



**Förderung des Wissenstransfers für eine aktive Mitgestaltung des  
Pflegesektors durch Mikrosystemtechnik**

<http://www.wimi-care.de>

Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung

Förderkennzeichen: 01FC08024-27

**Working Brief 33**

(Quelle: <http://www.wimi-care.de/outputs.html#Briefs>)

**Fazit: CASERO Szenarien für WiMi-Care  
Technische Herausforderungen**

*Jochen Luz, Matthias Hilmer (MLR), Theo Jacobs, Birgit Graf (IPA)*

- Oktober 2011 -

Durch den Einsatz von Servicerobotern kann das Personal stationärer Altenpflegeeinrichtungen von zeitaufwendigen Routinetätigkeiten entlastet und diesen somit mehr Zeit für die eigentlichen Pflegetätigkeiten verschafft werden. Im Rahmen des WiMi-Care-Projekts wurden dafür in enger Zusammenarbeit mit den MitarbeiterInnen einer stationären Pflegeeinrichtung geeignete Einsatzszenarien für Serviceroboter in diesem Anwendungsbereich erarbeitet. Die Umsetzung erfolgte auf dem Fahrerlosen Transportfahrzeug (FTF) CASERO (Wäschetransport, Unterstützung der Nachtschicht) und dem Serviceroboter Care-O-bot 3 (Anbieten von Getränken, Einsatz als Unterhaltungsplattform). Im Rahmen zweier Praxisevaluierungen wurden sowohl die technische Leistungsfähigkeit als auch die Akzeptanz der Fahrzeuge untersucht. Dabei konnte gezeigt werden, dass ausgewählte Einsatzszenarien für solche Fahrzeuge in stationären Pflegeeinrichtungen bereits heute technisch umsetzbar sind. Zudem konnte eine hohe Akzeptanz durch die beteiligten Pflegekräfte und Bewohner festgestellt werden.

Im Folgenden werden die Fähigkeiten des im Projekt eingesetzten FTF CASERO, dessen Einsatzszenarien sowie die für den Praxiseinsatz durchgeführten Weiterentwicklungen dargestellt. Des Weiteren werden Informationen zu den Praxisevaluierungen und den dabei gewonnenen Erfahrungen/Erkenntnissen gegeben.

## **Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF)**

FTF werden heutzutage sowohl im industriellen Umfeld (Fig. 1), als auch zunehmend im Dienstleistungssektor eingesetzt. Schwerpunkt des Einsatzes im Dienstleistungssektor sind Krankenhäuser (Fig. 2), wo die FTF i.d.R. Container in für Patienten nicht zugänglichen Versorgungsebenen transportieren.



Fig. 1: FTF im industriellen Umfeld  
(Quelle: MLR System GmbH)



Fig. 2: FTF im Krankenhaus (Quelle:  
MLR System GmbH)

Allen diesen FTF, unabhängig davon wo sie eingesetzt werden sollen, ist gemein, dass sie für eine erfolgreiche Navigation im Einsatzgebiet bauliche Eingriffe erfordern, sei es durch Einbringen von Magneten, dem Anbringen von Reflektoren oder dem Verlegen von Leitspuren (induktiv oder optisch) im Boden.

Zunehmende Anfragen von potenziellen Kunden, diese FTF auch in Bereichen einzusetzen, in denen sich nicht eingewiesenes Personal (z.B. Patienten, Besucher) aufhalten und die baulichen Eingriffe für die Navigation zu minimieren, führten zur Realisierung des Technologieträgers CASERO<sup>□</sup> durch die MLR System GmbH. Das erste CASERO<sup>□</sup>-System wurde dabei im November 2008 fertiggestellt (Fig. 3). Der Roboter war bereits in der Lage, in öffentlichen Gebäuden, d.h. in unmittelbarer Nähe zu nicht eingewiesenen Personen, zu agieren und konnte u.A. als mobile Minibar für Hotels mit einem kleinen Kühlschrank ausgestattet werden (Fig. 4).



Fig. 3: CASERO® 1 Basisplattform  
(Quelle: MLR System GmbH)



Fig. 4: CASERO® 1 als mobile Minibar  
(Quelle: MLR System GmbH)

### **Ausgewählte Einsatzszenarien**

Auf Basis einer umfangreichen Bedarfsanalyse wurden für den Einsatz von CASERO in stationären Pflegeeinrichtungen zwei Szenarien identifiziert: die Durchführung von sowohl regelmäßigen Lieferungen (z.B. Abtransport von Schmutzwäsche bzw. Anlieferung von Frischwäsche; Versorgung der Stationen mit Essenstabletts, Getränkekisten, Post oder Medikamenten) als auch sporadischen Transportdiensten (z.B. Zustellung von Eilpostsendungen oder Wegfahren von Einzelgeschirr) sowie die Unterstützung der Pflegekräfte während der Nachtschicht (Fig. 5). Letzteres beinhaltet sowohl die Erkennung von Bewohnern in den Korridoren während einer Patrouillenfahrt als auch die Bereitstellung von Notfallequipment für eine schnelle und zielgerichtete Erste Hilfe.

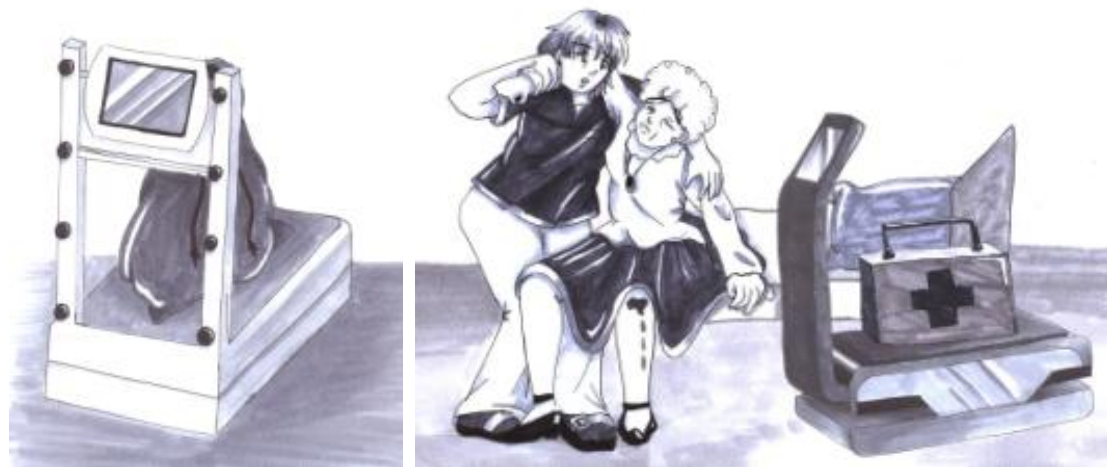


Fig. 5: Einsatzszenarien für CASERO: Wäschetransport und Notfallerkennung sowie Bereitstellung des Notfallkoffers während der Nachtschicht (Quelle: UID GmbH).

### Weiterentwicklung von CASERO im Hinblick auf die Szenarien

Aus der Bedarfsanalyse und den daraus abgeleiteten Anwendungsszenarien ergaben sich - anders als ursprünglich geplant - Anforderungen, die durch eine reine Weiterentwicklung der Softwarefunktionen von CASERO 1 nicht erfüllbar waren. Damit wurden die Konzeption und der Bau weiterer Ausbaustufen des Technologieträgers notwendig (Fig. 6, Fig. 7).



Fig. 6: CASERO 2 (Quelle: Fraunhofer IPA)



Fig. 7: CASERO 3 (Quelle: Fraunhofer IPA)

Im Vergleich zu seinen Vorgängern ist CASERO 3 insbesondere durch folgende Weiterentwicklungen gekennzeichnet:

- Ansprechende Optik, um Berührungs- bzw. Begegnungssängste zu minimieren und eine höhere Akzeptanz bei Bewohnern und Pflegepersonal zu erreichen.
- Optimierte Bedienung durch einen größeren, qualitativ hochwertigen, ergonomisch angebrachten Touchscreen und größere, ergonomisch angebrachte Taster.
- Vereinfachte Handbedienung/Wegschiebefunktion; Anforderung das FTF (z.B. bei Notfällen) von ungeübten Anwendern möglichst schnell von benötigten Flächen entfernen zu können.
- Aktive Lastaufnahme mittels eines Hubtisches; Notwendigkeit einer automatisierten Lastaufnahme um z.B. die Bereitstellung des Transportguts und dessen Aufnahme durch das FTF zeitlich zu entkoppeln.
- Verbesserte Kinematik; Notwendigkeit des Überfahrens von Spalten und Kanten z.B. bei der Einfahrt in Aufzüge.
- Integration einer WebCam; Während des Nachtszenarios kann das Pflegepersonal damit die Umgebung des FTF auf dem Stations-PC oder einer mobilen Einrichtung einsehen.
- Optimierte Warn-/Sicherheitseinrichtungen; z.B. zusätzliche 3-D-Kamera zum Vollvolumen-Kollisionsschutz; zur Erkennung von z.B. Bewohnern mit Gehhilfen und Betten auf dem Gang.

Die gesamte Kommunikation mit dem Anwender sowie mit peripheren Einrichtungen wird über das stationäre Leitsystem LogOS abgewickelt. Notwendige Erweiterungen der Leitsteuerung LogOS umfassten insbesondere die Anbindung der anwendungsspezifischen grafischen Benutzeroberfläche. Dies beinhaltet neben den Bedienoberflächen auf Stations-PCs und mobilen Einrichtungen (Fig. 8) auch die auf dem Touchscreen von CASERO 3 laufende Anwendung (Fig. 9).



Fig. 8: Übertragen des Kamerabilds von CASERO auf ein mobiles Endgerät (Quelle: Fraunhofer IPA)



Fig. 9: Abfrage von Bewohnerdaten am Bildschirm von CASERO 3 (Quelle: Fraunhofer IPA)

Die durchgeführten funktionalen Erweiterungen der Fahrzeugsteuerung umfassen insbesondere:

- Die informationstechnische Einbindung neuer Komponenten wie z.B. der 3-D-Kollisionsschutz-Kamera und des Touchscreens.
- Die Realisierung der Hubansteuerung.
- Die Optimierung der "Navigation mittels natürlicher Landmarken" , insbesondere der Robustheit bei sich temporär verändernder Einsatzumgebung und der Überbrückung von Bereichen in denen keine natürlichen Landmarken verfügbar sind.
- Die Realisierung des "Andockens" an grob positionierte Container.
- Die Realisierung der Umschaltbarkeit des FTF-Verhaltens (z.B. Piepen, Reaktion auf Hindernisse, Zeitpunkt der Batterieladung) in Abhängigkeit von Tag- und Nachteinsatz.

Mit der Weiterentwicklung der Szenarien über die Projektlaufzeit mussten die Ziele der Technikentwicklung mehrfach angepasst und erweitert werden. Umgekehrt wurden auch Details der Szenarien mit der Zeit verändert, um diese an die aktuellen bzw. im Rahmen des Projekts realisierbaren Fähigkeiten des Fahrzeugs und der Leitsteuerung sowie neuen Erkenntnissen bzgl. der Benutzeranforderungen anzupassen.

## Praxisevaluierungen im Pflegeheim

Im Rahmen von WiMi-Care wurden zwei jeweils einwöchige Praxisevaluierungen der Roboter in einer Altenpflegeeinrichtung durchgeführt. Der Fokus der ersten Testphase lag dabei auf der technischen Machbarkeit der Szenarien sowie einer ersten Evaluierung der Benutzerakzeptanz. Sie wurde nach der Hälfte der Projektlaufzeit durchgeführt und erlaubte damit, den Entwicklungsfortschritt im Projekt zu beurteilen.

Die zweite Testphase fand am Ende der Projektlaufzeit statt. Ziel war ein vollständiger Test der Szenarien und der für die Szenarien weiterentwickelten Roboter sowie eine abschließende Bewertung des Servicerobotereinsatzes im Pflegeheim durch Bewohner und Pflegekräfte. Für diese Testphase wurden alle vier Einsatzszenarien auf den Robotern umgesetzt. Mit CASERO wurden tagsüber Transporte zwischen Bewohnerbereich und Keller durchgeführt (Fig. 10). Zudem wurden die Fähigkeiten des Roboters, auf den Stationen Patrouille zu fahren und die Versorgung von Patienten in Notfallsituationen vorgestellt (Fig. 11).



Fig. 10: CASERO im Praxiseinsatz: Aufnahme des Wäschebehälters und Transport in den Keller (Quelle: Fraunhofer IPA)



Fig. 11: CASERO im Praxiseinsatz: Unterstützung des Personals bei Nacht (Quelle: Fraunhofer IPA)

### **Erfahrungen aus den Praxisevaluierungen - Technische Leistungsfähigkeit**

Die folgenden Aussagen beziehen sich insbesondere auf Beobachtungen aus der zweiten Praxisevaluierung, zu der die Anwendungsszenarien auf den Robotern vollständig umgesetzt wurden.

Auf CASERO wurden dabei wie geplant das Transportszenario und das Szenario zur Unterstützung des Pflegepersonals bei Nacht implementiert. Im Rahmen der Erprobung wurden mehrfach Transportbehälter mit frischer Wäsche vom Keller auf die anfordernde Station gefahren. Im Gegenzug wurden Container mit Schmutzwäsche von der Station in den Keller gebracht. Die Transportaufgaben wurden jeweils von den Pflegekräften eingegeben. CASERO konnte die Aufgaben dann vollkommen autonom ausführen.

Die Erkennung von Notfällen und die Bereitstellung eines Erste-Hilfe-Koffers durch CASERO konnte aus verständlichen Gründen nur simuliert werden. Bei den Tests wurde eine auf dem Gang befindliche Person jedoch sicher erkannt und das Pflegepersonal benachrichtigt.



Durch den Einsatz von erprobten Technologien für fahrerlose Transportsysteme, die in anderen Anwendungsbereichen wie z.B. Krankenhäusern schon heute im Einsatz sind, konnte eine hohe Zuverlässigkeit für CASERO erreicht werden. CASERO war in der Lage, unter Nutzung natürlicher Landmarken spurgenaue und zielsicher zu navigieren. Durch die ruhige und sichere Navigation des Fahrzeuges und die konstante Geschwindigkeit stellt das FTF für Personen ein voraussagbares Ereignis dar, so dass dessen Anwesenheit sowohl für Pflegekräfte und Bewohner als auch für Besucher und Angehörige zu keinerlei Irritationen führte. Auch die Einhaltung von Sicherheitsabständen und das Erkennen von (beweglichen) Hindernissen stellte in den Pilotanwendungen kein ernst zu nehmendes Problem dar.

Die Praxisevaluierungen zeigten jedoch auch, dass weitere Entwicklungsschritte notwendig sind, damit CASERO in diesem Anwendungsfeld effizient eingesetzt werden kann. Insbesondere ist eine Alternative zur Nutzung von rollbaren Containern zu realisieren, da in vielen (bestehenden) Pflegeeinrichtungen der notwendige Raum zur Bereitstellung solcher Container nicht vorhanden ist.

### **Nutzerakzeptanz**

Die Reaktion auf die Roboter war während beider Praxisevaluierungen durchweg positiv, sowohl beim Personal als auch bei den Bewohnern. Während der Pilotwochen herrschte eine lockere und angenehme Stimmung. Eine Pflegekraft beurteilte die Stimmung der Bewohner während der zweiten Praxisevaluierung wie folgt: "Die Bewohner waren neugierig. Auf der Station war eine Stimmung, ähnlich, wie wenn ein neuer Bewohner auf die Station kommt." Im Folgenden werden weitere Ergebnisse aus den Beobachtungen und Befragungen während der zweiten Praxisevaluierung vorgestellt.

CASERO wurde von den Pflegekräften als recht groß empfunden, dafür aber als angenehm leise. Die Lautstärke sahen sie insbesondere als einen Vorteil zu den aktuell verwendeten manuellen Wagen. Auch seine langsame Fahrweise wurde als angemessen beurteilt. Auf diese Weise konnte bei den Bewohnern und Pflegekräften erfolgreich Vertrauen gegenüber dem Roboter geschaffen werden, so dass diese selbst bei Begegnungen auf engen Fluren nicht ängstlich reagierten. Zudem reagier-

ten einige Bewohner locker und spontan auf CASERO. Beim Vorbeigehen winkte eine Bewohnerin ihm zu. Andere fragten interessiert nach, wie es mit den Tests vorangehe.

Einige Pflegekräfte äußerten die Befürchtung, dass die Flure von einigen Stationen zu schmal sein könnten. Dies sei insbesondere dann ein Problem, wenn Essens- oder andere Wagen auf den Fluren stehen und diese teilweise blockieren. Sie sahen ein Platzproblem, besonders weil CASERO bei einem Hindernis nicht ausweicht, sondern anhält und wartet, bis das Hindernis nicht mehr in der Nähe ist. Eine Pflegekraft äußerte, sie könne sich nicht vorstellen, dass ein Transportfahrzeug zusammen mit Bewohnern mit dem Fahrstuhl fahre. Er solle stattdessen lieber einen eigenen Fahrstuhl haben. Außerdem wurden die Behälter von CASERO von den Pflegekräften als zu hoch beurteilt, um schwere Wäschesäcke (bis zu 15 kg) hineinzuheben.

Zusammenfassend konnte jedoch ein hoher Grad der Zustimmung für CASERO erzielt werden. Zwar äußerten zwei Pflegekräfte ihre Vermutung, dass einige Bewohner skeptisch reagieren und Berührungängste zeigen könnten. Diese generelle Angst vor Neuem könne jedoch ihrer Meinung nach durch eine Eingewöhnungsphase und Gespräche mit den Bewohnern beseitigt werden.

### **Nutzerakzeptanz bezüglich der Szenarien**

Die zwei ausgewählten Szenarien wurden von den Pflegekräften durchweg positiv bewertet. Insbesondere wurde bei allen Szenarien eine Entlastung durch den Einsatz der Serviceroboter gesehen. Als Voraussetzung für einen erfolgreichen Robotereinsatz wurde generell eine hohe Zuverlässigkeit der Systeme genannt. Diese war nach Meinung der Pflegekräfte noch nicht in allen Fällen gegeben.

#### Transportszenario

Zum Transport-Szenario meinten die Pflegekräfte, dass sie sich die Unterstützung durch den Roboter insbesondere bei Hol- und Bringeaufgaben sehr gut vorstellen können. Folgende Kommentare wurden dazu seitens der Pflegekräfte geäußert:

- "Wenn ich mir vorstelle, er kann unseren Wäschewagen (Schmutzwäsche) runter transportieren, damit sie am nächsten Tag abgeholt werden kann, fänd ich das super. Oder Abfalltransport find ich auch gut. Das sind alles Wege, die macht man extra. Das wär schon schön."
- "Ich denke, für mich wäre ein Transportszenario innerhalb der Station nicht sinnvoll, ich wäre schneller wenn ich es selber trage - andere Kollegen (mit Bandscheibenproblemen) wären vielleicht eher froh."
- "Ist mir egal, wie lange er für seine Aufgaben braucht - Hauptsache er erledigt sie."

### Nachtszenario

Das "Patrouille fahren" und das Melden von auf dem Gang befindlichen Hindernissen im Nachtszenario wurden als positiv und hilfreich empfunden. Dies gilt auch für die Kamerafunktion, mit deren Hilfe die Pflegekraft auf der Benutzeroberfläche sehen kann, was sich auf dem Gang befindet. CASEROs Anwesenheit auf dem Gang wurde von den Pflegekräften als "beruhigend" eingeschätzt.

### **Zusammenfassung und Ausblick**

Im Rahmen von WiMi-Care und insbesondere den darin durchgeführten Praxisevaluierungen von Servicerobotern in einer stationären Pflegeeinrichtung konnte gezeigt werden, dass ausgewählten Einsatzszenarien bereits heute technisch umsetzbar sind. Mit dem fahrerlosen Transportfahrzeug CASERO wurden erfolgreich Transportaufgaben innerhalb des Pflegeheims ausgeführt. Auch eine nächtliche Patrouillenfahrt, bei der Bewohner auf dem Flur erkannt und an eine Pflegekraft gemeldet werden, war mit dem Roboter möglich. Dies wurde insbesondere dadurch begünstigt, dass bei der Entwicklung des CASERO bereits auf erprobte Technik für fahrerlose Transportfahrzeuge zurückgegriffen werden konnte.

Neben der technischen Eignung wurde bei beiden Praxisevaluierungen zudem eine hohe Akzeptanz durch die beteiligten Pflegekräfte und Bewohner festgestellt.



So reagierten die Bewohner sehr positiv auf die Roboter und zeigten sich interessiert und neugierig. In vielen Fällen sprachen sie die Roboter an oder antworteten auf Sprachausgaben.

Auch die Pflegekräfte äußerten sich sehr positiv über die Roboter und gaben an, sich eine Unterstützung durch Serviceroboter gut vorstellen zu können. Nicht zuletzt durch die intensive Vorbereitung der Testphasen gab es bei den Nutzern keinerlei Berührungsängste. Die ausgewählten Szenarien wurden nach den Erfahrungen aus den Praxisevaluierungen als sinnvoll bezeichnet. Unter der Bedingung, dass spätere Produkte zuverlässig und robust arbeiten, sahen die Pflegekräfte in den Tätigkeiten der Serviceroboter ein großes Unterstützungspotenzial.

Die Ergebnisse des Projekts zeigen, dass der Einsatz von Servicerobotern zur Entlastung des Personals stationärer Pflegeeinrichtungen gute Möglichkeiten bietet, um dem erwarteten Pflegenotstand entgegenzuwirken. Um dieses Ziel zu erreichen, besteht allerdings - je nach Einsatzszenario - noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Im Bereich der fahrerlosen Transportsysteme sind Anwendungen in Pflegeheimen schon heute denkbar.

Um die Zuverlässigkeit auch für anspruchsvolle Szenarien zu steigern, werden in den nächsten Jahren weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in verschiedenen Bereichen notwendig sein. Um eine effiziente, anwendungsorientierte Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu gewährleisten, müssen in Zukunft weitere Erprobungen von Servicerobotern in Pflegeeinrichtungen stattfinden. Dabei ist insbesondere die Durchführung von Langzeittests anzustreben, um die in diesem Projekt gewonnenen Ergebnisse zu verifizieren und den Weg für einen flächendeckenden Einsatz der Roboter zu ebnen.