter vorzubeugen.

Ein weiterer wesentlicher Unterschied zum konventionellen Pflegewagen ist außerdem das Tablet im Bereich der Arbeitsfläche. Dieses dient hauptsächlich der Verbrauchsdocumentation, wenn Artikel über die Schubladen aus den ISO-Modulkörben entnommen werden. Über das Tablet kann der intelligente Pflegewagen aber auch gesteuert, sprich zu einem Ziel geschickt werden, welches dann autonom angefahren wird.

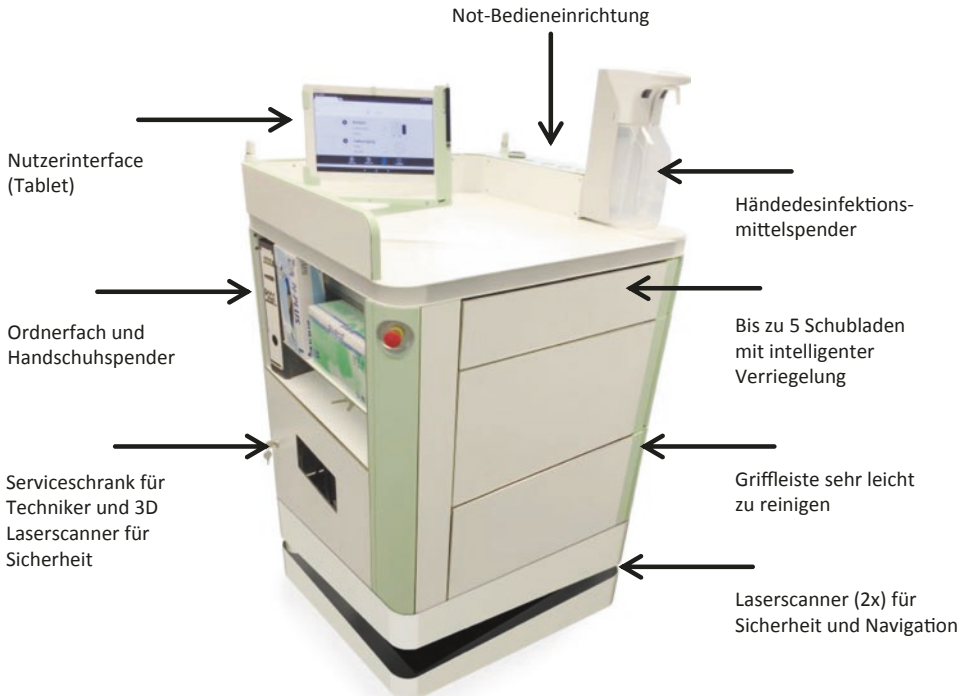


Abb. 2.12 Intelligenter Pflegewagen mit Tablet zur Dokumentation des Verbrauchs an Utensilien

2.5.2 Funktionalität und Steuerung

Der intelligente Pflegewagen verfügt im Gegensatz zum konventionellen Pflegewagen über einen eigenen Fahrantrieb. Ein manuelles Bewegen des Pflegewagens ist – außer in Notsituationen – nicht mehr vorgesehen. Neben der Zieleingabe über das integrierte Tablet kann der intelligente Pflegewagen mittels Smartphone, welches das betreffende Personal mit sich führt, zu seinem Bestimmungsort geschickt. Mögliche Zielpositionen befinden sich meist vor einem Patienten- oder Bewohnerzimmer, aber auch das Lager für das Befüllen oder die Akkuladestation sind wichtige Ziele ([Abb. 2.13](#)).

Durch die autonome Navigation des Pflegewagens entfallen viele unnötige Laufwege für das Personal. Genauso entfallen auch die extra Laufwege zum Lager für das Befüllen des Pflegewagens. Dies kann nun zeitlich entkoppelt geschehen, indem beispielsweise der Wagen nach Schichtende grundsätzlich zum Befüllen an das Lager geschickt wird. Weiter muss das Befüllen auch nicht zwingend von einer Pflegekraft ausgeführt werden, sondern kann von einer Servicekraft übernommen werden und schont somit die zeitlichen Ressourcen des pflegenden Personals.

Der intelligente Pflegewagen weiß zu jeder Zeit genau, wie viele Artikel er mit sich führt, welche Artikel zur Neige gehen und wann es Zeit ist, diese wieder aufzufüllen. Dies wird erreicht, indem jeder ISO-Modulkorb im Pflegewagen über einen eigenen Transponder-Chip, einen sogenannten Tag, mit einmaligem Code verfügt, der mittels RFID-Technologie ausgelesen werden kann. Jedem einzelnen ISO-Modulkorb ist somit eine spezifische Bestückung zugeordnet, die mit einer genauen Anzahl jedes einzelnen Artikels verknüpft ist. Alle mit Tags ausgestatteten Modulkörbe werden mit all ihren Artikeln in einer Datenbank zentral erfasst.

Abb. 2.13 Smartphone als Interface zum Rufen oder Schicken des intelligenten Pflegewagens



Die Entnahme und Dokumentation geschieht dabei wie folgt: Wird am intelligenten Pflegewagen ein Artikel entnommen, erscheint schon beim Öffnen einer der Schubladen, welche die ISO-Modulkörbe beinhalten, die Verbrauchsdokumentation auf dem Tablet des Wagens (Abb. 2.14). Die entnommenen Artikel können direkt bei der Entnahme oder auch später, beispielsweise nach der Patientenversorgung, dokumentiert werden. Die Dokumentation durch die Pflegekraft wird direkt mit der zentralen Datenbank über WLAN abgeglichen. Die Artikelstände im intelligenten Pflegewagen werden somit automatisch aktualisiert. Gehen Artikel zur Neige, wird der intelligente Pflegewagen dies in der Verbrauchsanzeige über das Tablet mit rot hinterlegten Stückzahlen kenntlich machen. Die Pflegekraft kann nun entscheiden, ob sie den Wagen zum Befüllen schicken möchte oder aber ihre Patientenversorgung fortführt.

Mit in die Prozesskette gehört aber auch die Befüllung des Wagens. Das Design sieht vor, dass für einen schnellen Wechsel einzelne ISO-Modulkörbe getauscht werden können, die leer oder nur noch unzureichend bestückt sind. Unvollständig bestückte ISO-Modulkörbe können dadurch zeitlich entkoppelt wieder befüllt und bis zu ihrem Einsatz zwischengelagert werden. Auch hier liefert die zentrale Datenbank die nötigen Informationen. Da für jeden einzelnen ISO-Modulkorb genau bekannt ist, welche Artikel fehlen, wird automatisch eine Liste für das Lager generiert, aus welcher die benötigten Artikel in entsprechender Stückzahl hervorgehen. Im Lager zum Befüllen der ISO-Modulkörbe befinden sich ebenfalls ein Tablet und ein weiteres Lesegerät zum Auslesen der Tags. Ein Mitarbeiter kann mithilfe dessen genau nachvollziehen, wie der jeweilig ISO-Modulkorb wieder zu bestücken ist.

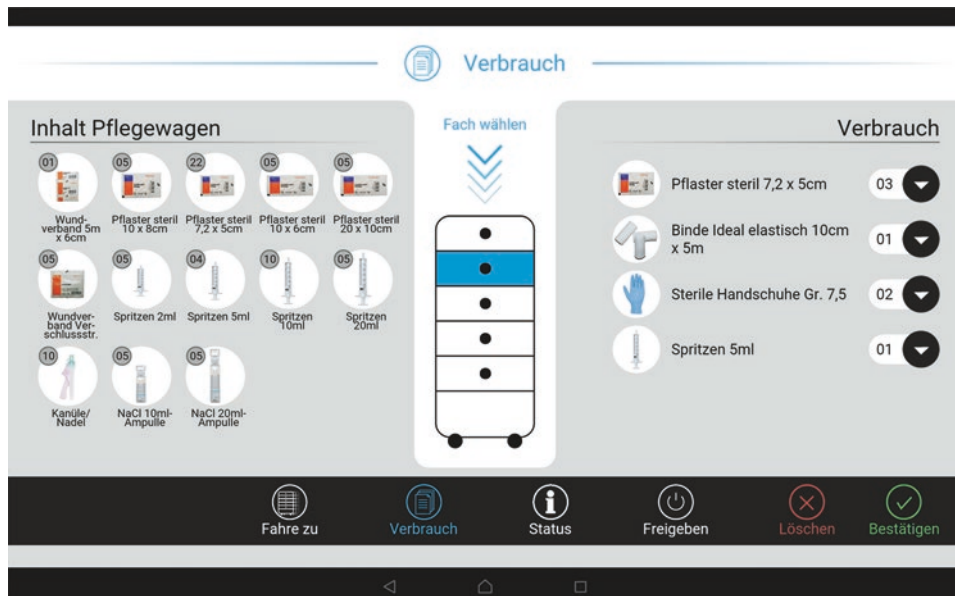


Abb. 2.14 Beispiel für die Verbrauchsdokumentation, welche z. B. beim Öffnen einer Schublade angezeigt wird

2.6 Schlussbetrachtung

Inzwischen wurden drei Exemplare des intelligenten Pflegewagens auf Basis der CASERO 4-Plattform der Firma MLR aufgebaut. Mitte 2017 sind erste Praxisevaluierungen in den beteiligten Einrichtungen geplant. Hier wird es darum gehen, den Mehrwert der Autonomiefunktionen zu überprüfen und gegebenenfalls noch Anpassungen der Technik sowie der Arbeitsabläufe vorzunehmen.

Für die im folgenden Jahr geplante, nächste Ausbaustufe sollen Rückmeldungen aus den ersten Evaluierungen in den Einrichtungen berücksichtigt und entsprechende Verbesserungen der Roboterhardware umgesetzt werden. Außerdem ist vorgesehen, die technischen Funktionen noch zu erweitern. Dabei sollen entnommene Artikel auch z. B. über Bildverarbeitung oder das Lesen von Barcodes erfasst werden können. Damit würden die Pflegekräfte völlig von den Aufgaben der Materialwirtschaft entlastet, da alle Listen der Artikeldokumentation und Artikelbeschaffungsprozesse nun völlig automatisch generiert werden können.

Zudem ist für die nächste Ausbaustufe geplant, den Wechsel der ISO-Modulkörbe zu automatisieren. Somit könnte auch während die Pflegekraft sich um die Patienten kümmert, Material automatisch nachbestückt werden. Damit lässt sich der Befüllungsprozess zeitlich auch dann durchführen, wenn beispielsweise kein Servicepersonal zur Verfügung steht.

Langfristig sollen auch Möglichkeiten betrachtet werden, nicht nur den Wechsel der ISO-Modulkörbe zu automatisieren, sondern auch einzelne Pflegeutensilien automatisiert zu handhaben. Das Ziel ist hier, in Verbindung mit einer Datenbank den Verbrauch noch gezielter zu steuern und das Personal weiter zu entlasten. Damit müssten zudem weniger Pflegeutensilien vorgehalten werden, was sich positiv auf den gesamten Warenfluss und die Lagerhaltung auswirken soll.

Literatur

- Compagna D, Derpmann S, Mauz K, Shire K (2009) Zwischenergebnisse der Bedarfsanalyse für den Einsatz von Servicerobotik in einer Pflegeeinrichtung: Routine- vs. Pflege Tätigkeiten. Working Brief 7, online im Internet. https://www.uni-due.de/imperia/md/content/wimi-care/wb__7_.pdf. Zugriffen: 23. Aug. 2016
- Flanagan J, (1954) The critical incident technique. *Psychological Bulletin*, Jg. 51, Nr. 4, S. 327
- Fuchs T (2010) Der DGB-Index Gute Arbeit. In: Badura B, Schröder H, Klose J, Macco K (Hrsg.) *Fehlzeiten-Report 2009*, Springer Verlag, Berlin, S 175–195
- Deutscher Gewerkschaftsbund (2015) DGB-Index Gute Arbeit: Der Report 2015. Institut DGB-Index Gute Arbeit (Hrsg.), Berlin
- Glaser J, Lampert B, Weigl M (2008) *Arbeit in der stationären Pflege: Analyse und Förderung von Arbeitsbedingungen, Interaktion, Gesundheit und Qualität*. Initiative Neue Qualität der Arbeit c/o Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund
- 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 JM (Hrsg.) *Technologiegestützte Dienstleistungsinnovation in der Gesundheitswirtschaft*. Springer Verlag, Wiesbaden, S 265–288

- Hägele M, Bengel M, Blümlein N, Connette C, Fischer J, Graf B, Höpf M, Jacobs T, Kleine O (2010) Bundesminister für Bildung und Forschung; Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA; Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI (2010): Wirtschaftlichkeitsanalysen neuartiger Servicerobotik – Anwendungen und ihre Bedeutung für die Robotik-Entwicklung: EFFIROB-Studie. Eine Analyse der Fraunhofer-Institute IPA und ISI im Auftrag des BMBF (Kennzeichen 01M09001) zwischen dem 1. Dezember 2009 und dem 30. November 2010, online im Internet. <http://s.fhg.de/effirob>. Zugegriffen: 07 Juli 2016
- Hasselhorn H, Tackenberg P, Müller B (2003) Working conditions and intent to leave the profession among nursing staff in Europe. Working Life Research, Report 7, National Institute for Working Life (Hrsg.), Stockholm
- Kieschnieck H, (2005) Bericht zum Projekt „Bürokratie in der Pflege – Inhalt und Aufwand indirekter Pflege in der stationären Altenhilfe.“. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, Berlin
- Luz J, Hilmer M, Compagna D (2010): CASERO: Genese und Entwicklungsstand. Working Brief 21, online im Internet. https://www.uni-due.de/imperia/md/content/wimi-care/wb__21_.pdf. Zugegriffen: 21 Okt. 2016
- Meyer A, Böhmert M (Hrsg) (2011) Mitarbeiterbefragung Psychische Belastung und Beanspruchung – BGW miab für die Pflege und den stationären Wohnbereich der Behindertenhilfe. Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege – BGW, Hamburg
- Minguez J, Lamiroux F, Laumond J-P (2008) Motion planning and obstacle avoidance, In: Bruno S, Oussama K (Hrsg) Handbook of Robotics, Springer Verlag, Wiesbaden, S 827–852
- Nickel S, Kersten M (Hrsg) (2014) Psychometrische Prüfung des Fragebogens zur psychischen Belastung in der stationären Altenpflege („miab“). Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege – BGW, Hamburg
- Nübling M, Stössel U, Michaelis M (2010) Messung von Führungsqualität und Belastungen am Arbeitsplatz: Die deutsche Standardversion des COPSOQ (Copenhagen Psychosocial Questionnaire). In: Badura B, Schröder H, Klose J, Macco K (Hrsg.) Fehlzeiten-Report 2009, Springer Verlag, Berlin, S 253–261
- Nübling M, Stöbel U, Hasselhorn H, Michaelis M, Hofmann F (2005) Methoden zur Erfassung psychischer Belastungen – Erprobung eines Messinstrumentes (COPSOQ). Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven
- Prümper J, Richenhagen G (2009) Arbeitswissenschaftliche Bewertung des DGB-Index ‚Gute Arbeit‘. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, Jg. 63, Nr. 2, S. 175–187
- Simon M, Tackenberg P, Hasselhorn H-M, Kümmerling A, Büscher A, Müller BH (2005) Auswertung der ersten Befragung der NEXT-Studie in Deutschland. Universität Wuppertal, online im Internet. www.next.uni-wuppertal.de/download.php?f=67c55b82536b145ec6a7faf17db66dff&target=0. Zugegriffen: 1 Nov. 2016
- Spiegel-Studie über Fehlzeiten (2010) Welche Jobs krank machen, online im Internet. <http://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/0,1518,705576,00.html>. Zugegriffen: 31 Okt. 2016
- Ulich E, Wülser M (2015) Gesundheitsmanagement in Unternehmen. Arbeitspsychologische Perspektiven, 6. Aufl. Springer Fachmedien Verlag, Wiesbaden
- Ullrich G (2011) Fahrerlose Transportsysteme. Eine Fibel – mit Praxisanwendungen – zur Technik – für die Planung. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden

Referenz

Die diesem Bericht zugrundeliegenden Arbeiten wurden teilweise im Rahmen des Projekts SeRoDi mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter den Förderkennzeichen 01FG14011D bis 01FG14015D gefördert.

Dr. Birgit Graf leitet am Fraunhofer IPA die Gruppe Haushalts- und Assistenzrobotik. Nach ihrem Diplom in Informatik im Jahr 1999 konnte sie 2008 ihre Doktorarbeit über die Navigation eines intelligenten Gehhilferoboters erfolgreich abschließen. Sie war an der Entwicklung unterschiedlicher Generationen des Haushaltsroboters Care-O-bot sowie weiterer Robotersysteme zur Unterstützung pflegender und pflegebedürftiger Personen beteiligt – sowohl im Rahmen öffentlicher Forschungsprojekte als auch Auftrag diverser Unternehmen. Sie ist Koordinatorin einer vde-Expertengruppe „Servicerobotik für den demographischen Wandel“ und war für die deutschen Ministerien und die EU als Gutachterin verschiedener Serviceroboter- und AAL-Projekte tätig. Im PPP Robotics (SPARC) der EU ist sie in der Topic Group „Healthcare Robotics“ für das Themenfeld der Assistenzroboter zuständig und beschäftigt sich dort mit der Erarbeitung von Entwicklungsroadmaps als Grundlage für zukünftige Forschungsprogramme.

Ralf Simon King ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Gruppe Haushalts- und Assistenzrobotik am Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen ISW der Universität Stuttgart. Nach seinem Bachelor Abschluss in Industrial Design im Jahr 2010 folgte ein Master Studium in Bionics/Biomimetics welches er 2012 erfolgreich abschloss. Anschließend arbeitete er an der Entwicklung unterschiedlicher Robotersysteme zur Unterstützung pflegender und pflegebedürftiger Personen im Rahmen öffentlicher Forschungsprojekte, wie auch – in Kooperation mit dem Fraunhofer IPA - an der Entwicklung des Roboterassistenten „Care-O-bot 4“. Er ist Mitglied im Richtlinienausschuss des VDI-VDID 2424 der Fachgruppe für Industrial Design.

Andrea Rößner studierte Diplom-Betriebswirtschaftslehre an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg mit den Schwerpunkten Logistik, Kommunikationswissenschaften und Marketing. Seit 2011 arbeitet sie am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement der Universität Stuttgart, das eng mit dem Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation in Stuttgart kooperiert, als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Competence Team Dienstleistungsmanagement. Sie hat umfangreiches Expertenwissen in ihren Forschungsschwerpunkten, die in den Bereichen Dienstleistungsproduktivität, Prozess- und Portfoliogestaltung und Geschäftsmodelle für Dienstleistungen liegen.

Christian Schiller schloss sein Studium des Maschinenbaus mit dem Master of Science an der Universität Stuttgart ab. Nach etwa einem Jahr in der Industrie wechselte er 2015 ans Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart. Dort ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Dienstleistungsentwicklung tätig. Christian Schiller bearbeitet sowohl nationale und internationale Forschungsprojekte als auch Projekte aus dem direkten Umfeld der Industrie.

Walter Ganz studierte an der Universität Freiburg Soziologie, mit dem Schwerpunkt Industriesoziologie, sowie Psychologie und Politikwissenschaft. Nach dem Studium folgte eine Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max – Planck Institut für internationales Strafrecht in Freiburg und eine dreijährige Mitarbeit bei Infratest

Kommunikationsforschung in München. 1989 wechselte Herr Ganz ans Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation in Stuttgart. Heute ist er Direktor am Fraunhofer IAO, Mitglied im Führungskreis und Leiter des Geschäftsfeldes „Dienstleistungs- und Personalmanagement“. Forschungsschwerpunkte sind: Service Management und Engineering, Zukunft der Arbeit. Walter Ganz ist Mitglied in zahlreichen nationalen und internationalen Beratungsgremien. Zudem unterstützt er das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) bei der Weiterentwicklung von Forschungsprogrammen im Themenfeld „Dienstleistungsinnovationen und Zukunft der Arbeit“.

Dominic Bläsing studierte an der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald Psychologie. Er ist seit 2015 am Institut für Psychologie der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig. Seine Arbeits- und Forschungsschwerpunkte liegen in der Untersuchung der objektiven Erfassung von Stress- und Belastungsindikatoren, sowie dem Zusammenhang zwischen Stress und Belastung und verschiedener Vitalparameter mit dem Schwerpunkt Herzratenvariabilität.

Johannes Fischbach studierte an der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald Psychologie. Er ist seit 2015 am Institut für Psychologie der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig. Seine Arbeits- und Forschungsschwerpunkte liegen in der Untersuchung objektiver Messmethoden menschlichen Verhaltens, sowie dem Zusammenhang von antizipiertem und tatsächlichem Verhalten mit dem Schwerpunkt Akzeptanz von technologischen Innovationen.

Dipl. Psych. Nora Warner studierte an der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald Psychologie. Sie ist seit 2016 am Institut für Psychologie der Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald als wissenschaftliche Mitarbeiterin tätig. Ihre Arbeits- und Forschungsschwerpunkte liegen in der akzeptanztheoretischen Betrachtung technischer Innovationen sowie im Bereich prozessanalytischer Ansätze im Dienstleistungssektor und den daraus resultierenden Folgen für Kompetenzerwerb und Qualifikation im Rahmen zunehmender Digitalisierung.

Prof. Dr. Manfred Bornewasser leitet die Abteilung für Arbeits- und Organisationspsychologie am Institut für Psychologie der Universität Greifswald. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der angewandten Personal- und Organisationsentwicklung, hier insbesondere der Prozessgestaltung. Er ist Leiter verschiedener BMBF-geförderter Projekte. Im Projekt derobino beschäftigt er sich intensiv mit Problemen der Teamdiversität und deren Auswirkungen auf die Innovativität, im Projekt Pikoma mit Problemen der Prozessgestaltung und Kompetenzentwicklung in Wirtschaft und Verwaltung. Im Kontext des Projekts Service4Health setzt er sich in Kooperation mit dem Fraunhofer IAO in Stuttgart mit Fragen der Produktivität von Dienstleistungsarbeit im Bereich von Anästhesie und OP von Krankenhäusern auseinander.

Digitale Transformation von Dienstleistungen im
Gesundheitswesen IV

Impulse für die Pflegeorganisation

Pfannstiel, M.A.; Krammer, S.; Swoboda, W. (Hrsg.)

2018, XII, 339 S. 59 Abb., Hardcover

ISBN: 978-3-658-13643-7