

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/358177700>

Auswahlverfahren für Telepräsenzroboter für die Unterstützung von Schlaganfallpatient*innen

Preprint · January 2022

DOI: 10.13140/RG.2.2.35546.00968

CITATIONS

0

READS

14

3 authors, including:



Christof Popp

Ostbayerische Technische Hochschule

2 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



TePUS: Telepräsenzroboter für die Pflege und Unterstützung von Schlaganfallpatientinnen und -patienten [View project](#)



Regensburg Center of Health Sciences and Technology (RCHST) [View project](#)

TELEPRÄSENZROBOTER FÜR DIE PFLEGE UND UNTERSTÜTZUNG VON SCHLAGANFALLPATIENTINNEN UND -PATIENTEN (TEPUS) IM REGIERUNGSBEZIRK OBERPFALZ: DEINHAUS 4.0



Arbeitspapier 1.02: Auswahlverfahren für Telepräsenzroboter für die Unterstützung von Schlaganfallpatient*innen, Version 1

Autor*innen: Christof Popp, Luise Middel, Prof. Dr. Georgios Raptis

Wissenschaftliche Projektleitung: Prof. Dr. Karsten Weber

Herausgeber: Ostbayerische Technische Hochschule (OTH) Regensburg

07. Dezember 2020

INHALT

1	Einleitung.....	1
2	Material und Methoden.....	1
2.1	Roboterarten.....	2
2.2	Methodik des Auswahlverfahrens	2
2.3	Wahl der Kategorisierung	3
2.4	Wahl der Attribute.....	4
2.5	Gewichtung der gewählten Attribute	6
2.6	Evaluation und Auswahl	8
2.6.1	Anwendung und Evaluation	8
2.6.2	Auswahl.....	9
3	Ergebnisse	9
4	Diskussion	15
	Literatur	16
	Impressum	18
	Appendix	19

Das vorliegende Arbeitspapier wurde im Rahmen des Projekts „Telepräsenzroboter für die Pflege und Unterstützung von Schlaganfallpatientinnen und -patienten (TePUS) im Regierungsbezirk Oberpfalz: DeinHaus 4.0“ von Christof Popp, Luise Middel und Prof. Dr. Georgios Raptis, eHealth Labor, OTH Regensburg erstellt.

Identifikation des Dokuments: Auswahlverfahren für Telepräsenzroboter für die Unterstützung von Schlaganfallpatient*innen, Version 1, eHealth Labor, OTH Regensburg

Referenz: [OTH-eH_Telepräsenzroboter_v1] Revisions-Datum.: 07.12.2020 12:59 Nr.:13

Das Projekt wird vom Bayerischen Staatsministerium für Gesundheit und Pflege (StMGP) im Rahmen der Projektreihe „DeinHaus 4.0“, mit der intelligente Assistenztechnik für Pflegebedürftige erforscht und für die Bürger*innen erlebbar gemacht werden sollen, gefördert. Der Projektzeitraum erstreckt sich von Oktober 2019 bis Juni 2023.

Das vorliegende Papier sowie nachfolgende Ausarbeitungen sind einzelne Arbeitsschritte im Projekt und Teil des Gesamtberichts. Die Bearbeitung der Projektteile erfolgt durch jeweils zuständige Projektmitarbeiter*innen und findet unter der Leitung von Prof. Dr. Karsten Weber an der OTH Regensburg statt.

1 EINLEITUNG

Im Rahmen des Anfang 2020 begonnenen Projekts *DeinHaus 4.0* wurde eine Marktanalyse für Telepräsenzroboter durchgeführt. Das Projekt behandelt die Erforschung und Testung eines Einsatzes von Telepräsenzrobotern für die Unterstützung der Pflege von Schlaganfallpatient*innen in einem häuslichen Umfeld (Weber et al. 2019).

Das durchschnittliche Alter der Bevölkerung in Deutschland steigt zunehmend. Prognosen für das Jahr 2027 sehen vor, dass ca. 30% der Bevölkerung über 65 Jahre alt sein wird. Dieser Anstieg bedingt ein Wachstum an Kosten für die Gesundheits- und Pflegeversorgung (Bowles und Greiner 2012) (Kallweit und Weigert 2016) (Bendel 2018). Ein Schlaganfall ist statistisch gesehen die dritthäufigste Todesursache und weltweit die häufigste Ursache für eine lebenslange körperliche Beeinträchtigung. Etwa ein Viertel der Personen, die einen Schlaganfall erlitten haben, werden in ihrem häuslichen Umfeld von Pflegediensten oder Angehörigen versorgt. (Heuschmann et al. 2010). Im Rahmen unseres Forschungsprojektes soll geprüft werden ob für die Unterstützung dieser Personengruppe und einer Verbesserung der Versorgung Telepräsenzroboter eingesetzt werden können. Hierbei soll es untersucht werden, ob bereits etablierte therapeutische Maßnahmen unterstützt werden können, und ob Patient*innen und Therapeut*innen entlastet werden können, sowie die Genesung besser unterstützt werden kann. Die medizinische Versorgung liegt hierbei nicht im Fokus, da telemedizinische Anwendungen inzwischen etabliert sind und deren Nutzen belegt werden konnte (Brauns und Loos 2015; Lux 2019; Koceski und Koceska 2016). Der Fokus wird auf die Fachbereiche der Logopädie, Physiotherapie sowie der Pflegewissenschaften gelegt. Durch den Einsatz der Telepräsenzroboter sollen sowohl aus therapeutischer als auch aus sozialer Sicht mögliche Vorteile und Verbesserungen betrachtet werden (Weber et al. 2019).

Die im Rahmen des Projekts einzusetzenden Telepräsenzroboter sollen für den Einsatz im häuslichen Umfeld der Patienten geeignet sein. Für diesen Zweck wurde eine Marktanalyse durchgeführt. Mehrere aktuell auf dem Markt angebotene Modelle und Komponenten wurden nach deren technischen, finanziellen und datenschutzrechtlichen Eigenschaften sowie der Verfügbarkeit in Deutschland evaluiert. Das Ziel hierbei war es, mittels Anwendung geeigneter Entscheidungsfindungsmethoden drei geeignete Roboter für den Einsatz im Projekt zu finden. Für die Auswahl geeigneter Telepräsenzroboter im Bereich der Pflegewissenschaften, Physiotherapie und Logopädie existiert jedoch keine etablierte Methodik. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es also, eine Methodologie dafür zu entwickeln und sie dann für die Zwecke des Forschungsprojektes anzuwenden.

2 MATERIAL UND METHODEN

Für die im Projekt eingesetzten Roboter wurden vor Beginn der Marktanalyse Anwendungsfälle (use cases) (Popp und Raptis 2020) und die Ausgangsbedingungen für den Einsatz der Roboter festgelegt. Um den Einsatz der Roboter beschreiben zu können, war es nötig von den Verantwortlichen der fachlichen Teilprojekte aus den Bereichen Pflegewissenschaften, Physiotherapie und Logopädie die geplanten Einsatzbereiche, Behandlungen und Ausstattungswünsche zu berücksichtigen. Unter dieser Prämisse

mussten zudem Bedürfnisse weiterer Stakeholder berücksichtigt werden, damit vor allem ein Einsatz der Roboter möglich ist.

Die Roboter sollen im häuslichen Umfeld der im Projekt teilnehmenden Patient*innen installiert und in Betrieb genommen werden. Anschließend können die verfügbaren Anwendungen in Form von spezialisierten Apps, die Telepräsenzkomponenten, sowie angeleitete Übungen dazu genutzt werden, um Unterstützung bei der Genesung und im Alltag zu leisten.

Weiterhin sollen die verfügbaren Anwendungen und Telepräsenzkomponenten es ermöglichen, Übungen unter Anleitung, sowie Besprechungen von zuhause aus wahrzunehmen.

Um die im Forschungsdesign des Projektes geplanten Interventionen aus den Bereichen der Physiotherapie, Logopädie und Pflegewissenschaften zu realisieren, müssen die Roboter allgemeine, aber auch für die o.g. Fachbereiche spezifische Anforderungen, erfüllen.

2.1 ROBOTERARTEN

Als Telepräsenzroboter werden Geräte definiert, die sich innerhalb einer Umgebung bewegen können, steuern lassen und eine Kommunikation über Distanz ermöglichen (Heidrun 2018). Explizit ausgeschlossen aus dem Fokus des Forschungsprojektes waren Roboter mit humanoiden oder animalistischen Eigenschaften (Weber et al. 2019).

Schon früh war durch eine Vorabstudie klar, dass kein kommerziell erhältlicher Telepräsenz-Roboter in der Lage wäre, sämtliche fachliche Anforderungen des Projektes zu erfüllen. Deshalb wurde die Entscheidung getroffen, ein „DIY-Roboter“ aus frei erhältlichen Komponenten selbst zu entwickeln, der nicht selbsttätig fährt und navigiert, sondern als Kommunikationszentrale für Telepräsenz dient. Die dafür notwendigen Komponenten sind ein besonders stabiler Monitorständer auf Rollen, ein Bildschirm mit Touch-Funktion, ein Rechner, eine Webcam, Mikrofon und Lautsprecher und ein zusätzliches mobiles Gerät (Tablet, Apple iPad).

Die Telepräsenzroboter können sich zudem mit verschiedenen Geräten vernetzen. Neben den für die gemeinsame Nutzung vorgesehenen iPads können zudem Geräte für die Erfassung von Gesundheitsdaten (u.a. Blutdruckmessgerät, Pulsoxymeter, Waage) mit den Robotern verbunden werden. Für die Durchführung von physiotherapeutischen Maßnahmen soll zudem die Nutzung einer VR-Brille (Virtuelle Realität) geprüft und ermöglicht werden.

2.2 METHODIK DES AUSWAHLVERFAHRENS

Für die Auswahl der Roboter wird ein parameterbasiertes Auswahlverfahren verwendet, eine vereinfachte Form der „multi criteria decision analysis (MCDA)“ (s. Kapitel 2.4) mit einer einfachen Gewichtung für die verwendeten Attribute (Bhangale et al. 2004) (Geldermann und Lerche 2014, S. 12) (Thokala et al. 2016).

Der grundsätzliche Aufbau orientiert sich vor allem an der von Bhangale et al. (2004) beschriebenen Methodik. Hier wird die Auswahl von industriell eingesetzten Robotern anhand von Attributen beschrieben. Da die dort genannten Eigenschaften und Vorge-

hensweisen für die fachlichen Anwendungsbereiche (Pflege, Physiotherapie und Logopädie) nicht anwendbar sind, werden eigene Attribute definiert und in Anlehnung der Inhalte und des Aufbaus der MCDA-Methode eine vereinfachte, angepasste Vorgehensweise und Bewertung dieser Attribute umgesetzt.

Die verwendeten Attribute werden in einem Mixed Methods Ansatz (Yin 2014) einerseits mit Hilfe von Experteninterviews und andererseits mit Hilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring 1991) festgelegt. Die Experteninterviews werden mit den fachlichen Verantwortlichen der Teilprojekte (Pflegerwissenschaften, Physiotherapie und Logopädie sowie empirische Sozialforschung und Ethik/ELSI) durchgeführt und spiegeln die Bedürfnisse innerhalb des Projekts wider. Aus der qualitativen Inhaltsanalyse werden bereits bestehende Erkenntnisse über den Einsatz von Robotern im Gesundheits- und Pflegebereich einbezogen.

Für die Entscheidung des Auswahlverfahrens wird eine auf Attributen basierende Auswahlmethodik für Roboter anhand verschiedener Kriterien gesucht. Um entsprechende Literatur auswählen zu können, wurden die Anforderungen an das Verfahren als Suchparameter sowohl einzeln als auch in Kombination verwendet. Die verwendete Literatur bzw. Verfahren ergibt sich aus den Ergebnissen mehrerer, aufeinander aufbauender Suchen in „Google Scholar“. Mit den Suchbegriffen *selection attributes robots* wurde ein erster Überblick über die Auswahlverfahren für Roboter geschaffen. Aus der Auswertung der Ergebnisse der ersten Literaturrecherche wurde die Entscheidung getroffen, eine Gewichtete MCDA durchzuführen. Die zweite, vertiefende Literaturrecherche wurde demnach mit den Stichwörtern *multi criteria decision analysis health* bzw. *multikriterielle Methode Entscheidung* sowie die Kombination der o.g. Suchbegriffen mit den Suchbegriffen der ersten Literaturrecherche durchgeführt.

Für die Auswahl der Attribute wurde eine weitere Literaturrecherche durchgeführt, um Publikationen, die sich mit dem Einsatz von Robotern im Gesundheitswesen und der Pflege beschäftigen, zu finden und auszuwerten. Folgende Suchbegriffe wurden dafür verwendet; *telepresence robots in healthcare, health care robotics stroke, requirements robots medicine home stroke*.

2.3 WAHL DER KATEGORISIERUNG

Im ersten Schritt müssen die von den Robotern erwarteten und benötigten Attribute identifiziert werden. Die gewählten Attribute dienen der Hilfe und der Vereinfachung des Auswahlprozesses (Bhangale et al. 2004) (Geldermann und Lerche 2014, S. 12). Hierbei werden Attribute in die Kategorien „General“, „Physical“, „Performance“, „Structure/architecture“, „Application“, „Sophistication of equipment“, „Control and feedback system“ und die „Availability/reliability“ unterteilt (Bhangale et al. 2004, S. 1349–1351). In Anlehnung an diese Kategorien werden für die Marktanalyse folgende Kategorien gewählt:

- Fundamentale Anforderungen welche Eigenschaften beinhalten, die bei Nichterfüllen zu einer negativen Bewertung für die Möglichkeit der Anschaffung führten. Diese Kategorie definiert somit effektiv eine Sammlung von Ausschlusskriterien.
- Allgemeine Anforderungen, welche die generellen Eigenschaften der Roboter darstellt.

- Physische Anforderungen stellen die materiellen Eigenschaften und Anforderungen der Roboter dar.
- Leistungsanforderungen, anhand dessen die leistungsspezifischen Eigenschaften der Roboter bewertet werden.
- Erweiterte Parameter stellen Eigenschaften dar, die in keine der vorangegangenen Kategorien zugeordnet werden.

2.4 WAHL DER ATTRIBUTE

Die verwendeten Attribute werden anhand der Bedürfnisse innerhalb des Projekts sowie der Einbeziehung von bereits bestehenden Erkenntnissen für den Einsatz von Robotern im Gesundheits- und Pflegebereichen, gebildet. Die hierfür verwendeten Parameter basieren unter anderem auf den Erkenntnissen von Guillan et al. (2010), Okamura et al. (2010) und Wilk et al. (2014). Diese beschäftigen sich bereits mit dem Einsatz von Telepräsenzrobotern im Gesundheitswesen. Die darin beschriebenen Attribute werden mit den Anforderungen des Projektes ergänzt und gegebenenfalls abgeändert oder, falls Sie nicht in den hier benötigten Rahmen passen, weggelassen und in die o.g. fünf verschiedenen Kategorien eingeteilt (Giullian et al. 2010 - 2010) (Okamura et al. 2010) (Wilk und Johnson 2014).

- Fundamentale Anforderungen:
 - Preisspanne der Roboter
 - Verfügbarkeit in Deutschland
 - Verbindungsmöglichkeiten ins WLAN
 - Datenschutz
 - Reife der Software
 - Entwicklerzugang
 - Support von fachspezifischen Anwendungen des Projektes
 - Keine speziellen räumlichen Anforderungen
 - Art des Roboters
 - Verkehrsfähigkeit in der EU (CE-Zeichen)
- Allgemeine Anforderungen:
 - Betriebssystem des Roboters
 - Support durch den Vertrieb oder Hersteller
 - Robustheit der Roboter
 - Geringes Verletzungsrisiko
- Physische Anforderungen:
 - Mobilität
 - Energieversorgung und Laufzeit
 - Abmessungen des Roboters
 - Gewicht des Roboters
 - Verbaute Telepräsenzkomponenten
 - Verbaute Sensoren
 - Größe des Bildschirms

- Leistung:
 - Steuerung sowie autonome Navigation
 - Bewegungsgeschwindigkeit
 - Qualität der Grundfunktionen

- Erweiterte Parameter:
 - Wartbarkeit der Roboter
 - Wartbarkeit der Anwendungen
 - Leichte Bedienbarkeit und Verständlichkeit der Roboter
 - Standort der Ansprechpartner

Die Parameter werden aufgrund der folgenden Anforderung an die Eigenschaften gewählt:

Für die Beschaffung der Roboter wurde im Rahmen des Projektes ein genau definiertes Budget festgelegt. Anhand dieses Budgets ergibt sich eine maximale Preisspanne pro Roboter, die nicht übertroffen werden darf. Zudem ist ein wichtiges Kriterium, dass die Roboter als Telepräsenzroboter oder Roboter mit entsprechenden Telepräsenzkomponenten klassifiziert werden können und zum Start der Feldphase des Projektes (Anfang 2021) in Deutschland mit einem CE-Zeichen erhältlich und in den benötigten Stückzahlen lieferbar sind. Die Roboter sollen keine humanoide oder animalische Form besitzen und mit einem Betriebssystem laufen, welches möglichst aktuell ist und von Drittanbieter-Software in den fachlichen Bereichen des Projektes unterstützt wird.

Sie müssen zudem der Europäischen Datenschutzgrundverordnung, sowie den in Deutschland zusätzlich geltenden Datenschutznormen entsprechen.

Damit das Projekt möglichst unabhängig von Herstellern und Lieferanten ist, muss die Möglichkeit gegeben sein, die Roboter weitgehend selbst zu warten, benötigte Anwendungen darauf einzurichten, sowie auf die Roboter selbst administrativ zugreifen zu können.

Der Roboter soll keine Verletzungsgefahr für die Teilnehmer*innen des Projekts darstellen. Hierfür wurden unter anderen die Gefahr zu stolpern oder sich am Roboter zu stoßen als wichtig betrachtet (Giullian et al. 2010 - 2010). Diese Anforderung berücksichtigt einerseits die besondere Situation von Patient*innen nach einem Schlaganfall, stellt jedoch andererseits kein hartes Ausschlusskriterium dar, falls evtl. Verletzungsrisiken durch weitere technische oder organisatorische Maßnahmen kompensiert werden können.

Dem folgend sollte der Roboter stabil sein. Es muss schwer sein, den Roboter umzu stoßen oder versehentlich Teile des Roboters zu lösen (Giullian et al. 2010 - 2010) (Okamura et al. 2010).

Die Roboter sollen zudem leicht zu transportieren, aufzubauen und zu warten sein (Wilk und Johnson 2014).

Ein weiterer Punkt ist die Autonomie des Roboters. In (Giullian et al. 2010 - 2010) wurde ein menschenähnlicher Roboter diesbezüglich untersucht. Interaktivität wird hier als Handlung- und Bewegungsablauf gesehen, die der Roboter einigermaßen autonom ausführen können soll. Auch für dieses Projekt ist dies ein zu beachtender Punkt. Jedoch wird das Augenmerk hier eher auf die Steuerung, Navigation und Systemfunktionen gelegt.

Auch für die Benutzeroberfläche sind Anforderungen aufgestellt. Sie soll sowohl für die Therapeut*innen als auch für die Projektteilnehmer*innen verständlich und intuitiv nutzbar (Usability) sein. Es soll hierbei zudem möglich sein, die Roboter und die Anwendungen, die durch diesen ausgeführt werden, über ein mobiles Gerät zu steuern, das nicht physisch mit dem Roboter verbunden ist (Giullian et al. 2010 - 2010).

Der Roboter soll im Zusammenhang mit seiner Bedienung die Möglichkeit bieten, Übungen, Assistenz und Erinnerungen für die Nutzer durchführen zu können (Wilk und Johnson 2014) (Giullian et al. 2010).

Es werden zudem grundsätzliche technische Eigenschaften der Roboter bewertet, die für das Projekt als relevant angesehen werden. Hierbei wurden die Reife der Firmware und Software des Roboters zumindest für die grundlegenden Funktionen (Telepräsenz, Steuerung) sowie die Kompatibilität von benötigten fachspezifischen Anwendungen mit dem Roboter. In diesem Zusammenhang wurde auch ein Entwicklerzugang, also die Möglichkeit der Programmierung im Projekt, als grundlegend wichtig angesehen.

2.5 GEWICHTUNG DER GEWÄHLTEN ATTRIBUTE

Die fundamentalen Anforderungen werden nicht gewichtet, da alle Punkte erfüllt sein müssen, damit ein Roboter als grundsätzlich geeignet angesehen wurde. Jeder Roboter, welcher eine dieser Anforderungen nicht erfüllt, wird nicht in den weiteren Entscheidungsprozess eingeschlossen.

I. Fundamentale Anforderungen

Preisspanne der Roboter	Erfüllt/Nicht erfüllt
Verfügbarkeit in Deutschland	Erfüllt/Nicht erfüllt
Verbindungsmöglichkeiten ins WLAN	Erfüllt/Nicht erfüllt
Datenschutz	Erfüllt/Nicht erfüllt
Reife der Software	Erfüllt/Nicht erfüllt
Entwicklerzugang	Erfüllt/Nicht erfüllt
Support von fachspezifischen Anwendungen des Projekts	Erfüllt/Nicht erfüllt
Keine speziellen räumlichen Anforderungen	Erfüllt/Nicht erfüllt
Art des Roboters	Erfüllt/Nicht erfüllt
Verkehrsfähigkeit in der EU (CE-Zeichen)	Erfüllt/Nicht erfüllt

Damit die Attribute, welche nicht als fundamental angesehen werden, entsprechend ihrer Relevanz mit in die Bewertung einfließen können, werden die einzelnen Punkte nach der Wichtigkeit für das Projekt und den Einsatz gewichtet.

Für den Vergleich der Produkte wird die multi criteria decision analysis (MCDA) verwendet. Spezifisch wird hierbei die, innerhalb der MCDA eingeordnete, klassische multi-attribute decision making Methode angewendet. Dies ergibt sich aus dem Ziel der Marktanalyse, aus einer „abzählbaren“ Menge an Robotern die beste Auswahl zu treffen (Thokala et al. 2016).

„Bekanntere Verfahren dieser Klasse sind die Nutzwertanalyse, die multi-attribute Utility/ Value Theory (MAUT/ MAVT) und der analytische Hierarchie/ Netzwerk Prozess - AHP/ ANP.“ (Geldermann und Lerche 2014, S. 12). Die hier angewendete Nutzwertanalyse basiert darauf, vorhandene Attribute mit einer Punktzahl, welche relativ ihrer Wichtigkeit vergeben werden, zu bewerten. Die Attribute sind hierbei wie in Kapitel 2.3 themenspezifisch zu wählen und zu definieren. Nach Durchführen der Analyse eines Objektes wird die Gesamtpunktzahl gebildet. Die Gesamtpunktzahlen werden gegeneinander verglichen, um eine Rangliste erstellen zu können.

Es wird die Nutzwertanalyse mit einer Maximalpunktzahl von 100 Punkten gewählt. Je nach Wichtigkeit werden einer von 3 maximalen Werte festgelegt, die den Attributen zugewiesen werden. Die Gewichtungsschlüssel, d.h. die maximal erzielbaren Punktzahlen für die jeweiligen Eigenschaften, wurden wie folgt definiert: Für Eigenschaften, welche evtl. einen künftigen potentiellen Mehrwert für die Forschungsziele bringen könnten, jedoch derzeit nicht direkt aus dem Forschungsdesign motiviert sind, gilt ein Gewichtungsschlüssel von 1 („nice to have“). Für Eigenschaften, welche nach Einschätzung der Experten zwar einen signifikanten Mehrwert bringen, jedoch nicht entscheidend für die Forschungsziele sind, gilt ein Gewichtungsschlüssel von 5. Für Eigenschaften, welche Ziele aus dem Forschungsdesign unmittelbar dienen, deren Fehlen jedoch nicht die Durchführung des Gesamtprojektes in Zweifel ziehen, gilt ein Gewichtungsschlüssel von 10. Eigenschaften, welche absolut unersetzlich für das Gesamtprojekt sind, erhalten keinen Gewichtungsschlüssel, sondern gelten als Voraussetzung für den Einschluss eines Roboters in die Analyse.

II. Allgemeine Anforderungen

Betriebssystem des Roboters	5
Support durch den Vertrieb oder Hersteller	5
Robustheit der Roboter	10
Geringes Verletzungsrisiko	10

III. Physische Anforderungen

Mobilität	5
Energieversorgung und Laufzeit	5
Abmessungen des Roboters	5
Gewicht des Roboters	1
Verbaute Telepräsenzkomponenten	5
Verbaute Sensoren	1
Größe des Bildschirms	5

IV. Leistung

Steuerung	1
Bewegungsgeschwindigkeit	1
Qualität der Grundfunktionen	10

V. Erweiterte Parameter

Wartbarkeit der Roboter	10
Wartbarkeit der Anwendungen	10
Leichte Bedienbarkeit und Verständlichkeit der Roboter	10
Standort der Ansprechpartner	1

2.6 EVALUATION UND AUSWAHL

2.6.1 ANWENDUNG UND EVALUATION

Die entwickelte Methodik wurde im Projekt für die Auswahl der Roboter angewendet.

Der erste Schritt war, gefundene Roboter auf die fundamentalen Anforderungen zu prüfen und festzustellen, ob diese grundsätzlich für einen Einsatz im Projekt geeignet sind. Die Ergebnisse wurden unabhängig davon, ob eine positive oder negative Bewertung vorliegt, dokumentiert.

Im zweiten Schritt wurden die nicht eliminierten Roboter anhand einer dafür angelegten Dokumentation genauer betrachtet. Dieser Schritt wurde in Unteraufgaben eingeteilt: Erneute, vertiefte Informationserhebung, Quantifizierung von technischen Aspekten, die mit einer Metrik analysiert werden können, mit anschließender Bewertung. Nicht quantifizierbare Aspekte, wie beispielsweise die Bereitschaft der Zusammenarbeit bei einer möglichen Weiterentwicklung wurden ebenso analysiert, dann aber klassifiziert und entsprechend bewertet.

Die erhobenen Aspekte wurden den bestehenden Parametern zugeordnet und mit Punkten gemäß der Gewichtung versehen. Hierbei wird die Erfüllung bzw. die Umsetzung der geforderten Parameter dargestellt. In diesem Schritt wird auf eine matrixbasierte Darstellung wie in Bhangale et al. (2004) verzichtet, da sie hier keine zusätzliche Erkenntnisse gebracht hätte.

2.6.2 AUSWAHL

Die Ergebnisse der Evaluation wurden in einer Tabelle mit den erreichten Gesamtpunkten dokumentiert. Anhand dieser Punkte wurde eine Rangliste erstellt. Auf Basis dieser Rangliste wurden weitere Gespräche bzw. Verhandlungen mit den Vertriebsfirmen aufgenommen.

Bei der DIY-Variante war eine maximale Flexibilität das entscheidende Kriterium. Die technische Plattform sollte alle für das Projekt relevanten Apps unterstützen und auch die Konnektivität mit beliebigen vernetzbaren technischen Geräten gewährleisten. Die eigenständige Bewegung und Navigation waren hier nicht relevant. Für die Auswahl der DIY-Komponenten wurden die jeweils ausgewählten Teile bestellt und zu einem funktionsfähigen Prototypen montiert. Für die Tests wurden die genutzten Anwendungen und Geräte installiert. Der „DIY-Roboter“ wurde von den jeweiligen Teilprojekten (Physiotherapie, Pflege, Logopädie, Sozialforschung und Ethik) in mehreren Testphasen auf Funktionalität, Bedienbarkeit, Nutzen, Qualität, Erscheinungsbild und eventuelle Gefahren getestet. Hierfür wurden die allgemeinen Funktionen bezüglich der Telepräsenz als auch die für das Fachgebiet spezifischen Anwendungen und Anforderungen evaluiert. Änderungswünsche, die nach den jeweiligen Testphasen geäußert wurden, wurden umgesetzt und in der nächsten Iteration erneut evaluiert. Erst bei einer positiven finalen Rückmeldung für die jeweiligen Komponenten wurden diese fest für den Einsatz im Projekt eingeplant und beschafft.

3 ERGEBNISSE

Die Marktanalyse umfasst insgesamt 14 verschiedene Robotermodelle, die zum Zeitpunkt der Analyse auf dem Markt erhältlich waren.¹ Im Laufe der Marktanalyse wurden nur zwei der Roboter in die nähere Auswahl aufgenommen, da nur diese beiden Modelle alle als fundamental angesehenen Eigenschaften erfüllten. Zudem wurden entsprechende Komponenten für den Bau einer Eigenbauvariante (DIY) gesucht und bewertet.

Schritt 1 – Bewertung der „fundamentalen Anforderungen“ (Einschlusskriterien):

Im Zuge der Marktanalyse wurden für jedes betrachtete Exemplar zuerst die „fundamentalen Anforderungen“ betrachtet. Jeder betrachtete Roboter, der hier keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielen konnte, wurde von der weiteren Analyse ausgeschlossen.

¹ Informationen zu den Quellen in Appendix 1. Quellen der Roboter

Fundamentale Anforderungen	MobiKa	Home-Care-Robot, „Temi“	Double II	Double III
Preisspanne der Roboter	In einer ersten Evaluation wurde der Preis der Roboter für das Projekt im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten des Projektes positiv bewertet.	Die Preisspanne wurde als angemessen und im Rahmen der Möglichkeiten des Projekts bewertet.	Die Preisspanne wurde als angemessen und im Rahmen der Möglichkeiten des Projekts bewertet.	Die Preisspanne wurde als angemessen und im Rahmen der Möglichkeiten des Projekts bewertet.
Verbindungsmöglichkeiten ins WLAN	Durch die verbauten Teile ist eine WLAN Verbindung, sowie eine Möglichkeit der Konnektivität zu anderen Geräten gegeben.	Durch die verbauten Teile ist eine WLAN Verbindung sowie eine Möglichkeit der Konnektivität zu anderen Geräten gegeben.	Durch die verbauten Teile ist eine WLAN Verbindung sowie eine Möglichkeit der Konnektivität zu anderen Geräten gegeben.	Durch die verbauten Teile ist eine WLAN Verbindung sowie eine Möglichkeit der Konnektivität zu anderen Geräten gegeben.
Verfügbarkeit in Deutschland	Der MoBiKa wird durch das Fraunhofer IPA entwickelt und soll in Deutschland als Kleinserie erhältlich sein.	Durch die Firma Medisana ist die Verfügbarkeit gegeben.	seit Ende 2019 nicht mehr erhältlich	Durch eine deutsche Vertriebsfirma ist die Verfügbarkeit gegeben.
Datenschutz	Der MoBiKa ist konform der DSGVO konzipiert.	Ein datenschutzkonformer Betrieb ist möglich.	Keine Informationen	Es kann kein datenschutzkonformer Betrieb sichergestellt werden.
Reife der Software	Der Roboter ist bereits autonom einsetzbar.	Der Roboter ist bereits autonom einsetzbar	Der Roboter ist bereits autonom einsetzbar	Der Roboter ist bereits autonom einsetzbar.
Entwicklerzugang	Die Möglichkeit innerhalb des Projekts auf dem Roboter zu entwickeln ist durch Schnittstellen möglich.	Die Möglichkeit innerhalb des Projekts auf dem Roboter zu entwickeln ist durch Schnittstellen möglich.	Die Möglichkeit innerhalb des Projekts auf dem Roboter zu entwickeln ist durch Schnittstellen möglich	Die Möglichkeit innerhalb des Projekts auf dem Roboter zu entwickeln ist durch Schnittstellen möglich
Support von fachspezifischen Anwendungen des Projektes	Der Roboter kann mit einem Standard-Tablet z.B. unter Android im Kopf bestückt werden, bietet somit Zugriff auf den Playstore und unterstützt die gewünschten bzw. benötigten Anwendungen.	Der Roboterkopf läuft unter Android, bietet somit Zugriff auf den Playstore und unterstützt einen Großteil, jedoch aufgrund einer veralteten Android-Version noch nicht alle benötigten Anwendungen.	Der Roboter bietet Zugriff auf den Playstore und unterstützt einen Großteil aber noch nicht alle der benötigten Anwendungen.	Der Roboter bietet Zugriff auf den Playstore und unterstützt die gewünschten bzw. benötigten Anwendungen.
Keine speziellen räumlichen Anforderungen	Der Einsatz des MoBiKa stellt keine speziellen Anforderungen an die Räumlichkeiten	Der Einsatz des Medisana Roboters stellt keine speziellen Anforderungen an die Räumlichkeiten.	Der Einsatz des Double II stellt keine speziellen Anforderungen an die Räumlichkeiten.	Der Einsatz des Double III stellt keine speziellen Anforderungen an die Räumlichkeiten.
Art des Roboters	Telepräsenzroboter	Telepräsenzroboter	Telepräsenzroboter	Telepräsenzroboter
Verkehrsfähigkeit in der EU (CE-Zeichen)	CE-Zertifizierung ausstehend	CE-Zertifizierung ausstehend	CE-Zertifiziert	CE-Zertifiziert
Evaluation	Fundamentale Anforderungen wurden erfüllt.	Fundamentale Anforderungen wurden erfüllt.	Fundamentale Anforderungen wurden nicht erfüllt.	Fundamentale Anforderungen wurden nicht erfüllt.

Fundamentale Anforderungen	PadBot P2	VGO	Giraff	AVA Variante 500
Preisspanne der Roboter	In einer ersten Evaluation wurde der Preis der Roboter für das Projekt im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten des Projektes bewertet.	In einer ersten Evaluation wurde der Preis der Roboter für das Projekt im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten des Projektes bewertet.	Der Preis wurde als zu hoch für das Projekt eingeschätzt.	Der Preis wurde als zu hoch für das Projekt eingeschätzt.
Verbindungsmöglichkeiten ins WLAN	Durch die verbauten Teile ist eine WLAN Verbindung sowie eine Möglichkeit der Konnektivität zu anderen Geräten gegeben.	Nicht bewertet* ¹	Durch die verbauten Teile ist eine WLAN Verbindung sowie eine Möglichkeit der Konnektivität zu anderen Geräten gegeben.	Durch die verbauten Teile ist eine WLAN Verbindung sowie eine Möglichkeit der Konnektivität zu anderen Geräten gegeben.
Verfügbarkeit in Deutschland	Der Roboter wird in Deutschland verfügbar sein, jedoch stand zum Zeitpunkt der Marktanalyse kein Zeitpunkt fest.	Es wurde kein Lieferant für Deutschland gefunden	Es wurde kein Lieferant für Deutschland gefunden	Es wurde kein Lieferant für Deutschland gefunden
Datenschutz	Es kann kein datenschutzkonformer Betrieb sichergestellt werden.	Nicht bewertet* ¹	Ein datenschutzkonformer Betrieb ist nach Angaben des Herstellers möglich.	Ein datenschutzkonformer Betrieb ist nach Angaben des Herstellers möglich.
Reife der Software	Der Roboter ist bereits autonom einsetzbar.	Nicht bewertet* ¹	Der Roboter ist bereits autonom einsetzbar	Der Roboter ist bereits autonom einsetzbar.
Entwicklerzugang	Die Möglichkeit innerhalb des Projekts auf dem Roboter zu entwickeln ist durch Schnittstellen möglich.	Nicht bewertet* ¹	Die Möglichkeit innerhalb des Projekts auf dem Roboter zu entwickeln ist durch Schnittstellen möglich	Die Möglichkeit innerhalb des Projekts auf dem Roboter zu entwickeln ist durch Schnittstellen möglich
Support von fachspezifischen Anwendungen des Projektes	Der Roboter unterstützt die gewünschten bzw. benötigten Anwendungen.	Nicht bewertet* ¹	Unterstützt 3rd Party Anwendungen	Der Roboter unterstützt die gewünschten bzw. benötigten Anwendungen.
Keine speziellen räumlichen Anforderungen	keine speziellen Anforderungen an die Räumlichkeiten	Nicht bewertet* ¹	keine speziellen Anforderungen an die Räumlichkeiten.	stellt keine speziellen Anforderungen an die Räumlichkeiten.
Art des Roboters	Telepräsenzroboter	Telepräsenzroboter	Telepräsenzroboter	Telepräsenzroboter
Verkehrsfähigkeit in der EU (CE-Zeichen)	Nicht bewertet* ¹	Nicht bewertet* ¹	Nicht bewertet* ¹	Nicht bewertet* ¹
Evaluation	Fundamentale Anforderungen werden nicht erfüllt.	Fundamentale Anforderungen werden nicht erfüllt.	Fundamentale Anforderungen werden nicht erfüllt.	Fundamentale Anforderungen werden nicht erfüllt.

*¹ Aufgrund von nicht erfüllten Ausschlusskriterien, wurden die Roboter nicht weiter bewertet

Fundamentale Anforderungen	AVA Variante A1	Beam Pro 2	CareCules	Ohmi Robot
Preisspanne der Roboter	In einer ersten Evaluation wurde der Preis der Roboter für das Projekt im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten des Projektes bewertet.	Der Preis wurde als zu hoch für das Projekt eingeschätzt.	In einer ersten Evaluation wurde der Preis der Roboter für das Projekt im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten des Projektes bewertet.	In einer ersten Evaluation wurde der Preis der Roboter für das Projekt im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten des Projektes bewertet.
Verbindungsmöglichkeiten ins WLAN	Durch die verbauten Teile ist eine WLAN Verbindung sowie eine Möglichkeit der Konnektivität zu anderen Geräten gegeben.	Durch die verbauten Teile ist eine WLAN Verbindung sowie eine Möglichkeit der Konnektivität zu anderen Geräten gegeben.	Durch die verbauten Teile ist eine WLAN Verbindung sowie eine Möglichkeit der Konnektivität zu anderen Geräten gegeben.	Durch die verbauten Teile ist eine WLAN Verbindung sowie eine Möglichkeit der Konnektivität zu anderen Geräten gegeben.
Verfügbarkeit in Deutschland	Es wurde kein Lieferant für Deutschland gefunden	Es wurde kein Lieferant für Deutschland gefunden	Der Roboter wird in Deutschland verfügbar sein, jedoch steht zum Zeitpunkt der Marktanalyse kein Zeitpunkt fest.	Durch eine deutsche Vertriebsfirma ist die Verfügbarkeit gegeben.
Datenschutz	Ein datenschutzkonformer Betrieb ist nach Angaben des Herstellers möglich.	Ein datenschutzkonformer Betrieb ist nach Angaben des Herstellers möglich.	Ein datenschutzkonformer Betrieb ist nach Angaben des Herstellers möglich.	Ein datenschutzkonformer Betrieb ist nach Angaben des Herstellers möglich.
Reife der Software	Der Roboter ist bereits autonom einsetzbar.	Der Roboter ist bereits autonom einsetzbar.	Der Roboter ist bereits autonom einsetzbar	Der Roboter ist bereits autonom einsetzbar.
Entwicklerzugang	Die Möglichkeit innerhalb des Projekts auf dem Roboter zu entwickeln ist durch Schnittstellen möglich.	Nicht bewertet* ¹	Die Möglichkeit innerhalb des Projekts auf dem Roboter zu entwickeln ist durch Schnittstellen möglich	Die Möglichkeit innerhalb des Projekts auf dem Roboter zu entwickeln ist durch Schnittstellen möglich
Support von fachspezifischen Anwendungen des Projektes	K/A	Nicht gegeben.	Die Grundvariante des Roboters ist ohne Telepräsenzkomponente gestaltet. Durch nachrüsten einer geeigneten Telepräsenzkomponente sollten die benötigten Anwendungen unterstützt werden.	Nicht gegeben.
Keine speziellen räumlichen Anforderungen	keine speziellen Anforderungen an die Räumlichkeiten	keine speziellen Anforderungen an die Räumlichkeiten	keine speziellen Anforderungen an die Räumlichkeiten.	stellt keine speziellen Anforderungen an die Räumlichkeiten.
Art des Roboters	Telepräsenzroboter	Telepräsenzroboter	Service/Pflegeroboter	Telepräsenzroboter
Verkehrsfähigkeit in der EU (CE-Zeichen)	Nicht bewertet* ¹	Nicht bewertet* ¹	Nicht bewertet* ¹	CE-Zertifiziert
Evaluation	Fundamentale Anforderungen werden nicht erfüllt.	Fundamentale Anforderungen werden nicht erfüllt.	Fundamentale Anforderungen werden nicht erfüllt.	Fundamentale Anforderungen werden nicht erfüllt.

*¹ Aufgrund von nicht erfüllten Ausschlusskriterien, wurden die Roboter nicht weiter bewertet

Fundamentale Anforderungen	Lio Roboter	InTouch Vita	DIY-Roboter
Preisspanne der Roboter	Der Preis wurde als zu hoch für das Projekt eingeschätzt.	Der Preis wurde als zu hoch für das Projekt eingeschätzt.	Je nach Wahl der Teile variabel
Verbindungsmöglichkeiten ins WLAN	Durch die verbauten Teile ist eine WLAN Verbindung sowie eine Möglichkeit der Konnektivität zu anderen Geräten gegeben.	Nicht bewertet* ¹	Durch die verbauten Teile ist eine WLAN Verbindung sowie eine Möglichkeit der Konnektivität zu anderen Geräten gegeben.
Verfügbarkeit in Deutschland	Durch eine deutsche Vertriebsfirma ist die Verfügbarkeit gegeben.	Es wurde kein Lieferant für Deutschland gefunden	Wird selbst gebaut.
Datenschutz	Ein datenschutzkonformer Betrieb ist nach Angaben des Herstellers möglich.	Ein datenschutzkonformer Betrieb ist nach Angaben des Herstellers möglich.	Ein datenschutzkonformer Betrieb ist möglich.
Reife der Software	Der Roboter ist bereits autonom einsetzbar.	Der Roboter ist bereits autonom einsetzbar.	Der Roboter ist bereits einsetzbar. Autonomer Betrieb im Sinne von selbstständigem Fahren ist nicht möglich, jedoch für die geplanten use cases auch nicht relevant.
Entwicklerzugang	Die Möglichkeit innerhalb des Projekts auf dem Roboter zu entwickeln ist durch Schnittstellen möglich.	Nicht bewertet* ¹	Durch kompletten administrativen Zugriff gewährleistet
Support von fachspezifischen Anwendungen des Projektes	K/A	Nicht gegeben.	Alle Anwendungen werden unterstützt, maximale Flexibilität
Keine speziellen räumlichen Anforderungen	keine speziellen Anforderungen an die Räumlichkeiten	keine speziellen Anforderungen an die Räumlichkeiten	keine speziellen Anforderungen an die Räumlichkeiten, aber abhängig von der gewählten Monitorhalterung
Art des Roboters	Pflegeroboter mit Telepräsenzkomponente	Telepräsenzroboter	Selbstbauvariante eines Telepräsenzroboters
Verkehrsfähigkeit in der EU (CE-Zeichen)	CE-Zertifiziert	Nicht bewertet* ¹	Alle Komponenten des DIY-Roboters sind zugelassen
Evaluation	Fundamentale Anforderungen werden nicht erfüllt.	Fundamentale Anforderungen werden nicht erfüllt.	Fundamentale Anforderungen werden erfüllt

*¹ Aufgrund von nicht erfüllten Ausschlusskriterien, wurden die Roboter nicht weiter bewertet

Von den 14 betrachteten kommerziell erhältlichen Robotern konnten letztlich nur zwei die geforderten fundamentalen Anforderungen erfüllen.

Schritt 2 – Bewertung der weiteren Parameter:

Allgemeine Anforderungen	MobiKa	Home-Care-Robot, „Temi“	DIY-Roboter	Maximalpunktzahl
Betriebssystem des Roboters	5	4	5	5
Support durch den Vertrieb oder Hersteller	4	5	5	5
Robustheit der Roboter	9	8	10	10
Geringes Verletzungsrisiko	10	10	7	10
Physische Anforderungen				
Mobilität	5	5	1	5
Energieversorgung und Laufzeit	5	4	5	5
Abmessung des Roboters	3	5	2	5
Gewicht des Roboters	1	1	1	1
Verbaute Telepräsenzkomponenten	3	4	5	5
Verbaute Sensoren	k/a	1	0	1
Größe des Bildschirms	4	3	5	5
Leistung				
Steuerung	1	1	0	1
Bewegungsgeschwindigkeit	1	1	0	1
Qualität der Grundfunktion	3	6	2	10
Erweiterte Parameter				
Wartbarkeit der Roboter	8	7	10	10
Leichte Bedienbarkeit und Verständlichkeit der Roboter	6	7	6	10
Wartbarkeit der Anwendungen	8	8	10	10
Standort der Ansprechpartner	1	1	1	1
Gesamtbewertung	77	81	75	100

Bezüglich des MoBiKa hat sich jedoch nach der Analyse herausgestellt, dass seine Verkehrsfähigkeit (CE Zeichen) und Verfügbarkeit zum Start der Feldphase des Projektes nicht gesichert war. Zudem wurde nach Analyse der technischen Dokumentation der nötige Entwicklungsaufwand für einen Einsatz im Projekt konkretisiert. Dieser wurde für die Möglichkeiten des Projekts ebenfalls als zu hoch bewertet. Aufgrund dessen wurde der MoBiKa letztendlich somit als nicht mehr geeignet für das Projekt bewertet, obwohl alle anderen Kriterien sonst erfüllt wären und in der Analyse als potentieller Kandidat identifiziert wurde.

4 DISKUSSION

Basierend auf Methoden für die Auswahl von Industrierobotern wurde unter Nutzung einer multi criteria decision analysis (MCDA) eine Methodik für die Auswahl von Robotern für die häusliche Unterstützung von Schlaganfall-Patient*innen entwickelt und im Rahmen des Projektes angewendet.

Die Auswahl der Roboter für das Projekt wird von einigen Faktoren stark eingeeengt, die als Einschlusskriterien gelten. Hierbei sind die restriktivsten Eigenschaften der Preis, die Unterstützung von externen Anwendungen und der Datenschutz. Durch unerfüllte fundamentale Eigenschaften wurden die meisten der betrachteten Roboter bereits früh aus der Marktanalyse ausgeschlossen.

Damit ist das Ergebnis der durchgeführten Marktanalyse die Anschaffung des Medisana Home-Care Roboters und der Konzeption einer Selbstbauvariante. Der Home-Care-Roboter erfüllt alle fundamentalen Anforderungen und erzielt zudem die höchste Punktzahl in der Analyse und wurde demnach ausgewählt. Bei einer erneuten Befragung (Interview) der Expert*innen wurde anschließend bestätigt, dass der Roboter die meisten der gewünschten Optionen tatsächlich erfüllt. Die Punktzahl der Analyse korreliert dabei mit der subjektiven Zufriedenheit bzgl. der Erfüllung der Anforderungen (ca. 75-80%).

Der Einsatz des DYI-Roboters wurde bereits zu Beginn des Projekts geplant, obwohl die Selbstbauvariante den Begriff des Roboters ausreizt, da dieser nicht autonom beweglich ist. Jedoch erfüllt er das Kriterium der Telepräsenz und unterstützt durch seine maximale Flexibilität alle fachlichen Anwendungen des Projektes. In der Diskussion mit den Expert*innen wurde die autonome Bewegung und Navigation als nicht zwingend für die Durchführung des Projektes bewertet. Im Ergebnis wird es als wichtig erachtet, Alternativen zu beweglichen Robotern anzubieten und zu erforschen.

Für den Einsatz von Telepräsenzrobotern in der Pflege, Logopädie und Physiotherapie, oder deren Erforschung besteht somit eine relativ kleine Auswahl. Dies ist einerseits auf die Beschränkung von Telepräsenzrobotern zurückzuführen andererseits auch auf spezielle Anforderungen, für die normale Telepräsenzroboter nicht zwingend konzipiert sind.

Letztendlich muss nach Ablauf der Feldphase des Projektes evaluiert werden, ob die Auswahl und Gewichtung der Attribute für die MCDA und die daraus resultierte Auswahl der Roboter für das Projekt tatsächlich angemessen war.

LITERATUR

- Becker, Heidrun (2018): Robotik in der Gesundheitsversorgung: Hoffnungen, Befürchtungen und Akzeptanz aus Sicht der Nutzerinnen und Nutzer. In : Bendel (Hg.) 2018 – Pflegeroboter, S 229-248. DOI: 10.1007/978-3-658-22698-5_13
- Bendel, Oliver (2018): Pflegeroboter. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Bhangale, P. P.; Agrawal, V. P.; Saha, S. K. (2004): Attribute based specification, comparison and selection of a robot. In: Mechanism and Machine Theory 39 (12), S. 1345–1366. DOI: 10.1016/j.mechmachtheory.2004.05.020.
- Bowles, David; Greiner, Wolfgang (2012): Bevölkerungsentwicklung und Gesundheitsausgaben. In: G+G Wissenschaft (12), S. 7–12.
- Brauns, H-J; Loos, Wolfgang (2015): Telemedizin in Deutschland. Stand - Hemmnisse - Perspektiven. In: Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz 58 (10), S. 1068–1073. DOI: 10.1007/s00103-015-2223-5.
- Geldermann, Jutta; Lerche, Nils (2014): Leitfaden zur Anwendung von Methoden der multikriteriellen Entscheidungsunterstützungsmethode. Promothese.
- Giullian, Nicole; Ricks, Daniel; Atherton, Alan; Colton, Mark; Goodrich, Michael; Brinton, Bonnie (2010 - 2010): Detailed requirements for robots in autism therapy. In: 2010 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. 2010 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics - SMC. Istanbul, Turkey, 10.10.2010 - 13.10.2010: IEEE, S. 2595–2602.
- Heuschmann, P.; Busse, O.; Wagner, M.; Endres, M.; Villringer, A.; Röther, J. et al. (2010): Schlaganfallhäufigkeit und Versorgung von Schlaganfallpatienten in Deutschland. In: Akt Neurol 37 (07), S. 333–340. DOI: 10.1055/s-0030-1248611.
- Kallweit, Manuel; Weigert, Benjamin (2016): Demografischer Wandel in Deutschland. In: Thomas C. J. Druyen (Hg.): Drei Generationen im Gespräch - Eine Studie zum intergenerativen Zukunftsmanagement, Bd. 31. 1. Auflage. Wiesbaden: Springer VS, S. 181–221.
- Koceski, Saso; Koceska, Natasa (2016): Evaluation of an Assistive Telepresence Robot for Elderly Healthcare. In: Journal of medical systems 40 (5), S. 121. DOI: 10.1007/s10916-016-0481-x.
- Lux, Thomas (2019): E-Health: Begriff, Umsetzungsbarrieren, Nachhaltigkeit und Nutzen. In: Robin Haring (Hg.): Gesundheit digital. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 1–14.
- Mayring, Philipp (1991): Qualitative Inhaltsanalyse. Hg. v. Uwe Flick, Ernst von Kardoff, Heiner Keupp, Lutz von Rosenstiel und Stephan Wolff. München: Beltz - Psychologie Verl. Union (Handbuch qualitative Forschung : Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen).

- Okamura, Allison; Mataric, Maja; Christensen, Henrik (2010): Medical and Health-Care Robotics. In: IEEE Robot. Automat. Mag. 17 (3), S. 26–37. DOI: 10.1109/MRA.2010.937861.
- Popp, Christof; Raptis, Georgios (2020): Use Cases für die Roboternutzung. Nicht Veröffentlichtes Manuskript. Regensburg.
- Thokala, Praveen; Devlin, Nancy; Marsh, Kevin; Baltussen, Rob; Boysen, Meindert; Kalo, Zoltan et al. (2016): Multiple Criteria Decision Analysis for Health Care Decision Making--An Introduction: Report 1 of the ISPOR MCDA Emerging Good Practices Task Force. In: Value in health : the journal of the International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research 19 (1), S. 1–13. DOI: 10.1016/j.jval.2015.12.003.
- Weber, Karsten; Raptis, Georgios; Haug, Sonja; Meussling-Sentpali, Mohr, Christa; Lauer, Norina; Pfingsten, Andrea (2019): Forschungsvorhaben: Telepräsenzroboter für die Pflege und Unterstützung von Schlaganfallpatientinnen und -patienten (TePUS) im Tegierungsbezirk Oberpfalz. Dein-Haus 4.0.
- Wilk, Rachel; Johnson, Michelle J. (2014): Usability feedback of patients and therapists on a conceptual mobile service robot for inpatient and home-based stroke rehabilitation. In: 5th IEEE RAS/EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics. 2014 5th IEEE RAS & EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob). Sao Paulo, Brazil, 12.08.2014 - 15.08.2014: IEEE, S. 438–443.
- Yin, Robert K. (2014): Case study research. Design and methods. 5. edition. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington, DC: SAGE.

IMPRESSUM

Christof Popp, Luise Middel, Prof. Dr. Georgios Raptis: Auswahlverfahren für Telepräsenzroboter für die Unterstützung von Schlaganfallpatient*innen, Version 1

Projekt „Telepräsenzroboter für die Pflege und Unterstützung von Schlaganfallpatientinnen und -patienten (TePUS) im Regierungsbezirk Oberpfalz: DeinHaus 4.0“

Teilprojekt TP1, Prof. Dr. Georgios Raptis, eHealth Labor der OTH Regensburg

Stand: 07.12.2020

Erscheinungsdatum: 28.01.2022

Herausgeber:

Ostbayerische Technische Hochschule (OTH) Regensburg

Projektmanagement und Kontakt:

Gudrun Bahr, M.A.

Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg
Postfach 12 03 27
93025 Regensburg Deutschland

E-Mail: info@deinhaus40.de

WWW: <https://www.deinhaus40.de/start>

Projektleitung:

Prof. Dr. Karsten Weber, Kompetenzzentrum „Institut für Sozialforschung und Technikfolgenabschätzung (IST)

<http://www.oth-regensburg.de/ist>

APPENDIX

1. Quellen der Roboter

Roboter	Onlineadresse	Datum
MobiKa* ¹	https://www.ipa.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/MobiKa.html	24.11.2020
Double II	https://www.doublerobotics.com/double2.html	30.11.2020
Double III* ¹	https://www.doublerobotics.com/double3.html	05.12.2020
Temj* ¹	https://www.robotemi.com/specs/ https://www.medisana.de/thehomecarerobot.html	05.12.2020
PadBot P2	http://padbot.co.uk/p2.html	05.12.2020
VGO	http://www.vgocom.com/what-vgo	05.12.2020
Giraff	http://www.giraff.org/for-researchers/?lang=en	24.11.2020
AVA Variante A1	https://www.robotshop.com/en/amy-robotics-a1-twin-sister-telepresence-robot.html http://www.amyrobotics.com/indexhelpcenteren	05.12.2020
AVA Variante 500	https://telepresencerobots.com/robots/ava-robotics-ava-500	24.11.2020
Beam Pro 2	https://suitabletech.com/products/beam	24.11.2020
CARECules* ¹	https://varomo.de/	30.11.2020
Ohmni Robot	https://ohmnilabs.com/products/devplatforms/ https://ohmnilabs.zendesk.com/hc/en-us/articles/360013209613-Can-I-connect-to-an-Ohmni-using-a-video-conferencing-client-device-from-another-vendor-	30.11.2020
Lio Roboter	https://www.fp-robotics.com/de/care-lio/#:~:text=Lio%20%E2%80%93%20Der%20professionelle%20pers%C3%B6nliche%20Roboter,Altenpflegeeinrichtungen%2C%20Rehabilitationszentren%20oder%20zu%20Hause.	05.12.2020
InTouch Vita	https://intouchhealth.com/telehealth-devices/intouch-vita/?gdprorigin=true	24.11.2020