

Roboter-Companions für die Schlaganfall-Therapie - Akzeptanzuntersuchungen mit 80 Patienten in der neurologischen Rehabilitation

Robot Companions for Stroke Therapy - Studying the Acceptance of Assitive Robotics among 80 Patients in Neurological Rehabilitation

S. Meyer, Ch. Fricke,
SIBIS Institut für Sozialforschung und Projektberatung GmbH,
Richard Wagner Str. 19, 10585 Berlin

email: sm@sibis-berlin.de

Kurzfassung

Ziel des Projekts ROREAS ist es, unter Einbeziehung medizinischer, technischer und sozialwissenschaftlicher Kompetenz, ein Eigentaining für Schlaganfallpatienten zu entwickeln, bei dem ein autonom agierender Roboter-Companion zum eigenständigen Gangtraining anleitet, kognitive Fähigkeiten unterstützt und zu selbständigem Training motiviert. In Deutschland erleiden jährlich ca. 262.000 Personen einen Schlaganfall; heute schon werden ca. 2–5% der Gesundheitskosten durch Schlaganfälle verursacht. Aktuelle Prognosen gehen davon aus, dass die Zahl der Betroffenen auf Grund des demographischen Wandels weiter steigen wird. Die Notwendigkeit neuer effektiver und nachhaltiger Therapien, insbesondere eines weitgehend selbständigen Übens der Patienten wächst enorm.

Die Entwicklung dieses robotischen Trainings-Assistenten wurde begleitet durch die kontinuierliche und umfassende Einbindung der Techniknutzer. N=30 Patienten wurden in die Erprobung des Roboter Companions einbezogen, zusätzlich hatten N=50 Patienten Gelegenheit, den Roboter in Gruppendiskussionen kennen zu lernen. Die Projektergebnisse zeigen, dass die Akzeptanz des im Projekt ROREAS entwickelten robotischen Gangtrainings, bei Patienten und Mitpatienten gleichermaßen gegeben ist: Der Roboter-Companion verspricht Abwechslung des Trainingsregimes, fördert nach Ansicht der Befragten, die Motivation zum Eigentaining und dazu, trotz Orientierungsschwierigkeiten das Zimmer zu verlassen, sich auf die robotische Begleitung einzulassen und ihren Übungsradius in der Klinik zu erweitern. Insgesamt wird das Roboter-Training von den Patienten als Bereicherung empfunden. Dem Roboter scheint es zu gelingen, die erwartete Brücke zwischen therapeutengeleiteten Gangtraining und autonomen Eigentaining in der Klinik und Weitertraining zu Hause zu schlagen.

Abstract

The ROREAS project aims to combine medical, technical and sociological expertise to develop a self-directed training for stroke patients. Herein, an autonomously acting robot-companion will guide an independent walking training, support cognitive abilities and motivate self-paced training. In Germany, a total of ca. 262,000 people suffer from strokes annually, today already 2-5% of health care costs are results of strokes – the need for innovative, effective and sustainable therapies, especially for a largely independent training, is growing enormously.

The development of a robotic training assistant was enabled and supported by a continuous and comprehensive integration of technical users. A number of thirty patients (N=30) tested the autonomously navigating robot-companion on the clinic floors; another fifty (N=50) had the opportunity to encounter the robot in the context of group discussions. The project results show that both patients and fellow patients accepted the developed robotic trainer. The companion promises a diverse training regime, motivates, according to informants, independent training and leaving the room, despite difficulties of orientation, as well as encouraging patients to allow robotic company and to expand the radius of training in the clinic. The robot seems to bridge the gaps between therapeutic assisted training, independent training in the clinic and additional training at home.

1 Einleitung

In Deutschland erleiden jährlich ca. 262.000 Personen einen Schlaganfall; der Schlaganfall ist die häufigste erworbene Behinderung im Erwachsenenalter [1]. Drei Monate nach dem Ereignis weisen ca. 25% der überlebenden Patienten schwere Einschränkungen in den Aktivitäten des täglichen Lebens auf und ca. 17% haben mittelschwere bis schwere Funktionsstörungen [2]. Heute schon werden ca. 2–5% der Gesundheitskosten durch Schlaganfälle

verursacht [3]. Aktuelle Prognosen gehen davon aus, dass die Zahl der Betroffenen auf Grund des demographischen Wandels weiter steigen wird.

Parallel dazu steigt die gesellschaftliche und individuelle Erwartung an die Rehabilitation; möglichst vielen Betroffenen soll die Rückkehr zum Arbeitsplatz oder – in höheren Altersgruppen - ein (weitgehend) selbständiges Leben in ihrem häuslichen Umfeld ermöglicht und eine dauerhafte familiäre Versorgung oder stationäre Pflege

vermieden werden. Die Notwendigkeit neuer effektiver und nachhaltiger Therapien wächst enorm.

In der neurologischen Rehabilitation besitzt die Wiederherstellung der Gehfähigkeit einen hohen Stellenwert. Diese verläuft, grob vereinfacht - in 3 Phase: Mobilisierung des Patienten aus dem Bett in den Rollstuhl, Wiederherstellung des Gehens sowie Verfeinerung der Gehfähigkeit durch konstantes Üben. [4]. Moderne Konzepte des motorischen Lernens fordern insbesondere für die unteren Extremitäten ein aufgabenspezifisches, repetitives Vorgehen.[5], d.h. wer Gehen wieder lernen möchte, muss gehen.

Gerade in der Phase bevor der Patient noch nicht selbstständig stehen oder gehen kann, wurden in den letzten Jahren zunehmend mit robotischen Hilfen experimentiert und evaluiert. Ansatzpunkt ist die zumeist der Ansatz Gewichtsentlastung mit Laufbändern zu kombinieren, was zu robotischen Lösungen wie der Lokomat der Firma Hocoma[6, 7, 8], oder der Haptic Walker des Fraunhofer IPK [9] sowie dem Einsatz von Exoskeletten [10,11] geführt hat.

Kann der Patient bereits selbstständig stehen und erste selbstständige Schritte gehen, wurden bisher vor allem manuelle Hilfen, wie einfachen Gehhilfen wie Rollatoren, Unterarmstützen oder 4-Punkt-Stöcke eingesetzt. In dieser späten Phase der Rehabilitation setzt das Projekt „ROREAS - Interaktiver robotischer Reha-Assistent für das Lauf- und Orientierungstraining von Patienten nach Schlaganfällen“ an¹. Hier setzt das Konzept des robotischen Trainings-Companions an.

2 Gangtraining mit robotischem Begleiter

Ziel des Projekts ROREAS ist es, durch robotische Assistenz das sogenannte *Eigenttraining des Patienten zu unterstützen*, d.h. Gehübungen anzuleiten, kognitive Fähigkeiten zu unterstützen und selbstständiges Training außerhalb der offiziellen Therapiezeiten zu motivieren.² Der robotische Assistent ist ein autonom sich auf den Klinikfluren bewegendes Companion, der dem Patienten auf seinen Trainingsgängen folgt und ihm die Sicherheit vermittelt, die er zum Eigenttraining benötigen. Das Training mit dem robotischen Assistenten soll die Brücke bauen zwischen dem Training mit einem menschlichen Therapeuten und dem Gehen allein ohne Begleitung. (siehe Abbildung 1).

Ein wichtiger Grund, warum Patienten selbständiges Gehen nicht ausreichend üben, sind krankheitsbedingte kognitive Einschränkungen, insbesondere der Orientierungsfähigkeit. Darauf reagiert Roreas durch wiederholtes Präsen-

tieren des Etagegrundrisses, auf dem der jeweilige Standorts des Patienten im Verhältnis zu seinem Zimmer eingetragen ist (vgl Abb. 3). Hiervon wird ein doppelter Effekt erwartet: der Patient soll lernen, sein eigenes Gehvermögen einzuschätzen und sein Orientierungsvermögen zu schulen. Dies macht das Training effektiver und für den Patienten abwechslungsreicher.

Die Bereitschaft der Patienten zu einem solchen technikgestützten Eigenttraining ist von ihrer Motivation, der passgenauen Unterstützung ihrer individuellen Kompetenzen, der durch die Mensch-Technik-Interaktion vermittelten Sicherheit und letztlich auch der Akzeptanz der eingesetzten Technologie abhängig.



Bild 1 Roreas begleitet Person beim Gangtraining

Zielgruppe für diesen Ansatz sind Patienten, die gerade die ärztliche Einwilligung erhalten haben, mit einem Hilfsmittel (Rollator, Vierpunktstock, Gehstock) ohne Begleitung eines Therapeuten zu gehen. Insbesondere soll Roreas ängstliche, antriebsgestörte oder selbstunsichere Patienten unterstützen, sich in einem immer größer werdenden Radius, in der Klinik sicher zu bewegen.

Umfangreiche Anforderungsanalysen aus medizinisch-therapeutischer und sozialwissenschaftlicher Perspektive führten zu folgendem Trainingsablauf:

Trainingsstart: Roreas meldet sich beim Patienten telefonisch in dessen Zimmer und bittet ihn auf den Flur zum Training. Er begrüßt den Patienten (Sprachausgabe), der Patient startet das Programm (Touchscreen auf dem Roboter).

Identifizierung: Roreas prüft durch das Scannen der Person, ob er mit dem richtigen Patienten Kontakt hat. Er unterrichtet den Patienten, wenn er ihn erkannt hat. (Abbildung 2)

¹ Projektpartner: Technische Universität Ilmenau, Ilmenau, MetraLabs GmbH, Ilmenau, m&i-Klinikgruppe, Bad Liebenstein; SIBIS Institut für Sozialforschung und Projektberatung GmbH, Berlin, Barmer GEK, Wuppertal; gefördert vom BMBF (Förderschwerpunkt: KMU-Innovativ), Laufzeit 7/2013-3/2016.



Bild 2 Voraussetzung einer stabile Personenerkennung: Scannen des Patienten vor Start des Trainings

Streckenwahl: Roreas zeigt dem Patient auf dem Bildschirm, welchen Weg er heute nehmen könnte. Er verwendet dabei einen Grundriss der Kliniketage, auf der das Training stattfinden wird. Auf dem Grundriss sind mögliche Ruhepunkte eingezeichnet (grüne Punkte) und mögliche Ziele des Trainings Speisesaal, Schwesternzimmer, Aufzüge, usw.) vermerkt.

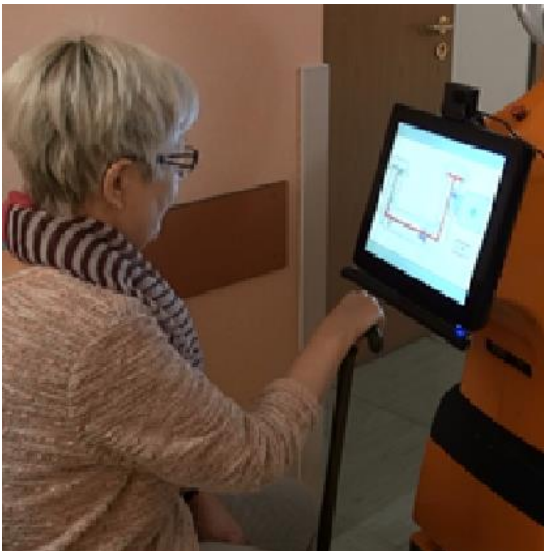


Bild 3 Gezeigter Etagengrundriss mit eingezeichneter Wegstrecke und markierten Ruhepunkten

Trainingsablauf: Der Patient wählt eine Strecke aus und geht los. Der Roboter folgt ihm in einem angenehmen und gleichmäßigen Abstand, er navigiert dabei auf dem Klinikflur weitgehend autonom [12, 13, 14]. Der Roboter weist auf Ruhepunkte hin und wartet beim Patienten, falls dieser

sich ausruhen möchte. Will der Patient weitergehen, folgt ihm der Roboter.

Leistungsabhängige Wegstrecken: Anfangs gehen die Patienten mehrfach bis zum einem nahegelegenen Ruhepunkt hin und zurück (einfaches Training). Wenn diese Distanz mühelos zurückgelegt werden kann, wird die Gehstrecke ausgedehnt (freies Training auf der Etage). Wurden 200 m ohne Pause gelaufen, sind alle Ziele in der Klinik möglich.

Anpassung an die Tagesform: Wenn der Patient deutlich früher eine Pause macht, als beim letzten Coaching, sollte Roreas den Rückweg zum Zimmer vorschlagen und parallel eine Meldung ans Stationszimmer absetzen.

Trainingsende: Das Training wird immer am Patientenzimmer beendet. Der Patient bekommt vom Roboter ein Feedback, wie weit er gegangen ist und wie lange er für diese Strecke gebraucht hat. Angestrebt ist der Leistungsvergleich zu den letzten Trainings. Parallel dazu wird der Patient gebeten, seine körperliche Verfassung nach Beendigung des Trainings zu bewerten. Beide Informationen dienen als Input für die nächste Trainingseinheit.



Bild 4 Interaktion am Trainingsende vor dem Patientenzimmer

3 Mensch-Maschine-Interaktion

Das Konzept der Mensch-Technik-Interaktion wurde durch kontinuierliche Einbindung der Nutzer entwickelt. Die Arbeiten begannen bereits weit vor Fertigstellung des späteren Roboters und wurden bis Projektende kontinuierlich fortgesetzt.

Dies führte zu folgendem Bedienkonzept:

- Die Informationsausgabe durch den Roboter erfolgt multimodal: der Roboter äußert sich verbal und gibt die Information gleichzeitig auf dem Screen als Text aus.
- Der Patient gibt Informationen und Befehle durch das Drücken von Buttons auf dem Touchscreens ein.

- Da die Bedienung des Roboters im Stehen (Rollatorfahrer) als auch im Sitzen (Stockgänger) möglich sein muss, trägt der Roboter zwei Screens in unterschiedlicher Höhe.



Bild 5 Interaktion am Trainingsende vor dem Patientenzimmer: Rollatorfahrer im Stehen

- Um die individuelle Gehgeschwindigkeit und die Übung der Orientierungsfähigkeit nicht zu beschränken, rollt der Roboter hinter dem Patienten. Der Patient hat freien Blick nach vorne und kann selbst entscheiden, wohin er gehen möchte.
- Das Robotertraining fungiert als Übergang zwischen dem Training mit einem Therapeuten und dem selbständigem Gehen, insofern sollte die Roboter gestalt weniger „menschlich“ als „technisch“ anmuten.
- Als motivierendes Element wurden Roboterkopf und –augen ausgewählt. Die Augen des Roboters zeigen immer in Richtung Patient, so dass die Interaktion mit der Maschine motiviert wird.

Um das Ziel der Stärkung der Motivation selbständig zu gehen sowie der Patientenautonomie zu unterstützen, wurden folgende Leitlinien für die Mensch-Roboter Interaktion entwickelt:

- Der Patient ist „Herr“ über den Roboter:
Ausgangshypothese des Projektes ist, dass die Motivation des Patienten zum Gangtraining gefördert UND die Angst/ Scheu des Patienten vor dem Roboterassistenten reduziert wird, wenn die Höhe darüber, was als nächstes geschieht allein beim Patienten liegt. Der Roboter richtet sich nach Handlungen des Patienten, sei es, dass er eine Pause braucht, ein Mitpatient ihn anspricht oder er das Training abbrechen möchte. Der Patient wird von der Maschine nicht geängelt und seine Freiheitsgrade nicht eingeschränkt.
- Der Roboter muss Vertrauen schaffen:
Die Motivierung ängstlicher Patienten zum Eigentraining wird gefördert, wenn der Patient dem Roboter vertraut, insbesondere dass dieser den Aufenthaltsort in der Klinik/ auf der Etage kennt, den richtigen Weg zum verabredeten Ziel weiß und den Patient jederzeit sicher zu seinem Zimmer zurückbringen kann. Dieses Vertrauen ist nur aufzubauen, wenn Personenerkennung und Navigation des Roboters ro-

bust und für den Patienten nachvollziehbar, mehr noch vorhersagbar sind.

- Mensch-Roboter-Kommunikation: „face-to-face“:
Die Kommunikation zwischen Roboter und Mensch soll „face-to-face“ erfolgen. Dies knüpft an gewohnte menschliche Kommunikationsmuster an. Es ermöglicht, sprachliche Informationen gut zu verstehen und die Eingabebutts gut lesen zu können. Interaktion im Gehen könnte Patienten mit sehr eingeschränkter Gehfähigkeit und mangelnder Balance gefährden. Diese „face-to-face-Interaktion zwischen Patient und Roboter findet vor allem an zwei distinkten Orten statt: vor dem Patientenzimmer und an den auf der Etage ausgewiesenen Ruhepunkte, nicht auf den Gehstrecken.
- Höfliche Navigation und Interaktion am Ruhepunkt:
Wenn der Patient eine Pause einlegt und sich auf einen der bereit gestellten Stühle setzt, fährt Roreas in eine geeignete Warteposition neben den Stuhl. Dies entlastet den Patienten (der Roboter steht nicht vor ihm und wird als drängend erlebt, weiterzugehen) und gibt ihm das Gefühl zu entscheiden, wann er weiter gehen will. [15]. In dieser Warteposition des Roboters an der Wand wird der Roboter nicht zum Hindernis für Mitpatienten und/oder Klinikmitarbeiter, die auf dem Flur unterwegs sind.
- Einhaltung der Privatsphäre auf dem halböffentlichen Flur:
Die Gangtherapie findet auf den Klinikgängen, also in der Kliniköffentlichkeit statt. Diese Rahmenbedingungen stellen nicht nur höchste Anforderungen an Personenerkennung und Navigation, sondern ebenfalls an die Einhaltung der Privatsphäre und der Sicherung der Persönlichkeitsrechte des Patienten. Dies bedeutet z.B. dass das Leistungsfeedback zum jeweiligen Training nicht per Sprachausgabe, sondern ausschließlich textlich mitgeteilt wird. Weder Mitpatienten, Pflegekräfte noch Angehörige können „mithören“.

4 Umsetzung durch kontinuierliche Nutzereinbindung

Die Entwicklung des robotischen Trainings-Companions, die Entwicklung der Bedienprozeduren und der Mensch-Technik-Interaktion wurde durch die kontinuierliche Einbindung der Schlaganfallpatienten der m&i Klinik Bad Liebenstein begleitet. Bereits in sehr frühen Stadien des Projektes wurden die Patienten mit der Anwesenheit von Robotern konfrontiert. Zwischen Anfang 2014 bis März 2016 wurden ihnen zunächst die Entwicklung des Konzeptes, später jeweils der aktuelle Entwicklungsstatus des Roboters und der MTI vorgestellt.

Insgesamt 30 Patienten konnten Gehübungen mit dem Roboter durchführen, die jeweiligen Evaluierungsergebnisse gingen in die Weiterentwicklung des Roboters ein.

	Nutzerstudien	Zielsetzung	Probanden
4-12/2014	Evaluation mit „Roboter-Dummy“	Entwicklung des MIT-Konzepts	6
4-9/2015	Evaluation mit Roboter I	Einfaches Gangtraining	16
11/2015-3/2016	Evaluation mit Roboter II	Freies Gangtraining	14

Tabelle 1: Nutzereinbindung in 3 Wellen

Der Umgang der Patienten mit dem Roboter wurde von hierfür geschulten Sozialwissenschaftlern beobachtet und durch umfangreiche Videoaufnahmen dokumentiert und die Ergebnisse dieser Untersuchungen für die technische Weiterentwicklung aufbereitet. Das SIBIS Institut hat hierfür geeignete nutzerzentrierte Methoden der Technologieentwicklung und der Nutzungserprobung entwickelt und validiert.[16]. Die kontinuierliche Nutzereinbindung und Nutzertests / trugen wesentlich zur kontinuierlichen Weiterentwicklung und Optimierung der technischen Umsetzung bei.

5 Akzeptanz des robotischen Gangtrainings

Die Untersuchung der Akzeptanz des robotischen Gangtrainings verfolgt eine Doppelstrategie und schließt zwei unterschiedliche Stichproben in die Befragungen ein:

- N= 30 Patienten, (=Roboter-Nutzer) wurden zu ihrem persönlichen Erleben des Trainings mit dem Roboter Companion befragt sowie zu ihrer Akzeptanz eines Einsatzes von Robotern in der Schlaganfall-Rehabilitation.
- N= 50 Mitpatienten aus der neurologischen Abteilung der m&i-Kliniken wurden in Gruppendiskussionen zu den gleichen Themen befragt. Diese Mitpatienten konnten den Roboter-Companion nicht selbst ausprobieren, jedoch den Roboter im Einsatz auf den Klinikfluren beobachten. Zusätzlich wurde der Roboter in den Veranstaltungen gezeigt und Videomitschnitte der Erprobungen präsentiert.

Die Ergebnisse aus beiden Befragungstypen geben wichtige Hinweise zur Akzeptanz des Einsatzes von Roboter Companions in einer Reha-Klinik, zu den patientenspezifischen Befürchtungen gegenüber Robotern sowie zu den Faktoren, die die spätere Einführung robotischer Assistenten patientenseitig unterstützen können.

5.1 Stichprobe

Zum direkten Vergleich der Aussagen der beiden Befragungen haben wir eine Stichprobe zusammengestellt, das gleich zusammengesetzte Subsamples enthält, sodass ein systematischer Vergleich der Roboter-Nutzer und der Mitpatienten möglich wird.

Die gebildeten Subsamples sind in der Besetzung der Zellen und der Altersverteilung gleich; die Verteilung nach Geschlecht ist relativ ausgewogen. Insgesamt wurden N=38 Patienten in folgenden Auswertungen einbezogen. Eine Übersicht über die Die Verteilung nach Altersgruppen und Geschlecht zeigt Tabelle 2:

Patientengruppen	Frauen	Männer	Gesamt
Nutzer bis 75 Jahre	6	5	11
Nutzer über 75 Jahre	5	3	8
Mitpatient bis 75 Jahre	6	5	11
Mitpatient über 75 Jahre	4	4	8
Gesamt	21	17	38

Tabelle 2 Übersicht über die Stichprobe

Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse konzentrieren sich auf die unterschiedliche Akzeptanz seitens der Nutzer und der Mitpatienten. Auf Alters- und Geschlechtsunterschiede wird in der Regel nicht eingegangen. Insgesamt lässt sich sagen, dass sich Alters- und Geschlechtsunterschiede offenbar durch die Erfahrung mit dem Roboter nivellieren. Sie sind bei den Nutzern deutlich weniger ausgeprägt als bei den Mitpatienten oder gar nicht vorhanden.

5.2 Motiviert der Roboter zum selbständigen Trainieren?

Das Eigentaining ist für viele Patienten durch krankheitsbedingte sowie psychologische Faktoren erschwert. Dies ist der Ausgangspunkt für die Untersuchung der Wirksamkeit von Roboter Companions als Unterstützung des Eigentrainings in der Klinik. Viele der Schlaganfallpatienten weisen zudem auch kognitive Einschränkungen auf, die das selbständige Trainieren in der Klinik ebenfalls erschweren. Hemmend sind vor allem Orientierungsschwierigkeiten, die es den Patienten verunmöglichen, sich sofort in der kompliziert aufgebauten Klinik zurechtzufinden und ihr Ziel bzw. wieder ihr Zimmer zu erreichen.

90% aller Befragten hatten bei Einweisung in die Klinik Orientierungsprobleme und ca. 60% der Befragten haben auch zum Zeitpunkt der Befragung, 3 – 12 Wochen nach Einweisung in die Reha-Klinik, noch Schwierigkeiten sich allein zurecht zu finden. Besonders herausfordernd ist es, sich von den täglich wiederkehrenden Wegen zum Speisesaal, Schwesternzimmer oder zu den Therapieräumen zu entfernen. Vor allem Klinikbereiche, in denen zu Tagesrandzeiten keine Mitpatienten oder Klinikmitarbeiter zu vermuten sind, werden gemieden. Damit wird je-

doch der Geh- und Übungsradius, den das Klinikgebäude als Trainingsstrecke bietet, nicht ausgeschöpft.

Vergleicht man nun die Einschätzung der Roboter-Nutzer mit denen der befragten Mitpatienten, ob sie ein Training mit dem Roboter Companion dem Alleinüben vorziehen würden, zeigen sich interessante Unterschiede.

50% der Mitpatienten, die den Roboter nicht als Trainings-Companion ausprobieren können, gehen davon aus, dass ein Training mit dem Companion einem Alleinüben vorzuziehen wäre. Demgegenüber meinen fast drei Viertel derjenigen Patienten, die eine Begleitung durch den Roboter erlebt haben, dass dies dem Gehen-Üben ohne Begleitung vorzuziehen ist.

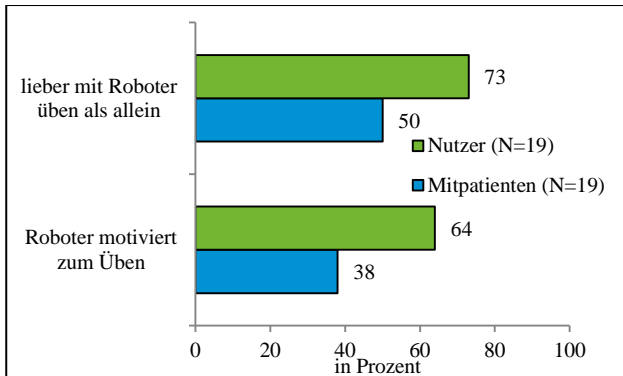


Bild 8: Trainiere lieber mit Roboter als allein; Roboter motiviert zum Üben.

Interessant sind hier die altersspezifischen und geschlechtsspezifischen Unterschiede. Bei beiden Gruppen zeigen die Frauen (73% der weibl. Nutzer und 80% der weibl. Mitpatienten) die höchste Bereitschaft, mit dem Roboter zu gehen. Bei den Männern sind es dagegen nur 50% (Nutzer) bzw. 44% (Mitpatienten).

Betrachtet man die Altersgruppen so zeigt sich bei den jüngeren Mitpatienten (82%) eine deutlich höhere Bereitschaft als bei den älteren (32%). Dagegen ist die Bereitschaft mit einem Roboter zu trainieren bei den älteren Nutzern (75%) höher als bei den jüngeren (55%).

Vor dem Hintergrund des Forschungsstandes zur Abhängigkeit der Technikakzeptanz von Alter und Geschlecht [17] waren diese Unterschiede, mit Ausnahme der hohen Bereitschaft bei den jüngeren Mitpatienten, nicht zu erwarten. Bei den Frauen scheint, ein besonders starkes Bedürfnis nach einer Begleitung, die sonst geringere Technikaffinität mehr als auszugleichen. Bei den älteren Nutzern erstaunt die hohe Roboteraffinität ebenso, sie ist vermutlich, auf die positive Erfahrung mit dem Roboter zurückzuführen.

Insgesamt zieht sich dieser Trend durch die gesamte Befragung: erwartete geschlechtsspezifische und altersspezifische Differenzen der Technikakzeptanz nivellieren sich bei den Nutzern, was nur durch die positiven Erfahrungen mit dem Roboter erklärt werden kann.

Vergleicht man die Einschätzungen der Nutzer und der Mitpatienten zeigen sich große Unterschiede hinsichtlich der Frage, ob der Roboter Companion motiviert, das Ge-

hen auch außerhalb der Therapiestunden zu üben. Etwas mehr als ein Drittel der Mitpatienten können sich vorstellen, dass der Roboter zum Training motivieren könnte, aber fast zwei Drittel der Roboter-Nutzer fühlen sich motiviert mehr zu üben, als ohne den Companion.

Dass der Roboter Companion zur Steigerung der Trainingsmotivation beiträgt, wird von den Interviewten mit einem Bündel von Argumenten begründet. Wichtige Hinweise sind „man kann sich ganz auf sich selbst konzentrieren“, „man wird nicht abgelenkt durch einen menschlichen Begleiter“ (z.B. durch Angehörige), „Es macht Spaß, wenn solch ein Blechkamerad hinter einem her rollt“ oder „der Roboter ist immer gleich geduldig – und nie schlecht gelaunt“.

Die Beobachtung der Roboter-Nutzer zeigt, dass die Patienten, die mit dem Roboterassistenten üben, weitere Strecken gelaufen sind als bisher. (Zitat: „Ich bin noch nie soweit gelaufen“). Dies gibt nicht nur Hinweise darauf, dass die Trainingsmotivation der Patienten gesteigert wird, sondern ebenfalls, dass das therapeutische Ziel des Projektes (Intensivierung des Eigentrainings, Erhöhung der Trainingsintensität) durch den Einsatz des Roboter Companions in der Schlaganfall-Rehabilitation erreicht – oder zumindest unterstützt wird. Letzterer Aspekt muss jedoch weiter systematisch untersucht werden.

Hinzu kommt, dass sich die Patienten in Klinikflure vorwagen, in denen sie noch nie gewesen sind. Auch dies sind Hinweise auf den motivierenden Charakter des Robotertrainings. Die Patienten wagen sich, begleitet durch den Companion in abgelegene Klinikflure, die außerhalb der angestammten Wege zum Speisesaal oder Aufzug führen. Dies wiederum gibt Selbstbewusstsein, den eigenen Übungsradius in der Klinik zu erweitern.

Nicht zu vernachlässigen ist sicher der motivierende Faktor „etwas Besonderes“ zu sein, wenn der Patient von einem Roboter verfolgt wird. Die Mitpatienten, denen die Roboter-Nutzer im Flur begegnen, schauen interessiert, oder fragen die Nutzer nach ihrem Erleben. Es ist etwas Besonderes, als Roboter-Nutzer ausgesucht worden zu sein, das die Nutzer von den Mitpatienten unterscheidet.

5.3 Kann man einem autonomen Roboter-Companion in der Reha vertrauen?

Vergleicht man das Vertrauen, das Mitpatienten und Roboter-Nutzer in den Roboter haben, zeigen sich ebenfalls Unterschiede. Hier sind es die Mitpatienten, deren Vertrauen in die Technologie höher ist als die der Roboter Nutzer (89% bzw. 68%)

Der hohe Vertrauensvorsprung der Mitpatienten ist bemerkenswert; der Hintergrund wird in den Gruppendiskussionen deutlich. Die Mitpatienten gehen davon aus, dass ein technisch so modernes Therapiegerät wie ein Roboter in einer Klinik nur dann eingesetzt wird, wenn der sicher, robust und patientenfreundlich ist. Der Garant des Vertrauens ist also nicht nur die moderne Technologie, sondern das vertrauenerweckende Kliniksetting – in einem anderen Setting wären nicht unbedingt die gleichen Einschätzungen zu erwarten.

Die etwas niedrigeren Werte der Nutzer (68%), dürften durch ihre Erfahrung mit dem Roboter-Prototypen und dessen noch vorhandenen Fehler in der Navigation, Personenerkennung oder Sprachausgabe zu erklären sein.

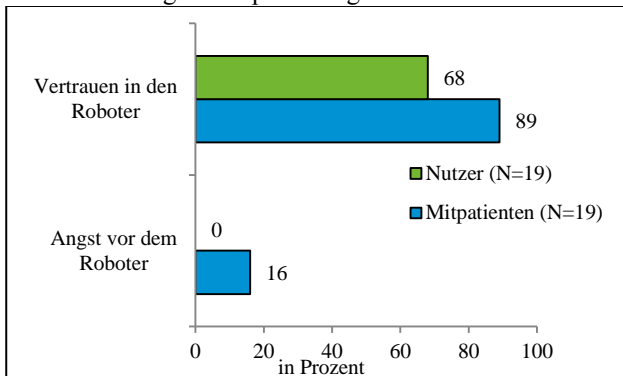


Bild 9: Vertrauen in den Roboter/ Angst vor dem Roboter lehne ich ab

Berührungängste vor dem Roboter haben nur sehr wenige Mitpatienten und –erwartungsgemäß – keine der Nutzer. Die Roboter Nutzer haben erfahren, dass der Roboter handhabbar ist, sie weder gefährdet noch unvorhergesehene Dinge tut. Doch auch die Befürchtungen der Mitpatienten sind mit 16% (N= 3) nur gering ausgeprägt. Auch hierfür dürfte das Zutrauen in die Technik vom allgemeinen Vertrauen in die Klinik unterstützt werden.

Die gefundene geringe Ausprägung von Befürchtungen gegenüber Robotern in der Schlaganfall-Therapie ist erstaunlich: schließlich ist der erprobte Roboter keine automatisierte Version eines traditionellen Fitnessgeräts, wie es die Patienten aus dem Fitnessraum oder dem Handstudio kennen, sondern ein autonom in der Kliniköffentlichkeit agierender Roboter Companion. Der von ihm begleitete Patient exponiert sich gegenüber seinen Mitpatienten und dem Klinikpersonal, was eigentlich Berührungängste fördern als abbauen dürfte.

Eine prinzipielle Ablehnung eines Trainings mit einem Roboter (ohne Abbildung) findet sich nur bei den Mitpatienten 21% (N=4) geben an ein Training mit dem Roboter prinzipiell abzulehnen. Gründe für die Ablehnung des Trainings mit einem Roboter liegen in einer prinzipiellen Ablehnung von Robotern in der Gesellschaft und insbesondere im Gesundheitswesen. Typische Argumente, die in den Diskussionen genannt wurden, sind „Roboter vernichten wichtige Arbeitsplätze“, „bald gibt es keine menschlichen Therapeuten mehr“, „Letztlich geht es doch immer nur um Rationalisierung“. Dieser Gruppe der Roboter-Ablehner, steht der Einschätzung der Mehrheit der Mitpatienten gegenüber, die technische Neuerungen prinzipiell für notwendig und sinnvoll erachten und technische Innovationen in der Therapie, die den Therapieerfolg und letztlich die eigene Genesung unterstützen, gut heißen.

Keiner der Roboternutzer lehnt nach der gemachten Erfahrung eine Begleitung durch einen Roboter Companion ab. Dies gilt, obwohl einige der Nutzer anfangs durchs skeptisch gegenüber einem Robotertraining eingestellt waren.

5.4 Was unterstützt die Motivation zum Training mit einem Roboter-Companion?

Fragt man nach weiteren Gründen, die zu einer Motivationserhöhung durch Robotertraining führen könnten, kommen auch nicht-medizinische Faktoren ins Spiel. Zu nennen ist hier zunächst das Moment der Abwechslung, das von einem Gehtraining in Begleitung eines Roboters erwartet wird. Fast 80% der Mitpatienten und fast 90% der Nutzer geben diesen Aspekt als Grund an, sich auf das Robotertraining einzulassen; Abwechslung gegenüber dem doch häufig als eintönig angesehenen Alleingehens und ebenfalls Abwechslung gegenüber dem traditionellen Training mit dem Physiotherapeuten.

In ähnliche Richtung geht die Erwartung bzw. Erfahrung, das Gehen mit einem Roboter mache Freude. Fast 90% der Mitpatienten gehen davon aus, dass das Training mit dem Roboter Spaß machen würde und fast 60% der Nutzer, geben nach ihrer Erfahrung mit dem Roboter Companion an, das roboterbegleitete Gehtraining würde Freude machen.

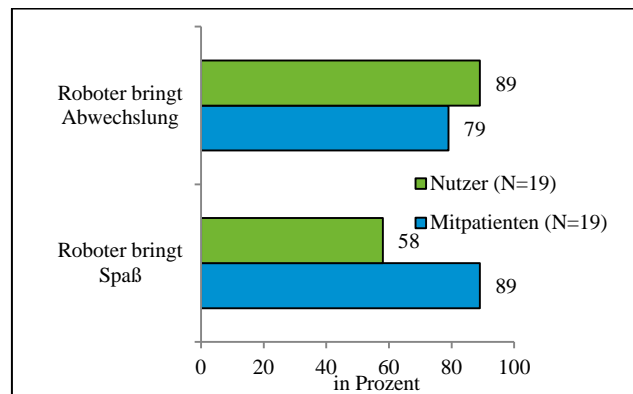


Bild 10: Roboter bringt Abwechslung ins Training/ Robotertraining macht Spaß

Fragt man danach, was die Motivation zum Training mit dem Roboter noch weiter unterstützen könnte, kommen vor allem Sicherheitsargumente ins Spiel.

Wesentlich scheint hier eine Notruffunktion des Roboters zu sein, wenn der trainierende Patient einen Schwächeanfall hätte oder stürzen würde. Die Befragten stellen sich vor, dass ein Hilferuf ins nächstgelegene Schwesternzimmer gesendet würde und von dort ein Klinikmitarbeiter geschickt würde.

Fast drei Viertel der Mitpatienten (74%) und fast alle Nutzer (95%) geben an, dass eine solche Funktion es ihnen erleichtern würde, auch Klinikbereiche zu erkunden, in denen nicht unbedingt Mitpatienten oder Klinikpersonal auf den Fluren vermutet werden. Insbesondere für die Untergruppe der älteren Nutzer wäre diese Zusatzfunktion erleichternd. Dies geben 100% der über 75jährigen Schlaganfallpatienten an.

Eine solche Hilfefunktion konnte im Projekt bisher noch nicht realisiert werden, wäre aber für die spätere Markteinführung zu beachten.

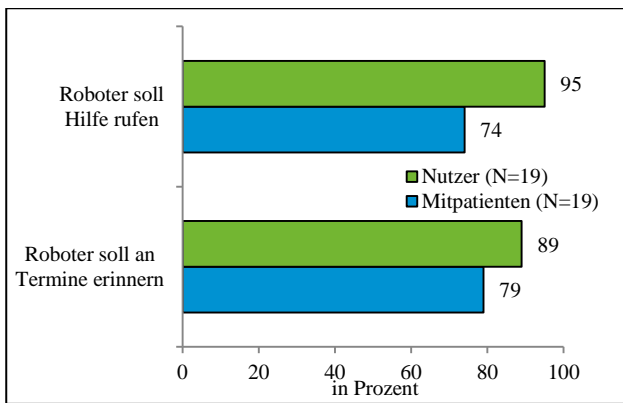


Bild 11: Roboter sollte Hilfe rufen können/ Roboter sollte an Termine erinnern.

Eine Sicherheitsfunktion auf kognitiver Ebene wäre ein weiterer Faktor, der die Motivation mit dem Roboter Companion zu üben, unterstützen würde. Ein weiterer Grund, der die Patienten davon abhält, sich selbständig in den Therapiepausen durch die Klinik zu bewegen, ist ihre Sorge, die nächsten Termine zu versäumen. Hier wäre es für die Patienten hilfreich, wenn der Roboter sie rechtzeitig daran erinnern würde und das Roboter Training rechtzeitig beenden würde bzw. den entsprechenden Therapieraum als nächstes Ziel vorschlagen würde. Fast 80% der Mitpatienten und sogar fast 90% der Nutzer hielten diese für eine Erweiterung des Funktionsspektrums des Roboters, der es ihnen erleichtern würde mit dem Companion auf Erkundungstour zu gehen.

Die Befragung zeigt, dass zur Unterstützung der Trainingsmotivation der Schlaganfallpatienten nicht medizinisch-therapeutische Funktionen das Training unterstützt werden könnten. Insofern legen die Ergebnisse zu nahe, dass die therapeutische Zielsetzung eines robotischen Gangassistenten mit Assistenzfunktionen gekoppelt werden sollten. Eine trennscharfe Differenzierung in Therapiegerät und Alltagsassistenz scheint nicht angemessen, vielmehr kann die Therapiefunktion durch alltagsassistierende Funktionen angereichert und unterstützt werden.

6 Ausblick

Ergebnis des Projektes ist eine weitgehende technische Annäherung an das therapeutischen Ausgangsszenarios „Freies Gangtraining auf den Klinikfluren“, in dem ein robotischer Companion vorwiegend autonom auf den Fluren der Klinik navigiert, die Patienten auf ihren Übungsgängen begleitet und sie durch eine eigens entwickelte Mensch-Technik-Interaktion motiviert.

Die bisherigen Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Akzeptanz des robotischen Gangtrainings bei Patienten und Mitpatienten durchaus gegeben ist und durch die Weiterentwicklung des Roboters sowie der auf der Plattform verfügbaren Funktionen noch gesteigert werden könnte. Hierzu zählen Funktionen wie der Notruf an das Schwesternzimmer, falls der Patient sich überfordert fühlt oder

gar stürzt, sowie die Erinnerung an seine laufenden Termine. Gerade letzteres würde voraussetzen, dass der Roboter in die Kliniksoftware eingebunden würde, was in dem laufenden Projekt noch nicht realisiert werden konnte, sondern Nachfolgevorhaben überlassen bleibt.

Auch schon in der bisher realisierten Version verspricht der Trainingsroboter Abwechslung des Trainingsregimes fördert die Motivation zum Eigentaining und fordert die Patienten heraus, trotz Orientierungsschwierigkeiten ihr Zimmer zu verlassen und ihren Gehradius in der Klinik zu erweitern. Dies wiederum gibt nicht nur Hinweise darauf, dass die Trainingsmotivation der Patienten gesteigert wird, sondern ebenfalls darauf, dass das therapeutische Ziel des Projektes (Intensivierung des Eigentrainings, Erhöhung der Trainingsintensität) durch den Einsatz des Roboter Companions in der Schlaganfall-Rehabilitation unterstützt wird. Letzteren Aspekt gilt es in weiterführenden Studien zu untersuchen.

Das Projekt hat die Machbarkeit eines Eigentrainings mit Roboterbegleitung zeigen können. Der Ansatz scheint uns so erfolversprechend, dass eine Weiterführung des Konzeptes „Eigentaining mit robotischem Companion“ geplant ist. Ziel wird es sein, den Aspekt des Orientierungstrainings weiter in das Lauftraining zu integrieren und den Roboter in die Therapie-Software der Klinik einzubinden, so dass das robotergestützte Eigentaining und das therapeutengestützte Training besser verzahnt werden können. Weiterhin ist geplant, das Training über mehrere Stockwerke auszudehnen, was im laufenden Projektzeitraum, auf Grund technischer Schwierigkeiten mit der Einbindung der Aufzug-Software ebenfalls noch nicht realisiert werden konnte.

Und last but not least wird es darum gehen, die therapeutische Wirkung des Ansatzes „Eigentaining mit robotischem Companion“ für die Schlaganfall-Therapie besser zu untersuchen, als dies bisher möglich war. Die bisher erzielten Hinweise müssen letztlich durch systematische Wirkungsstudien untermauert werden. Erst dann lässt sich abschätzen, ob die mit dem Einsatz robotischer Companions in der Rehaklinik verbundenen Kosten, medizinisch-therapeutisch zu rechtfertigen sind und ob es zukünftig Roboter Companions gelingen kann, die Brücke zwischen therapeutengeleiteten Gangtraining, autonomen Eigentaining in der Klinik und Weitertraining zu Hause zu schlagen.

7 Literatur

- [1] Heuschmann, H.U. et al.: Schlaganfallhäufigkeit und Versorgung. Aktuelle Neurologie, 2010, 37, S. 333–340.
- [2] Ward, A., Payne, K. A., Caro, J.J. et al.: Care needs and economic consequences after acute ischemic stroke: The Erlangen Stroke Project. European Journal of Neurology (2005) p. 12: 264
- [3] Johnston, S.C., Mendis, S., Mathers, C.D.: Global variation in stroke burden and mortality: Estimates from monitoring, surveillance, and modelling. Lancet Neurol, (2009) 8, p. 345–354

- [4] Carr, J.H., Shepherd, R.B.: A Motor Relearning Programme for Stroke, Aspen Publishers, 2nd ed., 1987
- [5] Asanuma, H., Keller, A.: Neurobiological basis of motor learning and memory. *Concepts of Neuroscience*, 2 (1991), p. 1-30
- [6] Calabro, R.S., Reitano, S., Leo, A., De Luca, R., Melegari, C., Bamanti, P.: Can robot-assisted movement training (Lokomat) improve functional recovery and psychological well-being in chronic stroke? Promising Findings from a Case Study. *Functional Neurology* 2014, 29 (2), S. 139-141
- [7] Rienen, R., Lünenburger, L., Maier, I.C., Colombo, G., Dietz, V.: Locomotion Training in Subjects with Sensori-Motor Deficits. An Overview of the Robotic Bait Orthosis Lokomat: *Journal of Healthcare Engineering*, Vol.1, 2010 (2), S. 197-216
- [8] Hidler, J., Nichols, D., Pellicio, M., Brady, K., Danielle, D., Campell, P.T., Jennifer, H., Kahn, P.T., Hornby, T.G.: Multicenter Randomized Clinical Trial Evaluating the Effectiveness of the Lokomat in Subacute Stroke, *Neurorehabil Neural Repair* (2009) 23. p. 5-13
- [9] Schmitt, H., Werner, C., Bernhardt, R., Hesse, S., Krüger, J.: Gait rehabilitation machines based on programmable footplates, *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, (2007) 4 (2)
- [10] Cruciger, O., Tegenthoff, M., Schwenkrais, P., Thomas, A., Schildhauer, M.D., Aach, D.: Locomotion training using voluntary driven exoskeleton (HAL) in acute incomplete SCI. *Neurology* July 29 (2014) vol. 83 no. 5 474
- [11] Chen, B., Ma, H., Qin, L.-Y., Gao, F., Chan, K.-M., Law, S.-W., Qin, L., Liao, W.-H.: Recent Developments and challenges of lower extremity exoskeletons. *Science direct* (<http://ees.elsevier.com/jot>)
- [12] Gross, H.-M., Scheidig, A., Eisenbach, M., Trinh, Th., Wengefeld, T.: Assistenzrobotik für die Gesundheitsassistenz - ein Beitrag zur Evaluierung der Praxistauglichkeit am Beispiel eines mobilen Reha-Roboters. *Proc. 9th German AAL Conference (AAL)* 2016
- [13] Scheidig, A., Einhorn, E., Weinrich, Ch., Eisenbach, M., Müller, St., Schmiedel, Th., Wengefeld, T., Trinh, Th., Gross, H.-M., Bley, A., Scheidig, R., Pfeiffer, G., Meyer, S., Oelkers, S.: Robotischer Reha-Assistent zum Lauftraining von Patienten nach Schlaganfall: Erste Ergebnisse zum Laufcoach. in: *Proc. of 8th German AAL Conference* (2015), Frankfurt, Germany, pp. 436-445
- [14] Gross, H.-M., Debes, K., Einhorn, E., Müller, St., Scheidig, A., Weinrich, Ch., Bley, A., Martin, Ch.: Mobile Robotic Rehabilitation Assistant for Walking and Orientation Training of Stroke Patients: A Report on Work in Progress. *Proc. IEEE Int. Conf. on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)* 2014, San Diego, USA, 2014, pp. 1895-1902
- [15] Meyer, S.: *Mein Freund der Roboter? Servicerobotik für Ältere, eine Antwort auf den demographischen Wandel?* Frankfurt 2011
- [16] Meyer, S., Fricke, Ch.: *Vorschlag für ein Konzept der vierstufigen Nutzerintegration für die Entwicklung von Roboter Companions*, 2016 (in Vorbereitung)
- [17] z.B. Meyer, S., Mollenkopf, H., (Hg): *AAL in der alternden Gesellschaft. Anforderungen, Akzeptanz und Perspektiven*, VDE-Verlag 2010
Künemund, H.: *Chancen und Herausforderungen assistiver Technik - Nutzerbedarfe und Technikakzeptanz im Alter. Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 2015, 24 (2), 28-35
Schelisch, L., *Technisch unterstütztes Wohnen im Stadt-*

quartier. *Potentiale, Akzeptanz und Nutzung eines Assistenzsystems für ältere Menschen* (Springer) 2016

Danksagung: Das Projekt „ROREAS - Interaktiver robotischer Reha-Assistent für das Lauf- und Orientierungstraining von Patienten nach Schlaganfällen“ wurde von 2013-2016 gefördert vom BMBF, Förderschwerpunkt KMU-Innovativ.