

DOI: 10.58895/ksp/1000151552-7 erschienen in:

**Roboter für Assistenzfunktionen: Konzeptstudien für die Interaktion in der Praxis**

DOI: 10.5445/KSP/1000151552 | <https://www.ksp.kit.edu/site/books/m/10.5445/KSP/1000151552/>

# Pflegeunterstützende Assistenzrobotik (KomPArob)

Förderkennzeichen 16SV8586

Birgit Graf<sup>1</sup>, Theo Jacobs<sup>1</sup>, Simon Baumgarten<sup>1</sup>, Florenz Graf<sup>1</sup>, Sascha Wischniewski<sup>2</sup>, Susanne Niehaus<sup>2</sup>, Christian Schiller<sup>3</sup> und Marija Radic<sup>4</sup>



Fraunhofer IPA<sup>1</sup>, IAO<sup>3</sup>

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

<sup>2</sup>Bundesanstalt für  
Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25  
44149 Dortmund

<sup>4</sup>Fraunhofer IMW

Wöhlerstraße 11  
79108 Freiburg i.B.

## 7.1 Ziele des Kompetenzzentrums

### 7.1.1 Motivation und Anwendungsdomäne des Kompetenzzentrums

Vor dem Hintergrund des **demografischen Wandels** und einem gleichzeitig wachsenden **Fachkräftemangel** steht die Pflege vor großen Herausforderungen: Die Zahl der Pflegebedürftigen in Deutschland wird voraussichtlich von aktuell 4,1 Mio. auf mehr als 12 Mio. Pflegebedürftige im Jahr 2050 steigen (Destatis 2020, Berger 2017). Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass sich die Versorgungslücke im Pflegebereich bis zum Jahr 2035 auf mehr als 500.000 fehlende Pflegekräfte vergrößern wird (?). **Es braucht daher dringend innovative Lösungen für diese gesamtgesellschaftliche Herausforderung.**

Der Einsatz pflegeunterstützender Assistenzroboter kann eine **Entlastung des Personals stationärer Pflegeeinrichtungen** (Altenpflege und Kliniken) bewirken und damit – zumindest indirekt – zum Wohle der Pflegebedürftigen beitragen. Indem lästige, pflegeferne Routinetätigkeiten an die Maschinen abgegeben werden, sparen die Pflegekräfte Zeit, sind weniger gestresst und die Betreuung und Pflege **wird positiv beeinflusst**. Des Weiteren können robotische Systeme dabei helfen, bürokratische Prozesse zu vereinfachen, indem bspw. automatisch Materialverbrauch und durchgeführte Tätigkeiten dokumentiert werden. Durch den Robotereinsatz kann auch die mit der Pflege verbundene **körperliche Belastung** verringert werden. Durch den Einsatz dieser modernen Arbeitshilfsmittel ist es somit möglich, sowohl eine **qualitative Verbesserung der Pflege** zu erreichen, als auch den **Arbeitsplatz für die Pflegekräfte attraktiver zu gestalten**. Zudem kann es auch **für Pflegebedürftige** wertvoll sein, wenn sie durch den Robotereinsatz an **Selbstständigkeit gewinnen** und **Abhängigkeiten vom Pflegepersonal reduziert werden**.

Trotz der gesellschaftlichen wie auch wirtschaftlichen Potenziale von pflegeunterstützender Assistenzrobotik gibt es immer noch eine **große Diskrepanz zwischen dem technischen Möglichen** und der **technischen Unterstützung, welche tatsächlich bei den Menschen in der Versorgung** ankommt. Die Hemmnisse sind dabei rechtlicher, finanzieller und struktureller Art und reichen von Fragen der mangelnden Möglichkeiten zur Erprobung innovativer Technologien, der nachhaltigen Finanzierbarkeit

technischer Lösungen über das Fehlen von Nachweisen zur Wirtschaftlichkeit und Wirksamkeit bis hin zu unzureichend bedarfsorientiert entwickelten Technologien (Radic et al. 2019).

### 7.1.2 Thema des Verbundprojektes / Problembeschreibung

Sowohl international als auch in Deutschland gibt es inzwischen diverse **Forschungsinstitute und auch erste Firmen (insbes. KMUs), die Assistenzroboter für die Pflege entwickeln**. Während verfügbare Produkte zunächst auf rein interaktive Funktionen beschränkt waren (z.B. Fitnessstraining oder Bereitstellung von Information mit Pepper, Nao oder Temi, diverse emotionale Roboter), stehen inzwischen auch Roboter zur Verfügung, die **Pflegepersonal körperlich entlasten** können – indem sie bspw. Transport- und Serviceaufgaben übernehmen und damit Laufwege reduzieren oder gar die direkte physische Interaktion mit den Pflegebedürftigen unterstützen. Mit diesen Robotern werden konkrete Bedürfnisse von Kliniken und Pflegeeinrichtungen in Deutschland angesprochen: In durchgeführten Umfragen wurde von den Mitarbeitern aus der Pflege der **größte Mehrwert bei physisch entlastenden Lösungen** gesehen (Radic et al. 2019).

Viele dieser Roboter wurden bereits in Pflegeeinrichtungen oder Kliniken erprobt. Dabei wurde jedoch oft noch **nicht ausreichend valide empirisch untersucht, welche der bereits vorhandenen Fähigkeiten und Interaktionsstrategien** bei den potentiellen Anwendern <sup>1</sup> in welchem konkreten Einsatzfeld **als besonders nützlich erachtet werden und entsprechend hohe Akzeptanz finden**. Zum einen sind viele der bisher durchgeführten Praxiserprobungen auf einen einzelnen Robotertypen bzw. ein Anwendungsfeld beschränkt. Zum anderen beschäftigten sich die Projekte oft nur mit **ausgewählten Evaluierungsdimensionen** (bspw. Gebrauchstauglichkeit, Auswirkungen auf Arbeitszufriedenheit und Pflegequalität oder wirtschaftliche Aspekte).

Nur mithilfe eines **ganzheitlichen Evaluierungsansatzes** und einer vergleichenden Untersuchung verschiedener Robotertypen können jedoch neben konkreten Handlungsempfehlungen an die Roboterhersteller auch **allgemeingültige Leitlinien** für den

---

<sup>1</sup>Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Text verallgemeinernd das **generische Maskulinum** verwendet. Diese Formulierungen umfassen gleichermaßen weibliche, männliche und diverse Personen; alle sind damit selbstverständlich gleichberechtigt angesprochen.

bedarfsgerechten und wertorientierten Einsatz pflegeunterstützender Assistenzroboter abgeleitet werden. Weiterhin können nur auf diesem Wege valide Erkenntnisse über **Anforderungen an die Interaktionsqualität** verschiedener Assistenzroboter erarbeitet werden, was für die Arbeitsentlastung der Pflegekräfte und damit die Qualität der Pflege eine entscheidende Rolle spielt.

**Wissenschaftliches Ziel von KomPArob ist es, die Hypothesen zur positiven Auswirkung des Robotereinsatzes auf die Pflegepraxis anhand einer systematischen und mehrdimensionalen Evaluation bezogen auf verschiedene produktnahe Roboter mit relevanten Fallzahlen zu untersuchen und zugrundeliegende Erfolgsfaktoren zu identifizieren.**

Aufgrund der oft hohen Preise der verfügbaren robotischen Systeme ist es aktuell **nur wenigen Einrichtungen**, bspw. den Partnern entsprechender Forschungsprojekte, **möglich, Erfahrungen mit Robotern zu gewinnen**. Ohne reale Erprobungen im eigenen Anwendungsbereich ist es jedoch schwer, sich einen Überblick über bereits verfügbare technische Lösungen zu verschaffen, den möglichen Nutzen der Roboter zu verstehen und vorherzusagen, wie die Akzeptanz beim Personal ausfallen könnte. Die Hersteller pflegeunterstützender Assistenzroboter können alle von **diversen Anfragen potentieller Anwender berichten, die ihr Interesse an einer Erprobung geäußert haben**, was bisher aufgrund fehlender Budgets jedoch oft abgelehnt werden musste. Diesem Defizit soll das geplante Projekt entgegenwirken.

**Ein weiteres Ziel von KomPArob ist es, die Fähigkeiten und Einsatzmöglichkeiten produktnaher Serviceroboterlösungen interessierten Anwendern möglichst umfangreich bekannt und selbst erfahrbar zu machen.**

Ein zusätzlicher, essentieller Aspekt, der für den flächendeckenden Einsatz neuer Roboterlösungen für die Pflege bisher wissenschaftlich nur am Rande betrachtet wurde, für Kliniken und Pflegeeinrichtungen aber aktuell das zentrale Hemmnis darstellt (Radic et al. 2019), ist die **Wirtschaftlichkeit bzw. Finanzierbarkeit dieser Assistenzsysteme**, die eng mit der **Erarbeitung attraktiver Finanzierungsmodelle** verknüpft ist. Viele Hersteller robotischer Assistenzsysteme lassen sich von der Entwicklung neuer Produkte für das Gesundheitswesen aufgrund der dort herrschenden

**komplexen finanziellen Strukturen** abschrecken. Neben dem bestehenden Interesse seitens der Hersteller und Anwender an pflegeunterstützenden Assistenzrobotern, die den erhofften Nutzen bringen und bei den potentiellen Anwendern Akzeptanz finden, werden demnach **konkrete Maßnahmen für die Umsetzung der robotergestützten Pflegeprozesse** in den Regelbetrieb benötigt. Auch diese Aspekte sollen im Rahmen von KomPArob untersucht werden.

**Als drittes Projektziel sollen nicht nur potentielle Anwender dazu motiviert und unterstützt werden, Roboter vermehrt in der Praxis einzusetzen. Mithilfe der gewonnenen Erfahrungen soll die Pflege auch als attraktiver Markt für zukünftige Hersteller von Assistenzrobotern in Deutschland erschlossen werden – inklusive konkreter Vorschläge für den Markteintritt und die Umsetzung der technischen Lösungen in den Regelbetrieb.**

### 7.1.3 Gesamtziel des Kompetenzzentrums

Der im Rahmen von KomPArob verfolgte wissenschaftliche Ansatz unterscheidet sich wesentlich von üblichen Projektformaten, im Rahmen derer oft nur ein Roboter getestet wird und die Tests auch nur in einer einzelnen Einrichtung stattfinden. Das Kompetenzzentrum bringt mehrere **Forschungsinstitute und Firmen zusammen**, die **produktnahe und bereits im Realeinsatz getestete Roboter** zur Verfügung stellen, die **in direkter Interaktion mit dem Menschen** eingesetzt werden können und deren Fähigkeiten **über eine rein informative Unterstützung hinausgehen**. Zudem sind **mehrere nicht-technische Partner** am Projekt beteiligt, welche die **Mensch-Technik-Interaktion** sowie die **Wirkung des Robotereinsatzes** unter verschiedenen Gesichtspunkten wissenschaftlich untersuchen und entsprechende **generische Handlungsempfehlungen** ableiten können. Alle beteiligten Partner haben sich in der Vergangenheit bereits umfassend mit dem Einsatz robotischer Assistenzsysteme in der Pflege beschäftigt.

Die Grundidee von KomPArob ist, dass sich interessierte Einrichtungen (insbesondere Pflegeeinrichtungen und Kliniken) beim Konsortium für die zeitlich begrenzte **Erprobung eines der angebotenen robotischen Systeme** (nach aktuellem Stand werden 6 verschiedene Modelle angeboten: neben unterschiedlichen Transportrobotern auch

ein mobiler Roboter mit Arm und ein robotischer Personenlifter) in einem von ihnen definierten, klar umrissenen Anwendungsfeld bewerben können. Mehr als 20 Träger und Einrichtungen (siehe beiliegende LOIs) haben ihr Interesse an einer Beteiligung in dieser Form bereits bekundet. **Um weitere Einrichtungen über das Projekt zu informieren, werden an verschiedenen Standorten in Deutschland sogenannte „Open Lab Days“ durchgeführt**, im Rahmen derer die verfügbaren Roboter und ihre Fähigkeiten vorgestellt, Fragen beantwortet und die Interessenten beim Ausfüllen der Bewerbungsformulare und der Zusammenstellung der für die Bewerbung benötigten Unterlagen unterstützt werden.

Im Rahmen der Bewerbung für einen der im Projekt angebotenen Roboter wird mit den Bewerbern gemeinsam überprüft, ob sie die geplanten Erprobungen aus **organisatorischer und rechtlicher Sicht** bei sich durchführen dürfen und können. Die dafür erforderlichen Unterlagen werden von den Roboterpartnern bereits mit der Ausschreibung zur Verfügung bereitgestellt. Diese umfassen u.a. Informationen zu infrastrukturellen Anforderungen für den Robotereinsatz, Dokumente zur **Personeicherheit** (typischerweise abgedeckt durch die Betriebsanleitung), zu haftungs- und versicherungsrechtlichen Fragen und zum **Datenschutz** (z.B. Einwilligungserklärungen oder Informationen zu verbauten Sensoren). Ebenso werden von den Evaluierungspartnern bereits alle Unterlagen hinsichtlich der geplanten Erhebungen in den Einrichtungen in einem **Ethikantrag** zusammengefasst. Diesen können die Bewerber dann für ihre Organisation nutzen, um die Erprobungen ethisch abzusichern. Um Verzögerungen vor der Erprobung zu vermeiden, sollen die zuständigen Stellen der Anwender (z.B. Betriebsräte, Vorstände und Sicherheitsbeauftragte, aber auch die zuständige Wohnbereichs- / Stationsleitung) frühzeitig mit einbezogen werden und als **ganzheitliches Projektteam** seitens der beteiligten Einrichtung die Bewerbung unterstützen.

Dabei können Anwender auch eine **individuelle Beratung** in Anspruch nehmen, die sowohl technische als auch soziale und ethische Aspekte des Robotereinsatzes in ihrem speziellen Handlungsfeld umfasst. Dieser Beratungsprozess wird vom SIBIS Institut unterstützt, das aktuell im Rahmen des Projekts BeBeRobot (Begleitforschung der aktuell laufenden Projekte zur Ausschreibung „Robotik für die Pflege“) entsprechende Tools entwickelt.

Nach Ablauf der Bewerbungsfrist werden die eingegangenen Bewerbungen von Vertretern des Konsortiums beurteilt. Die **Auswahlkriterien für die eingegangenen Bewerbungen** werden im Rahmen des Projekts im Detail erarbeitet. Ein wichtiger Aspekt werden dabei die mit dem Robotereinsatz erhofften **Verbesserungen für die Pflegepraxis** darstellen. Dabei geht es auch um eine ethische Beurteilung der eingegangenen Bewerbung: ist der geplante Einsatz des robotischen Systems für Pflegekräfte und/ oder Betroffene zumutbar, wird die Qualität der Pflege verbessert und sind die Voraussetzungen eines wertorientierten Einsatzes der Roboter gegeben? Um eine Generalisierbarkeit der Ergebnisse möglich zu machen, sollen **möglichst viele verschiedene Anwendungen** in möglichst unterschiedlichen Einsatzfeldern umgesetzt werden. Um für die übergreifende Auswertung statistisch relevante Fallzahlen zu bekommen, wird die **Anzahl der beteiligten Mitarbeiter**, die den Roboter bedienen (idealerweise fünf bis zehn), und auch das Vorhandensein eines ganzheitlichen Projektteams, welches den Einsatz auf Einrichtungsseite unterstützt, als Kriterium herangezogen. Ein weiterer Aspekt ist die **technische Machbarkeit** der gewünschten Anwendung bzw. der Abgleich der gewünschten Funktionalität mit den Fähigkeiten der einzelnen Roboter. Wenn es um Transportroboter geht, betrifft dies bspw. die zu transportierenden Objekte, insbesondere deren Größe und in welchen Mengen und Frequenzen diese bereitgestellt werden sollen. Ebenfalls ist zu berücksichtigen, ob der Roboter Gegenstände anreichen und direkt mit Pflegebedürftigen interagieren soll. Auch **infrastrukturelle Randbedingungen** sollen berücksichtigt werden, da umfassende Umbauten in den Einrichtungen für die zeitlich begrenzten Erprobungen nicht möglich sind. Beispielsweise ist zu betrachten, ob es im angedachten Arbeitsraum des Roboters verschlossene (Brandschutz-)Türen oder Treppen gibt, die diesen behindern könnten oder das Überwinden von Stockwerken und somit eine Anbindung an die Aufzugsteuerung erforderlich ist. Zudem soll auch eine erste Abschätzung der Wirtschaftlichkeit und ein Abgleich mit den strategischen Zielen der Hersteller erfolgen, um die **Nachhaltigkeit der Projektergebnisse** sicherzustellen.

Ist die Bewerbung eines Anwenders erfolgreich, findet gemeinsam mit dem zuständigen Roboterhersteller eine **detaillierte Ausarbeitung des Einsatzszenarios** und der Zeitplanung statt. Die Anwender erhalten dabei die Gelegenheit, ihre Bedürfnisse und Erwartungen umfassend einzubringen. Danach wird der Roboter für das Szenario

angepasst und in die Einsatzumgebung gebracht. Im **Zeitraum von 4 Wochen** finden die **Inbetriebnahme, erste technische Optimierungen und die Nutzerschulungen** statt. Danach kann der Roboter für eine Dauer von **8 Wochen** von den Pflegekräften **im regulären Betrieb** eingesetzt werden. Die Datenerhebung für die mehrdimensionale Evaluierung wird pro Einrichtung **durch jeweils einen der nicht-technischen Partner** vorgenommen, welcher gleichzeitig die jeweilige Einrichtung als zentraler Ansprechpartner betreut.

Nach aktuellem Stand sind für jeden Roboter innerhalb der 3-jährigen Projektlaufzeit bis zu 6 Erprobungen vorgesehen (aufgeteilt in zwei Erprobungsphasen à 3 Erprobungen, alle Roboter werden gleichzeitig in unterschiedlichen Einrichtungen erprobt). Insgesamt werden somit **36 Erprobungen** durchgeführt. Neben den einrichtungsspezifischen Auswertungen der erhobenen Daten ist nach jeder Erprobungsphase eine **übergreifende Auswertung speziell für die verschiedenen Evaluierungsdimensionen** (pro Evaluierungsphase 18 Einrichtungen und 6 getestete Roboter) geplant. Des Weiteren sind nach jeder Erprobungsphase auch **Auswertungen über die verschiedenen Evaluierungsdimensionen** hinweg vorgesehen, u.a. in Form eines Workshops mit allen beteiligten Evaluierungspartnern und Einrichtungen, um allgemeingültige Erkenntnisse zu identifizieren und Anforderungen für zukünftige Roboterentwicklungen abzuleiten.

**Mit der vorgesehenen Vielzahl an Erprobungen können damit erstmals Erkenntnisse sowohl zur Generalisierbarkeit der technischen Herausforderungen, der Einsatzfelder pflegeunterstützender Assistenzroboter und der eingesetzten Interaktionsstrategien als auch zu den Auswirkungen unterschiedlicher Robotertypen auf die verschiedenen Nutzergruppen, auf die Pflegeprozesse und zu deren Wirtschaftlichkeit gewonnen werden.**

Für einen Praxiseinsatz ohne dauerhafte Betreuung durch technisches Personal vor Ort ist eine CE-Zertifizierung der Roboter notwendig, der u.a. eine Risikoanalyse und Definition von risikominimierenden Maßnahmen zugrunde liegt, und die somit den **sicheren Einsatz der Roboter im öffentlichen Raum** bestätigt. Für produktreife Roboter liegt diese bereits vor, muss aber ggf. für neue Einsatzszenarien angepasst werden. Für Forschungsprototypen, die im Projekt ebenfalls zum Einsatz

kommen sollen, wird vor der ersten Erprobung die Risikobewertung und Zertifizierung durchgeführt. Erfahrungen hinsichtlich der Methodik und benötigte Unterlagen für die **Durchführung der Risikoanalyse** sind am Fraunhofer IPA aus vergangenen Projekten bereits vorhanden und können in KomPArob genutzt werden. Um **Sicherheitsrisiken praktisch identifizieren** und die Zuverlässigkeit der Roboter verifizieren zu können, kommt unter anderem die von Fraunhofer IPA im **Projekt ARAIG** (Begleitforschung zur Ausschreibung ARA1) **entwickelte Testumgebung** zum Einsatz (siehe <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/araig.html>).

Neben sicherheitstechnischen Untersuchungen wird die Testumgebung vor den Evaluierungen auch für eine **Performance-Analyse der verschiedenen Roboter** genutzt. Dadurch können interessierte Einrichtungen hinsichtlich der Fähigkeiten der einzelnen Modelle qualifiziert beraten und die Zuverlässigkeit der Roboter bereits vor den Praxiseinsätzen verifiziert werden.

## 7.2 Alleinstellungsmerkmale und Abgrenzung zum Stand der Wissenschaft und Technik

### 7.2.1 Internationaler Stand der Wissenschaft und Technik

#### 7.2.1.1 Serviceroboter zur Unterstützung der Pflege

Serviceroboter zur Unterstützung des Personals stationärer Pflegeeinrichtungen lassen sich grob in die Anwendungsfelder Transport und Logistik, Reinigung und Desinfektion, intelligente Pflegehilfsmittel und Interaktion und Therapieunterstützung unterteilen (Graf 2020).

**Fahrerlose Transportsysteme (FTS)** werden in diversen Krankenhäusern zur Ver- und Entsorgung von Gütern des täglichen Bedarfs eingesetzt. Aufgrund ihrer Größe und geltender Sicherheitsvorschriften können sie nur in separaten Bereichen navigieren. Inzwischen gibt es auch erste Lösungen für den autonomen **Transport außerhalb der Versorgungsbereiche**. Einige der Roboter können Container aufnehmen und mithilfe von Sensoren Hindernisse vor der Last erkennen (z. B. UNITR von MT Robot), andere Hersteller stellen eine komplett integrierte Plattform mit Navigationssensorik und

Fächern für den Warentransport zur Verfügung (z. B. „Hospi“ von Panasonic, „Robo-Courier“ von Swisslog, „Jeeves“ von KomPArob-Partner Robotise). Die Forschung beschäftigt sich aktuell damit, die Roboter **bis zu den Bewohnerzimmern** fahren zu lassen, sodass sie auch dem Pflegepersonal Laufwege abnehmen können. Ebenso ist die **Kombination aus mobiler Plattform und Greifarm** (mobiler Manipulator) bereits zu Testzwecken in Kliniken und Pflegeheimen angekommen. Die Roboter „Moxi“ von Diligent Robotics und „Lio“ von KomPArob-Partner F&P Robotics sollen dort das Personal durch automatisierte Hol- und Bringdienste einzelner Objekte unterstützen.

Auch Aufgaben wie die **Reinigung und Desinfektion** können bereits durch Roboter übernommen werden, sind aber noch nicht speziell für die Anforderungen in Kliniken und Pflegeeinrichtungen angepasst (Godek 2020). Verfügbare **Bodenreinigungsroboter**, die teilweise auch schon im klinischen Umfeld getestet wurden, sind bspw. der Adlatus CR700 oder der Nilfisk Liberty SC60, aber auch Consumer-Produkte wie der Roborock S7. Im Rahmen der Corona-Pandemie wurden diverse Entwicklungen neuer Roboter für die Desinfektion mittel UV-Licht oder das Versprühen von desinfizierenden Chemikalien initiiert (Jovanovic et al. 2021).

Neben der Unterstützung logistischer bzw. hauswirtschaftlicher Tätigkeiten wird auch an **intelligenten Pflegehilfsmitteln** geforscht, die das Personal direkt bei der Pflege am Patienten oder Bewohner unterstützen. Für den einfachen **assistierten Personentransfer** ist der am japanischen RIKEN-Institut entwickelte „Robear“ mit einer Motorisierung seiner zwei Tragearme ausgestattet. Der am Fraunhofer IPA entwickelte, multifunktionale Personenlifter ELEVON nutzt ein zwischen zwei Armen gespanntes Tuchs als stabile Unterlage für den Patienten. Von Toyota wurde mit dem Care Assist Robot der Prototyp eines Roboters vorgestellt, der ebenfalls den Transfer pflegebedürftiger Personen unterstützen soll. Eines der neueren Produkte in diesem Anwendungsfeld ist der motorisierte Personenlifter von KomPArob-Partner PRT Robots. Auch der **Einsatz von Exoskeletten in der Pflege** wurde bzw. wird inzwischen in mehreren Projekten untersucht, z.B. in den Projekten „EXTERTISE 4.0“ oder „ExoPflege“.

Ein weiterer Einsatzbereich intelligenter Pflegehilfsmittel ist die **Unterstützung der Körperhygiene**. Von Avant wurde dazu bereits vor einigen Jahren ein robotisches Bad vorgestellt oder von Panasonic ein Haarwaschroboter, beide sind jedoch nicht als Produkt verfügbar. Das EU-Forschungsprojekt I-SUPPORT beschäftigte sich mit der Entwicklung eines robotischen Duschsystems (Zlatintsi et al. 2020).

**Telepräsenzroboter** könnten eine mögliche Antwort z.B. auf den (Fach-)ärztemangel in ländlichen Regionen bieten, indem sie die Möglichkeit von Ferndiagnosen mit der Mobilität der Roboter vor Ort kombinieren. Bereits als Produkt verfügbare Telepräsenzroboter sind beispielsweise „Double“, „Beam“ oder „Anybot“. „RP-VITA“ von InTouch Health Systems wurde speziell für das Gesundheitswesen entwickelt. Dank integriertem Stethoskop kann der Arzt damit nicht nur virtuell zum Patienten fahren, sondern auch die Herz- und Lungentöne abhören.

Die **Unterstützung therapeutischer Maßnahmen** durch interaktive Assistenzroboter wird primär in Forschungsprojekten vorangetrieben. „Pepper“ von SoftBank Robotics wird neben diversen öffentlichen Einrichtungen bereits in verschiedenen Krankenhäusern zur Information, Unterhaltung und Aktivierung von Patienten und Besuchern eingesetzt. Der ebenfalls von SoftBank Robotics entwickelte Humanoide „Nao“ in Kombination mit der Anwendung ZORA bietet eine kostengünstige Lösung für ähnliche Einsatzfelder. Zudem sind diverse emotionale Roboter kommerziell verfügbar, mit deren Hilfe alte oder pflegebedürftige Menschen in **robotergestützten Therapien** oder mittels robotergestützter Aktivitäten erreicht werden sollen, die auf andere Arten der Ansprache wenig oder gar nicht reagieren. Beispiele sind die Plüschroboterrobbe „PARO“ oder der Roboter „TELENOID“. Roboter können auch diverse Servicefunktionen unterstützen (Klein 2019). Im Projekt „ROREAS“ wurde ein robotischer Reha-Assistent zur Anwendung beim **Lauf- und Orientierungstraining** in der klinischen Schlaganfallnachsorge entwickelt (Gross et al. 2017).

**Aktuell verfügbare Produkte sind dabei auf eine klar umrissene Aufgabe beschränkt.** Sie orientieren sich oft an existierenden Pflegehilfsmitteln und vereinfachen deren Bedienung mit (teil-) autonomen Assistenzfunktionen. Der Schwerpunkt liegt in der **Automatisierung pflegeferner Tätigkeiten** wie z. B. dem Warentransport. Verfügbare Produkte, die eine Interaktion mit Patienten und Bewohnern vorsehen,

wie z. B. Telepräsenz- oder emotionale Roboter, beschränken diese größtenteils auf **nicht-physische Assistenzfunktionen**. Produkte, die eine physische Interaktion vorsehen, z. B. Hebehilfen, werden bisher hingegen vom Nutzer komplett ferngesteuert und beinhalten keine oder nur sehr geringe Autonomie. Roboter mit umfangreichen, auch physischen Interaktionsfähigkeiten und komplexem autonomem Verhalten sind heutzutage noch der Forschung zuzuordnen.

### 7.2.1.2 Untersuchung von Gebrauchstauglichkeit, Akzeptanz und Aufgabenmerkmalen bei der Zusammenarbeit mit Robotern

Aufgrund ihrer inhärenten Komplexität und dem mit ihnen verbundenen logistischen Aufwand sind umfassende **Felduntersuchungen mit Robotern relativ selten**. Einer der wenigen Anwendungsfälle extensiver Feldtests mit autonomen Robotern in realen Einsatzumgebungen wird von Biswas and Veloso 2016 berichtet. Die berichteten Daten beziehen sich aber vor allem auf die technische Leistungsfähigkeit des Systems. Welche Auswirkungen auf den Menschen und auf Arbeitsabläufe entstehen, bleibt weitgehend offen. Pripfl et al. 2016 erfassen Gebrauchstauglichkeit für Assistenzroboter in der privaten Pflege qualitativ in Interviews bei 16 Personen in einer Feldstudie. Erkenntnisse sind aufgrund der Stichprobengröße eher allgemeiner Natur und vor allem von einer sehr spezifischen Nutzergruppe erhoben. Bogh et al. 2014 untersuchen mobile Manipulatoren in kooperativen Szenarien im industriellen Kontext, fokussieren allerdings ebenfalls auf die technische Performanz. Die einzige Erwähnung von Gebrauchstauglichkeit ist die Anmerkung, dass Fehler in der Planung auch menschlicher Natur sein können. Aufgrund des allgemeinen **Mangels an Einbeziehung menschseitiger Faktoren** bzw. deren mangelnde Gewichtung im Forschungsgebiet der Mensch-Roboter-Interaktion konstatiert Broadbent 2017 zwar Fortschritte, aber eben auch viel weitere Arbeit bezüglich der Gestaltung von Robotern und der Untersuchung menschlichen Verhaltens in der Interaktion mit ihnen. **Ein standardisiertes Verfahren zur Untersuchung von Akzeptanzfaktoren** kann z.B. das Senior Technology Acceptance Model STAM Renaud and Van Biljon 2008 sein. Für die psychosozialen Folgen gibt es den PIADS (Jutai and Day 2002), der in seiner Weiterentwicklung die Kriterien der ICF einbezieht.

### 7.2.1.3 Prozessanalysen in der Pflege

Um eine gute **Qualität von Dienstleistungen wie z.B. der Pflege** zu erzielen und die Produktivität des Gesamtsystems zu gewährleisten ist eine **prozessorientierte Sichtweise** unerlässlich (Füermann 2013). In Reuschl 2011 wird die Partizipation von Mitarbeitern als ein zentraler Vorteil einschlägiger Prozessmanagementmethoden – insbesondere zur Förderung der Akzeptanz neuer Technologien unter der Belegschaft – bewertet. Diese Technologien, z.B. Serviceroboter, bringen den Nutzern nur dann einen Mehrwert, wenn sie deren tatsächliche Bedarfe adressieren und sich möglichst nahtlos in bestehende, häufig über Jahrzehnte etablierte, Prozesse einfügen. Gleichzeitig bieten die Prozessanalysen aber auch das Potential, vorhandene, ggf. nicht mehr zeitgemäße Prozesse zu überdenken und zu optimieren. Zudem werden Führungskräfte bei *to-buy-or-not-to-buy* Entscheidungen unterstützt, da Komplexitäten reduziert und abstrakte Sachverhalte transparenter gemacht werden. Weitere Nutzenaspekte sind eine bessere Kooperation in der Organisation und eine erhöhte Prozesseffizienz (Schmelzer and Sesselmann 2020). Prozesse und **Prozessanalysen sollten möglichst aussagekräftig und für die relevante Zielgruppe einfach verständlich sein**. Deshalb existieren neben den nach wie vor weit verbreiteten nicht-formalen Darstellungen eine Vielzahl an **standardisierten Modellierungssprachen**, welche meist zu spezifischen Zwecken entwickelt wurden. Am weitesten verbreitet ist nach Harmon and Wolf 2016 inzwischen die Modellierungssprache Business Process Model and Notation 2.0 (BPMN 2.0). Sie zeichnet sich durch einen hohen Standardisierungsgrad und eine vergleichsweise einfache Verständlichkeit aus und wird bisher insbesondere in Industrieunternehmen häufig eingesetzt. Anhand der definierenden Anhaltspunkte Input, Ablauf und Output lassen sich **Aussagen über die Güte von Prozessen** treffen (Wagner and Käfer 2017). Bei sich anbahnenden Prozessveränderungen, beispielsweise durch den Einsatz von Servicerobotern, können auf diese Weise Ist- und Soll-Prozesse über Messwerte verglichen und evaluiert werden. Neben der Produktivität spielt dabei auch die Qualität eine wesentliche Rolle. Nach Linß et al. 2011 ist „Prozessqualität die Voraussetzung für Produktqualität“.

Im Kontext der vorliegenden Machbarkeitsstudie und dem betrachteten Einsatzfeld der Pflege ist zu berücksichtigen, dass Mehrwerte selbst dann geschaffen werden können, wenn sich die „Produktivität“ eines Prozesses durch den Einsatz neuer Technologien nicht erhöhen lässt. Insbesondere kann durch den Technikeinsatz die Qualität des

Prozesses steigen und damit das System insgesamt profitieren. **Mehrwert durch den Einsatz pflegeunterstützender Assistenzroboter** kann dabei beispielsweise durch Parallelisierungseffekte, eine Erhöhung der Reaktionsschnelligkeit, Prozessvereinfachungen oder Zeitersparnisse entstehen. **Etablierte Methoden**, die zur Messung von Prozessqualität herangezogen werden können, sind u.a. Schnittstellenanalysen, 7-M-Methode oder Quality Function Deployment (QFD).

### 7.2.1.4 Wirtschaftlichkeitsanalysen und Modelle für die Umsetzung in den Regelbetrieb

Für die Diffusion von Robotern im Gesundheitswesen ist neben der Entwicklung nutzerzentrierter Lösungen vor allem die Wirtschaftlichkeit der Investition entscheidend. Aus diesem Grund legt das vorliegende Vorhaben einen Schwerpunkt auf Wirtschaftlichkeitsanalysen. Hierzu werden Modelle wie eine **Kosteneffizienz- oder eine Kosten-Nutzen-Analyse** genutzt.

Ein Blick in die wissenschaftliche Literatur zeigt, dass es bislang nur relative wenige Studien zur Wirtschaftlichkeit von Robotern gibt und diese sich bisher insbesondere auf **Industrieroboter** (Han et al. 2020, Zhao et al. 2021, Zhi and Nai-Yong 2020) oder auch Fassaden-Roboter (Yeom et al. 2017, Hu et al. 2021) beziehen. Häufig handelt es sich dabei um **Kosten-Nutzen-Analyse auf Basis von Fallstudien**. Betrachtet man den Einsatz von Robotern im Gesundheitswesen, findet man hauptsächlich Wirtschaftlichkeitsanalysen im Bereich der **Chirurgierobotik**. Insbesondere im Gesundheitswesen ersetzen Roboter nicht eine komplette Arbeitskraft, sondern entlasten das Personal in der Rolle eines Assistenzroboters. Hinsichtlich des Nutzens kommt es dadurch nicht primär zu einer Einsparung von Personalkosten, sondern häufig resultiert der Einsatz eines Roboters in einer besseren Qualität der Versorgung oder der Entlastung von Mitarbeitenden.

Methodisch kommt eine Vielzahl an Methoden in den Studien zum Einsatz: Neben bewährten **Controllingansätzen wie der Kapitalwertberechnung, Lebenszykluskostenrechnung**, Break-Even-Analyse, werden auch Mikrokostenansätze (Di Franco et al, 2021), eine Prozesskostenrechnung (Di Franco et al. 2022), ein Kostenentscheidungsbaum oder der Consolidated Health Economic Evaluation Reporting Standard CEERS (Korsholm et al. 2018) in Form einer Checkliste verwendet.

Die dahinterliegenden Modelle sind im Grunde dieselben, doch unterscheiden sich die Erhebungsmethoden von Kosten und Nutzen teilweise deutlich je nach Anwendungsgebiet des jeweiligen Roboters zwischen Industrierobotern und (Assistenz-)Robotern im Gesundheitswesen. Hier bedarf es eindeutig auch der Erweiterung und Ergänzung des bestehenden Methodenrepertoires, um das bestehende Vorgehen im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsanalyse auf die Anwendung bei Robotern im Gesundheitswesen anzupassen.

### 7.2.2 Vorteile gegenüber konkurrierenden Lösungsansätzen

Die Stärke des hier skizzierten Ansatzes ist insbesondere die **große Breite der in der Praxis zu testenden Roboterlösungen** verbunden mit der ebenfalls **großen Breite der zu erwartenden Anwendungskontexte**. Dadurch und aufgrund der umfassenden Vorarbeiten aller Beteiligten ist eine steile Lernkurve der Partner zu erwarten sowie umfangreiche Erkenntnisse für die Gestaltung von Assistenzrobotern in diversen Kontexten der Pflege. Zudem bietet die hohe Anzahl an geplanten Erprobungen die Möglichkeit, die jeweiligen Roboter iterativ und partizipativ mit den jeweiligen potentiellen Anwendern weiterzuentwickeln.

**Eine so umfassende Erprobung und Untersuchung relevanter Parameter hat es im Kontext pflegeunterstützender Assistenzroboter bisher nicht gegeben.**

Ein weiteres Alleinstellungsmerkmal dieses Kompetenzzentrums sind die **umfassenden Erfahrungen der Konsortialpartner** aus vorangehenden Projekten. Alle Beteiligten haben sich bereits mit der Praxiserprobung pflegeunterstützender Assistenzroboter beschäftigt – sowohl hinsichtlich der Roboterentwicklung als auch in Bezug auf die Konzeption der Evaluierungen. Damit verbunden ist der **hohe technische Reifegrad** der eingesetzten Roboter, der neben ihrer **Diversität** in KomPARob einzigartig ist. Weiterhin besteht eine langjährige Kooperation zwischen den Kernpartnern des Projektes, sodass die interdisziplinäre Zusammenarbeit gegeben ist. Die gesammelten Erfahrungen können bereits direkt zu Projektbeginn in die Weiterentwicklung der Serviceroboter und der Evaluierungsmethodik einfließen und ermöglichen dadurch gegenüber konkurrierenden Lösungsansätzen einen **erheblichen Erfahrungsvorsprung**.

### 7.2.3 Risikodarstellung

Aktuell ist es unklar, ob und welche robotischen Systeme sich zukünftig in der Pflege durchsetzen können. Das Risiko für Hersteller, umfassend in dieses Gebiet zu investieren, ist ebenso wie für Pflegeeinrichtungen und Kliniken zu hoch. Die Reduzierung dieses Risikos begründet die Notwendigkeit dieses Projektes. Das **interdisziplinäre Konsortium**, bestehend aus jeweils mehreren Roboter- und Evaluierungspartnern, die **allesamt ausgewiesene Experten in den zugewiesenen Aufgabenbereichen** sind, ermöglicht zudem eine weitreichendere Evaluierung, wie Robotern in der Pflege sinnvoll eingesetzt werden können, als es einem kleineren Konsortium oder gar einzelnen Partner möglich wäre. Eine weitere wichtige Rolle spielt die **Diversität der angebotenen Roboter**, durch die es nicht nur möglich wird, eine **große Menge an Anwendern** anzusprechen. Es können auch bereits aus den Bewerbungen Rückschlüsse auf **gewünschte Funktionen der Roboter** gezogen werden. Anhand der überdurchschnittlichen Anzahl der betrachteten Anwendungskontexte in den verschiedenen Einrichtungen, die keiner der Partner alleine durchführen könnte, kann erstmals eine **umfassende Beurteilung** der verschiedenen Evaluierungsdimensionen erreicht werden. Mit der Erprobung robotischer Systeme geht zudem ein hoher finanzieller sowie personeller Aufwand für alle Betroffenen einher. Durch die Zuwendung wird dieser Aufwand reduziert.

Nachfolgend sind verschiedene Risiken dargestellt, die das Projekt gefährden könnten, deren Relevanz für den Projekterfolg sowie vorgesehene Gegenmaßnahmen zur Risikominimierung. Die Risiken und Gegenmaßnahmen wurden mit Herstellern und Anwendern während des gemeinsam durchgeführten Anwenderworkshops (Details siehe Anhang) diskutiert und abgestimmt, so dass einer Umsetzung im Projekt realistisch erscheint.

## Alleinstellungsmerkmale und Abgrenzung

Risiko aus Herstellersicht	Relevanz	Gegenmaßnahmen
Abstimmung der Rahmenbedingungen für die Erprobung mit allen relevanten Personen auf Anwenderseite aufwändig und in der verfügbaren Zeit nicht vollständig zu schaffen.	hoch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frühzeitige Kommunikation der Kriterien für die Teilnahme</li> <li>• Frühzeitige Einbeziehung aller relevanten Ansprechpartner schon im Bewerbungsprozess.</li> <li>• Frühzeitige Vorbereitung von Informationen zur Unterstützung der Anwender bei Ethik und Arbeitssicherheit.</li> </ul>
Einsatztauglichkeit eines Roboters für das vorgesehene Szenario bei Beginn der Erprobung nicht gegeben.	hoch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vor-Ort-Besuch beim Anwender bereits in der Bewerbungs- bzw. Auswahlphase.</li> <li>• Verschieben „komplizierterer“ Szenarien auf die zweite oder dritte Erprobung innerhalb einer Erprobungsphase, somit Anpassungen möglich</li> <li>• Die erfahrenen Hersteller kennen typische Probleme und können diese gezielt abfragen.</li> </ul>
Verzögerungen in einer Erprobung gefährden den Zeitplan von nachgelagerten Erprobungen.	hoch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klären der Rahmenbedingungen und Einsatztauglichkeit vor Beginn der Erprobungen.</li> <li>• Nutzung eines zweiten Roboters als Ersatz (wenn vorhanden)</li> <li>• Straffes Projektmanagement, um Verzögerungen früh zu erkennen und gegenzusteuern.</li> </ul>
Hohe Aufwände und Kosten für die Schaffung der notwendigen Infrastruktur (z.B. WLAN, Anbindung Aufzugsteuerung); stehen in keinem Verhältnis zur Dauer der Erprobungen.	mittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Rahmenbedingungen werden bei der Auswahl der Anwender mitberücksichtigt</li> <li>• Hersteller bringen notwendige Infrastruktur (insbesondere WLAN) selbst mit.</li> <li>• Nutzung der Vorerfahrungen und Kontakte der Hersteller bspw. zu Aufzugherstellern.</li> </ul>
Häufige Änderungswünsche der Anwender, die während der Erprobungen nicht umsetzbar sind oder die Evaluierungsergebnisse verfälschen.	niedrig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frühzeitige Klärung von Rahmenbedingungen und Erwartungen mit den Anwendern.</li> <li>• Betreuender Evaluierungspartner wird in die Diskussion der Änderungen mit eingebunden.</li> </ul>
Hoher Betreuungsaufwand und Aufwand zur Schaffung der Voraussetzungen für die Tests (z.B. Klärung Datenschutz, Betriebsrat, etc.)	hoch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frühzeitige Einbeziehung aller relevanten Ansprechpartner der Anwender schon im Bewerbungsprozess.</li> <li>• Frühzeitige Vorbereitung von Informationen zur Unterstützung der Anwender bei Ethik und Arbeitssicherheit.</li> </ul>
Ungeklärte Haftungsfrage, für den Fall, dass ein Roboter jemanden verletzt.	mittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz der Roboter nur mit gültiger CE-Kennzeichnung, passend für den Anwendungsfall</li> <li>• Frühzeitige Klärung von Versicherungsfragen jeweils in der Antragsphase</li> </ul>
Ungeklärte Finanzierung für einen Einsatz nach den Praxisevaluierungen. Dadurch ggf. eingeschränkter Nutzen, wenn Roboter später nicht beschafft werden können.	hoch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beteiligte Hersteller wollen nach der Testphase flexible Finanzierungsmodelle anbieten; reduzierte Kosten, da Vorarbeiten durch das Projekt finanziert wurden.</li> <li>• Hilfestellung zu Finanzierungsfragen durch das Konsortium</li> </ul>
Technik ist zu komplex, um diese ohne Hilfe mit dem vorhandenen Personal zu bedienen	mittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz von in der Praxis erprobten Robotern durch Hersteller, die bereits große Erfahrung mit Inbetriebnahmen und Schulungen haben</li> <li>• Schulungen und engmaschige Betreuung durch die Hersteller im Verlauf der Testphase</li> </ul>

**Tabelle 7.1:** Risikodarstellung

## 7.3 Wissenschaftliche und technische Methoden sowie Arbeitsziele des Kompetenzzentrums

### 7.3.1 Nutzerspezifische Weiterentwicklung der eingesetzten Roboter

Jeder der im Projekt eingesetzten Roboter verfügt bereits über einen hohen technischen Reifegrad. Alle im Projekt betrachteten Robotern wurden bereits in Pflegeeinrichtungen oder Kliniken erprobt – teilweise bereits ohne, oder nur mit sporadischer Anwesenheit der Entwickler. Im Rahmen der bisherigen Erprobungen wurden jedoch nur ausgewählte Einsatzszenarien umgesetzt und analysiert. Viele der mit Anwendungsvertretern in der Vergangenheit diskutierten und technisch möglichen Anwendungen sind noch nicht realisiert. Es ist zu erwarten, dass die Umsetzung der von den Bewerbern vorgeschlagenen Anwendungen eine Weiterentwicklung der eingesetzten Roboter erfordert. Um diesem Bedarf trotz der kurzen, für die Detailabstimmung mit den Bewerbern verfügbaren, Zeit nachzukommen, sind die Entwickler der jeweiligen Roboter alle als Partner im Projekt beteiligt: die notwendigen Arbeiten der deutschen Unternehmen werden dabei aus dem Projekt finanziert, die zwei ausländischen Roboterhersteller werden diese Kosten im Gegenzug für den Kauf ihres Roboters aus dem Projektbudget selbst übernehmen (siehe beiliegende LOIs). Die nachfolgend dargestellten sechs Roboter sind nach aktuellem Stand für eine Evaluierung im Projekt vorgesehen.

### 7.3.2 Zu untersuchende sozial- und arbeitswissenschaftliche Forschungsfragen

**Evaluierung von Gebrauchstauglichkeit, Erfahrung und Erwartungen sowie Akzeptanz und Aufgabenmerkmalen beim Einsatz von Robotern in der Pflege:** Eine wichtige Forschungsfrage ist, wie sich Gebrauchstauglichkeit, Erfahrungen, Akzeptanz und Aufgabenmerkmale bezüglich der jeweiligen Roboter und Kontexte verhalten. Unter Aufgabenmerkmalen versteht man Merkmale einer Arbeitsaufgabe wie Tätigkeitsspielraum, Vielfältigkeit, Interaktion oder Störungsfreiheit. Dabei sind sowohl kontextübergreifende wie auch spezifische Effekte wichtig. Kenntnis beider Effektkarten erlaubt Herstellern und Anwendern die Abschätzung von Einsatzmöglichkeiten und



**Abbildung 7.1:** Die dargestellten sechs Roboter sind nach aktuellem Stand für eine Evaluierung im Projekt vorgesehen.

deren Folgen sowie folglich auch einen zielgerichteten Einsatz. Im Pflegekontext sind Pflegepersonal, Pflegebedürftige und Angehörige als Nutzer betroffen. Diese Gruppen unterscheiden sich ggf. hinsichtlich ihrer Erwartungen und Anforderungen an den Roboter und damit an die Mensch-Technik Interaktion. Um diese angemessen zu berücksichtigen, müssen die spezifischen Unterschiede bekannt sein. Eine begleitende Analyse von Gebrauchstauglichkeit und Akzeptanz zielt daher auf die gelungene Kommunikation zwischen Mensch und Maschine ab. Dabei sollten diese Parameter sowie mögliche veränderte Tätigkeitsdimensionen auch in Abhängigkeit vom spezifischen Robotersystem, Kontext und Anwendergruppe untersucht werden. Nur so kann ein positives Benutzererlebnis im Umgang mit der Technik erreicht werden. Eine gelungene Interaktion zwischen Mensch und Maschine hängt dabei nicht nur von intuitiver Bedienbarkeit oder störungsfreier Übernahme der Arbeitsaufgabe ab, sondern auch von der Bewertung von möglichen neuen Handlungsoptionen oder Verhaltenstendenzen, die durch den Einsatz des Roboters entstehen. Unter Einbeziehung der oben genannten Parameter und Evaluation der Erfahrungen der Nutzer können auch diese stärker ethisch geprägten Implikationen untersucht werden. Insbesondere die Generalisierbarkeit gewonnener Erkenntnisse wird den aktuellen Forschungsstand erweitern.

Zu Gebrauchstauglichkeit, Akzeptanz und Aufgabenmerkmalen existieren viele standardisierte Fragebögen, teilweise auch als Apps, welche sich zur selbstgesteuerten Bearbeitung durch Nutzer eignen. Durch Anpassung standardisierter Verfahren an die Bedarfe der jeweiligen Stichprobe können solche Daten ökonomisch günstig erhoben werden und an entsprechenden Stellen in Form von halbstrukturierten bzw. strukturierten Interviews oder in Form von Workshops ergänzt werden. Letztere erweitern die Erhebungsmethoden um qualitative Aspekte. Die Zielkonstrukte werden mit den anderen Evaluierungsdimensionen abgestimmt und in ein gesamtheitliches Messinstrumentarium integriert.

**Evaluierung der Auswirkungen von Servicerobotern auf die Pflegeprozesse:** Im Projektkontext stellt sich die Frage, welche konkreten Auswirkungen der Einsatz von Robotern auf die internen Prozesse einer Pflegeeinrichtung hat. Bedeuten diese Änderungen tatsächlich eine Entlastung des Personals? Oder ist unter dem Strich gar mit einer Zusatzbelastung (beispielsweise durch die Bedienung komplexer technischer Komponenten) zu rechnen? Wie lassen sich entlastende und zusätzlich belastende Potenziale gegeneinander aufrechnen? Wie lassen sich Prozessveränderungen im Umfeld des Dienstleistungsbereichs Pflege quantifizieren? Ein wichtiger Punkt, der über den bisherigen Forschungsstand hinausgeht, ist dabei, ob sich eine durch Serviceroboter verursachte Prozessveränderung im komplexen und volatilen Umfeld der Pflege anhand von Kriterien messbar machen lässt. Dadurch ließen sich Ist- und Soll-Prozesse wesentlich besser miteinander vergleichen und Verbesserungspotenziale deutlicher herausstellen als bei rein qualitativen Verfahren.

Aufbauend auf etablierten Verfahren aus dem industriellen Prozessmanagement und ergänzt um fragebogenbasierte Interviews mit Experten aus der Pflege soll eine Methodik entwickelt werden, die den speziellen Anforderungen im Pflegeumfeld gerecht wird und mit deren Hilfe sich die Einflüsse von Servicerobotern auf die Pflegeprozesse analysieren lassen. Durch die Methodik sollen positive und negative Aspekte des Servicerobotereinsatzes erfasst, bewertet und gegenübergestellt werden können, so dass als Ergebnis Aussagen über die „Gesamtzufriedenheit“ der Nutzer möglich sind. Dabei kann u.a. auf den bereits gesammelten Erkenntnissen und erarbeiteten Methoden aus dem BMBF-Projekt SeRoDi ([www.serodi.de](http://www.serodi.de)) Bezug genommen werden, im Rahmen dessen zwei der im Projekt eingesetzten Roboter von

Partnern in KomPArob entwickelt und auch bereits in der Pflegepraxis erprobt und entsprechende Prozessanalysen durchgeführt wurden.

**Evaluierung wirtschaftlicher Aspekte und Modelle für die Umsetzung in den Regelbetrieb:**

Wie die Ausführungen in Kapitel 7.2.1.4 gezeigt haben, gibt es aktuell nur sehr wenig Evidenz zur Wirtschaftlichkeit von Assistenzrobotern im Gesundheitswesen. Dies stellt allerdings ein elementares Hemmnis dar – sowohl für die Entscheidung einer Einrichtung über die Beschaffung robotischer Lösungen als auch für die Entscheidung der Robotikhersteller über die strategische Investition in den Gesundheitssektor, die beide schlussendlich großen Einfluss auf die Dissemination robotischer Lösungen im Gesundheitssektor haben. Im Rahmen von KomPArob sollen daher die 6 robotischen Lösungen in jeweils 6 verschiedenen Einrichtungen mit Blick auf einen wirtschaftlichen Einsatz untersucht werden – sowohl was Kostenreduktions- als auch zusätzliche Nutzenpotenziale angeht. Neben der Analyse der Wirtschaftlichkeit sowie die Wirtschaftlichkeit begünstigender und hemmender Faktoren für den wirtschaftlichen Einsatz robotischer Lösungen wird damit auch ein methodischer und wissenschaftlicher Beitrag im Rahmen des Projektes geleistet.

Konkret sollen mittels Interviews, Beobachtungen und Datenanalyse zunächst gemeinsam mit Führungskräften und Controllingverantwortlichen die aus Anwendersicht relevanten Key Performance Indikatoren (KPIs) wie z.B. Zeitersparnis, Kostensenkung, Qualität der Reinigung etc. definiert werden. Mittels einer Lebenszykluskostenanalyse (Life Cycle Costing) sollen relevante Kostenparameter für den IST- und SOLL-Prozess bei den Einrichtungen sowie seitens der Hersteller erhoben und gegebenenfalls um eine Nutzwertanalyse zur Berücksichtigung schlecht quantifizierbarer Parameter erfasst werden. Die relevanten KPIs werden durch Datenbereitstellung durch die Einrichtung (Controlling) bzw. Beobachtung erhoben, um schlussendlich darauf aufbauend eine Analyse der Wirtschaftlichkeit des IST- vs. SOLL-Prozesses zu vollziehen. Die angewandten Methoden kamen bereits im BMBF-Projekt KUKoMo ([www.kukomo.de](http://www.kukomo.de)) im industriellen Kontext zum Einsatz bzw. werden aktuell im Kontext von Reinigungs- und Transportrobotern im Projekt MobDi ([www.mobdi-projekt.de](http://www.mobdi-projekt.de)) u.a. im Kliniksetting weiter verfeinert.

Was die Umsetzung in den Regelbetrieb angeht, ist das Thema Finanzierungsmodelle eng mit dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit verflochten. Im Rahmen von KompaRob sollen die Rahmenbedingungen für Investitionsentscheidungen von Einrichtungen systematisch erhoben und analysiert werden und mit den Endanwenderinnen darauf aufbauend konkrete Finanzierungslösungen - auch unter Berücksichtigung aktueller Gesetzesänderungen und damit zusammenhängender Finanzierungsoptionen – aufgezeigt werden.

### 7.3.3 Generalisierbarkeit der Ergebnisse

Für die Generalisierbarkeit der Evaluierungsergebnisse ist es entscheidend, bereits bei der Auswahl der Bewerber darauf zu achten, dass **verschiedene Typen von Einsatzfeldern** abgedeckt sind (z.B. Altenpflege vs. Krankenpflege, große Einrichtung vs. kleine Einrichtung). Die Datenerhebung erfolgt weitgehend standardisiert, wobei zusätzlich eine Datenaufbereitung erforderlich ist, die etwaige Einmal- oder Störeffekte in den Daten bereinigt. Dies wird es bei der fallübergreifenden Analyse ermöglichen, **Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den verschiedenen Typen** festzustellen (zu den Typen von Einsatzfeldern kommt der jeweilige Robotertyp hinzu). Nach Möglichkeit sollen – hinsichtlich der unterschiedlichen Evaluierungsdimensionen – **generelle Gestaltungsempfehlungen** abgeleitet werden. So könnte beispielsweise bei Robotern, die Transport- und Dokumentationsaufgaben übernehmen, das “Erlernen” von wiederkehrenden Arbeitsschritten einen größeren Faktor für die Akzeptanz und Nützlichkeit des Systems darstellen als die Rückmeldung des Roboters. Diese könnte aber im Falle von personalisierbaren Einstellungen, wie bei der Personenführung oder Interaktion, eine übergeordnete Rolle spielen; unabhängig davon, in welcher Art von Einrichtung der Roboter zum Einsatz kommt. Beides sind wichtige Informationen für die Roboterhersteller, als auch für die Anwender mit Interesse an der Implementierung eines solchen Systems. Des Weiteren wird angestrebt, **generalisierte Aussagen über die Wirtschaftlichkeit, Verbesserung der Interaktionsqualität und Handlungsempfehlungen** treffen zu können. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit können die Evaluierungsergebnisse und identifizierte Standardprozesse einen Aufschluss darüber geben, welches Robotersystem eine tatsächliche Bereicherung für die Pflegeorganisation darstellt. So wird eine selten durchgeführte Aufgabe womöglich perfekt durch einen

Roboter kompensiert, kommt damit jedoch der Wirtschaftlichkeit des Unternehmens nicht entgegen. Durch die Vielfalt der getesteten Systeme und einem nachgestellten Vergleich können potentielle Anwender bereits im Vorhinein eine qualifizierte Entscheidung darüber treffen, wann sich ein Robotersystem in ihrer Einrichtung rentieren würde. Die verschiedenen getesteten Einsatzfelder erlauben es auch, generalisierbare Aussagen über die Verbesserung der Interaktionsqualität treffen zu können, wie: „Eine gezielte Schulung der Beschäftigten erhöht für alle getesteten Assistenzroboter die Akzeptanz. Eine darüberhinausgehende Betreuung vor Ort wirkt sich zusätzlich positiv auf dieses Konstrukt aus und fördert die Häufigkeit des (korrekten) Gebrauchs des Systems“. Die fallübergreifenden Analysen der einzelnen Evaluierungsdimensionen sind so angelegt, dass einerseits die Systemtypen und andererseits die Identifizierung von ebenfalls generalisierbaren Einflussgrößen im Fokus stehen. Auf dieser Basis lassen sich dann verallgemeinerte, prozessbezogene Empfehlungen für eventuelle Anpassungen des Gesamtsystems und/oder der Roboter aufstellen.

### 7.3.4 Berücksichtigung von ELSI

Da die in KomPArob vorgesehenen Roboter im öffentlichen Raum und in direkter Interaktion mit dem Menschen eingesetzt werden, spielen ethische, rechtliche und soziale Aspekte im Projekt eine wichtige Rolle. Jedoch gibt es für eine **ethisch verantwortliche Anwendung der Robotik** keine eindeutigen Lösungen, weil praktische Bewertungen und normative Entscheidungen grundsätzlich “von gesellschaftlichen Konsensfindungen und inhaltlichen Präferenzen ab[hängen], über die aus einer rein theoretischen Perspektive nicht abschließend geurteilt werden kann” (Onnasch et al. 2019). Daher werden die ethischen und sozialen Aspekte beim Einsatz der Assistenzroboter im Projekt – wie beispielsweise Verantwortungsbewusstsein, Wertorientierung, Entscheidungsautorität, Gute Pflege oder Sicherheit – sowohl bei einer **internen halbtägigen Schulung** umfassend besprochen als auch bei den **Einführungsveranstaltungen in den Einrichtungen** mit einbezogen. Mehrere der Projektpartner bringen in diesem Themenfeld bereits umfassende Erfahrungen und Vorarbeiten mit (insbes. SIBIS, BAuA). Somit werden alle Verantwortlichen und Teilnehmer für die Thematik sensibilisiert und bekommen die Möglichkeit sich auszutauschen und Fragen zu stellen. **Rechtliche Implikationen**, insbesondere Aspekte der informierten Zustimmung sowie

der relevanten Datenschutz- und Datensicherheitskriterien, werden bei der Konzeption des Untersuchungsdesigns berücksichtigt (siehe AP1). Diese werden auch genutzt, um einen **übergreifenden Ethikantrag für die Erprobungen** zu erstellen, mit dem ein positives ethisches Votum des Untersuchungsdesigns angestrebt wird. Hier werden alle Messinstrumente (bspw. SUS, Fragen zu Erwartungen und Erfahrungen), Studienhypothesen sowie der Projektplan integriert. Dies gibt den Einrichtungen die Sicherheit eines **ethisch unbedenklichen Untersuchungsdesigns**.

## 7.4 Nachhaltigkeit und Verwertungsplan

### 7.4.1 Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Erfolgsaussichten

#### 7.4.1.1 Wissenschaftliche Erfolgsaussichten in der Anwendungsdomäne

Auf **wissenschaftlich/technischer Seite** liegt der Erfolg des Projekts insbesondere darin begründet, dass die beteiligten Roboterhersteller wichtiges Feedback für die strategische **Weiterentwicklung ihrer Roboter** sowie für die Ausrichtung der Unternehmensstrategie (z.B. hinsichtlich geeigneter Geschäftsmodelle, aber auch Entwicklung weiterer Produkte) erhalten. Weiterhin werden die Langzeiterprobungen der Roboter deren technischen Reifegrad weiter erhöhen. Indem die Fähigkeiten der Roboter nutzerspezifisch angepasst werden, steht für zukünftige Einsätze ein **erweitertes Leistungsangebot** bereit, das den **Bedürfnissen der Pflegepraxis** entspricht. Durch den Erfahrungsaustausch zwischen den Herstellern werden typische Probleme, die beim Einsatz der Roboter in stationären Pflegeeinrichtungen und Kliniken auftreten, identifiziert und geeignete Standards bzw. Lösungen erarbeitet, so dass zukünftige Praxisumsetzungen und Inbetriebnahmen schneller und effizienter erfolgen können. Bei der Erprobung mit der hohen Anzahl an Einrichtungen wird außerdem die Vernetzung der Roboterhersteller zu den Anwendern und damit potentiellen Kunden gestärkt und letzteren der Nutzen, den die Roboter mit sich bringen, objektiv dargestellt.

In Bezug auf **öffentliche Aufgaben** ist eine signifikante Steigerung der Auskunftsfähigkeit auf Seiten der Evaluationspartner zu erwarten. Weiterhin können Leitlinien für den Einsatz robotischer Systeme in der Pflege durch potentielle Anwender abgeleitet werden. Dies **begünstigt den Transfer**, da die Unsicherheit bezüglich der Technologie

und in Folge auch die Schwelle für den tatsächlichen Einsatz gesenkt wird. Die **Forschungsarbeiten der Evaluierungspartner** bieten aufgrund von ihrer Einzigartigkeit – insbesondere durch die hohe Zahl der Anwender – eine hervorragende Basis für praxisrelevante wissenschaftliche Veröffentlichungen und Promotionen. Außerdem werden hierdurch technologische, gesundheitliche und gesellschaftliche Herausforderungen der modernen Arbeitswelt adressiert und einem größeren Publikum zur Verfügung gestellt. Dies stellt die sichere, gesunde und insgesamt menschengerechte Gestaltung der Arbeit in den Vordergrund, was einen wichtigen Beitrag zu neuen Entwicklungs- und Beratungsaufgaben leistet.

### 7.4.1.2 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Der zu erschließende **Markt für pflegeunterstützende Assistenzroboter** ist signifikant und insbesondere durch die steigende Zahl Pflegebedürftiger, den Fachkräftemangel sowie den steigenden ökonomischen Druck auf das Gesundheitswesen begründet. Dabei ist zu erwarten, dass sich pflegeunterstützende Assistenzroboter aufgrund von besserer Auslastung und professioneller Betreuung **zuerst im stationären Bereich** etabliert. In Deutschland wurden 2019 laut Pflegestatistik des statistischen Bundesamts rund 970.000 Pflegebetten betrieben. Hinzu kommen im Jahr 2019 rund 495.000 Krankenhausbetten. Bei der Annahme, dass **ein Roboter pro 20 Betten** eingesetzt werden kann, entspricht dies einem **Potenzial von 87.250 Robotern**. Die Projektpartner gehen davon aus, dass **Umsätze sich in diesem Einsatzfeld bis 2025 im einstelligen Millionenbereich pro Jahr** bewegen, zwischen 2025 bis 2030 im zweistelligen Millionenbereich und ab 2030 dürften 100 Mio. € Umsatz jährlich überschritten werden.

### 7.4.1.3 Industrielle Umsetzung der Projektergebnisse während der Projektlaufzeit

Die industrielle Umsetzung der Projektergebnisse während der Projektlaufzeit betrifft unterschiedliche Aspekte: für **Roboter, die noch keine Produktreife erlangt haben**, insbesondere die Forschungsprototypen des Fraunhofer IPA, sollen bereits während der Projektlaufzeit **geeignete Kommerzialisierungspartner gefunden** werden, die an deren Weiterentwicklung zum Serienprodukt interessiert sind. Die Ansprache

entsprechender Unternehmen ist für den Zeitraum nach der ersten Erprobungsphase vorgesehen, so dass geeignet Einsatzfelder identifiziert sowie die Akzeptanz und der Nutzen der Roboter im Praxiseinsatz und das damit verbundene Marktpotenzial bereits verifiziert wurden. Gleichzeitig ist zu diesem Zeitraum bereits bekannt, welche Verbesserungen der Roboter für die nachfolgende Produktentwicklung umzusetzen sind. Der Technologietransfer soll in bilateralen Projekten parallel zur zweiten Projekthälfte erfolgen. Kontakte zu interessierten Firmen sind am Fraunhofer IPA bereits vorhanden, sollen aber im Rahmen des Projekts durch entsprechende Informationsveranstaltungen noch weiter ausgebaut werden.

Für **marktreife Roboter der beteiligten Firmen** ist unter der industriellen Umsetzung der Projektergebnisse der **Transfer von der zeitlich beschränkten Erprobung in den Regelbetrieb** zu sehen. Dieser wird durch die Projektergebnisse direkt unterstützt, indem über die Ausschreibungen und damit verbundenen Maßnahmen zur Bekanntmachung des Projekts in der Öffentlichkeit interessierte Einrichtungen flächendeckend angesprochen werden. Im Rahmen der Erprobungen werden **Akzeptanz und Nutzen** der Roboter verifiziert und notwendige **änderungen der Arbeitsabläufe**, die erforderlich sind, um diesen Nutzen zu erzielen, identifiziert. Auch für die **Finanzierung der Roboter** werden geeignete Geschäftsmodelle erarbeitet und Möglichkeiten zur Beantragung von Zuschüssen identifiziert, die bereits im Laufe der ersten Erprobungen zum Tragen kommen können. Für die im Projekt eingesetzten Roboter ist zu erwarten, dass diese bis zum Projektabschluss bestmöglich an die Erwartungen und Bedürfnisse der Pflegepraxis angepasst sind. Dementsprechend soll allen Einrichtungen, die einen **Roboter in der Erprobung** hatten, angeboten werden, diesen bei Interesse zu **erwerben oder langfristig anzumieten** / zu leasen. Dabei werden durch die im Projekt geleisteten Vorarbeiten (insbes. bereits durchgeführte Inbetriebnahme vor Ort, Schulungen des Personals etc.) die Aufwände der Hersteller reduziert. Damit können die Roboter kostengünstiger angeboten werden als bei komplett neuen Anwendern, was den Praxistransfer zusätzlich unterstützt.

Es ist geplant, die **Weiterführung des Kompetenzzentrums bereits während der Projektlaufzeit vorzubereiten**. Die im Projekt beteiligten Firmen haben bereits ihr Interesse bekundet, sich auch an einer Weiterführung des Kompetenzzentrums zu beteiligen. Im Rahmen des Projekts werden weitere Roboterhersteller aktiv ange-

sprochen, die Interesse an einer Beteiligung haben könnten. Auch die **vertraglichen Randbedingungen** für die weiterführende Zusammenarbeit sollen bis bereits während des Projekts auf Basis der im folgenden Kapitel dargestellten initialen Überlegungen ausgearbeitet werden. Ziel ist es, bereits während der Projektlaufzeit mindestens einen weiteren Hersteller zu gewinnen, der sich auf eigene Kosten am Projekt beteiligt. Damit wäre die **Tragfähigkeit des angedachten Geschäftsmodells** belegt, welches darauf basiert, dass Hersteller den Mehrwert des Kompetenzzentrums erkennen und schätzen und deshalb bereits sind, mit eigenen Mitteln darin zu investieren. Parallel dazu sollen Möglichkeiten zum Einwerben weiterer Mittel zur Unterstützung des Kompetenzzentrums geprüft werden. Insbesondere die aktuellen Diskussionen von Fraunhofer IPA und IAO mit dem Land Baden-Württemberg hinsichtlich eines „Robotik Valley“ im süddeutschen Raum könnte hier eine interessante Grundlage bieten.

Weitere Projektergebnisse, deren industrielle Umsetzung bereits während der Projektlaufzeit erfolgen kann, sind die von den Evaluierungspartnern entwickelten **Erhebungsinstrumente und Erfahrungen aus den Erhebungen**. Auch hier sollen bereits während der Projektlaufzeit **Beratungsangebote für Pflegeeinrichtungen und Kliniken** entwickelt werden, die in bilateralen Projekten auch über die Schwerpunkte von KomPArob hinausgehen können (bspw. Prozessanalysen und -verbesserungen mit und ohne Bezug auf konkrete Roboter, Wirtschaftlichkeitsanalysen und Finanzierungskonzepte für robotische und nicht-robotische Pflegehilfsmittel...)

### 7.4.2 Wirtschaftliche Anschlussfähigkeit mit Zeithorizont

Das Kompetenzzentrum soll auch nach Abschluss des Förderzeitraums weitergeführt werden und den **Technologietransfer zwischen Roboterherstellern und Einrichtungen des Gesundheitswesens** unterstützen. Zudem soll das Zentrum zur bedarfsgerechten **Entwicklung neuer pflegeunterstützender Assistenzroboter** beitragen, indem Bedürfnisse der Anwender aufgenommen und in die Forschung getragen werden. Ein weiteres Ziel des Zentrums liegt darin, Kontakt zwischen Forschungsinstituten, die bereits Prototypen für diesen Markt entwickelt haben und Firmen, die ein Interesse an der Kommerzialisierung der Entwicklungen haben, herzustellen. Das Kompetenzzentrum bietet bereits auf Basis des Projektkonsortiums einen Mehrwert durch Experten aus diversen Bereichen und ein großes Netzwerk. Mit wachsender Mitgliederzahl wird

sich dieser Nutzen weiter steigern.

Die **Koordination des Kompetenzzentrums erfolgt am Fraunhofer IPA** unter Einbeziehung der anderen Projektpartner aus KomPArob. Die laufenden Kosten für die Koordination sollen aus **Mitgliedsbeiträgen interessierter Roboterhersteller und Anwender** getragen werden. ähnliche Mitgliedsmodelle werden in der Fraunhofer-Gesellschaft bereits erfolgreich umgesetzt, am Fraunhofer IPA bspw. bei der Koordination des ROS Industrial Konsortium Europe (<https://rosindustrial.org/ric-eu/>).

Neben der Administration des Kompetenzzentrums sollen über den Mitgliedsbeitrag weitere **Basisleistungen** angeboten werden, die insbesondere der **Vernetzung der beteiligten Akteure** dienen. Als Beispiel sind hier regelmäßige Informationsveranstaltungen zu aktuellen Forschungsergebnissen oder neuen Produkten im Anwendungskontext zu nennen (siehe bspw. die Webinarreihe „Robotische Assistenzsysteme für die Pflege“ des Fraunhofer IPA und IMW, <https://s.fhg.de/ws3>) sowie die Organisation von Arbeitsgruppen, Workshops oder auch Co-Creation-Labs zu ausgewählten Themenschwerpunkten (bspw. Ideenworkshops oder Wettbewerbe zu neuen Produkten, die für die Einrichtungen nützlich wären). Der genaue Umfang der Leistungen und abgeleitet davon die Höhe der Mitgliedsbeiträge für die verschiedenen Unternehmestypen (Berücksichtigung von Kriterien wie Unternehmensform, Größe. . . ) werden im Projekt gemeinsam mit den beteiligten Unternehmen und Einrichtungen ausgearbeitet.

Neben den Leistungen, die komplett über den Mitgliedsbeitrag abgedeckt sind, unterstützt das Zentrum seine Mitglieder auch bei weitergehenden Aktivitäten, die eine individuelle Zufinanzierung erfordern. Mögliche weitere **Leistungen für interessierte Einrichtungen** beinhalten:

- Individuelle Beratung hinsichtlich geeigneter Roboter für relevante Anwendungsfelder. Beinhaltet ggf. Besichtigung, Interviews und / oder Prozessanalysen vor Ort, Anforderungsanalyse, Abgleich mit der technischen Leistungsfähigkeit vorhandener Roboter.
- Beratung, wie die Einrichtung sich optimal auf den Robotereinsatz vorbereiten kann und wie der Prozess der Einführung neuer Roboter in Pflegeeinrichtungen und Kliniken gestaltet sein muss, um die Akzeptanz der Mitarbeiter

sicherzustellen.

- Beratung zum Optimieren der einrichtungsinternen Prozesse im Roboterkontext, um den Fluss der internen Prozesse durch den neuen Robotereinsatz zu verbessern und so den Nutzen des Roboters zu maximieren.
- Durchführung weiterer Erprobungen von Robotern in Pflegeeinrichtungen und/oder Kliniken. Nutzung der im Projekt entwickelten Erhebungsinstrumente (für 3-monatige Erprobungen analog zu den Erhebungen im Projekt) oder „Evaluation light“: kostengünstige Variante für kurzzeitige Erprobungen von 1-2 Wochen, die sich auch kleinere Einrichtungen leisten können. Individuelle Abstimmung mit dem Hersteller des Roboters bzgl. einer möglichen Zufinanzierung für die Erhebungen auch von deren Seite, ebenso Abstimmung möglicher Mietgebühren für die Bereitstellung des Roboters während der Erprobung. Wird der Roboter in der Einrichtung behalten, sollten mögliche Mietkosten auf den Kaufpreis angerechnet werden können.
- Alternativ zur oben genannten Finanzierung der zusätzlichen Erprobungen durch die Einrichtungen und Hersteller sollen Gespräche mit möglichen Investoren sowie Verantwortlichen in der Fraunhofer-Gesellschaft hinsichtlich einer finanziellen Unterstützung der Erprobungen geführt werden, welche bei einem möglichen Kauf des Roboters über Lizenzzahlungen wieder ausgeglichen werden.

Mögliche weitere **Leistungen für die Hersteller pflegeunterstützender Assistenzroboter** beinhalten:

- Individuelle Beratung hinsichtlich der speziellen Anforderungen, die der Robotereinsatz in Pflegeheim oder Klinik mit sich bringt (bspw. Kriterien für Nutzerakzeptanz, Gestaltung der Benutzerschnittstellen, Kosten vs. technische Leistungsfähigkeit, benötigte Infrastruktur. . . ). Neben dem Normalbetrieb auch Berücksichtigung von Situationen wie Einrichtung, Schulung, oder Notfallsituationen. Welche Anwendungen finden Akzeptanz in der Praxis, welche eher nicht?
- Machbarkeitsstudien und Entwicklungsberatung für Hersteller, die mit neuen Produkten in den medizinischen Servicerobotermarkt einsteigen wollen.
- Beratung und Schulungen hinsichtlich der optimalen Inbetriebnahme der Roboter vor Ort

- Objektive Überprüfung und Beurteilung der Leistungsfähigkeit und Praxistauglichkeit eines vorhandenen Roboters in einer realitätsnahen Testumgebung (bspw. bei Interesse einer Einrichtung, ein Produkt des Herstellers bei sich einzusetzen oder falls der Hersteller Interesse an der Kommerzialisierung eines Forschungsprototypen hat), ggf. auch Co-Finanzierung möglicher Praxistests durch die Hersteller.
- Durchführung von Marktstudien in mehreren Einrichtungen, um den allgemeinen Bedarf an robotischen Lösungen und Anforderungen für den Praxiseinsatz zu identifizieren. Identifikation (systematischer) Diskrepanzen zwischen den Anforderungen der Nutzer und den Leistungen der Hersteller.

Der **Mehrwert, der sich für Pflegeeinrichtungen und Kliniken aus der Mitgliedschaft ergibt**, liegt unter anderem darin, dass verfügbare Roboterlösungen und deren Fähigkeiten bekannt gemacht werden. Zudem besteht die Möglichkeit, eigene Ideen hinsichtlich der Neu- oder Weiterentwicklung von Produkten einzubringen. Der **Mehrwert für die Hersteller** liegt darin, dass vorhandene Produkte einem breiten Anwenderkreis bekannt gemacht werden und Kontakt zu potentiellen Kunden hergestellt wird.

## 7.5 Struktureller Aufbau des Verbundes

### 7.5.1 Bisherige Arbeiten und Vorerfahrungen der Verbundpartner

#### 7.5.1.1 Fraunhofer IPA

Die von Dr. Birgit Graf geleitete Gruppe Haushalts- und Assistenzrobotik des Fraunhofer IPA ([www.ipa.fraunhofer.de/assistenzrobotik](http://www.ipa.fraunhofer.de/assistenzrobotik)) beschäftigt sich bereits seit mehr als 20 Jahren mit der **Entwicklung robotischer Assistenzsysteme zur Unterstützung pflegebedürftiger und pflegender Personen**. Die Entwicklung eines mobilen Roboterassistenten zur Unterstützung älterer Menschen, Care-O-bot ([www.care-o-bot.de](http://www.care-o-bot.de)), wurde innerhalb dieses Zeitraums kontinuierlich vorangetrieben. Im Rahmen des WiMi-Care-Projekts ([www.uni-due.de/wimi-care](http://www.uni-due.de/wimi-care)) wurden mögliche Einsatzfelder mobiler Roboter in der Altenpflege erstmalig systematisch erarbeitet und verschiedene Anwendungen (Insbesondere Containertransport, Getränkeservice) technisch umgesetzt. In der EFFIROB-Studie ([www.ipa.fraunhofer.de/effirob.html](http://www.ipa.fraunhofer.de/effirob.html)) wurden Wirtschaftlichkeitsanalysen für verschiedene pflegeunterstützende Assistenzroboter durchgeführt. Im Rahmen des EmAsIn-Projekts ([www.emasin-projekt.de](http://www.emasin-projekt.de)) wurde der Kommunikationsroboter „MobiKa“ (Graf et al. 2019) entwickelt und erfolgreich in einer Anwendung zur Aktivierung von Menschen mit Demenz getestet. Das Projekt SeRoDi ([www.serodi.de](http://www.serodi.de)) beschäftigte sich mit der Entwicklung spezialisierter und damit produktnaher Roboterlösungen für stationäre Pflegeeinrichtungen. Der im Projekt entstandene „Robotische ServiceAssistent“ (Baumgarten et al. 2018) soll im Rahmen von KomPARob anwendungsspezifisch weiterentwickelt und in der Praxis erprobt und evaluiert werden. Auf Basis des in SeRoDi entwickelten und erfolgreich in der Praxis erprobten „Intelligenten Pflegewagens“ (Graf et al. 2018) wird aktuell im Fraunhofer-Projekt „MobDi“ ([www.mobdi-projekt.de](http://www.mobdi-projekt.de)) ein neuer, flexibler Transportroboter für unterschiedliche Pflegewagen aufgebaut und bis Ende 2020 in der Praxis getestet und optimiert. Dieser anhand der Erfahrungen aus WiMi-Care, Effirob und SeRoDi aufgebaute und optimierte Roboter soll in KomPARob als zweite Plattform des Fraunhofer IPA zum Einsatz kommen.

Das Fraunhofer IPA beschäftigt sich bereits seit vielen Jahren mit der **funktionalen Sicherheit**, u.a. im ISO-Gremium TC 299 und bei der Entwicklung des Sicherheits-

standards ISO 13482 für persönliche Assistenzroboter. Im Rahmen des Projektes ARAIG ([www.mensch-roboter-interaktion.com](http://www.mensch-roboter-interaktion.com)) wurde eine mobile Testumgebung für die Evaluierung der Sicherheit von Servicerobotern entwickelt. Diese soll auch zur Prüfung der Roboter in KomPArob genutzt werden.

Hinsichtlich des in KomPArob vorgesehenen **Ausschreibungskonzepts** gibt es am Fraunhofer IPA ebenfalls umfangreiche Erfahrungen. Beispielsweise in den Projekten SeRoNet ([www.seronet-projekt.de/partizipation.html](http://www.seronet-projekt.de/partizipation.html)), RoboTT-Net ([www.robott-net.eu](http://www.robott-net.eu)) oder innerhalb des Stuttgarter Technologie- und Innovationscampus S-TEC ([www.ipa.fraunhofer.de/de/zusammenarbeit/industry-on-campus/s-tec.html](http://www.ipa.fraunhofer.de/de/zusammenarbeit/industry-on-campus/s-tec.html)) wurden mit „Open Lab Days“, „Quick Checks“ und „Exploring Projects“ erfolgreich Methoden für den unbürokratischen Technologietransfer von der Forschung in die Praxis implementiert. Mehrere Hundert Endanwender haben sich in den bisherigen Open Lab Days über neue Technologien informiert, über 150 Anwendungsideen wurden in Quick Checks auf technische und wirtschaftliche Machbarkeit untersucht.

### 7.5.1.2 Adlatus Robotics GmbH

Das noch junge Unternehmen Adlatus Robotics GmbH hat seit seiner Gründung im Jahr 2015 den Adlatus CR 700 Reinigungsroboter auf den Markt gebracht. Mit „Adlatus Teams 2020“, einer KI-gestützten Mensch-Maschinen-Schnittstelle, die aus einem menschlichen Facility Manager und seinen autonomen Roboterassistenten ein Team schmiedet, gewann die Firma den Purus Innovation Award 2019. Zudem ist Adlatus Robotics derzeit in mehreren Forschungsprojekten – primär im Bereich der Reinigungsrobotik – aktiv. In einem ZIM-Projekt zum Thema „Entwicklung eines autonomen roboterbasierten Bodendesinfektionsverfahren auf der Basis von Chlordioxid mit automatisierter Kontrolle des Desinfektionserfolgs“ (ZIM- FKZ: ZF4677001MD9, Laufzeit: 01.09.2019 – 31.12.2021) arbeitet Adlatus zusammen mit der Dr. Küke GmbH und dem Krefelder Hygieneinstitut wfk – Cleaning Technology Institute e.V. Die Schwerpunkte liegen hier auf der automatisierten Kontrolle und der Bodendesinfektion. Des Weiteren ist Adlatus an dem BMBF Verbundprojekt „Kooperative Interaktion und Zielverhandlung mit lernenden autonomen Robotern“ (RobotKoop, [www.robotkoop.de](http://www.robotkoop.de)) (FKZ:16SV7965; betreut durch VDI/VDE Innovation & Technik GmbH; Laufzeit: 01.06.2018 – 31.05.2021) beteiligt.

Mit dem LR200 hat Adlatus einen Roboter entwickelt, um Prozesse in der Intralogistik unterschiedlichster Branchen effizient zu gestalten. Die autonome Logistikplattform ist modular aufgebaut und als direkte Plattform für den Transport von Boxen, Kisten oder industriellen Aufsatzmodulen konzipiert. Dadurch kann sie für unterschiedliche Transporte flexibel eingesetzt werden und mehrere Transport- und Logistikaufgaben in Unternehmen eigenständig übernehmen. Für die Evaluierung in KomPARob wird die Logistikplattform mit einem Pflegewagen-Aufbau versehen.

### 7.5.1.3 Robotise AG

Die Firma Robotise ist ein junges Unternehmen aus München mit 32 Mitarbeitern, das seine wirtschaftlichen Aktivitäten im Bereich der Entwicklung, Herstellung und Vermarktung von autonomen Servicerobotern („Geschäftsfeld“) hat, u.a. mit Fokus auf Hotellerie, Bürogebäude, Kantinen, Konferenzzentren, sowie Krankenhäuser und Pflegeeinrichtungen („Hospitality+“ und „Health+“).

Dort ist beispielsweise der Material- und Produkttransport die Kernaufgabe des Serviceroboters JEEVES. Dieser ist ein mobiler, autonomer, Lieferroboter und Verkaufsautomat für den Einsatz innerhalb von Gebäuden. Er ist in der Lage, alle Arten von Artikeln, z.B. Snacks und Getränke für Hotelgäste auszuliefern. Dazu nutzt er eine mobile Basis mit integrierten Sensoren, Antrieben und Batterien, um in Innenräumen zu navigieren. Oberhalb dieser Basis ist eine große Minibar mit automatischen und gekühlten Schubladen befestigt. Die Interaktion mit dem Benutzer erfolgt über einen großen Touchscreen auf der Oberseite von JEEVES. Jede Schublade kann mit unterschiedlichen Gegenständen beladen werden und verschiedene Schubladenkonfigurationen sind möglich.

Robotise ist Teil des derzeit laufenden vom BMBF im Rahmen des Programmes „Robotik in der Pflege“ geförderten Forschungsprojekts REsPonSe (forschungsjekt-response.de). Darin soll erreicht werden, dass zwei bereits vorhandene digitale/robotische Systeme verknüpft und auf die Bedürfnisse einer Klinik angepasst werden. Hierbei steht insbesondere die technische Weiterentwicklung von JEEVES für einen patientenzentrierten Use-Case im Fokus.

Zudem haben wir gerade vor kurzem unseren neuen Desinfektions- bzw. UV-Robot JOOLES gelaunched. Die UV-Lichttechnologie von JOOLES ist für viele Mikroorganismen tödlich. Die Desinfektionszyklen unseres Systems sind schnell. Sie können Oberflächen in einem Patientenzimmer in etwa 10 Minuten und in einem Operationsaal in etwa 20 Minuten desinfiziert werden, letztlich kann eine Keimreduktion bis zu 99,999 % erzielt werden mittels Einsatz hocheffektiver UV-Lampen gegen Bakterien, Hefe, Viren und Schimmel.

### 7.5.1.4 SIBIS (im Unterauftrag bei IPA)

Das SIBIS Institut für Sozial- und Technikforschung GmbH (SIBIS) unter Leitung von Frau Dr. Sibylle Meyer verfügt über eine langjährige Forschungsexpertise in den sozialwissenschaftlichen FuE-Feldern des Vorhabens, insbesondere in der empirischen Untersuchung der Mensch-Technik-Interaktion, der Assistenzrobotik für ältere Menschen sowie in den entsprechenden ethischen und sozialen Implikationen. Je nach Projektanforderungen wird das gesamte Repertoire der empirischen Sozialforschung eingesetzt (quantitative und qualitative Methoden, ethnographische Verfahren, Beobachtungsstudien, Usability Tests), Schwerpunkte liegen auf Methoden zur Nutzereinbindung und partizipativen Vorgehensweisen in Wissenschaft und Technologieentwicklung sowie in der empirischen Evaluation von Erprobungsprojekten in realen Settings (Häuslichkeit, Pflege, Reha, Therapie). In den Jahren 2000 bis 2010 lag der Schwerpunkt auf der Erforschung technischer Assistenzsysteme in der Häuslichkeit und häuslichen Pflege, seit 2010 auf der Mensch-Roboter-Kommunikation.

Expertise ist vorhanden im Hinblick auf die Integration entsprechender Systeme in Pflege und Reha (Meyer and Fricke 2017b,a, Fricke et al. 2017), die Mensch-Technik-Interaktion, die Erwartungen im Umgang mit interaktiven Technologogien (Meyer 2011, 2016, Meyer and Fricke 2019, Meyer 2018) sowie die Unterstützung älterer Menschen in der Häuslichkeit (Projekt Sympartner: Meyer et al. 2019). Hinzu kommt eine langjährige Expertise in der Evaluation von Erprobungsprojekten in Realsettings (Häuslichkeit, stationärer Versorgung, Klinik, Reha) sowie der methodischen Beratung von BMBF-Konsortialprojekten, die für das hier konzipierte Projekt zur Verfügung gestellt werden.

Frau Dr. Meyer ist Mitglied der Sachverständigenkommission der Bundesregierung „Digitalisierung und Alter“ und verschiedener nationaler und internationaler Beratungsgremien. Schließlich war und ist sie vielfach als nationale und internationale Gutachterin zu den Themen „Technische Assistenzsysteme“, Robotik im Gesundheitswesen“ sowie „Evaluationsmethoden“ tätig.

### 7.5.1.5 BAuA

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin ist eine Ressortforschungseinrichtung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS). Ziel der BAuA ist es, Bedingungen für eine humangerechte Arbeitsgestaltung aufzuzeigen sowie eine frühzeitige Technikfolgenabschätzung bei neuen Technologien und innovativen Arbeitssystemen zu ermöglichen. Die Fachgruppe „Human Factors, Ergonomie“ beschäftigt sich mit der Analyse, Bewertung und Gestaltung von soziotechnischen Arbeitssystemen, insbesondere der Gestaltung von belastungs- und beanspruchungsoptimierter Arbeit hinsichtlich psychischer und physischer Aspekte. In bisherigen Projekten befasste sich die Gruppe mit der Nutzung belastungsoptimierter Arbeitssysteme (ENgAge4Pro) sowie menschengerechter, individualisierter robotischer Arbeitsplatzassistenten (INDIVA). Im Projekt „Team-Mental-Models in Mensch-Roboter-Teams“ wurden Einsatzszenarien sowie die Chancen/Risiken der Zusammenarbeit von Menschen & Robotern erarbeitet. Um die konkrete Ausgestaltung hybrider Mensch-Roboter-Teams im industriellen Einsatz geht es im Projekt Hybr-IT (Rosen et al. 2018). Im Projekt FRAME erfolgte die Gestaltung und Bewertung von Interaktion mit unterstützungsbedürftigen Robotern (Backhaus et al. 2018). Seit 2019 ist die Fachgruppe im EU-Projekt „SOPHIA“ involviert, in dem eine neue Generation kollaborativer Roboter entwickelt wird, durch die eine flexiblere Mensch-Roboter Interaktion möglich gemacht werden soll. Dabei liegt die Hauptaufgabe der Gruppe in der Evaluation der Mensch-Roboter-Interaktionsszenarien im Hinblick auf veränderte Tätigkeitsspielräume und technologiebezogene Merkmale, wie Benutzerfreundlichkeit oder allgemeine Technologieakzeptanz in den verschiedenen Systemiterationsstufen.

### 7.5.1.6 Fraunhofer IAO

Das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO beschäftigt sich mit Fragestellungen rund um den arbeitenden Menschen und unterstützt Organisationen

dabei, die Potenziale innovativer Organisationsformen und zukunftsweisender Technologien zu erkennen und einzusetzen. Der Fokus liegt hierbei auf der systematischen und prozessorientierten Entwicklung und Gestaltung neuer Dienstleistungen und hat die wissenschaftliche Fachdisziplin des Service Engineering mitbegründet.

Ziel des Fraunhofer IAO im Verbundvorhaben AQUIAS ([www.aquias.de](http://www.aquias.de)) war, für die Kooperation zwischen Produktionsmitarbeitern und Robotern Lösungen der Arbeitsteilung zu entwickeln, die Arbeitsqualität und gesunde Arbeitsbedingungen in der digitalen Produktion fördern. Dafür wurden herkömmliche Verfahren für die Geschäftsprozess-Modellierung sowie für die Modellierung komplexer, digital unterstützter Arbeitsprozesse in der Produktion weiterentwickelt. Im Rahmen des Projektes INDiGeR ([www.indiger.net](http://www.indiger.net)) hat das IAO die Basis für eine empirische Untersuchung verschiedener Geschäfts- und Innovationsmodelle in Gesundheitsnetzwerken gelegt und ein kennzahlenbasiertes Leistungsbewertungssystem sowie ein innovatives Planungswerkzeug zur kollaborativen Geschäfts- und Leistungsentwicklung konzipiert. Im oben bereits genannten Projekt SeRoDi wurden vom Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart, das eng mit dem IAO zusammenarbeitet, erste Untersuchungen zu den Auswirkungen des Serviceroboter-Einsatzes auf Arbeitsprozesse im Pflegebereich durchgeführt. Dabei wurde ein qualitativer Ansatz zur Visualisierung von Prozessveränderungen gewählt. Die Erarbeitung der Prozesse orientierte sich weitgehend an der 4-Schritte-Methode, das heißt die Prozesse wurden identifiziert, die Ist-Prozesse erfasst und analysiert, die Soll-Prozesse konzipiert und das Verbesserungspotenzial beschrieben. Mit dem vom Land Baden-Württemberg geförderten Kompetenzzentrum Smart Services ([www.smart-service-bw.de](http://www.smart-service-bw.de)) bietet das Fraunhofer IAO in Zusammenarbeit mit anderen Partnern zudem eine zentrale Anlaufstelle zu Smart Services an. Hier können sich kleine und mittlere Unternehmen über neue digitale Technologien im Dienstleistungsbereich informieren, diese hautnah erleben und von einem vielfältigen Unterstützungsangebot profitieren. Außerdem bietet das Kompetenzzentrum eine Vernetzungsplattform für Akteure aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und intermediären Organisationen.

### 7.5.1.7 Fraunhofer IMW

Das Fraunhofer-Zentrum in Leipzig blickt auf zehn Jahre angewandte, sozio-technologische und sozioökonomische Forschung und Erfahrung zurück. Die am Vorhaben beteiligte Gruppe Preis- und Dienstleistungsmanagement verfügt über umfangreiche Erfahrung bei der Erforschung der Aspekte der Nutzerzentrierung und Marktorientierung innovativer Produkte und Dienstleistungen, insbesondere im Bereich der Gesundheit.

Das vom BMBF geförderte Projekt ATMoSPHäRE (<http://www.imw.fraunhofer.de/de/projekte/Atmosphaere.html>) entwickelt, erprobt und evaluiert in Sachsen die Integration einer medizintechnischen IT-Plattform, um älteren multimorbiden Menschen ein unabhängiges Leben zu ermöglichen. Aufgabe des Fraunhofer IMW ist dabei die Entwicklung eines nachhaltigen und nutzerorientierten Service Designs. Darüber hinaus war die Gruppe Preis- und Dienstleistungsmanagement des Fraunhofer IMW auch an dem BMBF-geförderten Vorhaben KUKoMo, in welchem neue Konzepte zur Umsetzung kollaborativer Mensch-Roboter-Montagesysteme erforscht werden sollen, mit dem Schwerpunkt Wirtschaftlichkeit beteiligt.

Im Rahmen des BMBF-geförderten Projekts ASARob hat das Fraunhofer IMW die Entwicklung eines Lotsenroboters für Kliniken begleitet. Fokus der Arbeit war einerseits die Akzeptanz von robotischen Assistenzsystemen im Gesundheitswesen, die Szenarioentwicklung unter Einbeziehung der Anwender sowie die Untersuchung von Werttreibern und Zahlungsbereitschaften für den Lotsenroboter in Kliniken ([www.imw.fraunhofer.de/de/](http://www.imw.fraunhofer.de/de/)

[forschung/preis-und-dienstleistungsmanagement/projekte/ASARoB.html](http://www.imw.fraunhofer.de/de/forschung/preis-und-dienstleistungsmanagement/projekte/ASARoB.html)). Durch eine im Rahmen des Projekts durchgeführte Onlinebefragung unter 162 Kliniken und Pflegeeinrichtungen bundesweit konnten wertvolle Erkenntnisse u.a. zu ethischen, rechtlichen und sozialen Aspekten wie auch Mehrwerten, Hemmnissen und Treibern in Bezug auf den Einsatz von Robotern im Gesundheitswesen gewonnen werden. Im oben bereits genannten Projekt MobDi begleitet das Fraunhofer IMW die Entwicklung von Reinigungs- und Transportrobotern für drei unterschiedliche Einsatzgebiete (Gebäude, Kliniken, ÖPNV). Aufgabe des Fraunhofer IMW sind dabei die Szenarienentwicklung unter Einbindung von Anwender, die Entwicklung des UI-Designs sowie die Durchführung von Wirtschaftlichkeitsanalysen.

### 7.5.2 Einbindung weiterer Akteure (Assoziierte Partner)

Neben den geförderten Partnern sind als weitere essentielle Akteure im Projekt die Anwender zu nennen, die sich für die Erprobungen der Roboter bewerben können. In vorab geführten Gesprächen wurde der Konzeptidee dabei bereits von diversen Anwendungsvertretern großes Interesse entgegengebracht. Dem Antrag liegen Absichtserklärungen ausgewählter Pflegeeinrichtungen und Kliniken bei, die die Projektidee unterstützen und sich an den Ausschreibungen beteiligen wollen.

Zudem werden neben den geförderten zwei weitere Roboterhersteller als assoziierte Partner im Projekt eingebunden. Beide Firmen beteiligten sich mit eigenem Budget am Projekt, im Gegenzug soll der zu untersuchende Roboter über das Projektbudget beschafft werden.

#### 7.5.2.1 F&P Robotics AG

F&P Robotics ist ein Pionier im Bereich Mensch-Roboter Interaktion mit Hauptsitz in Zürich in der Schweiz. Zudem ist das Unternehmen in Stuttgart und Shanghai vertreten. F&P entwickelt intelligente, persönliche und sichere Roboter. Der mobile Assistenzroboter Lio ([www.fp-robotics.com/de/service-robotics](http://www.fp-robotics.com/de/service-robotics)) besteht aus einem Roboterarm der neuesten Generation und einer sich autonom bewegenden Plattform, die für die Anwendung in Alten- und Pflegeheimen, Rehabilitationskliniken und häuslichen Umgebungen pflegebedürftiger Menschen entwickelt wurde. Das Ziel liegt in der Unterstützung des Pflegepersonals bei repetitiven Aufgaben und bei der Steigerung der Autonomie und Lebensqualität für pflegebedürftige Menschen. F&P konnte durch Bedürfnisabklärungen, Usability-Studien und erste Einsätze in verschiedenen Altenheimen wichtige Erfahrungen bezüglich des Nutzens und der Akzeptanz gewinnen. Um Kunden die Integration robotischer Assistenz längerfristig zu erleichtern, bietet F&P Schulungen für das Pflegepersonal und den technischen Dienst an und offeriert Support- und Dienstleistungen.

### 7.5.2.2 PTR Robots

Die Firma PTR Robots ([www.ptr-robots.com](http://www.ptr-robots.com)) entwickelt ein Roboter für den sicheren Patiententransfer (Safe Patient Transfer) und für die Rehabilitation. PTR Roboter werden für den Transfer sowie zur Rehabilitation von Patienten in Krankenhäusern und in Pflegeheimen eingesetzt. Der Roboter unterstützt Patienten beim Transfer von Bett zu Rollstuhl, von Rollstuhl zu Toilette oder Dusche, von der Trage ins Bett, aus der und in die Toilette, und vieles mehr.

### 7.5.3 Funktion der einzelnen Partner im Zentrum geplante Umsetzungskette

Jeder Partner bringt in das Projekt und die geplanten Erprobungen seine Erfahrungen entsprechend der oben genannten Vorarbeiten und damit verbundenen Kompetenzfeldern ein. Die nachfolgende Graphik fasst die Aufgaben der einzelnen Partner noch einmal zusammen.

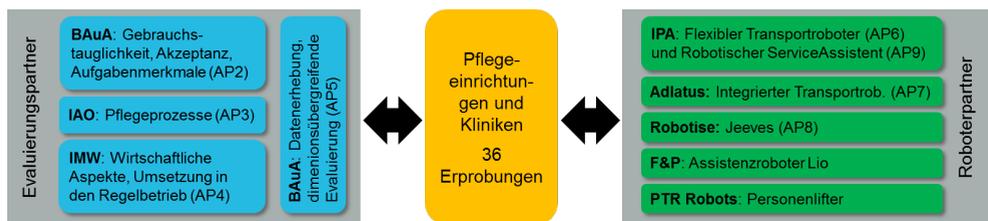


Abbildung 7.2: Zusammenfassung der Aufgaben der einzelnen Partner.

#### 7.5.3.1 Zusammenarbeit mit dem Transferprojekt

Die Partner in KomPArob freuen sich darauf, mit dem Transferprojekt auf allen Ebenen zusammenzuarbeiten. Gerne laden wir die **RimA-Partner zu unserem Projekt-Kickoff** und den **KomPArob-Konsortialtreffen** an, um einen regelmäßigen Austausch als Grundlage für die Zusammenarbeit zu etablieren und gemeinsame Aktivitäten abzustimmen. Hinsichtlich der vorgesehenen Inhalte des Transferprojekts sehen wir nach aktuellem Stand folgende Schnittstellen und Möglichkeiten der Zusammenarbeit:

Der **verbundübergreifende Wissenstransfer** ist für uns spannend, um einen Einblick in die Herausforderungen und Lösungen hinsichtlich des **Robotereinsatzes in anderen**

**Anwendungsfeldern** zu bekommen. Innerhalb des Konsortiums ist zwar bereits ein Austausch zwischen den beteiligten Herstellern vorgesehen, ggf. ergeben sich aber weitere Aspekte, die insbesondere relevant sein könnten, wenn ein Roboter mittelfristig nicht nur in der Pflege eingesetzt werden soll.

Hinsichtlich der in RimA vorgesehenen **Schulungsthemen** verfügt das KomPArob-Konsortium bereits über langjährige und umfangreiche Kenntnisse in den avisierten Themenbereichen. Dementsprechend bringt sich das KomPArob-Team auch gerne produktiv in die vorgesehenen Schulungen ein. So werden am Fraunhofer IPA bereits seit vielen Jahren **Schulungen zur Robotersicherheit** abgehalten und Risikoanalysen für externe Firmen und Forschungskonsortien abgehalten. Die beteiligten Firmen kennen die Prozesse aus ihrer Produktentwicklung. Spannend im Kontext der Robotersicherheit wäre ein Austausch mit TÜV Süd hinsichtlich der im Projekt ARAIG entwickelten Testumgebung, die in KomPArob genutzt werden soll und möglicherweise auch für andere Konsortien einen Mehrwert bringen könnte. Durch die Koordination des ROS Industrial Konsortium Europe stellt die **Arbeit mit OSS** eine Kernkompetenz des Fraunhofer IPA dar, so dass auch hier umfassende Potentiale für den Austausch bestehen. Das Fraunhofer IMW beschäftigt sich bereits seit einiger Zeit mit innovativen **Geschäftsmodellen** für Assistenz- und Serviceroboter – insbesondere im Gesundheitsbereich. Hier wäre insbesondere der Austausch mit anderen Anwendungsfeldern spannend, um mögliche Unterschiede und Gemeinsamkeiten zu identifizieren und tragfähige Lösungen zu erarbeiten.

Da die Evaluation unterschiedlicher Assistenzroboter den Fokus von KomPArob darstellt, wird eine intensive Zusammenarbeit im verbundübergreifenden **Wissenstransfer zu Evaluationsmethoden und -instrumenten** angestrebt. Mit insgesamt 6 produktnahen Lösungen für die pflegeunterstützende Assistenzrobotik verfügt das KomPArob-Konsortium darüber hinaus über ein Alleinstellungsmerkmal mit Bezug auf die Vielzahl an Lösungen. Die geplanten **Wettbewerbe** können für die einzelnen Roboter als letzter Funktionstest genutzt werden, bevor sie in den beiden Erprobungsphasen in die verschiedenen Einrichtungen gebracht werden (und nachdem die Sicherheitsprüfung und ein Benchmarking der Basisfunktionen im Testlabor des Fraunhofer IPA durchgeführt wurde). Hier ist eine sehr präzise Abstimmung der Wettbewerbsinhalte (sollte sich an den geplanten Erprobungen orientieren, so dass

keine Mehrarbeit entsteht, trotzdem aber einen Mehrwert zu den Tests in den Laboren des IPA liefern) und den vorgesehenen Erprobungszeiträumen erforderlich, um den herausfordernden Zeitplan in KomPArob nicht zu gefährden.

Ein wichtiger Teil der Zusammenarbeit mit dem Transferzentrum ist es, **Projektergebnisse der allgemeinen Öffentlichkeit zugänglich zu machen**. Hierfür werden Ergebnisse aus der Arbeit des KomPArob-Teams gebündelt und Rima zum Aufbau der Wissensplattform zur Verfügung gestellt. Des Weiteren können gemeinsam Events, Veröffentlichungen oder gemeinsam betreute Pressebesuche durchgeführt werden. Neben der Veröffentlichung der Projektergebnisse kann das Transferprojekt auch die in KomPArob geplanten Ausschreibungen und **Ansprache interessierter Einrichtungen unterstützen**, welche sich dann auf die Erprobung der Roboter bewerben können. Im Hinblick auf die Verstetigung des Kompetenzzentrums auch über die Projektlaufzeit hinaus ist auch der Aufbau von Kontakten **weiterer Roboterhersteller** interessant, welche in das Anwendungsfeld Pflege einsteigen und dafür auf die Unterstützung des Zentrums zurückgreifen wollen.

Das übergeordnete Ziel des Förderprogramms und somit sowohl des Begleitprojekts als auch der drei Kompetenzzentren ist die Weiterentwicklung und Diffusion robotischer Lösungen “Made in Germany”. Dies erfordert den Aufbau eines innovativen, domänenübergreifenden und nachhaltigen Robotik-ökosystems, das schwerlich durch ein einzelnes Kompetenzzentrum, sondern erst durch eine Bündelung der Kräfte realistisch erreicht werden kann. Das KomPArob-Team beabsichtigt daher direkt von Anfang an die **individuelle wie auch kooperative Verstetigung** im Kreis der ausgewählten Kompetenzzentren und unter Moderation des Begleitprojekts voranzutreiben.

## Literaturverzeichnis

- Nils Backhaus, Patricia H Rosen, Andrea Scheidig, Horst-Michael Gross, and Sascha Wischniewski. SSomebody Help Me, Please?! Interaction Design Framework for Needy Mobile Service Robots. In *2018 IEEE workshop on advanced robotics and its social impacts (ARSO)*, pages 54–61. IEEE, 2018.
- Simon Baumgarten, Theo Jacobs, and Birgit Graf. The robotic service assistant-relieving the nursing staff of workload. In *ISR 2018; 50th International Symposium on Robotics*, pages 1–4. VDE, 2018.
- R Berger. Informations- und Kommunikationstechnologien für die Pflege. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit, 2017.
- Joydeep Biswas and Manuela Veloso. The 1,000-km challenge: Insights and quantitative and qualitative results. *IEEE Intelligent Systems*, 31(3):86–96, 2016.
- Simon Bogh, Casper Schou, Thomas Rühr, Yevgen Kogan, Andreas Dömel, Manuel Brucker, Christof Eberst, Riccardo Tornese, Christoph Sprunk, Gian Diego Tipaldi, et al. Integration and assessment of multiple mobile manipulators in a real-world industrial production facility. In *ISR/Robotik 2014; 41st International Symposium on Robotics*, pages 1–8. VDE, 2014.
- Elizabeth Broadbent. Interactions with robots: The truths we reveal about ourselves. *Annual review of psychology*, 68:627–652, 2017.
- A Destatis. Pflege im Rahmen der Pflegeversicherung. Pflegestatistik 2019, [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Pflege/Publicationen/Downloads-Pflege/pflege-deutschlandergebnisse-5224001199004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Pflege/Publicationen/Downloads-Pflege/pflege-deutschlandergebnisse-5224001199004.pdf?__blob=publicationFile), 2020. 26.07.2021.
- Gregorio Di Franco, Andrea Peri, Valentina Lorenzoni, Matteo Palmeri, Niccolò Furbetta, Simone Guadagni, Desirée Gianardi, Matteo Bianchini, Luca Emanuele Pollina, Franca Melfi, et al. Minimally invasive distal pancreatectomy: a case-matched cost-analysis between robot-assisted surgery and direct manual laparoscopy. *Surgical Endoscopy*, 36(1):651–662, 2022.

- C Fricke, Sibylle Meyer, and G Wagner. Robots for the elderly? results from the berlin aging study ii with persons older than 60 years. *Innovation in Aging*, 1(Suppl 1): 1192, 2017.
- Timo Füermann. 10 Prozeßmanagement und Reengineering. *Rentabel durch Total Quality Management*, page 211, 2013.
- Manfred Godek. Smartes Säubern: So weit sind Reinigungsroboter schon heute. Moderne Industrie GmbH <https://www.instandhaltung.de/praxisanwendung/smartere-saeubern-so-weit-sind-reinigungsroboter-schon-heute-130.html>, 2020. 21.07.2021.
- Birgit Graf. Assistenzroboter für die Pflege. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 53(7):608–614, 2020.
- Birgit Graf, Ralf Simon King, Andrea Rößner, Christian Schiller, Walter Ganz, Dominic Bläsing, Johannes Fischbach, Nora Warner, and Manfred Bornewasser. Entwicklung eines intelligenten Pflegewagens zur Unterstützung des Personals stationärer Pflegeeinrichtungen. In *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen IV*, pages 25–49. Springer, 2018.
- Florenz Graf, Çağatay Odabaşı, Theo Jacobs, Birgit Graf, and Thomas Födisch. Mobikalow-cost mobile robot for human-robot interaction. In *2019 28th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, pages 1–6. IEEE, 2019.
- Horst-Michael Gross, Andrea Scheidig, Klaus Debes, Erik Einhorn, Markus Eisenbach, Steffen Mueller, Thomas Schmiedel, Thanh Q Trinh, Christoph Weinrich, Tim Wengefeld, et al. Koreas: robot coach for walking and orientation training in clinical post-stroke rehabilitation—prototype implementation and evaluation in field trials. *Autonomous Robots*, 41(3):679–698, 2017.
- Jae-Hyun Han, Dong-Jun Yeom, Jun-Sang Kim, and Young Suk Kim. Life cycle cost analysis of the steel pipe pile head cutting robot. *Sustainability*, 12(10):3975, 2020.
- Paul Harmon and Celia Wolf. The state of business process management. *BP Trends*, 2016.

- Rongbo Hu, Kepa Iturralde, Thomas Linner, Charlie Zhao, Wen Pan, Alessandro Pracucci, and Thomas Bock. A simple framework for the cost–benefit analysis of single-task construction robots based on a case study of a cable-driven facade installation robot. *Buildings*, 11(1):8, 2021.
- Kosta Jovanovic, Andrea Schwier, Eloise Matheson, Michele Xiloyannis, Esther Rozeboom, Nadine Hochhausen, Brecht Vermeulen, Birgit Graf, Peter Wolf, Zbigniew Nawrat, et al. Digital innovation hubs in health-care robotics fighting covid-19: novel support for patients and health-care workers across europe. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 28(1):40–47, 2021.
- Jeffrey Jutai and Hy Day. Psychosocial impact of assistive devices scale (piads). *Technology and Disability*, 14(3):107–111, 2002.
- Barbara Klein. Einsatz sozialer roboter in der pflege–roboter als freund und begleiter? *Pflege und digitale Technik*, page 84, 2019.
- Malene Korsholm, Jan Sørensen, Ole Mogensen, Chunsen Wu, Kamilla Karlsen, and Pernille T Jensen. A systematic review about costing methodology in robotic surgery: evidence for low quality in most of the studies. *Health economics review*, 8(1):1–9, 2018.
- Gerhard Linß et al. *Qualitätsmanagement für Ingenieure*. Hanser München, 2011.
- Sibylle Meyer. *Mein Freund der Roboter: Servicerobotik für ältere Menschen; eine Antwort auf den demografischen Wandel?* VDE-Verlag Berlin und Offenbach, 2011.
- Sibylle Meyer. Technische Unterstützung im Alter–was ist möglich, was ist sinnvoll? Expertise zum Siebten Altenbericht der Bundesregierung. 2016.
- Sibylle Meyer. Technische Assistenzsysteme zu Hause–warum nicht? Vergleichende Evaluation von 14 aktuellen Forschungs-und Anwendungsprojekten. In *Alter und Technik*, pages 147–176. Springer, 2018.
- Sibylle Meyer and C Fricke. Robot companions for stroke therapy–the acceptance of assistive robotics among 80 patients. *Innovation in Aging*, 1(Suppl 1):1192–1193, 2017a.

- Sibylle Meyer and C Fricke. „Guten Morgen, Lotti“. Autonome Roboter für eine emotionssensitive Unterstützung älterer Menschen – Segen oder Fluch? Das Beispiel „SYMPARTNER“. Neue Technologien für die Pflege. Grundlegende Reflexionen und pragmatische Befunde. V&R unipress, 2019.
- Sibylle Meyer and Ch Fricke. Robotic companions in stroke therapy: A user study on the efficacy of assistive robotics among 30 patients in neurological rehabilitation. In *2017 26th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)*, pages 135–142. IEEE, 2017b.
- Sibylle Meyer, C Fricke, S Spittel, and C Steinmann. Partizipatives Design in der Roboterentwicklung. 120 Senior\*innen beteiligen sich an der Gestaltung und 20 Senior\*innen an der Erprobung eines Assistenzroboters für die Häuslichkeit. TUP – Theorie und Praxis der Sozialen Arbeit, 2, 143-151., 2019.
- Linda Onnasch, Thomas Jürgensohn, Peter Remmers, and Christoph Asmuth. *Ethische und soziologische Aspekte der Mensch-Roboter-Interaktion*. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2019.
- Jürgen Pripfl, Tobias Körtner, Daliah Batko-Klein, Denise Hebesberger, Markus Weninger, Christoph Gisinger, Susanne Frennert, Hakan Efrting, Margarita Antona, Iliia Adami, et al. Results of a real world trial with a mobile social service robot for older adults. In *2016 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, pages 497–498. IEEE, 2016.
- Marija Radic, Agnes Vosen, and Birgit Graf. Use of robotics in the german healthcare sector. In *International Conference on Social Robotics*, pages 434–442. Springer, 2019.
- Karen Renaud and Judy Van Biljon. Predicting technology acceptance and adoption by the elderly: a qualitative study. In *Proceedings of the 2008 annual research conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists on IT research in developing countries: riding the wave of technology*, pages 210–219, 2008.
- Andreas J Reuschl. Prozessorganisation-Kritische Würdigung von Business Reen-

- gineering und Geschäftsprozessoptimierung für den Einsatz in Krankenhäusern. 2011.
- Patricia H Rosen, Sarah Sommer, and Sascha Wischniowski. Evaluation of human-robot interaction quality: A toolkit for workplace design. In *Congress of the International Ergonomics Association*, pages 1649–1662. Springer, 2018.
- Hermann J Schmelzer and Wolfgang Sesselmann. *Geschäftsprozessmanagement in der Praxis: Kunden zufrieden stellen – Produktivität steigern – Wert erhöhen*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2020.
- Karl Werner Wagner and Roman Käfer. *PQM-Prozessorientiertes Qualitätsmanagement: Leitfaden zur Umsetzung der ISO 9001*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2017.
- Dong-Jun Yeom, Eun-Ji Na, Mi-Young Lee, Yoo-Jun Kim, Young Suk Kim, and Chung-Suk Cho. Performance evaluation and life cycle cost analysis model of a gondola-type exterior wall painting robot. *Sustainability*, 9(10):1809, 2017.
- Xuyang Zhao, Cisheng Wu, and Duanyong Liu. Comparative analysis of the life-cycle cost of robot substitution: A case of automobile welding production in china. *Symmetry*, 13(2):226, 2021.
- Hou Zhi and Shi Nai-Yong. Cost-benefit analysis on remote maintenance for industrial robot. In *Journal of Physics: Conference Series*, volume 1676, page 012210. IOP Publishing, 2020.
- Athanasia Zlatintsi, AC Dometios, Nikolaos Kardaris, Isidoros Rodomagoulakis, Petros Koutras, X Papageorgiou, Petros Maragos, Costas S Tzafestas, Panagiotis Vartholomeos, Klaus Hauer, et al. I-support: A robotic platform of an assistive bathing robot for the elderly population. *Robotics and Autonomous Systems*, 126: 103451, 2020.