



Hochschule Neubrandenburg

Fachbereich Gesundheit, Pflege, Management

Studiengang Gesundheitswissenschaften

**Akzeptanzanalyse in der Neurorehabilitation
mit einem humanoiden Assistenz-Roboter
– Erarbeitung eines Akzeptanzmodells –**

Masterarbeit zur

Erlangung des akademischen Grades

Master of Science (M.Sc.)

Vorgelegt von: *Ann-Kathrin Fischer*

Betreuer: *Prof. Dr. Axel Mühlbacher*

Zweitbetreuer: *Andrew Sadler M.Sc.*

Tag der Einreichung: 22.07.2020

URN: um:nbn:de:gbv:519-thesis 2019-0192-4

Inhaltsverzeichnis

I.	Abbildungsverzeichnis.....	3
II.	Tabellenverzeichnis.....	4
III.	Abkürzungsverzeichnis.....	5
1	Abstract	6
2	Der Schlaganfall als Herausforderung für das Gesundheitswesen	8
2.1	Schlaganfall als häufigste Ursache für anhaltende Störungen.....	9
2.2	Neurorehabilitation infolge eines Schlaganfalls	10
3	Digitale und technische Lösungen im Gesundheitswesen	13
3.1	Künstliche Intelligenz	14
3.2	Roboter im Gesundheitswesen.....	15
3.3	Einsatz von Künstlicher Intelligenz und Robotik in der Rehabilitation	18
3.4	Das Verbundprojekt Evidenz-basierte Robot-Assistenz in der Neurorehabilitation.....	20
4	Präferenz- und Akzeptanzmessung im Gesundheitswesen.....	21
4.1	Akzeptanzmessung durch das Discrete Choice Experiment	22
4.2	Best-Worst-Scaling für Wahlentscheidungen	23
4.3	Auswirkung der Einbindung von Patientenpräferenzen und Akzeptanzkriterien.....	25
5	Forschungsziel.....	27
6	Methodik	29
7	Theoretische Grundlage von Ziel- und Erfolgskriterien in der Neurorehabilitation zur Bestimmung der Akzeptanz.....	32
7.1	International Classification of Functioning, Disability and Health	33
7.2	Körperfunktionen und -strukturen als Handlungsvoraussetzung	36
7.3	Messung der Zielerreichung in einer Neurorehabilitation	38
7.3.1	Messung auf der Ebene der Körperfunktionen und -strukturen	38
7.3.2	Messung auf der Ebene der Aktivitäten des täglichen Lebens	39
7.3.3	Messung auf der Ebene der Gesundheitsbezogene Lebensqualität	40
7.4	Das Canadian Occupational Performance Measure als Dimensionsgrundlage auf Ebene der Aktivitäten des täglichen Lebens	41

8	Attribute der Akzeptanz auf der Ebene der Körperfunktionen und -strukturen sowie der Aktivitäten des täglichen Lebens	42
8.1	Attribute der Körperfunktionen und -strukturen	43
8.2	Attribute der Aktivitäten des täglichen Lebens	44
9	Attribute der Akzeptanz auf der Ebene eines humanoiden Assistenz-Roboters	46
9.1.1	<i>Design und Funktionen</i>	<i>48</i>
9.1.2	<i>Human-Robot-Interaction</i>	<i>51</i>
9.1.3	<i>Einsatzbedingungen im Therapiekontext</i>	<i>53</i>
10	Akzeptanz in der Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter	56
10.1	Auswirkungen auf die Einstellung der Patienten	57
10.2	Aktuelle Akzeptanzmodelle	59
10.2.1	<i>Technology Acceptance Modell.....</i>	<i>61</i>
10.2.2	<i>Unified Theory of Acceptance and Use of Technology Model.....</i>	<i>61</i>
10.2.3	<i>Almere-Modell.....</i>	<i>62</i>
10.2.4	<i>Diffusion of Innovation nach Rogers</i>	<i>63</i>
10.2.5	<i>Uncanny Valley – Theorie des „unheimlichen Tals“</i>	<i>64</i>
10.3	Einbettung der Roboter-Akzeptanz in ein Versorgungssystem.....	65
10.4	Akzeptanzmodell für die Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter	68
11	Zusammenfassung der Ergebnisse	73
12	Diskussion und Ausblick	78
IV.	Literaturverzeichnis	80
V.	Appendix 1 – systematische Literaturrecherche	86
VI.	Appendix 2 – Neurorehabilitation der Armfunktionen und von Neglects	88
VII.	Appendix 3 – Messung der Zielerreichung auf der Ebene der Körperfunktionen und -strukturen	91
VIII.	Eidesstattliche Erklärung.....	93

I. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Multiprofessionelle Teamarbeit in der Neurorehabilitation; Quelle: eigene Darstellung, vgl. Böing, 2019	11
Abbildung 2 - Phasen der Rehabilitation nach einem Schlaganfall; Quelle: eigene Darstellung, vgl. Böing, 2019	12
Abbildung 3 - Humanoider Assistenz-Roboter Pepper; (Fotografie) Quelle: Universitätsmedizin Greifswald - AG Neurorehabilitation online unter URL: http://www.medicin.uni-greifswald.de/ebrain/de/e-brain-das-projekt/	20
Abbildung 4 - Best-Worst-Scaling Case 1; Quelle: eigene Darstellung	24
Abbildung 5 - Best-Worst-Scaling Case 2; Quelle: eigene Darstellung	24
Abbildung 6 - Best-Worst-Scaling Case 3; Quelle: eigene Darstellung	25
Abbildung 7 - Flow-Chart der systematischen Literaturrecherche; Quelle: eigene Darstellung	31
Abbildung 8 - International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF); Quelle: eigene Darstellung, vgl. Harth, 2014	34
Abbildung 9 - Komponenten der International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF); Quelle: Fheodoroff et. al., 2018.....	35
Abbildung 10 - Das Bieler Modell; Quelle: Schule für Ergotherapie Biel, 2007.....	37
Abbildung 11 - Handlungsfähigkeit als Voraussetzung für die gesundheitsbezogene Lebensqualität; Quelle eigene Darstellung	39
Abbildung 12 - (Teil-)Ziele nach der International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF), Quelle: eigene Darstellung, vgl. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI), 2005 und World Health Organization, 2001.....	43
Abbildung 13 - Attribute auf der Ebene der Körperfunktionen und -strukturen; Quelle: eigene Darstellung.....	44
Abbildung 14 - Attribute auf der Ebene der Aktivitäten (des täglichen Lebens); Quelle: eigene Darstellung	46
Abbildung 15- Attribute auf der Ebene eines humanoiden Assistenz-Roboters; Quelle: eigene Darstellung	55
Abbildung 16 - Dimensionen der Technikakzeptanz; Quelle: eigene Darstellung, vgl. Becker, 2018	59
Abbildung 17 - Technology Acceptance Modell (TAM); Quelle: eigene Darstellung, vgl. Venkatesh et. al., 1996	61
Abbildung 18 - Unified Theory of Acceptance and Use of Technology Model (UTAUT); Quelle: eigene Darstellung, vgl. Beer, 2017.....	62
Abbildung 19 - Almere-Modell der Akzeptanz; Quelle: eigene Darstellung, vgl. Brandon, 2012.....	63
Abbildung 20 - "Uncanny Valley" - Theorie des Unheimlichen Tals; Quelle: Laue, 2017	65
Abbildung 21 - Treatment Process; Quelle: eigene Darstellung.....	66
Abbildung 22 - Komponenten eines Versorgungsprozesses; Quelle: eigene Darstellung.....	67
Abbildung 23 - Dimensionen der Akzeptanz einer Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter; Quelle: eigene Darstellung	69
Abbildung 24 - Akzeptanzmodell einer Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter; Quelle: eigene Darstellung	72
Abbildung 25 – Beispiel Best-Worst-Scaling Case 1; Quelle: eigene Darstellung.....	76
Abbildung 26 - Beispiel Best-Worst-Scaling Case 2; Quelle: eigene Darstellung.....	76
Abbildung 27 – Beispiel Best-Worst-Scaling Case 3; Quelle: eigene Darstellung.....	77

II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Einschlusskriterien der systematischen Literaturrecherche.....	29
Tabelle 2 - Ausschlusskriterien der systematischen Literaturrecherche.....	30
Tabelle 3 - Dimensionen des Canadian Occupational Performance Model (COPM).....	41
Tabelle 4 - Einflussfaktoren der Akzeptanz einer Technik.....	60
Tabelle 5 – Attribute der Akzeptanz von Patienten in der Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter	74

III. Abkürzungsverzeichnis

Activities of Daily Living	ADL
Arm-Basis-Training	ABT
Arm-Fähigkeits-Training	AFT
Artificial intelligence	AI
Best-Worst-Scaling	BWS
Box- and-Block-Test	BBT
Canadian Occupational Performance Measure	COPM
Catherine-Bergego Skala	CBS
Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information	DIMDI
Discrete Choice Experiment	DCE
Disease-adjusted Life Years	DALY
Erlanger Schlaganfall-Register	ESPRO
Evidenz-basierte Robot-Assistenz in der Neurorehabilitation	E-BRAiN
Fugl-Meyer-Test	FM
Functional Independence Measure	FIM
Gesundheitsbezogene Lebensqualität (Health-related Quality of Life)	HRQoL
Human-Robot-Interaction	HRI
Impairment oriented Training	IOT
Inaktiver Robotischer Reha-Assistenz für das Lauftraining von Patienten nach Schlaganfällen	ROREAS
Informations- und Kommunikationstechnologien	IKT
Intelligenzquotient	IQ
International Classification of Functioning, Disability and Health	ICF
Künstliche Intelligenz	KI
Maschinelles Lernen	ML
Neglect-Test	NET
Nine-Hole-Peg-Test	NHP
Stroke Impact Scale	SIS
Technology Acceptance Modell	TAM
Transitorische ischämische Attacke	TIA
Unified Theory of Acceptance and Use of Technology Model	UTAUT
Weltgesundheitsorganisation (World Health Organization)	WHO

1 Abstract

Hintergrund: Der demografische Wandel, der medizinisch-technische Fortschritt, steigende Kosten und ein anhaltender Fachkräftemangel stellen das Gesundheitswesen vor große Herausforderungen. Im Bereich der neurologischen Erkrankungen verzeichnet sich ein Anstieg von Prävalenz und Inzidenz besonders in Bezug auf den Schlaganfall. In Deutschland ereignen sich jährlich ca. 270.000 Schlaganfälle [1, 2]. Sie sind die häufigste Ursache für anhaltende Behinderungen. Es wird geschätzt, dass 85% der Schlaganfall-Überlebenden an einer Armbeeinträchtigung leiden und 40% chronisch beeinträchtigt sind [3, 4]. Im Zusammenhang mit den Herausforderungen im Gesundheitswesen, wie dem Fachkräftemangel [5], führt die steigende Zahl der Schlaganfall-Betroffenen zu einer Versorgungslücke. Ein Forschungsverbund des Landes Mecklenburg-Vorpommern beschäftigt sich vor diesem Hintergrund im „E-BRAiN“-Projekt mit dem Einsatz eines humanoiden Assistenz-Roboters, Pepper, in der Neurorehabilitation. Der Roboter soll Patienten während der Arm- und Neglect-Rehabilitation anleiten und unterstützen, so dass Fachkräfte entlastet werden und eine lückenlose Versorgung gewährleistet werden kann. Durch seinen unermüdlichen Einsatz bietet er das Potential qualitative Trainingseinheiten in einer quantitativen Anzahl zu ermöglichen. Im Vorfeld der Einführung einer innovativen Therapie steht die Ermittlung von Patientenpräferenzen und Akzeptanzkriterien, um die Therapie im Sinne des Patienten zu gestalten und den Nutzen für den Patienten in den Fokus zu rücken [6, 7].

Methodik: Die vorliegende Arbeit ist eine systematische Übersichtsarbeit, die die Methodik des PRISMA-Statements anwendet. Für die Übersichtsarbeit wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt, um eine ausgewogene Übersicht über den bestehenden Forschungsstand zu erhalten und daraus die Beantwortung der Forschungsfrage abzuleiten. Die verwendeten Datenbanken für die Recherche waren PubMed, Springer Link, Google Scholar und das Journal Value in Health. Die Recherche wurde auf die Neurorehabilitation von Schlaganfall-bedingten Behinderungen und auf (humanoide Assistenz-)Roboter im Gesundheitssystem bzw. in der Gesundheitsversorgung sowie speziell in der Neurorehabilitation ausgerichtet. Insgesamt konnten 6.189 Titel identifiziert werden, wovon 524 Titel als brauchbar in die Studie eingeschlossen worden sind. Zusätzlich wurden in einer Handrecherche weitere Artikel, Studien und Publikationen sowie Diskussionen in die Übersichtsarbeit aufgenommen.

Ergebnis: Die Akzeptanz ist eine Herausforderung in der Implementierung von Technik in allen Bereichen. Da vor allem in Bezug auf humanoide Assistenz-Roboter Patienten meist keine Erfahrung haben, muss das mehrdimensionale Konstrukt der Akzeptanz analysiert werden. Die Analyse der Akzeptanz von Patienten basiert auf der Identifizierung von Patientenpräferenzen. Anhand des Wissens über die Patientenpräferenzen bzw. der Patientenperspektive kann eine Therapie im Sinne des Patienten gestaltet werden, so dass die Patienten eher bereit sind die Therapie zu akzeptieren und letztendlich ein Engagement einzugehen. Die Akzeptanz von Robotern, die in der Rehabilitation eingesetzt werden, kann nicht allein auf der Bewertung der Funktion des Roboters beruhen, da der Roboter in einem System eingebettet ist, dass insgesamt akzeptiert werden muss. In dem in dieser Arbeit generierten Akzeptanzmodell konnten drei Dimensionen der Akzeptanz identifiziert werden: Körperfunktionen und -strukturen, Aktivitäten sowie die Eigenschaften eines humanoiden Roboters in der Therapie. Die Präferenz- und Akzeptanzmessung kann Dienstleister, Kostenträger und andere Akteure im Gesundheitswesen unterstützen Entscheidungen zu treffen, die auf ein effektives und effizientes Gesundheitssystem mit gedeckten Versorgungsbedarf und niedrigen Kosten ausgerichtet sind. Die Einbindung von Präferenzen und Akzeptanzkriterien hat kurz-, mittel- und langfristig positive Auswirkungen auf Patienten und das Gesundheitssystem.

Schlussfolgerung: Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Patienten auf verschiedenen Ebenen Leistung und einen Nutzen wahrnehmen müssen, um eine Therapie zu akzeptieren. Patienten müssen sehen, dass der Roboter als Therapeut, ihnen helfen kann und dessen Bedürfnisse im Kontext der Therapie erfüllen kann. Erst dann gehen sie in ein Engagement. Das System, in dem die Therapie mit einem humanoiden Assistenz-Roboter eingebettet ist, muss entsprechende Ressourcen, Aktivitäten und vorteilhafte Angebote bieten, die sich an den Präferenzen von Patienten orientieren und Akzeptanzkriterien erfüllen. Es ist vorstellbar, dass humanoide Assistenz-Roboter die Neurorehabilitation in Zukunft revolutionieren und sowohl im ambulanten oder stationären Klinikbereich als auch in der häuslichen Umgebung der Patienten einsetzbar sind.

2 Der Schlaganfall als Herausforderung für das Gesundheitswesen

In Deutschland und anderen Industrieländern vollzieht sich derzeit ein demografischer Wandel. Die Bevölkerung altert und gleichzeitig ist ein Bevölkerungsrückgang zu verzeichnen. Die Baby-Boom-Generation der Nachkriegszeit tritt in den Ruhestand bzw. gelangt in das Rentenalter [5]. Trotz dessen, dass aktuell die Geburtenzahlen ansteigen, sinkt die Zahl der Erwerbstätigen zwischen 20 und 66 Jahren in den nächsten Jahren und die Anzahl der über 67-Jährigen steigt deutlich an [8]. Im Jahr 2018 lag die Anzahl der Menschen im erwerbsfähigen Alter bei 51,8 Millionen in Deutschland. Bis zum Jahr 2035 wird die Anzahl prognostiziert auf 45,8 Millionen Menschen sinken. Studien gehen davon aus, dass sich die Anzahl der älteren Bevölkerung bis zu dem Jahr 2050 verdoppeln wird [9]. Der demografische Wandel beruht vor allem auf der Zunahme des Anteils der älteren Bevölkerung. Dadurch wird eine erhöhte Nachfrage an gesundheits- bzw. krankheitsbezogenen Versorgungsleistungen bedingt [5]. Durch den Wandel wird das Gefüge der Generationen verschoben, wodurch bestimmte Anforderungen entstehen. Es werden mehr Fachkräfte für die Versorgung von vor allem der älteren Bevölkerung benötigt, da der Pflegebedarf zunimmt. Außerdem müssen die Fachkräfte ein hohes Potential mit sich bringen, da die Menschen nicht mehr nur versorgt, sondern auch integriert werden wollen [10]. Die wachsende Zahl der älteren Bevölkerung stellt die Gesellschaft vor neue Herausforderungen. Zudem haben viele ältere Menschen physische und kognitive Einschränkungen [11].

Im Hinblick auf die Geburtenrate und den Wanderungssaldo wird die demografische Entwicklung zu einem deutlichen Rückgang an gesetzlich Versicherten führen. Prognostiziert wird ein Abstieg von 72 Mio. Versicherte im Jahr 2019 auf 66 Mio. Versicherte im Jahr 2060 [12]. Die sinkende Anzahl der erwerbsfähigen Bevölkerung ist bereits heute einer der Gründe für einen Fachkräftemangel. Studien zufolge kamen im Jahr 2015 weltweit auf eine ältere Person sieben Fachkräfte. Im Jahr 2030 wird diese Zahl prognostiziert auf 4,9 Fachkräfte fallen [5].

Neurologische Erkrankungen stellen das Gesundheitswesen in diesem Zusammenhang vor eine besondere Herausforderung. Die Anzahl der neurologischen Erkrankungen nimmt stetig

zu. Nach dem Erlanger Schlaganfall-Register¹ (ESPRO) steigt die Prävalenz² von Schlaganfällen bis 2025 auf insgesamt 3,5 Mio. Patienten. Die Zahl der neurologischen Erkrankungen hat deutlich zugenommen, dennoch konnte auch ein immenser Anstieg an Disease-adjusted Life Years (DALY), also krankheitsbereinigten Lebensjahren, verzeichnet werden. Das heißt, die Patienten leben trotz ihrer vorhandenen Krankheit zunehmend länger und müssen somit auch länger versorgt werden [1].

2.1 Schlaganfall als häufigste Ursache für anhaltende Störungen

Der Schlaganfall oder auch Apoplex ist ein „schlagartig“ auftretender Ausfall von Gehirnfunktionen und eine gefäßbedingte Erkrankung des Gehirns [3]. Infolge eines Gefäßverschlusses im Hirngewebe (Hirninfrakt, ischämischer Infarkt) oder einer Hirnblutung (hämorrhagischer Infarkt) treten plötzliche Schädigungen auf. Aufgrund einer Mangel durchblutung oder Blutung im Hirngewebe entsteht eine lokale oder allgemeine Funktionsstörung des Gehirns. Die Funktionsstörung äußert sich in dem schlagartigen Auftreten von neurologischen Symptomen, vor allem von Lähmungen und Gefühlsstörungen von Arm, Bein oder Gesicht, Sprachstörungen, Sehstörungen, Gleichgewichtsstörungen, Bewusstlosigkeit und starke Kopfschmerzen. Die Gefühlsstörungen oder Lähmungen treten meist in einer Körperhälfte auf [3, 4].

Der Schlaganfall ist weltweit die zweithäufigste Todesursache und die häufigste Ursache bleibender Schäden bzw. Behinderungen [3, 4]. Die Wahrscheinlichkeit einen Schlaganfall zu erleiden, steigt im höheren Alter. Der medizinische Fortschritt, speziell in der Akutbehandlung von Schlaganfall-Patienten, intensive Aufklärung, die fortschreitende Technik und die effektiveren Behandlungsmethoden bewirken, dass die Überlebensraten nach einem Schlaganfall steigen [8, 13]. Bis zu 40% der Überlebenden haben langfristig Einschränkungen im täglichen Leben durch anhaltende Behinderungen [3, 4]. Der

¹ Das Erlanger Schlaganfallregister (ESPRO) ist ein regionales, bevölkerungsbasiertes Register, in das möglichst alle diagnostizierten Schlaganfälle unabhängig von der Altersgruppe und Schweregrad der Ausprägung erfasst werden sollen.

² Die Prävalenz ist ein epidemiologischer Fachbegriff und medizinische Kennzahl für die Krankheitshäufigkeit. Die Kennzahl gibt den Anteil der Menschen einer bestimmten Gruppe (Population) an, die zu einem bestimmten Zeitpunkt an einer bestimmten Krankheit erkrankt sind.

Schlaganfall ist derzeit unter den neurologischen Diagnosen mit einer Inzidenz³ von knapp 270.000 Patienten und einer derzeitigen Prävalenz von 1,3 Mio. Menschen eine der kostenintensivsten Erkrankungen im deutschen Gesundheitssystem. Dieser Fakt impliziert eine große Versorgungsherausforderung mit gleichzeitigem Bedarf einer hohen Anzahl an Fachkräften in den kommenden Jahren [1, 2]. Aktuell belaufen sich die lebenslangen Behandlungskosten auf 43.000 Euro je Patient [14].

Ein vollständiger oder teilweiser Funktionsverlust der oberen Extremitäten in Form von Gefühlsstörungen oder Lähmungen (Paresen⁴) sowie Neglects⁵ sind sehr häufige Beeinträchtigung aufgrund eines Schlaganfalls an denen 40% der Betroffenen leiden [8, 13]. Es wird geschätzt, dass 85% der Schlaganfall-Überlebenden an einer Armbeeinträchtigung leiden. Menschen mit funktionalen Einschränkungen der oberen Extremitäten oder der Wahrnehmung können ihre motorische Funktionalität durch intensive Rehabilitationsübungen wiederherstellen bzw. verbessern [15].

2.2 Neurorehabilitation infolge eines Schlaganfalls

Bei einem Auftreten eines ischämischen Infarkts wird zunächst eine Akuttherapie eingeleitet. Zusätzlich zur Akuttherapie und weiteren Behandlungsmaßnahmen zum Erhalt der Leistungs- und Lebensfunktionen kommt es zu physiotherapeutischen, ergotherapeutischen und falls erforderlich logopädischen und neuropsychologischen Behandlungen im Sinne einer Frührehabilitation und anschließend im Sinne einer Sekundärrehabilitation, um bestehenden Behinderungen oder Lähmungen entgegenzuwirken [3].

Durch Rehabilitationsmaßnahmen können Einschränkungen erheblich zurückgefahren werden. Ein besonderes Ziel der Rehabilitation infolge eines Schlaganfalls ist die Befähigung der Betroffenen zu Aktivitäten des täglichen Lebens und zur Teilhabe an unterschiedlichen Lebensbereichen (Partizipation) durch die Wiederherstellung der Körperfunktionen und -

³ Die Inzidenz ist ein epidemiologischer Fachbegriff und medizinische Kennzahl für das Auftreten von Neuerkrankungen innerhalb einer bestimmten Population zu einer bestimmten Zeit an einer bestimmten Krankheit.

⁴ Als Parese wird eine vollständige Einschränkung der Motorik bzw. Lähmung verstanden Die Ursache ist eine Schädigung des Nervensystems. Die Hemiparese ist eine Teillähmung.

⁵ Ein Neglect ist eine neurologische Störung der Aufmerksamkeit in Form der Vernachlässigung einer Raum- bzw. Körperhälfte und bzw. oder Objekthälfte.

strukturen [16]. Eine Rehabilitation nach einem Schlaganfall findet in Form einer Neurorehabilitation statt. Die Neurorehabilitation dient der Wiederherstellung der körperlichen Leistungsfunktion und dem Erhalt sowie der Verbesserung der Lebensqualität der Betroffenen [8, 13].

Die Neurorehabilitation ist eine multiprofessionelle Disziplin, in der die Behandlung eines Patienten aus mehreren Dimensionen besteht (*siehe Abbildung 1*). Der Patient steht im Mittelpunkt der Behandlung und definiert in Absprache mit einem multiprofessionellen Team und gegebenenfalls Angehörigen individuelle Ziele [1, 17]. Die Arbeit in multiprofessionellen therapeutischen Teams, bestehend aus Ärzten, Pflegekräften, Physiotherapeuten, Ergotherapeuten, Logopäden/Sprach- und Schlucktherapeuten, (Neuro-)Psychologen und klinischen Sozialarbeitern bzw. -pädagogen, ist das Hauptmerkmal [18]. In der interdisziplinären Zusammenarbeit muss das Hauptaugenmerk auf der Ressourcenplanung und Zielerreichung liegen [19].

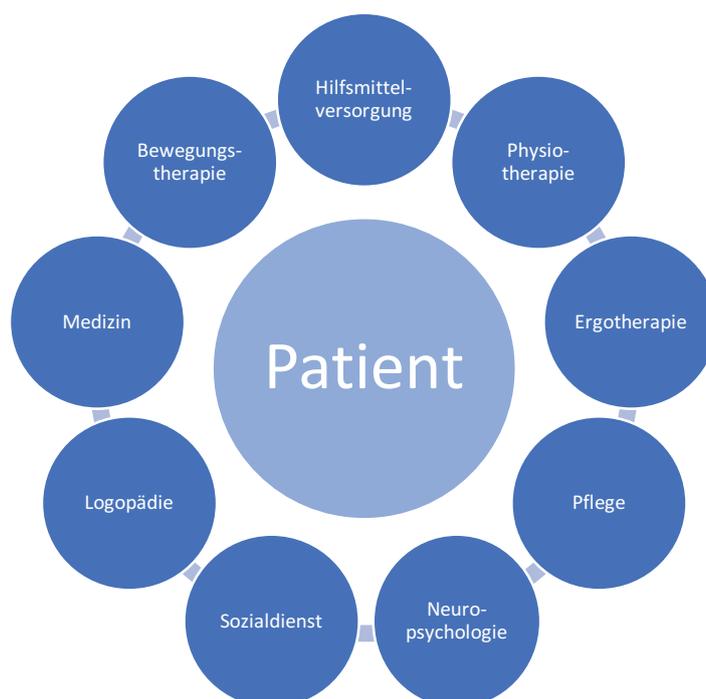


Abbildung 1 - Multiprofessionelle Teamarbeit in der Neurorehabilitation; Quelle: eigene Darstellung, vgl. Böing, 2019

Die Neurorehabilitation sollte im Regelfall relativ früh und vor allem individuell angesetzt werden, da in den ersten zwölf Monaten nach dem Ereignis die größten Erfolge erzielt werden können [20]. Der überwiegende Teil der funktionell bedeutsamen Erholung von

Lähmungen und Funktionsstörungen ist bereits nach drei bis sechs Monaten abgeschlossen. Die Erlangung der Selbstständigkeit nach diesem Zeitraum ist sehr schwer. Die Rehabilitation besteht aus mehreren Phasen (siehe Abbildung 2) [1].

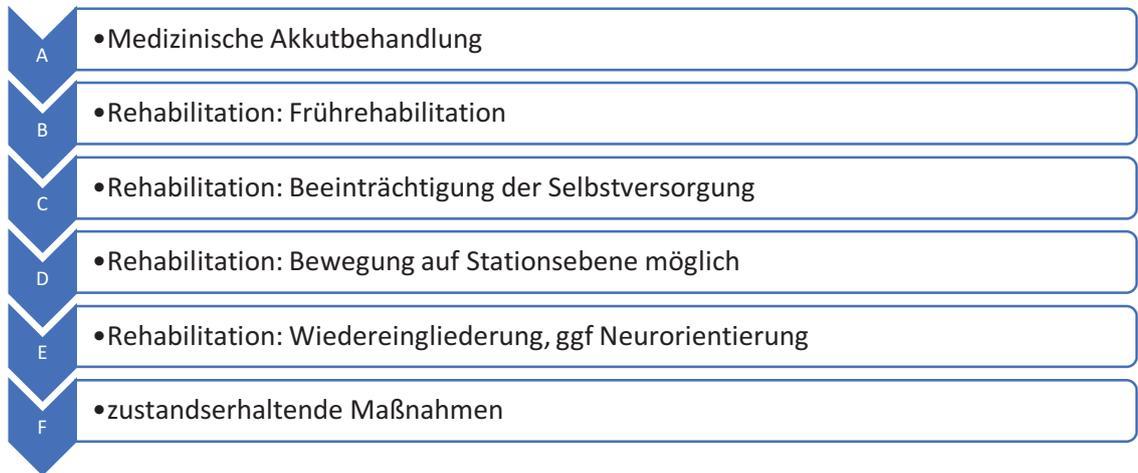


Abbildung 2 - Phasen der Rehabilitation nach einem Schlaganfall; Quelle: eigene Darstellung, vgl. Böing, 2019

Die Neurorehabilitation nach einem Schlaganfall umfasst meist eine intensive und lang andauernde Therapie. Nach einer begrenzten stationären Rehabilitationszeit findet eine Fortsetzung der Rehabilitation statt, damit sich nachhaltig und dauerhaft ein Therapieerfolg einstellen kann. Oftmals stellt eine Fortführung der Therapie im häuslichen oder ambulanten Setting insbesondere vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels eine Herausforderung dar. Therapeuten unterschiedlicher Disziplinen haben keine ausreichenden Kapazitäten, um die Patienten im eigenen Heim oder ambulant zu therapieren [16].

Eine langfristige Betreuung kann heutzutage kaum durch Haus- und Fachärzte oder Therapeuten⁶ unterschiedlicher Fachbereiche, wie Logopädie, Physio- und Ergotherapie sowie Neuropsychologie, gewährleistet werden [1, 2]. Mit zunehmender Anzahl behinderter Menschen ist das Gesundheitssystem mit einem Mangel an erfahrenen Therapeuten konfrontiert, weswegen eine intensive Rehabilitation mit ausreichender Häufigkeit an Trainingseinheiten und entsprechender Anzahl an Übungen und Wiederholungen nicht gewährleistet werden kann. Eine vielversprechende Abhilfe könnte der Einsatz von digitalen und technischen Lösungen sein [15].

⁶ In der vorliegenden Arbeit wurden zur besseren Lesbarkeit personenbezogene Bezeichnungen, die sich zugleich auf Frauen und Männer beziehen generell nur in der männlichen Form angeführt, also z.B. „Therapeut“ statt „TherapeutInnen“.

3 Digitale und technische Lösungen im Gesundheitswesen

Die aktuellen Herausforderungen im Gesundheitssystem bedingen die Diskussion um den Einsatz von (digitalen) Assistenzsystemen [21], wobei Assistenztechnologien, wie soziale bzw. humanoide Assistenz-Roboter, immer mehr in den Fokus rücken [22]. Die Digitalisierung in der Medizin hat das Potential, Prävention, Diagnostik und Therapie effizienter⁷ und effektiver⁸ zu gestalten. Die Digitalisierung ist ebenso mit Risiken verbunden, wie mit dem Verlust des persönlichen Arzt-Patienten-Verhältnisses bzw. Therapeuten-Patienten-Verhältnisses. Es gibt bereits über 14.000 Gesundheits-Apps mit steigender Anzahl. Die Telemedizin und der Wegfall des Fernbehandlungsverbotes erlaubt Online-Video-Sprechstunden, die besonders für chronisch Erkrankte einen großen Vorteil bieten. Außerdem können Fachärzte und Therapeuten auf dem Land entlastet werden [23].

In der Literatur werden unter anderem drei Generationen von Assistenztechniken in der Gesundheitsversorgung unterschieden. Die Techniken werden anhand ihrer Vernetzung und Interaktion voneinander abgegrenzt. Die erste Generation umfasst Systeme zur Unterstützung von Fachkräften ohne Informationsaustausch, wie beispielsweise Hebehilfen. Zur zweiten Generation werden Systeme gezählt, die einen Informationsaustausch ermöglichen, wie Telemedizinssysteme. Die dritte Generation umfasst vernetzte Systeme, die eigenständig Aufgaben erledigen. Zur dritten Generation werden (soziale Assistenz-)Roboter zugeordnet, die zu einer Interaktion fähig sind [21]. Viele Fachkräfte gehen davon aus, dass der Einsatz von Systemen der dritten Generation in naher Zukunft ansteigen wird. Tendenziell steht die Bevölkerung dieser Entwicklung zustimmend gegenüber und Chancen in den Techniken werden anerkannt. Dennoch sehen viele Menschen auf Probleme, die durch die technischen Anwendungen bzw. Systeme bedingt werden [13, 21, 24].

Technische Assistenzsysteme im Gesundheitswesen können im Wesentlichen durch ihre unterschiedlichen Formen und Funktionen differenziert werden: Informations- und

⁷ Effizienz bedeutet, das mit möglichst geringem Aufwand (u.a. Kosten) ein möglichst großes Resultat (u.a. Verbesserung des Gesundheitszustandes) erzielt werden kann.

⁸ Effektivität meint in der Gesundheitsökonomie die Fähigkeit einer gesundheitsbezogenen Leistung bzw. Intervention den Gesundheitszustand eines Patienten gezielt positiv zu verbessern. Stellt sich eine Verbesserung durch hohe Therapietreue und intensive Behandlung schnellstmöglich ein, so werden Ressourcen und Kosten gespart, weshalb eine Therapie dann auch effizient ist.

Kommunikationstechnologien, Robotik, Telemedizin, Sensoren, Videospiele und Medikationsaufgaben. Sie werden eingesetzt für physische Assistenz und Mobilisierung, soziale Begleitung, Kontrolle des Gesundheitszustands und emotionale Unterstützung [21].

Im Gesundheitswesen gibt es heute den Trend Künstliche Intelligenz und Robotik aus dem Bereich der Automatisierung einzusetzen. Die Künstliche Intelligenz wird unter anderem in der Robotik integriert, damit die Systeme eigenständig agieren können.

3.1 Künstliche Intelligenz

Im Bereich der Gesundheitsversorgung sind Anwendungen, die Daten und Informationen aufbereiten, analysieren und interpretieren ein großer Gewinn. Entsprechende Systeme sind heutzutage zunehmend mit einer Künstlichen Intelligenz (KI) ausgestattet. Die KI bzw. (eng.) artificial intelligence (AI) ist ein Teilgebiet der Informatik. Dieses Teilgebiet befasst sich mit der Automatisierung eines intelligenten Verhaltens. Sie ist der Versuch, eine menschenähnliche Intelligenz nachzubilden. Ein Computer bzw. eine Technologie soll demnach so gebaut sein, dass eigenständig Probleme bearbeitet werden können [23]. Die KI ist die meist weiterentwickelte und innovativste Technologie des 21. Jahrhunderts [25]. Sie befähigt Technologien auf eine Weise zu spüren, zu verstehen, zu handeln und zu lernen, die dem menschlichen Verhalten ähnlich ist. Künstliche Intelligenz ist der übergreifende Begriff für mehrere Technologien, die es Maschinen ermöglichen, unabhängig voneinander Probleme zu lösen, für die sie nicht programmiert wurden [25, 26].

Mittels KI können Dinge mit hoher Geschwindigkeit und ohne Pausen erledigt werden, die Menschen kaum bis gar nicht beherrschen. KI-Systeme bzw. Anwendungen sind aber nicht zu Empathie, Nächstenliebe, Fantasie, Kunst, körperliche und geistige Flexibilität, Erfindungsgabe und Perspektivenwechsel fähig. KI-Anwendungen erkennen und lernen Muster in großen Datenmengen, entwickeln aber kein echtes kognitives Verhalten. Im Gegensatz zum Arzt klassifiziert die KI-Anwendung tausende Daten in einem Bruchteil von Sekunden [23].

Im Gesundheitswesen wird KI vor allem als künstliche Datenintelligenz und in der Robotertechnik angewendet. Die künstliche Datenintelligenz umfasst die Auswertung einer großen Menge an Daten in Bruchteilen von Sekunden durch eine Automatisierung.

Algorithmen sind dabei die Handlungsvorschrift, die als eine Art „Rezept“ für die Verarbeitung und Lösung des Problems dient [23, 26]. KI wird eingesetzt, um Informationen, wie Symptome von Patienten, zu verarbeiten, um so Ärzte und Patienten bei einer gemeinsamen Entscheidungsfindung durch Informationen über Diagnose, mögliche Krankheitsverläufe und Behandlungsempfehlungen zu unterstützen [10, 23]. Die KI stellt in dem Fall eine Entscheidungshilfe dar, was ein hohes Vertrauen in die Technologie voraussetzt. Außerdem wird die KI eingesetzt, um (klinische) Daten für Studien zu sammeln, aufzuarbeiten und zu analysieren [10, 25]. Gesundheitsbezogene Anwendungen, die auf eine Diagnose, auf das Treffen von Entscheidungen und die Vorhersage von möglichen Ergebnissen bzw. Outcomes abzielen, können durch KI unterstützt werden [27].

Die Automatisierung in Form einer KI wird besonders im Bereich der Robotik integriert, um Roboter-Systeme flexibel und anpassungsfähig zu gestalten. Roboter können mittels einer KI mit Spracherkennung, Gesichts- und Bilderkennung sowie mit einer künstlichen Datenintelligenz ausgestattet werden [23].

3.2 Roboter im Gesundheitswesen

Der Begriff Robotik wird seit fast 100 Jahren verwendet und als Möglichkeit verstanden, das Leben der Menschen durch die Übernahme unbeliebter und belastender Tätigkeiten von Maschinen zu verbessern [28]. Außerhalb des Gesundheitswesens waren Roboter in den letzten Jahrzehnten dafür da, Aufgaben auszuführen, die weitgehend repetitive oder gefährliche Arbeiten einschließen, zu denen Menschen weniger bereit oder in der Lage sind, wie z.B. Arbeiten an Fließbändern in Fabriken oder Bombenentschärfung im Militär. In den industriellen Bereichen haben sich Roboter daher bereits lange bewährt. Im Gesundheitswesen sind Roboter noch ein eher neueres Feld, in dem vor allem die soziale Robotik eine große Rolle spielt. Die soziale Robotik hat sich erst in den letzten Jahren ausgeweitet. Die Nutzer von Robotern im Gesundheitswesen sind Patienten, deren Angehörige und Mitarbeiter [29].

Zum heutigen Zeitpunkt setzen sich physische oder operative Assistenz-Roboter im Gesundheitswesen durch. Selbstfahrende Rollstühle, Roboter-gestützte Gliedmaßen und Roboter-Chirurgie sind mehrheitlich aus dem klinischen Alltag kaum noch wegzudenken. [5]

Die Zukunft von Roboter-Technologien bietet durch den Einsatz von KI das Potential, dass auch „geistige“ Aufgaben durch Roboter übernommen werden können und sie sich flexibel an ihre Umwelt anpassen sowie auf Gegebenheiten reagieren können [23].

Roboter werden im Gesundheitswesen als Assistenz-Technologie zur Unterstützung von Menschen, zur Steigerung ihres Wohlbefindens und zu Erhaltung ihrer Unabhängigkeit eingesetzt [30]. In der Medizin werden Operationsroboter mit KI-Programmen gesteuert, um Präzisionsaufgaben zu übernehmen. Der *DaVinci*-Roboter ist ein minimal-invasiver, vierarmiger Operationsroboter, der teilautonom Patienten operiert und mittlerweile in vielen Bereichen der Medizin etabliert ist [31].

Neben Operationsrobotern werden heutzutage auch Pflegeroboter eingesetzt, die Patienten mit eingeschränkten Funktionen helfen, Medikamente holen und andere Dinge transportieren oder bettlägerige Patienten sogar waschen oder betten [32, 33]. Pflegeroboter werden zum Teil für die Sturzprophylaxe, Sturzerkennung, Kommunikation mit anderen, Unterhaltung und zur Unterstützung in Trainings- oder Therapieeinheiten eingesetzt. [23, 29].

Assistenz-Technologien, wie ein Assistenz-Roboter, sind für viele Menschen noch unbekannt. Vielmehr sind Erfahrungen mit sprachgesteuerten Assistenz-Systemen, wie Siri (Apple Corporation), Alexa (Microsoft Corporation), Google (Google LLC) und weiterer Spracherkennungssoftware, in der Gesellschaft heute verbreitet. Die Systeme verbreiten sich zunehmend im Alltag mit der Funktion, ihre Nutzer in Alltagssituationen zu unterstützen. Assistenz-Roboter werden in Zukunft neben den genannten Assistenz-Technologien immer präsenter werden und in Form von sozialer Robotik in den Alltag von Menschen treten [28].

Assistenz-Roboter sind Roboter, die dem Menschen als Hilfsperson oder Begleiter zur Verfügung stehen und ihm physische und kognitive Unterstützung bieten [34]. Mittels einer KI-Software können die Roboter Sprechen, Zuhören, Dinge greifen sowie Bringen und Ereignisse in ihrer Umgebung bildlich aufzeichnen [23, 35]. In Zukunft könnten Assistenz-Roboter den Alltag von Pflegebedürftigen oder Patienten verändern, indem sie ihnen bei alltäglichen Aktivitäten, der Wiederherstellung von Funktionen und der Verbesserung ihrer Lebensqualität helfen [36]. Eine erhöhte Nachfrage besteht in diesem Zusammenhang nach Assistenz-Robotern, die sozial-interaktiv sind.

Sozial-interaktive Assistenz-Roboter können in unterschiedlichen Gebieten zum Einsatz kommen, wie in der aktiven Therapie, im kognitiven Training, in der sozialen Vermittlung bzw. Förderung, bei einer Begleitung und physischen Therapie. Bei sozial-interaktiven Assistenz-Robotern handelt es sich um Roboter, die in der Lage sind, eine komplexe Reihe physischer Aufgaben zu erledigen und die zusätzlich eine soziale Schnittstelle besitzen, die einen Benutzer davon überzeugen kann, dass es sich bei der Interaktion mit dem Roboter um eine soziale Interaktion handelt [5]. Sozial-interaktive Assistenz-Roboter haben das Potential durch den Erhalt der Selbstständigkeit der Betroffenen ein gesundes Altern von älteren Menschen zu bedingen [37]. Die Fähigkeit sozial zu interagieren haben ebenfalls humanoide Roboter.

Humanoide Roboter sind teilweise mit einer Künstlichen Intelligenz (KI) ausgestattet und verrichten menschenähnliche Arbeiten, haben ein menschenähnliches Aussehen und werden von Menschen als Menschenähnlich wahrgenommen. Humanoide Roboter sind in ihrer Erscheinung und in ihrem Verhalten dem Menschen „ähnlich“ und werden dadurch vom Menschen „gemocht“. Merkmale dieser Roboter sind „Kulleraugen“, Witz und Charme in Worten, Stimme und Motorik. Durch diese Merkmale wirken sie dem Menschen nicht fremd. Einige Roboter können sogar Gefühle, wie Angst, Glück, Überraschung, Trauer, Ärger und Abscheu ausdrücken [23]. Im Therapiebereich sollen sie zukünftig als Therapieroboter für Maßnahmen von Behandlungen von Funktionsstörungen, Verletzungen und Krankheiten eingesetzt werden. Das heißt sie werden auch in der Rehabilitation eingesetzt [32]. Im Bereich der Schlaganfall-Rehabilitation bieten vor allem humanoide Roboter, die zum Beispiel mimische, gestische und sprachliche Fähigkeiten haben, in einem bestimmten Umfang denk- und lernfähig sind, gehörte Informationen verarbeiten können, ein Erinnerungsvermögen haben und Gefühle ausdrücken können, vielfältige Möglichkeiten. Ein Beispiel ist die Therapie mit Kindern, die an onkologischen Erkrankungen leiden. Der Umgang mit pädiatrischen bzw. onkologischen Erkrankungen ist sehr schwer und eine psychologische und soziale Unterstützung ist besonders wichtig. In einer Studie wurde festgestellt, dass der Einsatz eines sozialen humanoiden Roboters in einer psychologischen Therapie sehr vorteilhaft ist. Im Vergleich zur traditionellen Therapie ohne Roboter, konnten die negativen Gefühle, Wut, Stress und Depressionen von erkrankten Kindern in der Therapie mit dem Roboter deutlich reduziert werden [38]. „Kaspar the social robot“ ist ein Beispiel für einen humanoiden Roboter, der bei der Therapie von autistischen Kindern eingesetzt wird. Andere Roboter werden in der Therapie von Demenzerkrankten eingesetzt. Außerhalb des

Therapiebereichs werden diese Roboter teilweise im Alltag eingesetzt, wie die ZoraBots, die Menschen zu Fitnessübungen anregen [33].

3.3 Einsatz von Künstlicher Intelligenz und Robotik in der Rehabilitation

In Zeiten der Industrie 4.0⁹ haben viele Unternehmen oder Individuen bereits Erfahrungen mit der Vision der Digitalisierung und dessen Umsetzung in Unternehmen. Diese Erfahrungen und digitalen Visionen lassen sich in den Rehabilitationsbereich übertragen [10].

Die Rehabilitation 4.0 steht für die Anwendung innovativer Technologien, wie KI oder Robotik in diesem Versorgungsbereich. Die Digitalisierung in der Rehabilitation als Teil des digitalen Wandels tangiert mehrere Handlungsfelder, wie die Überwindung sozialer Ausgrenzung, den demografischen Wandel und die Prävention. In der Rehabilitation besteht ein Bedarf für individuelle technische Assistenzlösungen, um dem wachsenden Bedarf an Fachkräften weitgehend zu decken. Die Ziele einer Digitalisierung in der Rehabilitation umfassen die Verbesserung der Autonomie in der alltäglichen Lebensführung, die Verbesserung der Gesundheitsfürsorge und Pflege und eine Kostensenkung bei medizinischen Produkten und Dienstleistungen, Teilhabe an Bildung und Erwerbsarbeit [10].

Innovative Technologien, die im Bereich der Rehabilitation eingesetzt werden, sind beispielsweise Telerehabilitationssysteme, die in der ambulanten Rehabilitation im häuslichen Umfeld ein großes Potential bietet. Sie entlasten Fachkräfte, die durch die Technik eine Fernrehabilitation durchführen und durch den Wegfall von Fahrzeiten mehrere Patienten parallel betreuen können [16, 19, 23].

KI und Roboter werden in der Rehabilitation zunehmend eingesetzt, um Aufgaben von Therapeuten zu übernehmen [39]. Vor allem im Bereich von sensomotorischen Trainingstechnologien zeichnet sich ein Boom an roboter-gestützten Verfahren ab. Zum Beispiel wurde das klassische Laufband zum Gangroboter weiterentwickelt. Die innovative Form des Laufbands ermöglicht eine automatische Aufzeichnung von Veränderungen bzw.

⁹ Industrie 4.0 steht für das derzeitige digitale Zeitalter, das vor allem durch Automatisierung und digitale Transformation im Produktionsbereich gekennzeichnet ist. Merkmale für dieses Zeitalter sind unter anderem die zunehmende Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien und Künstlicher Intelligenz sowie der Einsatz von Robotik.

Verbesserungen und eine dynamische Hüftunterstützung [40]. Schlaganfall-Patienten leiden häufig unter motorischen Einschränkungen der oberen Extremitäten. Eine neue Entwicklung in der Rehabilitation ist der Roboterball „Sphero 2.0“, der sich durch Neigung eines Smartphones steuern lässt. In Studien wurden Verbesserungen im motorischen Bereich mithilfe des Roboterballs beobachtet. Zudem konnte erfasst werden, dass die subjektiv wahrgenommenen Beschwerden der oberen Extremitäten im Alltag der Patienten sanken. Das heißt, eine Verbesserung der motorischen Fähigkeiten führt zu einer Verbesserung der Lebensqualität bezogen auf den Alltag der Betroffenen [41].

Programme für neurologische Patienten, die darüber hinausgehen und autonom ablaufen, müssen auf die (individuellen) Bedürfnisse und Präferenzen der Patienten angepasst sein [10]. Robotergestützte Therapien bieten vermehrt Vorteile, da sie zu einer Erweiterung von Behandlungsmöglichkeiten führen, vorausgesetzt, entsprechende Funktionen sind quantitativ und qualitativ vorhanden [42]. Die Roboter ersetzen dabei nicht den Therapeuten, können aber eine höhere Menge an Rehabilitationseinheiten bzw. -übungen ermöglichen und Therapeuten entlasten. Die hohe Frequenz an Übungs- und Trainingseinheiten kann eine schnellere Verbesserung des gesundheitlichen Zustandes und somit auch der Lebensqualität in Bezug auf Alltagsaktivitäten der Betroffenen ermöglichen [23].

In Studien konnte festgestellt werden, dass Patienten Roboter mit Augen (Kameras) und Ohren (Mikrofone) präferieren [43]. Robotik-Experten gaben dazu die Einschätzung ab, dass Menschen im Umgang mit sprechenden Robotern erwarten, dass Maschinen, die sprechen, auch immer ein Gesicht haben [23]. Demnach präferieren Menschen einen Roboter eher, wenn dieser zu einem gewissen Grad menschenähnlich ist [44-46].

Der Roboter Pepper (*siehe Abbildung 3*) ist ein menschenähnlicher humanoider Roboter sowie ein sozialer Assistenz-Roboter, der bereits in Supermärkten, Bibliotheken und anderen Einrichtungen bzw. Unternehmen eingesetzt wird, um Kunden oder Besucher zu beraten und den Weg zuweisen. Dieser Roboter spricht mit einer pipsigen Stimme und bewegt sich auf Rollen. Der Roboter Pepper besitzt Sensoren, Mikrofone und Kameras, um menschliches Verhalten und Umweltfaktoren zu analysieren und sich dementsprechend zu verhalten. Er kann durch akustische Sensoren die Stimme seines Gesprächspartners erkennen und daraus Emotionen deuten [23]. Pepper könnte zukünftig Ausführungen und Handlungen der Patienten in Therapie und Rehabilitation unterstützen [34]. Pepper ist sozial-interaktiv und kann mit Patienten kommunizieren [13, 47].



Abbildung 3 - Humanoider Assistenz-Roboter Pepper; (Fotografie) Quelle: Universitätsmedizin Greifswald - AG Neurorehabilitation online unter URL: <http://www.medicin.uni-greifswald.de/ebrain/de/e-brain-das-projekt/>

3.4 Das Verbundprojekt Evidenz-basierte Robot-Assistenz in der Neurorehabilitation

Digitale und technische Anwendungen können in der Neurorehabilitation eingesetzt werden, um die Behandlung von neurologischen Krankheitsbildern und dessen Folgen, wie anhaltende Behinderungen, zu unterstützen. Der Einsatz humanoider Assistenz-Roboter könnte zukünftig das Potential bieten, Ärzte, Therapeuten und andere Fachkräfte in der Umsetzung der Ziele zu unterstützen und fehlende Ressourcen auszugleichen [10].

Ein multiprofessioneller Forschungsverbund beschäftigt sich im Rahmen des Projektes „Evidenz-basierte Robot-Assistenz in der Neurorehabilitation“ mit der Frage, wie ein humanoider Roboter in eine Therapie integriert werden kann. Das Projekt umfasst die Neurorehabilitation mit unterschiedlichen und gegebenenfalls auch parallel vorhandenen

Schädigungskonstellationen. Die zu behandelnden Schädigungen sind Armparesen und Neglects [48, 49]. Je nach Schwere der Parese werden die Patienten zwei Gruppen zugeteilt, Patienten mit einer leichten Parese und Patienten mit einer schweren Parese. Die dritte Gruppe umfasst die Patienten mit einem Neglect. Der humanoide Assistenz-Roboter Pepper soll im Rahmen des E-BRAiN-Projektes eingesetzt werden, um mit Schlaganfall-Patienten verschiedene Rehabilitationstherapien und Trainingseinheiten für die Wiederherstellung der Armfunktion und der visuellen Wahrnehmung durchzuführen. Das Trainingsprogramm umfasst das Impairment oriented Training (IOT), ein schädigungsorientiertes Training für die Armrehabilitation mit Patienten mit einer leichten und schweren Lähmung [50, 51] und die Rehabilitation von Neglects im Bereich der (visuellen) Wahrnehmung (*siehe Appendix 2*) [52].

Um die innovativen Systeme in den Versorgungsbereich zu integrieren, ist es erforderlich, die Akzeptanz der Akteure in der Rehabilitation aber vor allem der Patienten zu erhalten [10]. Aus diesem Grund besteht ein Teil des Projektes aus der Analyse von Akzeptanzkriterien und Patientenpräferenzen.

4 Präferenz- und Akzeptanzmessung im Gesundheitswesen

Die Knappheit von Ressourcen bedingt die Diskussion über den Einsatz bzw. Allokation von innovativen Gesundheitsleistungen, wie einem humanoiden Roboter. Im Mittelpunkt der Diskussion über die Einführer neuartiger Interventionen sollte der Patientennutzen stehen. Alternativen bzw. Interventionen mit einem höheren Patientennutzen sollte eine größere Priorität eingeräumt werden. Für die Entscheidung für oder gegen eine Alternative muss eine Abwägung von Risiko bzw. Schaden und Nutzen für die Patienten stattfinden [53]. Die Entscheidungen über die Auswahl von Gesundheitsleistungen tragen in Deutschland Ärzte, Kostenträger oder Institutionen der Selbstverwaltung. Entscheidungen sollten den patientenrelevanten Nutzen als zentrale Komponente haben und sich an den Bedürfnissen, Erwartungen und Prioritäten der Gesellschaft bzw. der Patienten orientieren [6, 7].

Gesundheitsleistungen müssen als erstattungsfähig gelten, um in die Versorgung integriert und in den Leistungskatalog aufgenommen zu werden. Aus diesem Grund sind eine Bewertung und Evaluation von Leistungen und Akzeptanz der zur Verfügung stehenden Alternativen notwendig. Die Integration einer Leistung in das deutsche Gesundheitssystem

findet statt, sobald die Kosten für die Leistung als akzeptabel gelten. Das heißt die Kosten oder der Preis einer Leistung darf den Patientennutzen nicht übersteigen. Die primäre Frage bei der Integration von Gesundheitsleistungen ist, was Patienten davon haben. Aus diesem Grund stehen die Patientenpräferenzen im Vordergrund. Patientenpräferenzen können als Ausdruck des Patientennutzens angesehen werden [6, 7].

Der Nutzenbegriff wird im Allgemeinen als Maß der Bedürfnisbefriedigung verstanden. Eine Leistung, die die Fähigkeit hat, die Bedürfnisse der Patienten zu befriedigen, hat demzufolge einen hohen Patientennutzen. Die Ermittlung des Nutzens findet aber nicht über die Ermittlung der Bedürfnisbefriedigung statt, sondern über die Analyse der Auswahl zwischen alternativen Gesundheitszuständen, Versorgungsleistungen und Gesundheitstechnologien durch die Patienten. Da heißt, es werden die Präferenzen und die Akzeptanz der Patienten durch die Auswahl zwischen Alternativen ermittelt. Wird eine Alternative gegenüber einer anderen bevorzugt, heißt das, dass diese Alternative präferiert wird und scheinbar für den Patienten einen höheren Nutzen darstellt. Präferenzen bilden die subjektive Bewertung von alternativen durch die Abwägung verschiedener Entscheidungskriterien ab. Präferenzen können als „echt“ bezeichnet werden, wenn eine Alternative einer anderen stark vorgezogen wird und sie können als „schwach“ bezeichnet werden, wenn eine Alternative einer anderen nur minimal vorgezogen wird. Wenn Alternativen gleich bewertet werden, ist ein Patient indifferent zwischen den Alternativen. Präferenzen aus Wahlentscheidungen können durch Experimente, wie das Discrete Choice Experiment ermittelt werden [6, 7].

4.1 Akzeptanzmessung durch das Discrete Choice Experiment

Das Discrete Choice Experiment (DCE) bzw. die Discrete Choice Analyse ist ein multiattributives Bewertungsverfahren. Die Analyse beruht auf einer diskreten Wahlmodellierung und identifiziert geäußerte oder erklärte Präferenzen. In Bezug auf das Gesundheitswesen eignet sich die Methode besonders, um Gesundheitszustände bzw. -episoden zu ermitteln und für die Nutzenbewertung von Gesundheitstechnologien. Des Weiteren kann die Methode angewendet werden, um die Akzeptanzbereitschaft zu ermitteln. Das DCE bietet die Möglichkeit hypothetische Bewertung durchzuführen. Innovationen bzw. neuartige Gesundheitstechnologien können durch die Modellierung

verschiedener Wahlalternativen anhand von hypothetischen Eigenschaften bewertet werden. Probanden können fiktive bzw. noch nicht erwerbliche Produkte oder Dienstleistungen zur Wahl gestellt werden. Um eine Wahlalternative zu Modellieren müssen Eigenschaften und Eigenschaftsausprägungen der Alternativen identifiziert werden, woraus ein Entscheidungsmodell abgeleitet wird [6, 54].

Das DCE besteht aus vier Phasen: Studiendesign aufbauend auf einer qualitativen Studie, Erhebung der Präferenzdaten, Datenanalyse und Interpretation der Daten. Um ein Entscheidungsmodell in der ersten Studienphase zu generieren, muss eine umfangreiche Informationssuche über den Untersuchungsgegenstand (z.B. Gesundheitstechnologie) und über die Betroffenen (z.B. Patienten) durchgeführt werden. Die Informationssuche kann beispielsweise über eine umfangreiche systematische Literaturrecherche erfolgen sowie durch qualitative Verfahren, wie qualitative teilstrukturierte Interviews mit Patienten und Experten. Das Entscheidungsmodell beinhaltet die Attribute der Alternativen, die in verschiedenen Wahlszenarien zusammengestellt werden. Die Attribute sind entscheidungsrelevante Kriterien [6].

4.2 Best-Worst-Scaling für Wahlentscheidungen

Eine Methode, um ein Choice-Experiment durchzuführen, ist das Best-Worst Scaling (BWS) Case 3. Es gibt insgesamt drei Varianten (Cases) des BWS. Die Befragten wählen nicht nur zwischen Wahlalternativen, sondern wählen die „beste“ und die „schlechteste“ Alternative aus einer Menge von mindestens drei. Durch die Auswahl der besten und schlechtesten Alternative legen die Befragten die maximale Distanz zwischen Angeboten fest [7].

Mittels der ersten Variante von BWS (BWS Case 1) oder auch „Object Scaling“ wird die Wichtigkeit einer Eigenschaft bestimmt. Die zur Auswahl stehenden Attribute haben nur eine Ausprägung (*siehe Abbildung 4*). Der Nachteil dieser Variante ist die mangelnde Genauigkeit und Trennschärfe [7].

Am wichtigsten		Am unwichtigsten
●	Attribut 1	○
○	Attribut 2	○
○	Attribut 3	●

Abbildung 4 - Best-Worst-Scaling Case 1; Quelle: eigene Darstellung

Das Attribut oder Profile Scaling (BWS Case 2) ist die zweite Form des BWS. Die Attribute werden über eine Spanne von Ausprägungen dargestellt (siehe Abbildung 5). Die Auswahlmengen haben die gleichen Eigenschaften mit unterschiedlichen Ausprägungen [7].

Am wichtigsten		Am unwichtigsten
●	Attribut 1 Ausprägung A	○
○	Attribut 2 Ausprägung D	○
○	Attribut 3 Ausprägung G	●

Abbildung 5 - Best-Worst-Scaling Case 2; Quelle: eigene Darstellung

Das Multiprofile Case (BWS Case 3) ist die dritte Variante des BWS. Diese Variante ist eine Sonderform des Discrete Choice Experiments (DCE). Die Befragten wählen zwischen Alternativen, die durch unterschiedliche Ausprägungen verschiedener Eigenschaften beschrieben werden. Die Wahlszenarien bzw. Alternativen unterscheiden sich nicht in ihren Eigenschaften, sondern in ihren Ausprägungen (siehe Abbildung 6). Die Befragten wählen die Alternative, die sie am meisten präferieren, als die „beste“ und die Alternative, die am wenigsten präferiert wird, als die „schlechteste“ [7].

Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
Attribut 1 Ausprägung A	Attribut 1 Ausprägung B	Attribut 1 Ausprägung C
Attribut 2 Ausprägung F	Attribut 2 Ausprägung D	Attribut 2 Ausprägung E
Attribut 3 Ausprägung I	Attribut 3 Ausprägung H	Attribut 3 Ausprägung G
Beste	Beste	Beste
Schlechteste	Schlechteste	Schlechteste

Abbildung 6 - Best-Worst-Scaling Case 3; Quelle: eigene Darstellung

Um ein DCE oder eine BWS (Case 3) durchzuführen, müssen im ersten Schritt Attribute und dessen Ausprägungen mittels Literaturrecherchen und qualitativen Methoden identifiziert werden. In Bezug auf den Einsatz eines humanoiden Assistenz-Roboters muss die Akzeptanzbereitschaft der Patienten ermittelt werden, um die innovative Therapieform im Sinne der Patienten und angepasst an dessen Präferenzen in den Versorgungsalltag zu integrieren. Patienten treten in ein Engagement, wenn sie eine Therapie akzeptieren. Engagement bedeutet, dass die Patienten tatsächlich eine Therapie bzw. Intervention antreten und fortführen, um positive gesundheitsbezogene Effekte zu erzielen. Die Frage die sich also zur Vorbereitung des experimentellen Designs und zur Generierung des Entscheidungsmodells stellt, ist, von welchen Attributen die Akzeptanz der Patienten hinsichtlich der Neurorehabilitation mit einem Assistenz-Roboter abhängt [7].

4.3 Auswirkung der Einbindung von Patientenpräferenzen und Akzeptanzkriterien

Patienten begeben sich in einen Prozess der Gesundheitsversorgung, um ihre gesundheitsbezogenen Bedürfnisse zu befriedigen. Versorgungsleistungen sollten darauf ausgelegt sein, Bedürfnisse der Patienten zu erfüllen und müssen daher Präferenzen und

Kriterien für die Akzeptanz einer Versorgungsleistung in die Gestaltung einbeziehen. Wenn Patienten eine Versorgungsleistung akzeptieren und die Therapie nach den Präferenzen gestaltet ist, gehen sie ein Engagement ein. Kurzfristig können so Entscheidungen der Patienten verbessert und die Compliance¹⁰ sowie Adhärenz gesteigert werden [55]. Voraussetzung einer effektiven und nutzenbringenden Therapie bzw. Behandlung ist eine hohe Compliance der Betroffenen, die zu schnellen und effektiven Behandlungsergebnissen führt [42]. Mittelfristig wird die Patientenorientierung gestärkt und das Patientenverständnis verbessert. Langfristig besteht die Möglichkeit die klinischen Effekte in Bezug auf Morbidität und Mortalität verbessern, das heißt bessere Behandlungsergebnisse werden erreicht. In finanzieller Hinsicht kann das Gesundheitssystem in Folge von schnelleren und effizienteren Therapieerfolgen entlastet werden. Eine effiziente Gesundheitsversorgung kann nur realisiert werden, wenn Patientenpräferenzen berücksichtigt werden [56]. Zusammenfassend kann die Einbindung von Patientenpräferenzen und Akzeptanzkriterien in die Gestaltung von Versorgungsleistungen positive Effekte auf die Gesundheitsergebnisse und Compliance haben sowie zu einer Kostenminderung führen [57].

Akteure im Gesundheitswesen sind dafür verantwortlich, messbare Ergebnisse zu erzielen, wie beispielsweise klinische Verbesserungen, Zufriedenheit sowie finanziellen und ökonomischen Erfolg. Sie haben die Aufgabe die Bedürfnisse der Patienten zu erfüllen und Entscheidungen auf die Präferenzen der Kunden auszurichten. Ergebnisse im Gesundheitswesen werden effektiv und effizient sein, wenn die Leistung die Bedürfnisse der Patienten erfüllt. Wenn die Bedürfnisse erfüllt werden, wirkt sich das wiederum positiv auf die Einstellung der Patienten aus. Das heißt, Patienten müssen einen individuellen Nutzen wahrnehmen, um eine Therapie zu akzeptieren.

Für eine Präferenz- und Akzeptanzanalyse ist es zunächst wichtig, Attribute eines Versorgungsprozesses in seinen unterschiedlichen Dimensionen zu identifizieren, um eine Grundlage für ein benötigtes Entscheidungsmodell zu schaffen.

¹⁰ Compliance und Adhärenz sind zwei Begriffe, die das Therapieverhalten von Patienten beschreiben. Compliance wird definiert als das Ausmaß, in dem ein Patient das einhält, was ihm von seinem Arzt empfohlen bzw. verschrieben wird. Das heißt die Compliance beschreibt die Bereitschaft eines Patienten eine Versorgungsleistung einzugehen. Der Begriff Adhärenz ersetzt zunehmend den Begriff Compliance.

5 Forschungsziel

Der steigende Versorgungs- und Ressourcenbedarf sowie die steigende Anzahl an Schlaganfällen zwingen Akteure des Gesundheitswesens zum Suchen neuer innovativer Therapieformen. Die Frage, die sich daher im Rahmen der Neurorehabilitation in Folge eines Schlaganfalls stellt, ist: Wie kann es gelingen, den aktuellen und künftigen Personalbedarf in der Gesundheitsversorgung im Kontext der Rehabilitation zu decken und den steigenden Kosten entgegenzuwirken?

Humanoide Assistenz-Roboter als Therapie-Assistenz könnten den Personalbedarf mindern. Zukünftig könnte diese innovative Form der Therapie die konventionelle Therapie mit einem Therapeuten im Bereich der Armrehabilitation und Behandlung von Neglects bei Schlaganfall-Patienten ergänzen.

Interventionen¹¹ bzw. Gesundheitsleistungen sind effizient und effektiv, wenn sie akzeptiert werden und die Patienten in ein Engagement treten. Patienten treten eine Therapie an, wenn ihre Bedürfnisse und Präferenzen erfüllt werden. Vor allem in der Neurorehabilitation kann eine effiziente und effektive Therapie bei intensiven und regelmäßigen Trainingseinheiten sowie einer hohen Therapietreue erzielt werden, da positive Verbesserungen nach einem Schlaganfall vor allem in den ersten zwölf Monaten nach einem Schlaganfall erzielt werden können. Das heißt eine Therapie kann in diesen Monaten die höchste Effektivität erbringen. Eine große Verbesserung in diesen Monaten bedingt die Einsparung von Ressourcen (u.a. Fachkräfte) und Kosten.

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Identifizierung von Attributen¹², die die Akzeptanz einer Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter bestimmen. Durch eine Einordnung der Attribute soll ein Verständnis über die Bereitschaft der Patienten eine Neurorehabilitation anzutreten und über akzeptanzsteigernde Anreize geschaffen werden und somit eine Grundlage für die Bewertung der innovativen Therapie geschaffen werden. Die Bereitschaft bzw. Akzeptanz werden durch die Bedürfnisse, das Verhalten und

¹¹ Als Intervention wird in der Medizin jede aktive Form der Behandlung bezeichnet. Ein Synonym zu Intervention ist die Therapie. Interventionen bzw. Therapien sind im medizinischen Kontext auch Versorgungsleistungen. Für den Begriff Neurorehabilitation wird in der vorliegenden Arbeit der Begriff Therapie synonym verwendet.

¹² Der Begriff Attribut ist synonym zu Merkmal oder Eigenschaft. Ein Attribut kann verschiedene Merkmalsausprägungen besitzen.

der Einstellung der Patienten bestimmt. Das heißt, es gilt herauszufinden, wann Patienten einen Bedarf haben und welche Faktoren ihre Einstellung und ihr Verhalten beeinflussen. Die Therapie setzt sich aus den vorhandenen Ressourcen, der Aktivität und den „vorteilhaften“ Angeboten der innovativen Therapie im Gegensatz zur konventionellen Therapie zusammen. Bezogen auf das System müssen Attribute der Akzeptanz identifiziert werden, die die Eigenschaften des Systems wiedergeben.

Die reine Funktionalität des Roboters und die Erreichung von klinischen Effekten sagt noch nichts über die Akzeptanz der Therapie mit einem Assistenz-Roboter. Daher soll anhand der Analyse von Präferenzen der Patienten und Merkmalen einer Neurorehabilitation sowie eines Roboters die Frage geklärt werden, welche Kriterien die Akzeptanz der Patienten steuern.

Was sind Attribute, die die Akzeptanz der Patienten in der Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter bestimmen? – Das ist die hauptsächliche Fragestellung der vorliegenden Untersuchungen. Die Akzeptanzkriterien sind Ausdruck für den Patientennutzen. Patienten akzeptieren eine Therapie, wenn sie einen Nutzen erkennen. Der Nutzen für Patienten orientiert sich an deren Präferenzen und Bedürfnissen, die eine gesundheitsbezogene Leistung erfüllen muss.

Die Akzeptanz einer Intervention ist ein multidimensionales Konstrukt, da die Intervention nicht nur aus einer Komponente besteht. Interventionen verfolgen bestimmte Ziele, die im Zusammenhang mit positiven klinischen Effekten und der Verbesserung der Lebensqualität stehen. Daraus leitet sich die Frage ab, wie ein Therapieerfolg bzw. die Zielerreichung gemessen wird und welche Merkmale dieser Erfolg besitzt. Eine Intervention besteht aus verschiedenen Komponenten. Demnach muss analysiert werden in welche Dimensionen die Akzeptanzattribute eingeteilt werden.

Es gibt verschiedene Faktoren, die die Akzeptanz beeinflussen, beispielsweise die Erwartungen und Erfahrungen von Patienten. Diese Faktoren müssen neben den Attributen ebenfalls analysiert werden. Patienten haben noch keine Erfahrungen mit Robotern in der Therapie, daher stellt sich ebenso die Frage, welche Einstellungen und Erwartungen die Patienten an eine Therapie mit einem Roboter haben [32].

Das Ziel dieser Arbeit ist die Generierung eines Akzeptanzmodells für die Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter aus der vorhandenen Literatur. Die

Identifizierung der Attribute und die Generierung des Akzeptanzmodells bezieht sich auf die Vorbereitung einer umfangreichen Präferenz- und Akzeptanzanalyse durch ein Best-Worst-Scaling Case 3.

6 Methodik

Die vorliegende Arbeit ist eine systematische Übersichtsarbeit, die sich an der Methodik des PRISMA-Statements orientiert. Für die Übersichtsarbeit wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt, um eine ausgewogene Übersicht über den bestehenden Forschungsstand zu erhalten und daraus die Beantwortung der Forschungsfrage abzuleiten. Die verwendeten Datenbanken für die Recherche waren PubMed, Springer Link, Google Scholar und das Journal Value in Health. Es wurde eine Suchstrategie angewandt, wobei verschiedene Schlüsselbegriffe identifiziert werden mussten und Ein- und Ausschlusskriterien festgelegt worden sind (*siehe Tabelle 1 & 2*). Im Anschluss an die systematische Suche in den Datenbanken wurden alle verfügbaren Studien bzw. Publikationen kritisch bewertet. Es erfolgte eine Auswahl an geeigneter Literatur.

Tabelle 1 - Einschlusskriterien der systematischen Literaturrecherche

Einschlusskriterien	Definition
Datum / Erscheinungsjahr	2010-2020*
Studiendesign	alle
Studientypen	alle
Messung von Outcomes	Akzeptanz, Vertrauen, Attribute, Präferenzen, Einstellung
Kontext	Health care / Gesundheitsversorgung, Health care assessment / Nutzenbewertung, Schlaganfall / Stroke, Neurorehabilitation; humanoide Roboter / Assistenz-Roboter
Literaturart	Bücher und (Zeitschriften-)Artikel

* einzelne Literatur außerhalb des Zeitraumes wurden bei hoher Relevanz ebenfalls eingeschlossen

Tabelle 2 - Ausschlusskriterien der systematischen Literaturrecherche

Ausschlusskriterien	Definition
Literaturart	Abstracts, Konferenzpapier

Die systematische Literaturrecherche orientiert sich an der Fragestellung und den Zielen dieser Arbeit. Demnach wurde die Recherche auf die Neurorehabilitation von Schlaganfallbedingten Behinderungen und auf (humanoide) Assistenz-Roboter im Gesundheitssystem bzw. in der Gesundheitsversorgung sowie speziell in der Neurorehabilitation ausgerichtet. Nach einer ersten losen Recherche wurden Schlüsselbegriffe im Zusammenhang mit der Neurorehabilitation, einem Assistenz-Roboter und Akzeptanz sowie Präferenzen für die Literaturrecherche identifiziert und nach Synonymen und Umschreibungen zur Ergänzung der Schlüsselwörter gesucht, die durch Operatoren miteinander verknüpft worden sind (siehe Appendix 1). Die Suche wurde durch einen jeweiligen Filter in der entsprechenden Datenbank begrenzt. Die Recherche wurde in den Datenbanken Springer Link und Google Scholar jeweils auf Deutsch und Englisch durchgeführt. In der Datenbanken PubMed und der Zeitschrift Value in Health wurden ausschließlich englische Suchbegriffe verwendet.

Im Anschluss an die Literaturrecherche wurden die gefundenen Referenzen kritisch bewertet. Zunächst wurden Duplikate entfernt und im Anschluss wurden Titel und Abstracts gesichtet, um nicht geeignete Titel auszuschließen (siehe Abbildung 7).

Insgesamt konnten 6.189 Titel identifiziert werden. 1.759 Titel wurden als Duplikate entfernt. Die Titel und Zusammenfassungen der übrigen 4.439 Referenzen wurden überprüft und nach ihrer Brauchbarkeit aussortiert. Die Kriterien nach denen aussortiert wurde, richteten sich an der Fragestellung aus. Es wurden Artikel angenommen, die Attribute von Robotern identifizieren und speziell Roboter in jeglicher Form im Gesundheitswesen bzw. in einer Therapie oder Rehabilitation thematisieren. Das Augenmerk wurde dabei vor allem auf Attribute ausgelegt, die sich auf die Akzeptanz, den Bedarf und die Präferenzen der Patienten ausrichten. Artikel, die sich insgesamt die Akzeptanz von Patienten zu Robotern im Gesundheitswesen beziehen, wurden ebenfalls eingeschlossen. Aus der Auswahl wurden 3.915 Titel als nicht berechtigt angesehen. 524 Titel wurden vorerst in die Studie eingeschlossen. Anschließend wurden 172 Titel aufgrund ihrer Nicht-Verfügbarkeit ausgeschlossen. In einer Handrecherche wurden weitere 89 Artikel, Studien, Publikationen

sowie Diskussionsberichte identifiziert und gesichtet. Insgesamt wurden in dieser Übersichtsarbeit 111 Titel zitiert.

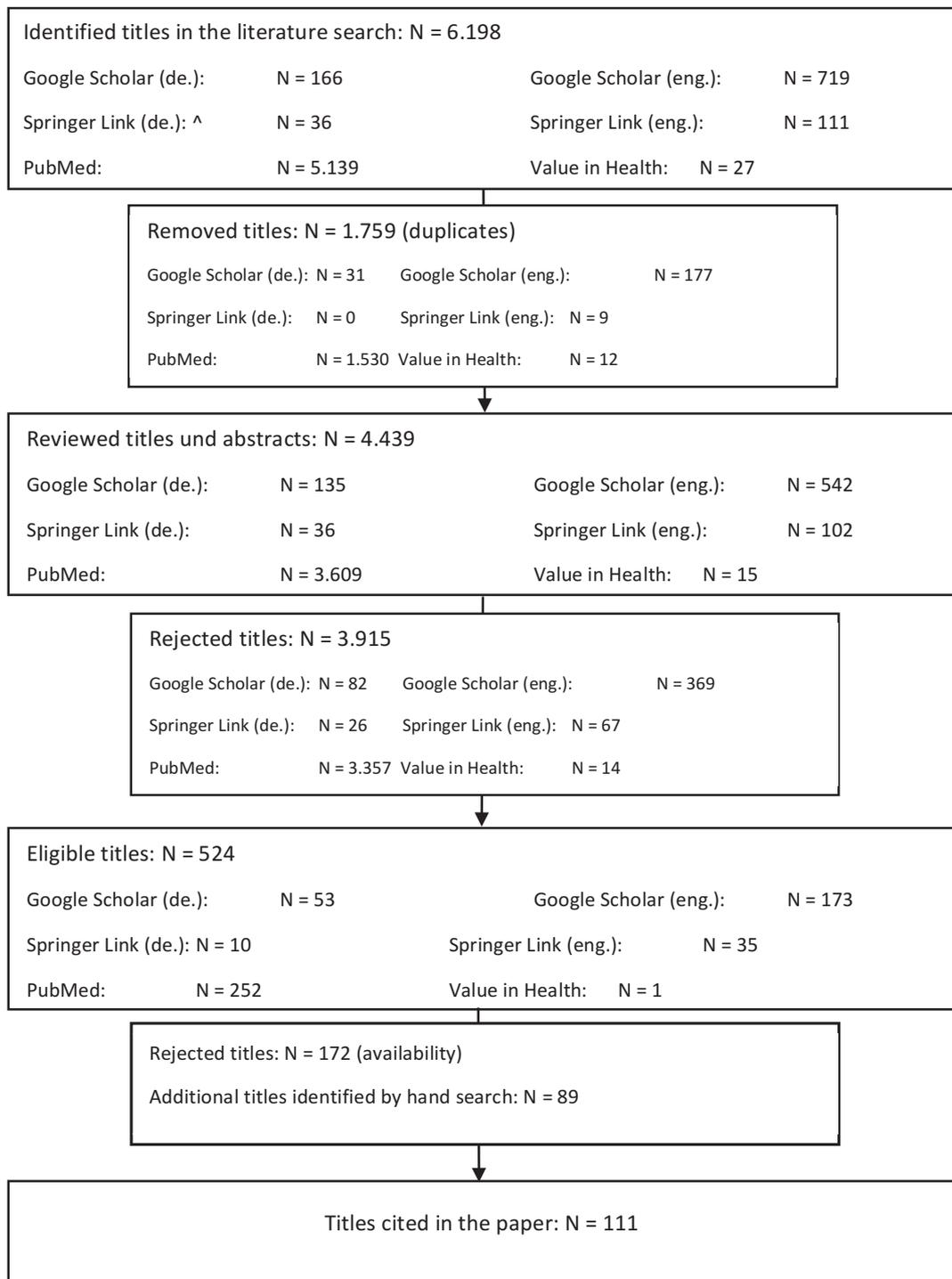


Abbildung 7 - Flow-Chart der systematischen Literaturrecherche; Quelle: eigene Darstellung

7 Theoretische Grundlage von Ziel- und Erfolgskriterien in der Neurorehabilitation zur Bestimmung der Akzeptanz

Die Neurorehabilitation soll Menschen, die durch eine Erkrankung oder einen Unfall bleibende Funktionseinschränkungen bzw. Schädigungen erworben haben, helfen, verlorengangene Funktionen wiederherzustellen. Therapeuten versuchen außerdem Wege zu finden, wie Menschen ihre verbliebenden Fähigkeiten nutzen können, um ihren üblichen Aktivitäten nachzugehen. Das Ziel ist die Befähigung zu Aktivitäten des täglichen Lebens¹³, wie ein Bad nehmen oder eine Mahlzeit kochen, durch die Wiederherstellung von Körperfunktionen und -strukturen, um an Lebensbereichen teilzuhaben [39].

Zielvereinbarungen in der Neurorehabilitation sind wichtig, da sie positive Effekte im Hinblick auf funktionelle Verbesserungen und Performance haben, sowie einen positiven Einfluss auf die Selbstwirksamkeit und das Gefühl des Eingebundenseins in den Rehabilitationsprozess hervorrufen. Zielsetzungen fördern den emotionalen Zustand der Patienten und beeinflussen die gesundheitsbezogene Lebensqualität (HRQoL) positiv. Fortschritte können anhand des Zielerreichungsgrades gemessen werden. Mit Blick auf die eigenen Ziele kann sich die Angst von Patienten lindern und die Einsicht gefördert werden, dass die funktionalen Einschränkungen bewältigt werden können [17].

Ziele können partizipativ gewählt werden, wobei es darauf ankommt, dass die Patienten verstehen, warum die Ziele wichtig sind und verfolgt werden sollten. Hinter einer Zielsetzung steht eine Logik, zum Beispiel in Form von Zielkatalogen, die für eine angeleitete Zielauswahl verwendet werden. Diese Variante der Zielauswahl wird auch „guided goal setting“ genannt. Patienten können sich speziell anhand der Körperfunktionen und Aktivitäten geeignete Ziele aus einem vorgegebenen Katalog aussuchen, die sie befähigen an bestimmten Lebensbereichen teilzuhaben. Die Teilhabe an den Lebensbereichen ist somit das übergeordnete Ziel. Je nach Lebensbereich können Ziele identifiziert werden. Der Grad der Zielerreichung wird durch die Gabe eines Feedbacks beeinflusst. Jede Leistung des Patienten, die gestisch oder emotional positiv beurteilt wird, beeinflusst den Lernprozess und die

¹³ Aktivitäten des täglichen Lebens oder auch activities of daily living (ADL) umfassen alle wesentlichen Tätigkeiten zur Erfüllung der physischen und psychischen menschlichen Grundbedürfnisse.

Motivation der Patienten [17]. Die Grundlage für einen geeigneten Zielkatalog stellt die International Classification of Functioning, Disability and Health dar.

7.1 International Classification of Functioning, Disability and Health

In der neurologischen Rehabilitation ist es erforderlich ein Gesamtbild zu analysieren und daraus Ziele abzuleiten. Eine ganzheitliche Sichtweise bezieht sich nicht nur auf die Funktionsfähigkeit im jeweiligen Kontext, wie mentale oder muskuläre Störungen, sondern auch auf individuelle personenbezogene Informationen über (Aus-)Bildung, Berufsstand oder Vorlieben an Freizeitaktivitäten sowie Informationen zum sozialen und baulichen Umfeld [17]. Die International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) – deutsch: „Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit“ – ist die theoretische Grundlage für die gesamte (Neuro-)Rehabilitation [19]. Die ICF ist eine Klassifikation der Weltgesundheitsorganisation (WHO), die im Jahr 2001 verabschiedet wurde [58] und die eine ganzheitliche Sichtweise einschließt. Die Klassifikation dient fach- und länderübergreifend als eine einheitliche und standardisierte Sprache zur Beschreibung eines funktionalen Gesundheitszustandes, sozialen Beeinträchtigungen, Behinderungen und Umgebungsfaktoren eines Menschen [17]. Die ICF klassifiziert weniger Folgen von Krankheit, sondern vielmehr die Komponenten von Gesundheit: Körperfunktionen und -strukturen, Aktivitäten, Partizipation (Teilhabe) und Umweltfaktoren [59, 60].

Die zugrunde liegende Theorie der ICF ist eine Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Komponenten (*siehe Abbildung 8*).

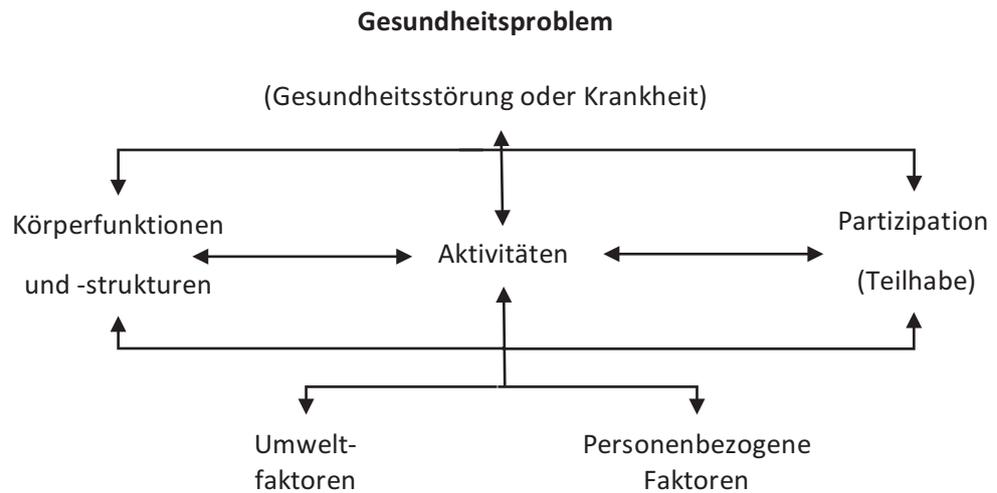


Abbildung 8 - International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF); Quelle: eigene Darstellung, vgl. Harth, 2014

Der Begriff Funktionsfähigkeit umfasst alle Aspekte der funktionalen Gesundheit eines Menschen, die funktional gesund sind, wenn

1. ihre körperlichen physischen und mentalen Funktionen und Körperstrukturen denen eines gesunden Menschen entsprechen (Körperfunktionen und -strukturen),
2. sie all das tun können, was von einem Menschen ohne gesundheitliche Einschränkungen erwartet wird (Aktivitäten) und
3. sie ihr Dasein in allen Lebensbereichen, die ihnen wichtig sind, in der Weise und dem Umfang entfalten kann, wie es von einem Menschen ohne gesundheitsbedingte Beeinträchtigung der Körperfunktionen oder -strukturen oder der Aktivitäten erwartet wird (Partizipation bzw. Teilhabe an Lebensbereichen) [59, 60].

In Abhängigkeit von Umweltfaktoren und personenbezogenen Faktoren können Funktionsfähigkeit, Partizipation und Aktivitäten unterschiedlich ausfallen. Im ICF werden personenbezogene Faktoren nicht definiert. „Umweltbezogene Faktoren bilden die materielle, soziale und einstellungsbezogene Umgebung ab, in der Menschen Leben und ihr Dasein entfalten.“ [58]

Das ICF besteht daher insgesamt aus zwei Komponenten: den Konzepten der funktionalen Gesundheit mit den Konzepten der Körperfunktionen und -strukturen, den Aktivitäten und

der Partizipation sowie den Kontextfaktoren, die sich in Umweltfaktoren und personenbezogene Faktoren gliedern (siehe Abbildung 9) [17].

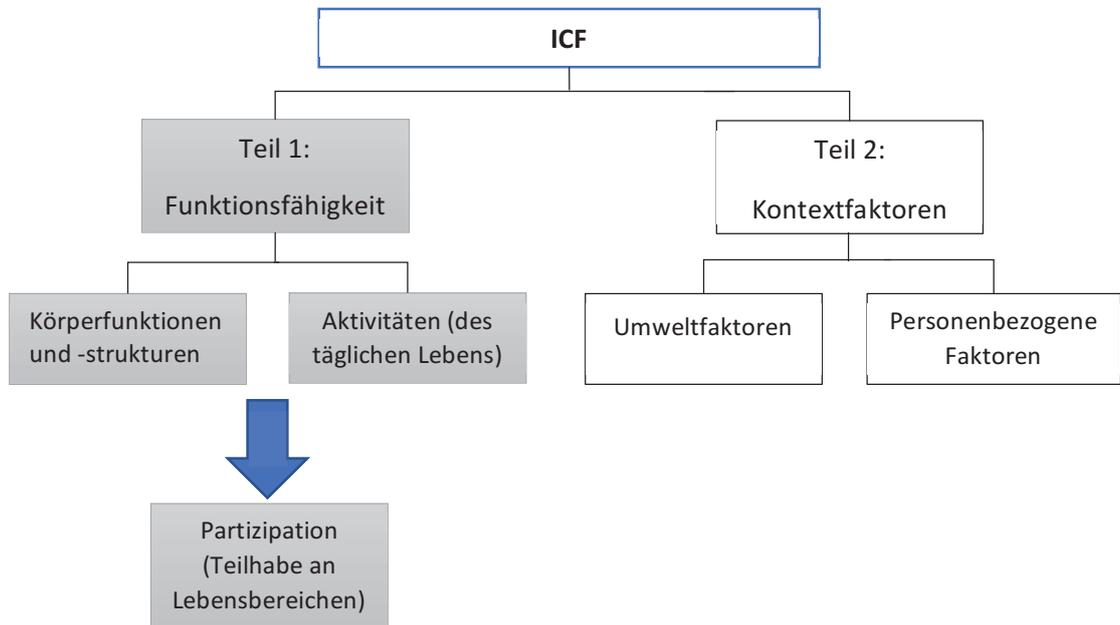


Abbildung 9 - Komponenten der International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF); Quelle: Fheodoroff et. al., 2018

Das ICF wurde für verschiedene Berufsdisziplinen und Anwendungsbereiche entwickelt und bietet eine indikations- und fachübergreifende Sprache zur Beschreibung der funktionalen Gesundheit im Kontext der Rehabilitation [58]. Die Kontextfaktoren Körperfunktionen und -strukturen, Aktivitäten (des täglichen Lebens) sowie Partizipation (Teilhabe an Lebensbereichen) können in einer rehabilitativen Therapie als Ziele definiert werden. Daher kann die ICF bei der Interventionsplanung bzw. Zielsetzung und Evaluation von Outcomes der Rehabilitation verwendet werden [58]. In der Rehabilitation nach einem Schlaganfall sollen motorische, kognitive und sensomotorische Fähigkeiten wiederhergestellt werden, damit Patienten befähigt werden ihren „normalen“ Aktivitäten wieder nachzugehen, um somit auch an anderen Lebensbereichen teilhaben zu können. Das bedeutet, dass die Wiederherstellung der Körperfunktionen und -strukturen und die Befähigung der Patienten zur Durchführung von Aktivitäten des täglichen Lebens primäre Ziele darstellen. Aktivitäten gliedern sich in die Kapazität, also das, was jemand fähig ist zu leisten und in Performance, also das, was jemand tatsächlich leistet [17]. Die Erreichung der Ziele führen dazu, dass der Patient partizipiert wird und beispielsweise am Arbeitsleben als ein Lebensbereich teilhaben kann. Viele Schlaganfall-Patienten haben bereits das Rentenalter erreicht oder gehen

aufgrund ihrer Einschränkungen in die Erwerbsminderungsrente. Die Teilhabe am Arbeitsleben ist für viele Patienten nicht mehr erreichbar, wichtiger wird dann die Teilhabe am Familienleben. Das heißt, je nach Kontextfaktoren bzw. Umweltfaktoren müssen die Ziele für die Patienten anhand der ICF individuell geplant werden [59, 60].

7.2 Körperfunktionen und -strukturen als Handlungsvoraussetzung

Ein Modell, das ebenfalls die drei Komponenten Körperfunktionen und -strukturen, Aktivitäten und Teilhabe einbezieht ist das Bieler Modell. Das Modell ist ein Arbeitsinstrument in der Ergotherapie, das an der Schule für Ergotherapie in Biel entwickelt wurde. Es soll Therapeuten erleichtern die Vielfalt ergotherapeutischer Problemstellungen und Maßnahmen zu erfassen und diese in der Praxis umzusetzen. Der Grundstein des Bieler Modells bezieht sich auf die Handlungsfähigkeit. Die Grundaussage des Modells ist, dass Handlungsfähigkeit bedingt wird durch die Grundfunktionen: Sensorik/Motorik, Perzeption/Kognition sowie Emotion (*siehe Abbildung 10*). Die Grundfunktionen sind psychische und physische Voraussetzungen für Verhaltensgrundformen: Haltung und Fortbewegung, Umgang mit Gegenständen sowie Soziale Interaktion. Die Grundverhaltensformen ermöglichen eine Handlungsfähigkeit und damit die Durchführung von Aktivitäten. Aus diesem Grund ist es dem Menschen möglich an verschiedenen Lebensbereichen aktiv teilzunehmen, wie Freizeit und Spiel, Arbeit bzw. Beruf und Schule bzw. Ausbildung. Aktivitäten des täglichen Lebens sind notwendig für die persönliche Selbstständigkeit in Haus, Familie und Öffentlichkeit [61].

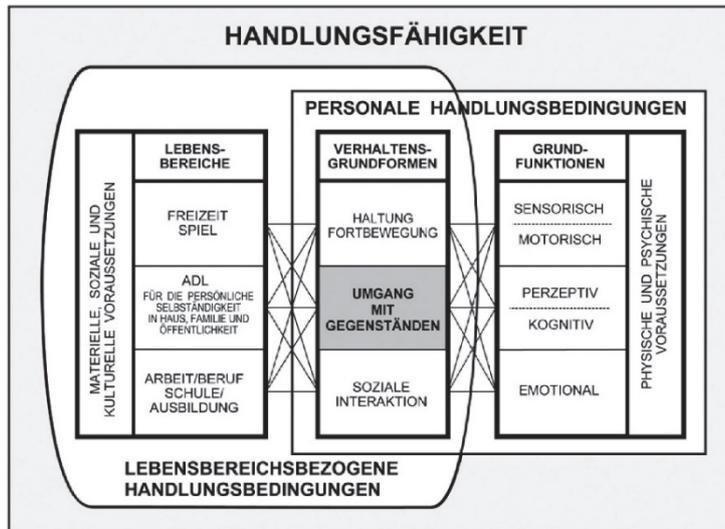


Abbildung 10 - Das Bieler Modell; Quelle: Schule für Ergotherapie Biel, 2007

Bezogen auf die ICF stützt das Bieler Modell die Annahme der funktionalen Gesundheit eines Menschen. Die Funktionsfähigkeit ist nach dem Bieler Modell gewährleistet, sobald bestimmte Handlungsvoraussetzungen durch Grundfunktionen gegeben sind. Die Grundfunktionen des Modells lassen sich auf die Komponente Körperfunktionen und -strukturen der ICF übertragen. Körperfunktionen und -strukturen sind also die Voraussetzung für Verhaltensgrundformen sowie für Aktivitäten und Teilhabe an Lebensbereichen. Das Bieler Modell ist ein Beleg dafür, dass die Voraussetzungen, Körperfunktionen und -strukturen, Aktivitäten (des täglichen Lebens), Partizipation (Teilhabe an Lebensbereichen), für die funktionale Gesundheit eines Menschen nach der ICF aufeinander aufbauen. Die Voraussetzung für die Teilhabe an Lebensbereichen ist demnach die Möglichkeit zur Durchführung von Aktivitäten. Daneben sind gesunde Körperfunktionen und -strukturen die Voraussetzung für die Durchführung von Aktivitäten. Menschen, die einen Schlaganfall erlitten haben, leiden häufig unter anhaltenden Armlähmungen und Neglects. Diese anhaltenden Störungen sind Einschränkungen in Körperfunktionen und -strukturen, die sich negativ auf die Durchführung von Aktivitäten auswirken. Menschen, die in ihren Lebensbereichen eingeschränkt sind und die (zu einem Teil) ihre Selbstständigkeit verlieren, da sie Aktivitäten im täglichen Leben nicht mehr nachgehen können, haben Defizite in ihrer Lebensqualität [62, 63].

7.3 Messung der Zielerreichung in einer Neurorehabilitation

In der Neurorehabilitation ist die individuelle multidimensionale Zielsetzung ein Grundbaustein. Therapeuten und Patienten vereinbaren gemeinsam Ziele, die auf Körperfunktionen und -strukturen, Aktivitäten und Teilhabe ausgerichtet sind. Die Erreichung solcher Ziele kann mittels unterschiedlicher Skalen und Instrumente gemessen werden.

7.3.1 Messung auf der Ebene der Körperfunktionen und -strukturen

Die Veränderungen von Körperfunktionen und -strukturen sind klinische Effekte, die positiv oder negativ sein können. Positive klinische Effekte sind Verbesserungen der Körperfunktionen und -strukturen, die primär in der Neurorehabilitation angestrebt werden. Das Ziel der Neurorehabilitation ist die Wiederherstellung dieser Grundfunktionen. Die Erreichung dieser Ziele wird durch die Anwendung von Assessment-Test ermittelt. Die Assessment-Test sind für Patienten mit einer leichten Armparese der Box-and-Blocks-Test und der Nine-Hole-Peg-Test, für Patienten mit einer schweren Armparese der Fugl-Meyer-Test und für Patienten mit einem Neglect der Neglect-Test sowie die Anwendung der Catherine-Bergego-Skala (*siehe Appendix 3*).

Die Assessment-Tests der Körperfunktionen und -strukturen dienen, übertragen auf das Bieler Modell, zur Messung der Grundfunktionen, die die Handlungsvoraussetzungen für Aktivitäten und Lebensqualität abbilden (*siehe Abbildung 11*).

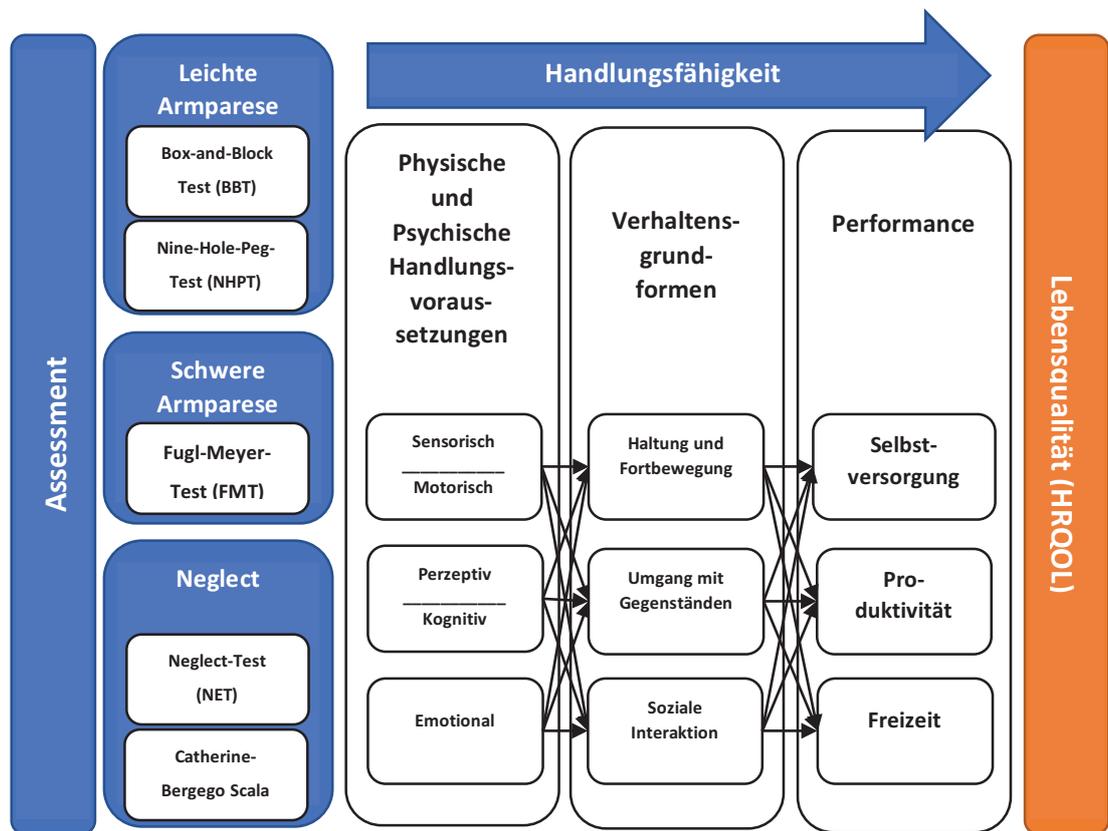


Abbildung 11 - Handlungsfähigkeit als Voraussetzung für die gesundheitsbezogene Lebensqualität; Quelle eigene Darstellung

Die Assessment-Tests sind motorische und perzeptive Tests, die reine Behinderungsmaße darstellen und keinen Bezug zu alltagsrelevanten Fragen erlauben. Die Tests erlauben keine Einschätzung der Nutzung der oberen Extremitäten nach einer minimalen Verbesserung der Motorik hinsichtlich der Aktivitäten des täglichen Lebens bzw. alltagsbezogenen Aufgaben und Tätigkeiten.

7.3.2 Messung auf der Ebene der Aktivitäten des täglichen Lebens

Aufgrund der eingeschränkten Übertragung der genannten Assessment-Tests auf das Leben der Patienten werden zunehmend Erfolge und Zielerreichung anhand partizipativer Kriterien oder Kriterien auf Aktivitätsebene gemessen [62]. Nach einem Schlaganfall leiden Patienten meist an anhaltenden Störungen oder Lähmungen, die das Alltagsleben verändern und die Lebensqualität stark beeinträchtigen. Die Bewertung des Erfolgs der Rehabilitation sollte die

von dem Patienten wahrgenommenen Ergebnisse hinsichtlich Symptome, körperlicher Funktionsfähigkeit und Lebensqualität einbeziehen [64].

Der Box-and-Block-Test, der Nine-Hole-Peg-Test und der Fugl-Meyer-Test sind motorische Assessments zur Erfassung des Therapieerfolgs der Neurorehabilitation anhand der (groben oder feinen) Motorik der oberen Extremitäten. Motorische Tests messen keine Nutzung der Extremitäten im Alltag, sondern den reinen Grad an Behinderung [65]. Auch der Neglect-Test misst nur das Ausmaß einer Wahrnehmungsstörung. Die Nutzung der oberen Extremitäten und die Wahrnehmung sind Voraussetzung für viele Aktivitäten im täglichen Leben. Eine Funktionsstörung der oberen Extremitäten oder Wahrnehmungsstörung bewirkt daher eine schwerere Verrichtung von Aktivitäten des täglichen Lebens. Activity of daily living (ADL)-Assessments sind Bewertungsmethoden bzw. -skalen, die erfassen, inwieweit Patient ihren Aktivitäten oder Betätigungen im Alltag nachkommen können, das heißt die Alltagskompetenz eines Patienten wird gemessen. ADL-Assessments sind unter anderem der Barthel-Index, die Stroke Impact Skale (SIS) und der Functional Independence Measure (FIM) [66, 67].

7.3.3 Messung auf der Ebene der Gesundheitsbezogene Lebensqualität

Die Lebensqualität von Patienten wird durch unterschiedliche Komponenten beeinflusst. Die Selbstständigkeit und die eigenständige Bewältigung von Aktivitäten im Alltag ist ein wichtiger Einflussfaktor, der die Lebensqualität positiv beeinflussen kann. Das heißt, eine Messung der Lebensqualität lässt ebenfalls Rückschlüsse auf die Zielerreichung auf Ebene der Aktivitäten des täglichen Lebens zu [62].

Die Lebensqualität von Patienten wird erhöht, indem das höchste Funktionsniveau, das heißt die maximale Unabhängigkeit in den Aktivitäten des täglichen Lebens erreicht wird [68]. Gesundheitsbezogene Lebensqualität (HRQoL) ist ein latentes Konstrukt, das beschreibt, wie sich der aktuelle Gesundheitszustand auf das Befinden eines Menschen auswirkt. Die Lebensqualität wird auf vier Ebenen gemessen (psychisch, physisch, sozial und mental) und bezieht sich unter anderem auf die Fragen, wie gut oder ob Patienten ihren Alltag selbstständig bewältigen können, ob sie Schmerzen oder physische Einschränkungen haben oder ob die Krankheit den Alltag und ihre Rollenfunktion in Lebensbereichen beeinflusst [63,

69]. Diese Frage sollten Assessments, mit denen das Ziel verfolgt wird, einen Therapieerfolg abzubilden, beantworten können. Indexe zur Messung der Lebensqualität sind beispielsweise der EQ-5D, der Short Form-36 und der Short Form-12 Gesundheitsfragebogen [70, 71].

Die voran beschriebenen Assessment-Instrumente beinhalten eine Vielzahl an Attributen, die Aktivitäten umfassen, die zum Alltag gehören und die Lebensqualität von Patienten beeinflussen. Die Instrumente beinhalten eine hohe Anzahl an Attributen, die bestimmten Bereichen des täglichen Lebens zugeordnet werden können.

7.4 Das Canadian Occupational Performance Measure als Dimensionsgrundlage auf Ebene der Aktivitäten des täglichen Lebens

Das Canadian Occupational Performance Measure (COPM) kann ebenfalls als ein Assessment-Instrument angewendet werden, das Attribute auf der Ebene der Aktivitäten des täglichen Lebens in drei Dimensionen zusammenfasst. Das COPM ist ein Outcome-Maß, das als diagnoseunabhängiges Assessment-Instrument verwendet wird, um die Veränderung der Performance und die Zufriedenheit der Patienten zu messen, die im Zusammenhang mit der Therapie erreicht werden konnten [72, 73].

In dem Modell werden drei Dimensionen der Betätigungs-Performance (Occupational performance areas) angefragt: die Selbstversorgung, die Produktivität und die Freizeit. Diese drei Bereiche sind nochmal jeweils in drei Unterpunkte eingeteilt (siehe Tabelle 3). [72, 73]

Tabelle 3 - Dimensionen des Canadian Occupational Performance Model (COPM)

Selbstversorgung	Produktivität	Freizeit
Eigene körperliche Versorgung	Bezahlte /unbezahlte Arbeit (Erwerbsfähigkeit)	Ruhige Erholung
Mobilität	Haushaltsführung	Aktive Freizeit
Regelung persönlicher Angelegenheiten	Spiel / Schule (Bildung)	Soziales Leben

Den Unterpunkten werden Aktivitäten zugeordnet, deren Performance sich durch eine rehabilitative Therapie verbessern soll, wodurch die Zufriedenheit der Patienten gesteigert wird [72, 73]. Das COPM bietet die Möglichkeit die Fülle an Aktivitäten, die zum täglichen Leben gehören, Bereichen zuzuordnen und strukturiert den jeweiligen Bereichen und Aktivitäten eine Bedeutung zuzuschreiben.

8 Attribute der Akzeptanz auf der Ebene der Körperfunktionen und -strukturen sowie der Aktivitäten des täglichen Lebens

Das Akzeptieren einer Technologie oder Intervention kann als positive Bewertung definiert werden. Das heißt, dass Attribute identifiziert werden müssen, die positive oder negative Effekte auf einen Nutzer haben bzw. die von einem Nutzer positiv oder negativ wahrgenommen werden könnten [34]. Die in der International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) definierten Komponenten Körperfunktionen und -strukturen sowie Aktivitäten sind primäre Ziele, die erfüllt sein müssen, damit Menschen an Lebensbereichen teilhaben können (*siehe Abbildung 12*) [58-60]. Die Verbesserung von Körperfunktionen und -strukturen sowie von Aktivitäten sind positive gesundheitsbezogene Effekte einer Therapie.

Aus diesem Grund wurden diese Komponenten als Dimensionen identifiziert, die neben den Attributen auf der Ebene eines humanoiden Assistenz-Roboters, die Akzeptanz für eine Neurorehabilitation bestimmen. Patienten treten eine Therapie an, um ihren gesundheitsbezogenen Bedürfnissen nachzugehen. Schlaganfall-Betroffene, die beispielsweise an einer Armlähmung oder einen Neglect als Folge der Erkrankung leiden, haben das Bedürfnis, die funktionalen Einschränkungen auf der Ebene der Körperfunktionen und -strukturen zu mindern und dadurch ihren Aktivitäten im täglichen Leben wieder nachzukommen.

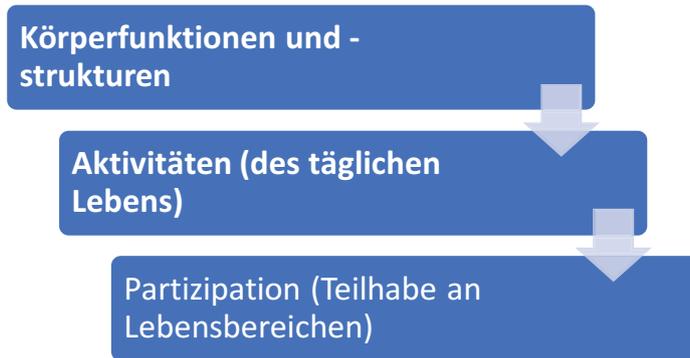


Abbildung 12 - (Teil-)Ziele nach der International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF), Quelle: eigene Darstellung, vgl. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI), 2005 und World Health Organization, 2001

8.1 Attribute der Körperfunktionen und -strukturen

Körperfunktionen und -strukturen, die die Grundvoraussetzung für eine Handlungsfähigkeit darstellen, sind nach dem Bieler Modell eingeteilt in Sensorik / Motorik, Perzeption / Kognition und Emotionen. Für die Bestimmung der Akzeptanz bezogen auf die Neurorehabilitation von Armlähmungen und Neglects sind vor allem die Bereiche der Sensorik und Motorik sowie der Perzeption und Kognition von Bedeutung. Die Behandlung von Armlähmungen ist darauf ausgerichtet, die Fein- und Grobmotorik, die Bewegungsabläufe und Gefühle in den oberen Extremitäten zu stärken sowie Spastiken zu reduzieren und das Schmerzempfinden zu lindern [74-76]. Die Neglect-Behandlung ist auf die Erweiterung der Wahrnehmung von Raum- oder Körperabschnitten sowie der Wahrnehmung von Objekten ausgelegt [76, 77]. Diese Attribute wurden daher für die Akzeptanz der Neurorehabilitation identifiziert (siehe Abbildung 13). Das Bedürfnis von Patienten in der Neurorehabilitation ist der Ausgleich bzw. die Verminderung der schlaganfall-bedingen Defizite. Erst mit der Einstellung einer Verbesserung der Armlähmung und des Neglects bezogen auf die genannten Attribute, können Patienten einen Nutzen wahrnehmen und die Therapie sowie den Aufwand akzeptieren.



Abbildung 13 - Attribute auf der Ebene der Körperfunktionen und -strukturen; Quelle: eigene Darstellung

8.2 Attribute der Aktivitäten des täglichen Lebens

Verbesserungen der Körperfunktionen und -strukturen äußern sich darin, dass Patienten (wieder) dazu befähigt werden Aktivitäten durchzuführen. Patienten, die eine Neurorehabilitation antreten haben das Bedürfnis ihre Selbstständigkeit wiederzuerlangen bzw. zu fördern. Selbstständigkeit und Teilhabe an Lebensbereichen werden bedingt durch die Fähigkeit Aktivitäten im täglichen Leben zu bewerkstelligen [62]. Nur wenn eine Therapie Patienten dazu befähigen kann, kann von einem Therapieerfolg gesprochen werden, weshalb die zweite Dimension die Aktivitäten des täglichen Lebens umfasst. Das Canadian Occupational Performance Model (COPM) ergänzt die Dimension der Aktivitäten und lässt eine Unterteilung zu (siehe Abbildung 14). Mithilfe von Assessment-Instrumenten zur Outcome-Messung der Lebensqualität und der Aktivitäten des täglichen Lebens, wie dem Barthel-Index, der Stroke Impact Skale (SIS), dem Functional Independence Measure (FIM)

sowie dem EQ-5D, der Short Form-36 und der Short Form-12, konnten Aktivitäten ermittelt werden, die sich den jeweiligen Aktivitätsdimensionen nach dem COPM zuteilen lassen.

Ein Bereich im täglichen Leben ist die Selbstversorgung durch die eigene körperliche Versorgung, Mobilität und der Regelung von persönlichen Angelegenheiten. Für eine selbstständige Selbstversorgung müssen Menschen dazu befähigt werden, sich An- und Auszuziehen, gehen zu können und beispielsweise einzukaufen [72, 73]. Die Produktivität ist ein Bereich von Aktivitäten, die sich vor allem auf Haushaltstätigkeiten, Arbeitsfähigkeit und Bildung bezieht. Im Bereich der Freizeit führen Menschen Aktivitäten durch, die zur ruhigen Erholung, aktiven Freizeit und sozialem Leben dienen. Menschen machen Ausflüge, gehen auf Reisen und Essen mit Familie und Freunde in Restaurants [72, 73]. Anhaltende Behinderungen bedingen, dass Menschen ihren Aktivitäten nicht mehr nachgehen können, wodurch sie Defizite in ihrer Lebensqualität erfahren [62].

Eine Therapie ist erfolgreich, wenn Ziele erfüllt werden können und Patienten selbstständig Aktivitäten vollbringen. Die aufgezählten Attribute wurden als Akzeptanzkriterien identifiziert, weil ohne eine Befähigung zu diesen Aktivitäten die Lebensqualität der Patienten nicht verbessert werden kann und die Patienten an bestimmten Lebensbereichen nicht teilhaben können. Eine Therapie wird akzeptiert, wenn die Patienten einen Nutzen in dem Engagement sehen.

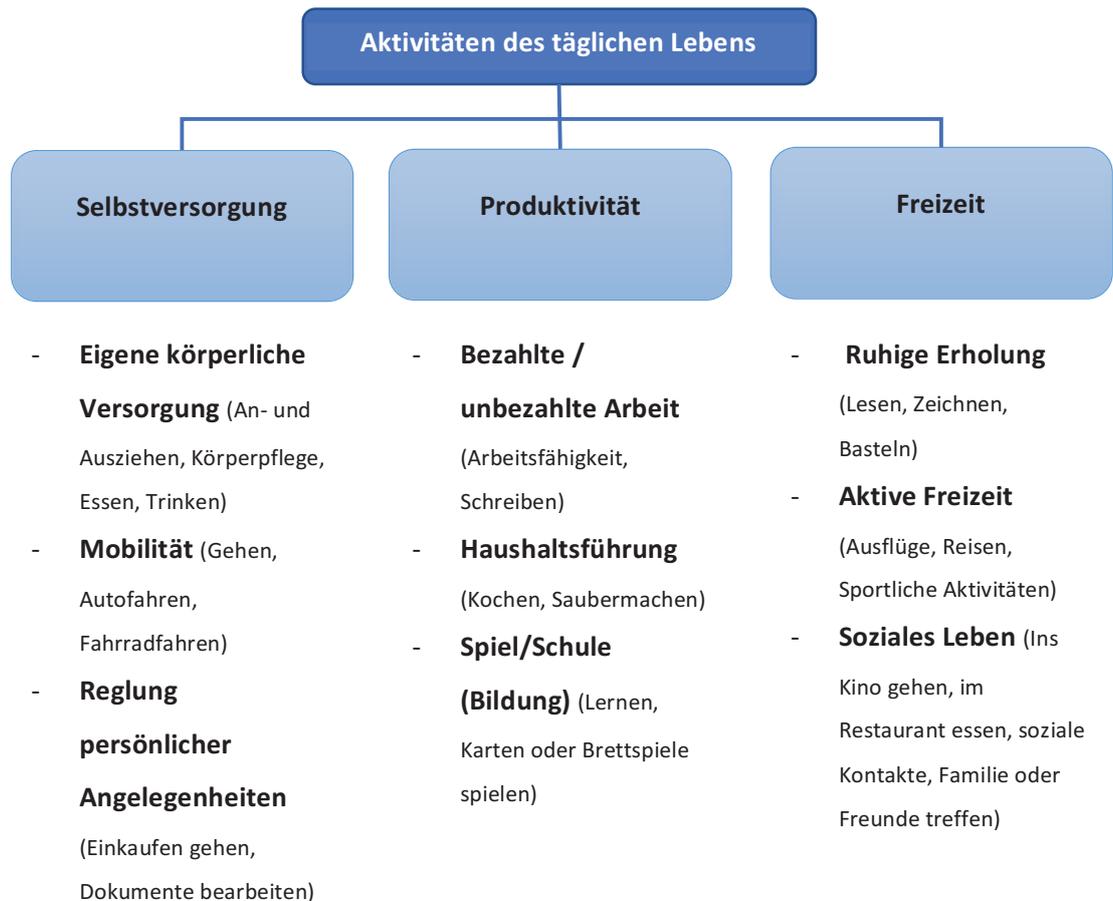


Abbildung 14 - Attribute auf der Ebene der Aktivitäten (des täglichen Lebens); Quelle: eigene Darstellung

9 Attribute der Akzeptanz auf der Ebene eines humanoiden Assistenz-Roboters

Im Bereich der Rehabilitation schreitet die Digitalisierung immer weiter fort und bietet innovative Anwendungsmöglichkeiten in Form von digitalen und technischen Lösungen. Rehabilitationsprozesse sind durch eine aktive Mitarbeit der Betroffenen gekennzeichnet. Die Betroffenen müssen sich, um ihren Gesundheitszustand aktiv zu verbessern, kurz-, mittel- und langfristig selbst einbringen. Es ist wichtig zu erkennen, wodurch Betroffene die innovativen Therapieformen akzeptieren, damit eine Verbesserung des Gesundheitszustandes unter anderem durch eine hohe Compliance erreicht werden kann. Digitale und technische Lösungen sind nur dann erfolgsversprechend, wenn Betroffene ihre

körperliche und geistige Leitungsfähigkeit, unter Hinzunahme ökonomischer Faktoren, einsetzen können. Aus diesem Grund müssen solche Lösungen bedürfnisorientiert und gezielt angewendet werden. Die digitalen und technischen Lösungen müssen sich nahtlos in den Versorgungsalltag von Betroffenen einfügen und an deren Bedürfnissen ausgerichtet sein. Die Lösungen müssen in ein ganzheitliches Behandlungs- bzw. Therapiekonzept eingebunden werden. Von hoher Bedeutung sind eine individuelle Einstellung und Anpassung von Lösungen für Betroffene [10].

Humanoide Assistenz-Roboter, wie der Roboter Pepper, sind heutzutage Thema einer umfassenden Diskussion um den Einsatz als Therapie-Assistenz aufgrund des Fachkräftemangels und des demografischen Wandels [39]. Im Rahmen des E-BRAiN Projektes wird Pepper zukünftig in der Neurorehabilitation von leichten und schweren Armlähmungen sowie von Neglects eingesetzt werden. Die Frage, die es zu klären gilt, ist, durch welche Eigenschaften Patienten den Roboter akzeptieren. Die Eigenschaften des humanoiden Assistenz-Roboter im Kontext der Therapie ist die dritte Dimension der Akzeptanz aus der Sicht der Neurorehabilitation. Aus diesem Grund werden im folgenden Teil Attribute bzw. Eigenschaften von humanoiden Assistenz-Robotern sowie deren Einsatzbedingungen im Therapiekontext identifiziert.

Assistenz- und Rehabilitationsroboter benötigen humanoide Merkmale, um als Coach oder Therapeut erfolgreich eingesetzt zu werden. Daher ist die Berücksichtigung sowohl technischer als auch menschlicher Aspekte entscheidend. Für eine Integration der Roboter müssen Aspekte, wie Sicherheit, Funktionalität, Wirksamkeit und Akzeptanz, berücksichtigt werden [22, 35]. Akzeptanz-Merkmale schließen sowohl Attribute ein, die sich auf das Umfeld bzw. den Kontext, in dem der Roboter eingesetzt wird, beziehen als auch auf Attribute, die sich auf den Roboter und seine Funktionen sowie Eigenschaften beziehen [22].

Zahlreiche Studien haben untersucht, welche Kriterien einer Therapie oder eines Roboters die Akzeptanz und das Vertrauen eines Menschen bzw. eines Patienten beeinflusst. Die wesentlichen Kriterien zur Beschreibung von Eigenschaften waren Design und Funktionen sowie Mensch-Roboter-Interaktion [42]. Aber nicht nur der Roboter an sich, sondern auch der Kontext, in den er eingebettet ist, bestimmten die Akzeptanz. Das heißt ein dritter Bereich der Dimension sind die Einsatzbedingungen eines humanoiden Assistenz-Roboters in der Therapie.

9.1.1 Design und Funktionen

Das Erscheinungsbild eines Roboters beeinflusst die Akzeptanz [78]. Ein menschenähnliches Aussehen und Verhalten führt dazu, dass die Roboter von Menschen „gemocht“ werden und ihnen Vertrauen geschenkt wird [23]. Zu beachten gilt hier aber die Theorie des „unheimlichen Tals“ (*siehe Absatz 10.2.5*), die besagt, dass bei zu hoher menschlicher Ähnlichkeit ein Roboter unheimlich wird. Der Einsatz von sozial interaktiven humanoiden Robotern zur Motivation und Konzentration von Patienten während einer Intervention konnte in vielen Studien als positiv beurteilt werden [79]. Menschenähnliches Verhalten und Aussehen bei einem Roboter kann die Motivation der Betroffenen steigern. Um zu beschreiben, wie ein Roboter von einem Menschen wahrgenommen wird, wird oftmals die menschliche Ähnlichkeit als individueller Parameter genutzt. Die menschliche Ähnlichkeit eines Roboters ist aber ein mehrdimensionales Konstrukt, das als eine Variable betrachtet werden muss, die durch ein Netzwerk aus Parametern beeinflusst wird [80]. Eine Einteilungsmöglichkeit für die menschliche Ähnlichkeit ist die Aufgliederung in statische Aspekte des Erscheinungsbildes und dynamische Aspekte des Verhaltens des Roboters. Die Wahrnehmung von Robotern spielt eine entscheidende Rolle in der Mensch-Roboter-Interaktion [80].

Humanoide Assistenz-Roboter in der Rehabilitation sollten mit Menschen in eine Interaktion treten können, ein freundliches Aussehen haben und eine attraktive und benutzerfreundliche Oberfläche haben. Das Aussehen des Roboters kann Hinweise auf Fähigkeiten und Neigungen des Roboters geben. Menschen bzw. Patienten sollten Schnittstellen mit den von ihnen vorgenommenen Zielen in dem Training mit dem Roboter erkennen können, damit sich ihr Interesse und damit auch die Akzeptanz steigern kann. Außerdem ist es von Bedeutung, damit Patienten das Interesse an sich wiederholenden Trainingseinheiten nicht verlieren [42].

Nutzer bzw. Patienten haben allgemeine Anforderungen an einen Roboter, die dieser erfüllen muss, um den Bedarf der Nutzer zu decken. Bezüglich des Funktionsspektrums sollten Assistenz-Roboter beispielsweise Hol- und Bringdienste verrichten können [78]. Unterhaltungsfunktionen, wie Spiele oder das Abspielen von Musik, sind weniger relevant, da Menschen von Assistenz-Robotern in einem Therapiekontext eher Unterstützung erwarten [78]. Patienten akzeptieren Technologie, wenn sie eine geeignete Steuerung sowie

eine Bedienfreundlichkeit bzw. leichte Handhabung aufweisen. Die Sprache ist ein bevorzugtes Mittel zur Steuerung gefolgt von einer Steuerung über ein Tablet [78]. Die Benutzerschnittstellen zwischen Menschen und Maschine müssen leicht und ohne weitgehende Erfahrungen bedienbar sein. Die Bedienbarkeit ist ausschlaggebend für die Nutzung einer Technik. Die ersten Berührungsmomente sind entscheidend für ein Engagement mit einem Roboter [28, 81].

Das Design und die Funktionen eines humanoiden Assistenz-Roboters sind statische Kriterien. Die Art der Funktionsweise unterscheidet sich bei Robotern in dem Grad der Autonomie. Humanoide Assistenz-Roboter erbringen Leistungen autonom [43]. Humanoide Roboter sind ausgestattet mit Kameras, Sensoren und Mikrofonen, um autonom agieren zu können und eine Umgebung oder Nutzer (wieder-)zuerkennen [43].

Im Kontext der Rehabilitation und des Einsatzes eines Assistenz-Roboters ist die Automatisierungstechnik ein wichtiger Ansatz. Die Automatisierung in der Robotik bedingt die Entwicklung von autonom agierenden Robotern, die mittels Sensorik ihre Umwelt wahrnehmen und eigenständig auf diese reagieren. Die Autonomie von Maschinen und Roboters bedingt Interaktionsmöglichkeiten. Die Voraussetzung für eine Mensch-Roboter-Interaktion sind das Analysieren und das situationsbezogene Interagieren eines Roboters. Emotionen von Menschen müssen anhand von Gesichtszügen erkannt und interpretiert werden können [28]. Der Grad der Roboterautonomie, der von Teleoperation bis hin zu vollständig autonomen Systemen reicht, beeinflusst die Art und Weise, in der Menschen und Roboter miteinander interagieren können. Eine wichtige Frage ist nicht "was kann ein Roboter tun?", sondern "was sollte ein Roboter tun, und in welchem Umfang?" [82].

Der Begriff Autonomie wird in der Wissenschaft unterschiedlich definiert und bezieht sich im psychologischen Kontext auf eine Handlung, die aus freiem Willen durchgeführt wird und aufgrund einer Reaktion hervorgerufen durch die Umwelt stattfindet. Die künstliche Autonomie unterscheidet sich von dieser Begriffsdefinition. Im Rahmen der Automatisierung wird die künstliche Autonomie als die Ausführung von Aufgaben ohne menschliches Zutun definiert [10, 82]. Roboterautonomie wird in der Literatur als ein psychologisches Konstrukt und als ein technisches Konstrukt diskutiert. Tatsächlich wird der Begriff verwendet, um viele verschiedene Aspekte der Robotik zu beschreiben, wie der Fähigkeit des Roboters, sich selbst zu steuern. Das autonome Handeln eines Roboters bezieht sich auf das Ausmaß, in dem ein System seine eigenen Prozesse und Operationen ohne externe Kontrolle durchführen kann.

Diese Definition kann verwendet werden, um die Definitionen der menschlichen und technischen Autonomie zusammenzuführen. Die Autonomie von Robotern ist das Ausmaß, in dem ein Roboter die Umgebung wahrnimmt und auf dieser Grundlage planen und handeln kann, mit der Absicht, ein Ziel zu erreichen, das dem Roboter entweder vorgegeben oder von ihm geschaffen wurde, ohne externe Kontrolle. Diese Definition umfasst die grundlegenden Merkmale Wahrnehmen, Planen, Handeln, Ziel und Kontrolle [82].

Die Autonomie bzw. Automatisierung ist die Voraussetzung für eine entsprechende Anpassungsfähigkeit, Reaktionsfähigkeit und Flexibilität eines humanoiden Assistenz-Roboters. Roboter sollten Anzeichen menschlichen Vertrauens erkennen und angemessen darauf reagieren können. Ein Roboter sollte in der Lage sein zu erkennen, wenn Menschen ihm zu viel Vertrauen entgegenbringen, z.B. wenn sie darauf vertrauen, dass er Funktionen ausführt, die über seine Fähigkeiten hinausgehen, und er sollte in der Lage sein, die Person davon abzubringen, sich selbst einem Risiko auszusetzen [83]. Roboter sollen einen gewissen Grad an Flexibilität haben, um in ihrer Umgebung richtig zu funktionieren [84]. Das heißt, sie sollten in der Lage sein, auf komplexe und unvorhersehbare Ereignisse zu reagieren. Roboter, die mit Patienten Übungen durchführen, sollten helfen können, indem sie die Situation analysieren und je nach Zustand der Übung und Leistung des Patienten den Grad der Unterstützung und bzw. oder den Schwierigkeitsgrad der Übung anpassen. Eine solche Flexibilität ist eine Voraussetzung für eine erfolgreiche Mensch-Roboter-Interaktion, auch Human-Robot-Interaction, sowie für eine effektive Patientenleistung [85]. Roboter sollten sich an ihre Umgebung anpassen können und nicht nur in fest kodierten und genau definierten Bahnen fahren. Ein hohes Funktions- und Anpassungsniveau ist eine wichtige Eigenschaft von Robotern, die in der Rehabilitation eingesetzt werden. In der Therapie muss der Roboter, so wie der Therapeut, auf den Patienten und seine Leistungen sowie auf die Übungssituation reagieren und sich der Situation anpassen. Der Roboter muss nötige Hilfestellungen leisten können, Schwierigkeitsgrade anpassen und dem Patienten ein entsprechendes Feedback geben können. Ein Roboter muss in der Lage sein, Schwierigkeiten zu erkennen und bestimmte Aufgaben angemessen zu priorisieren [29, 39].

9.1.2 Human-Robot-Interaction

Humanoide Roboter können als sozialer Partner eingesetzt werden, um das Engagement und die Erfahrungen der Patienten zu verbessern. Diese Roboter fördern als persönlicher Coach die Motivation. Studien haben gezeigt, dass die Einbettung eines menschenähnlichen Verhaltens die Ergebnisse der Interaktion verbessert [28, 86].

Interaktionen zwischen Menschen und Robotern – Human-Robot-Interaction (HRI) [28] – werden von menschlichen Handlungen, Reaktionen und Emotionen beeinflusst, auf die Roboter reagieren müssen. Roboter müssen entsprechende Verhaltensmuster der Menschen erkennen können. Wenn der Erkennungsalgorithmus versagt, kann der Roboter nicht reagieren und eine Interaktion findet nicht statt. Die Analyse von Handlungen und Körperemotionen ist wichtig, um eine flüssige, freundliche und natürliche Interaktion zu erreichen. Für die Analyse von Körperemotionen müssen Roboter dynamische Bewegungen und statische Posen von Menschen quantifizieren. Das Erkennen des Gefühlszustandes eines Menschen ist ebenso wichtig, um eine geeignete Reaktion durchzuführen [87].

Eine HRI kann anhand zweier Komponenten beurteilt werden. Zum einen nehmen Menschen die Interaktion wahr und bewerten diese subjektiv und zum anderen muss das bewertet werden, was der Roboter tatsächlich leistet. Die Wahrnehmung eines Roboters durch den Menschen ändert sich je öfter eine Interaktion zwischen Menschen und Roboter stattgefunden hat, wodurch sich auch das Engagement bzw. die Bereitschaft von Menschen ändert [88, 89]. Die Kommunikation eines Roboters mit einem Menschen durch Sprache sollte autonom und in einem geeigneten Kontext erfolgen [90]. Die Wahrnehmung in einer sozialen Interaktion ist nicht ausschließlich Menschen vorbehalten. Wird eine HRI betrachtet, so kommt es darauf an, dass das Aussehen und das Verhalten des Roboters es erlauben, dass der Mensch ihn als ein Wesen wahrnimmt, dessen Verhalten sozial ist. Ein menschliches Aussehen und ein zuverlässiges Verhalten des Roboters wirken sich demnach positiv auf die Einstellung des Menschen aus, so dass dieser bereit ist, eine soziale Interaktion mit dem Roboter einzugehen. Das Verhalten des Roboters beeinflusst zudem sehr die Leistung, die ein Mensch bereit ist aus der Interaktion heraus zu vollbringen [91]. Roboter müssen sich einer Situation bewusst sein und die Fähigkeit haben, auf die Situation zu reagieren. Um echte Beziehungen zu einem Menschen zu simulieren, müssen Roboter auf die Bedürfnisse der Menschen eingehen können. Diese Fähigkeit ist im Therapiekontext von besonderer

Bedeutung. Roboter müssen sich auf die Patienten individuell je nach ihren Bedürfnissen und ihrer Leistung anpassen. Die Bedürfnisse können durch unterschiedliche Schädigungen oder Grade der Besserung von Patient zu Patient variieren [39].

Für eine Interaktion zwischen Menschen und Robotern, sollte ein Roboter in der Lage sein, verschiedene Modalitäten wie Sprache, kommunikative Gesten, Gesichts- und Körpersprache wahrzunehmen, zu verstehen und einzusetzen [92]. Systeme, die nur auf einen bestimmten Satz an Schlüsselwörter reagieren, werden zeitnah von Menschen abgelehnt. Die Voraussetzung für diese Systeme ist eine genaue und detaillierte Einweisung der Nutzer, um ein Verständnis über die begrenzte Anzahl an Schlüsselwörtern zu erlangen. Ein fehlendes Verständnis über die Umweltgegebenheiten trägt zu Fehlern und für die Nutzenden nicht nachvollziehbaren Entscheidungen durch das System bei [28].

Menschen reagieren schnell auf Einflüsse aus ihrer Umwelt, zum Beispiel, wenn sie etwas greifen oder etwas sagen. Schnelle und verständliche Reaktionen werden demnach auch bei einem Interaktionspartner vorausgesetzt. Die Sprache ist für den Menschen ein besonders wichtiger Kommunikationsweg. In einem Gespräch werden viele Informationen in kurzer Zeit gesagt und verarbeitet. Roboter, die diese Fähigkeiten nicht besitzen oder sehr fehlerhaft umsetzen, werden von Menschen eher abgelehnt. Das Sehen und Erkennen von Menschen oder Gegenständen ist wie das Sprechen ein Grundbaustein für eine erfolgreiche Interaktion [28, 93].

Die Kommunikationsfähigkeiten sind ein ausschlaggebender Faktor in Bezug auf die Wirksamkeit einer Intervention sowie auf das Engagement eines Patienten. Eine (soziale) Kommunikation kann dazu führen, dass Patienten angeregt werden, aktiver und kooperativer an der Therapie teilzunehmen. Sind Roboter in der Lage, Informationen über Erkrankungen und entsprechenden Behandlungen sowie die Effekte einer Behandlung zu geben, könnten Patienten sensibilisiert werden, um besser mit ihrer Erkrankung umzugehen [38].

Um die Akzeptanz zu gewährleisten, sollte der Roboter mit sozialen und kognitiven Fähigkeiten ausgestattet sein, die die Kommunikation und Interaktion mit dem Roboter natürlich und effizient gestalten. Menschen beobachten Handlungen anderer und reagieren auf diese, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen. Menschen kombinieren Bewegungen und Kontextinformationen und interpretieren im Hinblick auf die Ergebnisse, um eigene Handlungen daraus abzuleiten. Wichtige Instrumente der Kommunikation von Menschen sind Sprache und kommunikative Gesten, an denen Absichten zwischen Partnern festgestellt

werden können [92]. Ein Akzeptanzkriterium kann die Distanz zwischen Roboter und Menschen während einer Interaktion sein. Es ist möglich, dass Nutzer sogenannte Berührungängste haben und aus dem Grund einen Mindestabstand zwischen sich und der Technologie für nötig halten. Berührungängste nehmen mit Zunahme an Erfahrung und mit sich wiederholenden Interaktionen ab [78].

Das Design und die Funktionen eines humanoiden Assistenz-Roboters, wie Autonomie, Anpassungsfähigkeit, Bild- und Gesichtserkennung, sind demnach die Voraussetzung für eine HRI. Der humanoide Roboter Pepper ist in der Lage, mit Patienten mittels Sprache zu kommunizieren und in einer Interaktion mit Patienten durch seine integrierten Funktionen, wie Bild- und Gesichtserkennung zu treten.

9.1.3 Einsatzbedingungen im Therapiekontext

Akzeptanzkriterien eines humanoiden Roboters, der in der Rehabilitation eingesetzt wird, begründen sich nicht nur in den Merkmalen, die der Roboter selbst aufweist, sondern auch in den Merkmalen, die durch den jeweiligen Kontext gegeben sind [34]. Das heißt, es müssen Attribute identifiziert werden, die die Einsatzbedingungen eines humanoiden Roboters in der Therapie beschreiben.

Der Ablauf einer Übungs- oder Therapieeinheit mit einem Roboter sollte unter bestimmten Anforderungen ablaufen. Das Übungsprogramm muss von Fachtherapeuten zusammengestellt und je nach Therapiefortschritt angepasst werden. Das Training der Patienten am Übungsprogramm muss unabhängig von der Arbeitszeit der Fachtherapeuten möglich sein. Nach Möglichkeit sollte sich das Übungsprogramm dem laufenden Training anpassen, so dass zum Beispiel der Übungsgrad automatisch leicht erhöht oder reduziert wird. Eine einfache und klare Rückmeldung bzw. ein Feedback über Erfolg und Misserfolg muss dem Patienten durch die Anwendung gegeben werden können. Ein unmittelbares Feedback zur Trainingsleistung kann die Einstellung der Patienten in der Therapie mit dem Roboter beeinflussen [42]. Das Übungsprogramm sollte so ausgerichtet sein, dass kein Eingreifen durch einen Therapeuten notwendig ist. Das Training sollte von Therapeuten hinsichtlich der Übungszeit, des Trainingsfortschritts und eventueller auftretender Schwierigkeiten jederzeit überprüft werden können [19]. Im Vorfeld einer Behandlung

sollten Patienten mit ausreichenden Informationen über den Roboter und über erwartete Behandlungsergebnisse versorgt werden [42]. Humanoide Assistenz-Roboter können durch ihre Fähigkeit zur Kommunikation eingesetzt werden, um mittels Sprachanweisungen die Übungen den Patienten zu erklären und je nach Möglichkeit die Übungen vormachen. Die Hauptaufgaben sind demnach Anleitung und Demonstration [15].

Im Kontext der Rehabilitation ist es wichtig, dass der Aufgabenschwierigkeitsgrad angemessen ist und die Patienten weder über- noch unterfordert sind. Patienten könnten bei einem zu hohen Schwierigkeitsgrad unter Stress stehen bzw. bei einem zu niedrigen Schwierigkeitsgrad gelangweilt sein, was zu einem Motivationsverlust führen kann. Die Anpassung der Aufgabenschwierigkeit an den psychologischen Echtzeit-Zustand der Patienten verbessert die Rehabilitationsergebnisse, indem die Patienten auf einem angemessenen Niveau gefordert werden [42].

Die Vorteile von Robotern liegen mehr oder weniger auf der Hand. Roboter werden nicht krank und sind 365 Tage im Jahr zu jeder Zeit einsatzbereit. Zusätzliche Funktionen, wie Heben, Bringen und Umlagern, entlasten Ärzte, Therapeuten und Pflegekräfte. Die Speicherung von Daten, wie Mitschnitte von Patientengesprächen, helfen optimale Behandlungsergebnisse zu erzielen. Der Roboter ist vor allem für ausdauernde und präzise Tätigkeiten vorteilhaft [23]. Ein humanoider Assistenz-Roboter kann demnach vor allem dann effizient und effektiv eingesetzt werden, wenn durch seinen Einsatz die Häufigkeit und Dauer von Therapieeinheiten der Patienten gesteigert werden kann und damit eine bedarfsgerechte, lückenlose Versorgung gesichert wird. Fachkräfte können so entlastet werden [23].

Die drei Dimensionen Design und Funktionen, HRI sowie Einsatzbedingungen beinhalten eine Vielzahl an Attributen, die für die Bestimmung der Akzeptanz wichtig sein können (*siehe Abbildung 15*). Entsprechende Design- und Funktionsmerkmale sind dabei Voraussetzung für eine HRI, die wiederum die Voraussetzung für den Einsatz eines Roboters in einer Therapie darstellt.



Abbildung 15- Attribute auf der Ebene eines humanoiden Assistenz-Roboters; Quelle: eigene Darstellung

10 Akzeptanz in der Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter

Die Nutzung von Robotern im Gesundheitswesen ist ein neues Konzept, für das die Akzeptanz und die Präferenzen der Patienten noch nicht gut verstanden wird [21]. Unterstützende Technologien werden zunehmend gefördert und humanoide Assistenz-Roboter sollen zukünftig die Rehabilitation infolge eines Schlaganfalls revolutionieren [32]. Eine Therapie kann aber nur dann effizient und effektiv sein, wenn Patienten diese akzeptieren und in ein Engagement treten. Zahlreiche Studien haben sich bereits mit der Akzeptanz von technischen Systemen beschäftigt und Einflussfaktoren, wie Alter, kognitive Fähigkeiten, Bildungsstand oder bisherige Technikerfahrungen der Betroffenen sowie Aussehen, Größe, Vertrauenswürdigkeit oder Sicherheit der Anwendungen bzw. Systeme identifiziert [21].

Der Einsatz von Robotern in der Rehabilitation bzw. Therapie wird durch die Akzeptanz von Nutzergruppen bestimmt. Diese Nutzergruppen sind zum einen die professionellen Nutzer, wie Arzt, Therapeut und Personal und zum anderen die nicht-professionellen Nutzer, die die Gruppe der Patienten repräsentiert. Professionelle Nutzer treten in ein arbeitsbezogenes Verhältnis. Aus diesem Grund spielt die Verteilung von Verantwortungs- und Aufgabenbereichen eine wichtige Rolle [8]. Roboter sollen nur ergänzend und nicht ersetzend zum Einsatz kommen. Patienten als nicht-professionelle Nutzer akzeptieren Roboter aus anderen Gründen [13]. Humanoide Roboter sind in ihrem Verhalten und Aussehen menschenähnlich. Das impliziert einen Grad an Menschlichkeit, der mit den funktionellen Kompetenzen des Roboters übereinstimmen sollte. Das Design von Sprache, Gesicht und Interaktivität spielt eine bestimmte Rolle im Hinblick auf die Akzeptanz. Praktikabilität, Sicherheit, Datenschutz, Privatsphäre, Bedienbarkeit und Spaß sind weitere Kriterien. Humanoide Roboter treten mit Menschen in eine soziale Interaktion [22].

Patienten müssen erkennen, dass ein humanoider Roboter ihnen in ihren gesundheitlichen Bedürfnissen helfen kann und ihre Präferenzen erfüllt. Nur wenn Patienten einen individuellen Nutzen in der Therapie mit dem Roboter erkennen, werden sie in ein Engagement mit ihm treten. Die Akzeptanz von Nutzern bzw. Patienten steigt, wenn ein Nutzen, also das Erfüllen von Bedürfnissen, erkannt werden kann [78]. Mangelnde

Kenntnisse und Erfahrungen über Assistenz-Systeme bedingen, dass die Akzeptanz von Patienten und Fachkräfte eher sinkt [21].

10.1 Auswirkungen auf die Einstellung der Patienten

Die Intensität und Form der Behinderung bzw. Einschränkung ist eine entscheidende Voraussetzung für eine pauschale Nutzenbewertung eines Assistenz-Roboters. Menschen mit körperlichen Einschränkungen haben einen individuellen Bedarf und bewerten Roboter zunächst subjektiv nach dessen Hilfeleistungen und Funktionen. Die Akzeptanz der Nutzer steigt, wenn diese einen (individuellen) Nutzen in dem Einsatz des Roboters erkennen [78]. Assistenz-Roboter können Menschen physisch (z.B. Manipulation/Umgang mit Gegenständen), kognitiv (z.B. Erinnerungsfunktion) sowie sozio-emotional (z.B. soziale Interaktion) unterstützen. Die Roboter füllen eine Lücke in den Fähigkeiten der Nutzer. Wenn Menschen bzw. Patienten den Roboter als nützlich empfinden, bewerten die ihn eher als akzeptabel [94]. Eine Bewertung ist abhängig von der Einstellung. Eine positive Einstellung zu einer Technologie wirkt sich fördernd auf die Akzeptanz aus und führt zu einer tatsächlichen Nutzung [13]. Die Einstellung wird wiederum von anderen Faktoren, wie Erfahrungen, Erwartungen, Vertrauen und Angst beeinflusst.

Erfahrungen bzw. erste Eindrücke über einen Roboter beziehen Menschen meist durch bildhafte und animierte Darstellung in der Literatur und in Unterhaltungsmedien [32]. Science-Fiction-Filme haben den zu erwartenden Funktionsumfang und die Kommunikationsformen von Robotern beeinflusst. Erwartungen, die durch Medien entstanden sind, können von dem heutigen Stand der Technik trotz großen Fortschritten nicht gedeckt werden [28]. Eine hohe Erwartungshaltung kann sich dann wiederum negativ auf die Einstellung auswirken, wenn Nutzer merken, dass die Technik ihre Erwartungen nicht erfüllen kann [21].

Vertrauen spielt bei zwischenmenschlichen Interaktionen eine wichtige Rolle. Arbeitgeber brauchen Vertrauen in ihre Mitarbeiter, Menschen brauchen Vertrauen in ihre Banken und Patienten brauchen Vertrauen in ihren Therapeuten bzw. in die gesamte Therapie. Vertrauen basiert auf der Annahme, dass die Person, mit der jemand interagiert, risikominimierend handelt. Es gibt zahlreiche Definitionen für Vertrauen, die darin übereinstimmen, dass der

Begriff "Vertrauen" eine Situation suggeriert, in der eine Person verletzlich ist und ihre Verletzlichkeit auf den Handlungen, Verhaltensweisen oder Motivationen einer anderen Person beruht [83]. Für Interaktionen im Kontext der Rehabilitation, an denen Menschen und Roboter beteiligt sind, ist Vertrauen besonders wichtig. Die Rehabilitation zielt kurzfristig auf die Verbesserung von körperlichen Funktionen und langfristig auf den Erhalt oder die Wiederherstellung der Selbstständigkeit im alltäglichen Leben der Patienten ab. Körperliche Funktionalität und Selbstständigkeit sind sensible und wichtige Bereiche für einen Menschen, weshalb gerade hier ein risikominimierendes Verhalten und Vertrauen wichtig sind. Menschen vertrauen Technik, vor allem mit KI ausgestatteter Technik, eher, wenn der Entscheidungs- und Handlungskontext in der Situation ein geringes Risiko aufweist [95].

Sozial-interaktive Assistenz-Roboter können Kontakt zu Menschen aufnehmen. Sie fungieren teilweise als Lehrer oder Trainer, unter anderem im Kontext der Therapie. In ihrem Einsatz simulieren sie eine Interaktion mit Menschen und reagieren autonom auf die Situation. Diese Roboter werden zum Teil mit einer KI ausgestattet [13, 47]. Bei vielen Menschen lösen Roboter daher Ängste aus, da sie vermeintlich intellektuell überlegen sind und menschliche Arbeitsplätze einnehmen könnten. Im Gegensatz zu Menschen sind Roboter aber nicht emotional und nicht kreativ [23]. Insgesamt werden Roboter als Ersatz für menschliche Arbeitskräfte abgelehnt. Fachkräfte bevorzugen Techniken, die entlastend sind, wie Hebehilfen, sind aber eher skeptisch hinsichtlich vollautomatisierter Roboter, die ihre Aufgaben selbstständig erfüllen [21]. Menschen haben oftmals Zweifel hinsichtlich der Zuverlässigkeit, Sicherheit und des Verlusts der Persönlichkeit beim Einsatz eines Assistenz-Roboters [32].

Die Analyse von Akzeptanzkriterien ist notwendig, um zu verstehen, wann ein Patient mit einem humanoiden Assistenz-Roboter „engagen“ bzw. trainieren würde. Bisher sind mangelnde Erfahrungen, verfälschte Erwartungen, Angst, mangelndes Vertrauen und Unsicherheit Faktoren, die die Einstellung zu Assistenz-Robotern negativ beeinflussen. Die Gestaltung einer Therapie mit einem humanoiden Assistenz-Roboter muss daher besonders auf die Präferenzen der Patienten ausgelegt sein, damit Zweifel ausgeräumt werden und die Erwartungen erfüllt werden.

10.2 Aktuelle Akzeptanzmodelle

In der Literatur haben sich bereits viele Forscher mit der Akzeptanz auseinandergesetzt. Roboterakzeptanzmodelle basieren oftmals auf dem technologischen Nutzen. Modelle wie das Technology Acceptance Model (TAM) oder das Unified Theory of Acceptance and Use of Technology Model (UTAUT) beziehen allein Aspekte, die sich auf die (wahrgenommenen) Funktionen und Bedienung einer Technik beziehen. Das Almere-Modell bezieht sich zusätzlich auf die soziale Interaktion, zu der ein Roboter fähig sein kann [96]. Wesentlich ist, dass die Technikakzeptanz allgemein zwei Dimensionen umfasst: die Einstellungs- und die Handlungsdimension (*siehe Abbildung 16*). Die Einstellungsdimension bezieht sich auf die affektive und kognitive Haltung gegenüber einer Technologie. In diesem Zusammenhang wird Akzeptanz rein über ein einstellungsbezogenes Verständnis definiert. Eine positive Einstellung bzw. ein positives Verständnis von Robotern zeigt eine Handlungsintensivierung oder Bereitschaft, eine Technik zu nutzen, an. Die Einstellungsdimension umfasst nicht die tatsächliche Handlung. Die tatsächliche Handlung wird mittels der Handlungsdimension analysiert. Das tatsächlich beobachtbare Verhalten bei der Anwendung einer Technologie bestimmt in der Handlungsdimension die Akzeptanz. In der Einstellungsdimension wird Akzeptanz demnach als Befürwortung definiert und in der Handlungsdimension als aktives Engagement bzw. Nutzung einer Technik. Ein Teil der Einstellungsdimension, die normative oder Wertedimension, kann als dritte Dimension angesehen werden. In dieser Dimension ist die Akzeptanz abhängig von den Normen und Werten einer Person, mit denen die Technik entweder übereinstimmt oder nicht übereinstimmt [13].

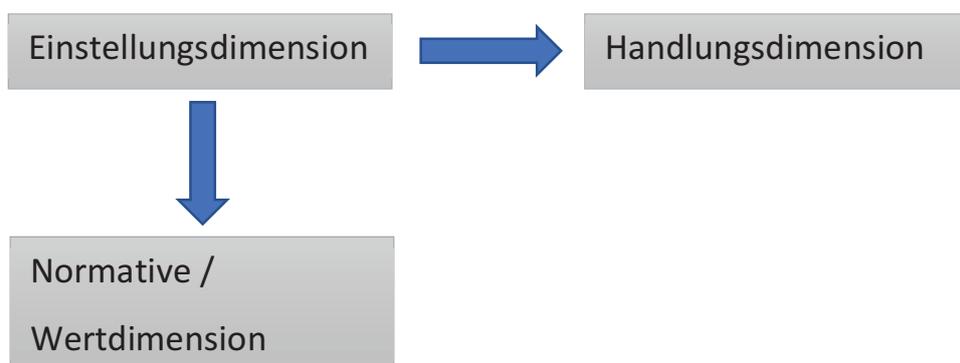


Abbildung 16 - Dimensionen der Technikakzeptanz; Quelle: eigene Darstellung, vgl. Becker, 2018

Die Akzeptanz einer Technik wird von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst, die in drei Kriterien unterteilt werden können: Faktoren der Nutzenden (Individuen oder Gruppen), Kontextfaktoren sowie Faktoren des Roboters und seiner Funktion (*siehe Tabelle 4*) [32, 97].

Tabelle 4 - Einflussfaktoren der Akzeptanz einer Technik

Faktoren der Nutzenden	Kontextfaktoren	Faktoren des Roboters und seiner Funktion
<ul style="list-style-type: none"> - Einstellung und Haltung - Persönliche Normen und Wertvorstellungen - Emotionen - Soziodemografische Faktoren (Alter, Geschlecht, soziale Klassen, Bildung und Beruf) - Erfahrungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Art der Aufgabe, die durch die Technik verrichtet wird - Soziale Einbettung der Technik - Soziale Normen und Routinen - Kulturelle, soziale und wirtschaftliche Bedingungen - Gesamtgesellschaftliche Normen und Werte - Art und Weise der Einführung der Technik (Schulung etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Kosten und Nutzen des Gerätes - Risiken und Zuverlässigkeit - Bedienfreundlichkeit oder Benutzbarkeit - Eignung der Technik zur Bewältigung der zu erfüllenden Aufgaben - Ästhetische Aspekte

Die Modelle zur Technikakzeptanz umfassen oft nur technische Aspekte [97]. Andere Modelle für die Akzeptanz von Technologien beziehen die Bedeutung von Intelligenz und die Einstellung zu Technologien mit ein. Nutzer- und Robotervariablen sind wichtige Kriterien für die Akzeptanz. Nutzervariablen schließen Alter, Geschlecht, Erfahrung, Bildung, Bedürfnisse und Bedarf sowie Kultur ein. Robotervariablen umfassen unter anderem Aussehen, Größe, Geschlecht, Ergonomie, Rolle und Persönlichkeit des Roboters. Die meisten Menschen haben noch keine direkten Erfahrungen mit Robotern [13]. Der Kontext und die Lebenssituation von Patienten verändern die Akzeptanz. Die Art der Anwendung von Robotern in einem bestimmten Kontext ist ein Kriterium, das die Akzeptanz formt. So werden Roboter im Kontext der Gesundheitsversorgung zum Beispiel zur Therapie oder Unterstützung von behinderten Menschen oder älteren Menschen in Krankenhäusern oder im häuslichen Umfeld eingesetzt. Die Einstellung, Emotionen und Wahrnehmung von Menschen bezüglich Roboter im Gesundheitswesen sind wichtige Kriterien zur Bestimmung der Akzeptanz. Patienten müssen erkennen, dass der Roboter in der Therapie etwas für sie tut und ihnen in ihren gesundheitsbezogenen Bedürfnissen helfen kann. Sie müssen die tatsächlich erbrachte Leistung des Roboters auch wahrnehmen, um einen Nutzen zu erkennen [13, 21].

10.2.1 Technology Acceptance Modell

Das Technology Acceptance Modell (TAM) wurde zur Bewertung der Akzeptanz von IT-Technologien entwickelt. Das Modell bezieht sich auf die tatsächliche Anwendung der Technologie durch Nutzende. Die Hauptfaktoren des Modells sind der wahrgenommene Nutzen (Perceived Usefulness) und die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit (Perceived Ease of Use), die zur Anwendung einer Technologie führen [13, 94]. Die Hauptfaktoren werden von verschiedenen weiteren Faktoren (External Variables) beeinflusst, wie Erfahrungen, Geschlecht des Nutzers oder subjektive Normen [98, 99]. Der wahrgenommene Nutzen und die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit wirken sich auf die Einstellung zur Nutzung einer Technologie (Attitude Toward Using) aus. Eine positive Einstellung führt zu einer verhaltensbedingten Nutzungsabsicht (Behavioral Intention to Use). Erst, wenn eine Nutzungsabsicht besteht, kommt es zu einer tatsächlichen Nutzung der Technologie (Actual System Use) (siehe Abbildung 17) [13].

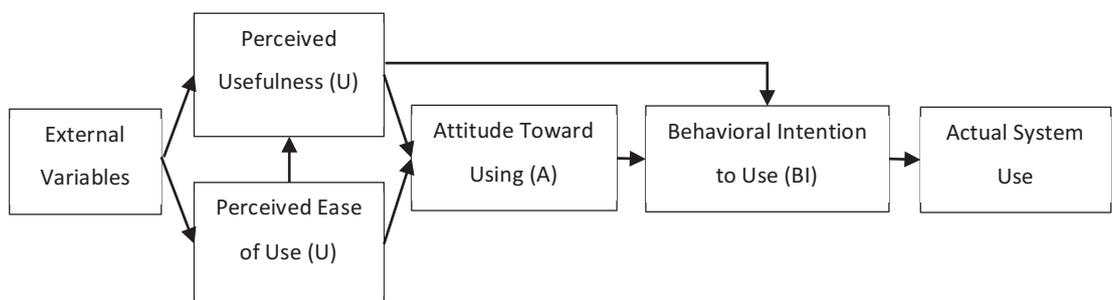


Abbildung 17 - Technology Acceptance Modell (TAM); Quelle: eigene Darstellung, vgl. Venkatesh et. al., 1996

10.2.2 Unified Theory of Acceptance and Use of Technology Model

Das Unified Theory of Acceptance and Use of Technology Model (UTAUT) ist ein Modell, das vier Faktoren für die Akzeptanz einer Technologie definiert: erwartete Performance des Gerätes (Performance Expectancy), erwarteter Aufwand für die Anwendung (Effort Expectancy), sozialer Einfluss (Social Influence) und unterstützende Bedingungen (Facilitating Conditions). Alter (Gender), Geschlecht (Age), Erfahrungen (Experience) und Freiwilligkeit

der Nutzung (Voluntariness of Use) beeinflussen die Akzeptanz [13, 94]. *Abbildung 18* veranschaulicht das Modell.

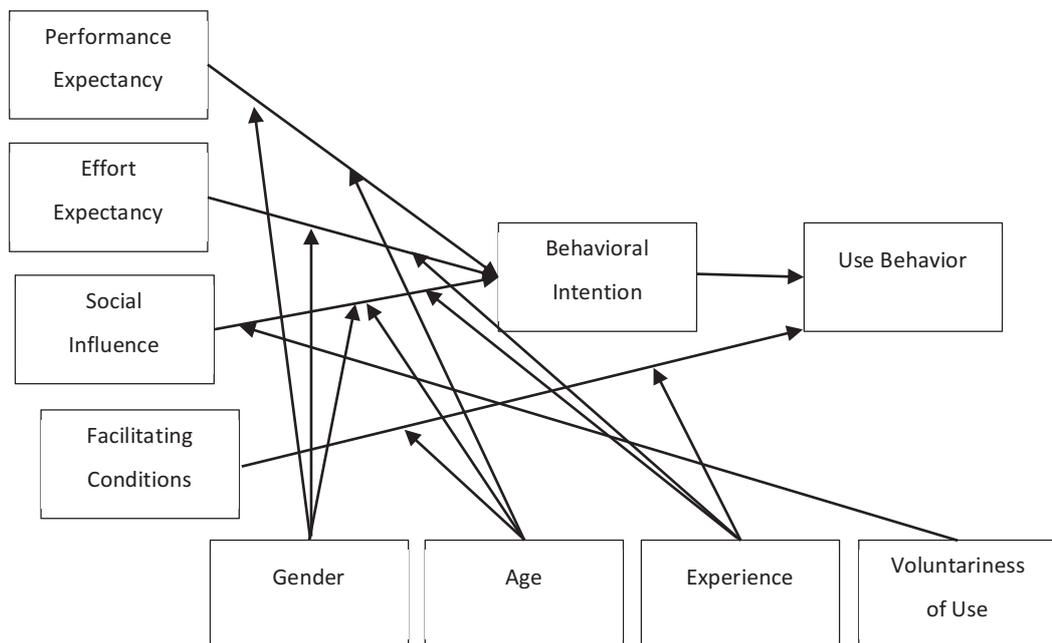


Abbildung 18 - Unified Theory of Acceptance and Use of Technology Model (UTAUT); Quelle: eigene Darstellung, vgl. Beer, 2017

10.2.3 Almere-Modell

Das Almere-Modell der Akzeptanz ist eine Erweiterung des TAM und des UTAUT, mit dem Zweck, ein Akzeptanz-Modell für die Nutzung von sozial-interaktiven Robotern durch ältere Menschen zu generieren (*siehe Abbildung 19*). In dem Modell stehen zwei Komponenten im Vordergrund. Die erste Komponente ist die funktionale Akzeptanz, das heißt, die Nützlichkeit und Benutzerfreundlichkeit, wie im TAM. Die zweite Komponente ist die soziale Akzeptanz, das heißt, die Akzeptanz eines Roboters als Kommunikationspartner, mit dem eine Beziehung möglich ist, die einer Beziehung zu Menschen oder Tieren ähnelt. Die Faktoren wahrgenommene Nützlichkeit und wahrgenommene Bedienfreundlichkeit werden durch wahrgenommene Freude (Perceived Enjoyment) bei der Anwendung, Einstellung (Attitude) zur Technologie und Vertrauen (Trust) in die Technik ergänzt. Soziale Einflüsse (social Influences) wirken auf die Einstellung. Auf die genannten Kernfaktoren wirken die wahrgenommene Anpassungsfähigkeit der Technik (Perceived Adaptability), Ängstlichkeit (Anxiety) und die tatsächliche soziale Präsenz des Roboters (Social Presence). Ein weiterer

Einflussfaktor auf die Akzeptanz ist die wahrgenommene soziale Präsenz des Roboters (Perceived Sociability) [13, 100].

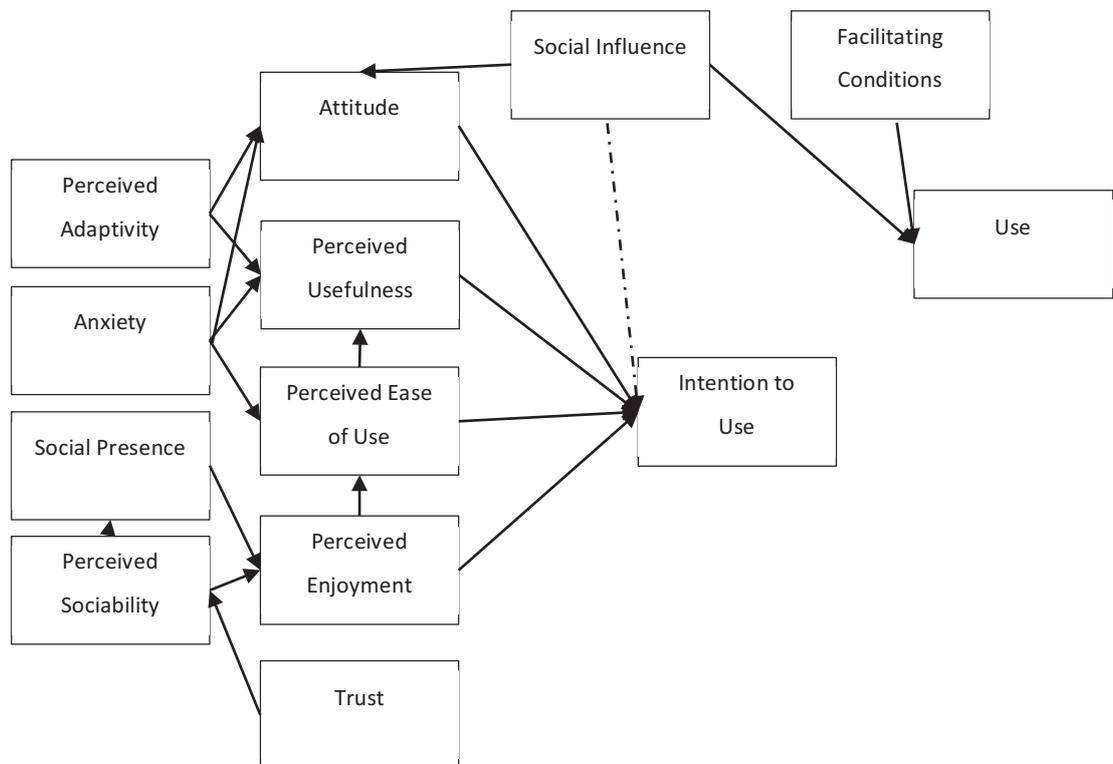


Abbildung 19 - Almere-Modell der Akzeptanz; Quelle: eigene Darstellung, vgl. Brandon, 2012

10.2.4 Diffusion of Innovation nach Rogers

Rogers identifizierte in seinem Framework „Diffusion of Innovation“ fünf Attribute, um zu beschreiben, wie, warum und mit welcher Geschwindigkeit Innovationen bzw. neue Ideen, Praktiken oder Objekte über Kulturen verbreitet werden. Durch Rogers' Framework stehen zwei weitere Kriterien im Mittelpunkt der Akzeptanzanalyse: Erprobbarkeit und Beobachtbarkeit. Die Erprobbarkeit ist der Grad, in dem mit einer Innovation bzw. neuen oder noch nicht bekannten Technologie auf einer begrenzten Basis experimentiert werden kann. Das heißt, dem Nutzer ist es möglich, eine Technologie „probefahren“ ohne sich im Vorfeld für oder gegen eine längerfristige Nutzung zu entscheiden. Wird es einem Benutzer erlaubt, mit einer Technologie auf einer begrenzten Basis zu experimentieren, kann dies die Unsicherheit verringern. Dem Nutzer werden mehr Informationen gegeben, womit dieser beurteilen kann, wie er die Technologie nutzen könnte und welcher Nutzen erwartet werden

kann. Laut Rogers werden Innovationen, die vorerst erprobt werden können, besser akzeptiert. Patienten, die wenig Erfahrungen mit neuartigen Technologien bzw. Innovation haben, sind meistens der älteren Bevölkerung angehörig. Allerdings sind vor allem humanoide Assistenz-Roboter ein neuartiges Feld für alle Altersklassen. Die nicht vorhandenen Erfahrungen mit den Technologien rufen eine Unsicherheit seitens der Patienten hervor, die die Akzeptanz negativ beeinflusst. Informationen und Gespräche mit dem Fachpersonal sowie das vorherige „Probefahren“ einer Technologie kann die Unsicherheit mindern und die Akzeptanz steigern [94].

Die Beobachtbarkeit ist laut Rogers der Grad, in dem die Ergebnisse einer Technologie für andere sichtbar sind. Die Akzeptanz von Technologie wird positiv beeinflusst, wenn man die Ergebnisse der Technologie beobachten kann, vorausgesetzt die Ergebnisse werden als nutzensteigernd wahrgenommen. Die Beobachtbarkeit kann in zwei Teilattribute unterteilt werden: Sichtbarkeit und Nachweisbarkeit. Die Sichtbarkeit ist der Grad, für die die Ergebnisse einer Technologie für andere offensichtlich sind. Die Nachweisbarkeit bezieht sich auf den Grad, in dem eine Person die Ergebnisse der Nutzung der Technologie beobachten, messen und kommunizieren kann [94].

10.2.5 Uncanny Valley – Theorie des „unheimlichen Tals“

Die „Uncanny Valley“-Theorie ist eine Theorie zur Beschreibung der menschlichen Akzeptanz für Roboter, die auf einem Hauptmerkmal beruht: die menschliche Ähnlichkeit. „Uncanny Valley“ bedeutet „Unheimliches Tal“. Dieses Tal umfasst den messbaren Effekt, wonach die Akzeptanz schlagartig abfällt, wenn die Roboter dem Menschen zu sehr ähneln. Eine zu große Ähnlichkeit bewirkt ab einem bestimmten Punkt Abneigung gegenüber einem Roboter. Die Theorie besagt gleichzeitig, dass Akzeptanz erst ab einem gewissen Grad an menschlicher Ähnlichkeit entsteht. Das heißt, vor einem Einbruch durch das „Uncanny-Valley“ steigt die Akzeptanz-Kurve an (*siehe Abbildung 20*) [44-46].

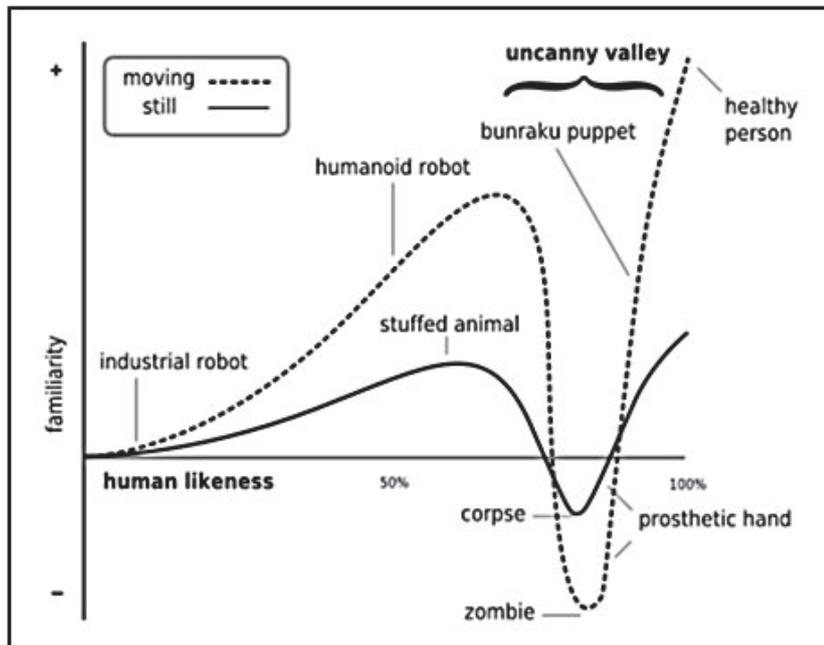


Abbildung 20 - "Uncanny Valley" - Theorie des Unheimlichen Tals; Quelle: Laue, 2017

In den letzten Jahren wurde die Theorie des "Uncanny Valley" von Forschern auch im Zusammenhang mit Interaktionen untersucht. Im Bereich der Mensch-Roboter-Interaktion ist immer noch unklar, welche Auswirkungen, wenn überhaupt, ein "unheimlich" aussehender Roboter im Zusammenhang mit einer Interaktion hat. Dennoch konnte festgestellt werden, dass der Grad des „Unheimlichen“ mit zunehmender Anzahl an Interaktionen sinkt [101].

10.3 Einbettung der Roboter-Akzeptanz in ein Versorgungssystem

Die angeführten Technikakzeptanzmodelle beziehen sich nur auf die Technik oder den Roboter an sich sowie auf die Einflussfaktoren der Akzeptanz und nicht auf den Kontext, in den die Technologie eingebettet ist. Auch Versorgungsleistungen bestehen nicht nur aus einem Medikament oder einer Technologie an sich, sondern sie sind Teil eines Systems (Treatment Process), das durch die Kostenträger (Payer) und Leistungsanbieter (Provider) geprägt ist und aus mehreren Komponenten besteht (siehe Abbildung 21).

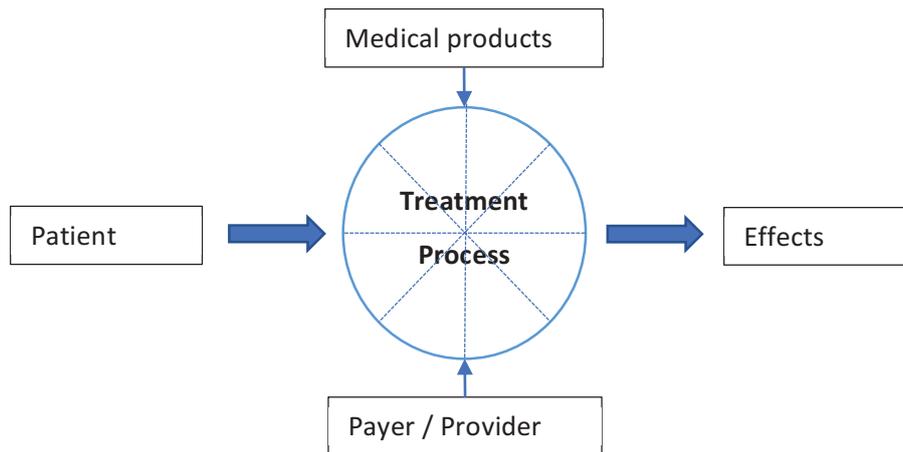


Abbildung 21 - Treatment Process; Quelle: eigene Darstellung

Die Komponenten von Versorgungsleistungen in einem System (System Layer) sind Ressourcen (Resources), Aktivitäten (Activities), die durchgeführt werden, sowie ein Angebot bzw. ein Vorteil (Proposition), das dem Patienten geboten wird und gegebenenfalls ein Alleinstellungsmerkmal ist. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, welche Merkmale eine Therapie haben muss, damit sie akzeptiert wird [10]. Die Voraussetzung für die Inanspruchnahme einer Versorgungsleistung seitens der Patienten (Patient Layer) ist der Bedarf (Needs) eines Patienten. Patienten haben eine individuelle Einstellung (Attitude) gegenüber bestimmten Ressourcen, Aktivitäten und Angeboten einer Leistung, die gleichzeitig von bisherigen Erfahrungen (Expectations) der Patienten beeinflusst wird. Die Einstellung beeinflusst das Verhalten (Behavior) des Patienten. Hinsichtlich der Akzeptanz müssen sich Entscheidungsträger die Frage stellen, wann Patienten eine Therapie antreten müssen bzw. wollen und was ihre Einstellung und ihr Verhalten beeinflusst [56]. Eine positive Einstellung führt zu einem Engagement, bei dem der Patient auf eine angebotene Leistung eingeht und diese nutzt. Erst mit Nutzung entstehen Effekte (Treatment effects), die zu einer Verbesserung eines Gesundheitszustandes führen können. Die nachfolgende *Abbildung 22* zeigt das Zusammenspiel der genannten Komponenten.

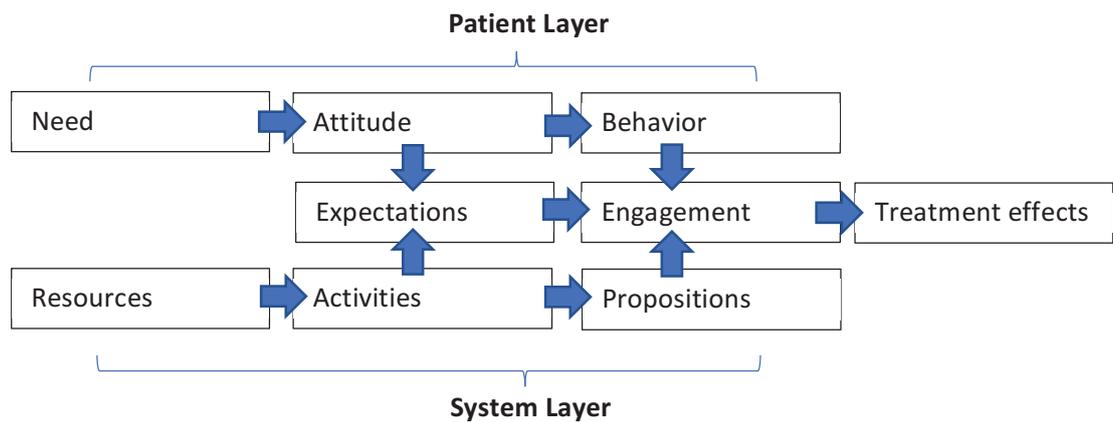


Abbildung 22 - Komponenten eines Versorgungsprozesses; Quelle: eigene Darstellung

Individuelle Erwartungen an eine Therapie mit einem Roboter und dessen Fähigkeiten beeinflussen die Akzeptanz und das Vertrauen der Patienten. Werden die Erwartungen so modifiziert, dass sie mit den Fähigkeiten des Roboters übereinstimmen oder sogar unter denen liegen, kann sich das positiv auf Akzeptanz und Vertrauen auswirken [42]. Voraussetzung für ein Engagement ist eine positive Einstellung der Patienten, die entsteht, wenn die Gestaltung einer Leistung an den Präferenzen der Patienten orientiert ist und die Patienten in einer Leistung einen individuellen Nutzen erkennen. Positive Erfahrungen wirken sich verstärkend auf die Einstellung aus, wobei bedacht werden muss, dass zu hohe Erwartungen eine negative Wirkung haben können, da die Patienten in dem Fall zu viel erwarten und im Nachhinein enttäuscht sein können. Der wahrgenommene Nutzen einer Leistung mindert sich dadurch [91, 94].

Die Ressourcen, Aktivitäten und das Angebot innerhalb einer Versorgungsleistung sollten nach den Präferenzen der Patienten gestaltet sein, um ein Engagement der Patienten zu fördern und gesundheitliche sowie finanzielle positive Effekte erzielen zu können. Aus diesem Grund sind Präferenz- und Akzeptanzanalysen ein wichtiges Element vor der Integration neuer Leistungen bzw. innovativer Innovationen [57].

Eine Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter bildet ein umfangreiches System ab. Ein Assistenz-Roboter ist nur ein Teil eines Systems, der auf einer von vielen Dimensionen eingesetzt wird. Es ist vorstellbar, Assistenz-Roboter für die Behandlung von Armlähmungen oder Neglects einzusetzen. Sie haben die Aufgabe, Patienten anzuleiten und ihnen Rückmeldungen über ihre Leistung zu geben. Der Roboter ist eine Ressource, der Aktivitäten durchführt, womit für die Patienten ein Angebot geschaffen wird. Schlaganfall-

Patienten, die bleibende Behinderungen nach dem Ereignis erworben haben, haben einen Bedarf ihre Körperfunktionen und -strukturen wiederherzustellen sowie ihre Selbstständigkeit im Alltag wiederzuerlangen.

10.4 Akzeptanzmodell für die Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter

Die Akzeptanz ist eine Herausforderung in der Implementierung von Technik in allen Bereichen. Da Patienten vor allem in Bezug auf humanoide Roboter meist keine Erfahrung haben, muss das mehrdimensionale Konstrukt der Akzeptanz analysiert werden. Die Analyse der Akzeptanz von Patienten basiert auf der Identifizierung von Akzeptanzkriterien und Patientenpräferenzen. Anhand des Wissens über die Patientenpräferenzen bzw. der Patientenperspektive kann eine Therapie im Sinne des Patienten gestaltet werden, so dass die Patienten eher bereit sind, die Therapie zu akzeptieren und letztendlich ein Engagement einzugehen [94]. Die Leistungsfähigkeit eines Roboters wirkt sich darauf aus, wie er von Menschen wahrgenommen wird sowie auf die Einstellung der Menschen. Eine positive Wahrnehmung und Einstellung werden eher bedingt durch eine hohe Leistungsfähigkeit. Das Verhalten der Menschen gegenüber dem Roboter verändert sich ebenfalls, wenn der Roboter eine gute Leistung bzw. einen Nutzen zeigt. Menschen werden kooperativer und gehen ein Engagement ein, wenn sie einen (individuellen) Nutzen in der Technologie erkennen und die Funktionen und die Leistung ihren Erwartungen entsprechen oder diese gar übersteigen [94].

Die Akzeptanz von Robotern, die in der Rehabilitation eingesetzt werden, kann nicht allein auf der Bewertung der Funktion des Roboters beruhen, da der Roboter in einem System eingebettet ist, das insgesamt akzeptiert werden muss [34]. Im Vorfeld konnten drei Dimensionen der Akzeptanz identifiziert werden: Körperfunktionen und -strukturen, Aktivitäten sowie die Eigenschaften eines humanoiden Roboters in der Therapie (*siehe Abbildung 23*). Körperfunktionen und -strukturen sowie Aktivitäten bilden hier die Needs (Bedarf) der Patienten ab, da anhaltende Behinderungen bedingen, dass Patienten in diesen Bereichen Defizite aufweisen und somit an Lebensbereichen nicht mehr teilhaben können [75, 77]. Die Dimension der Eigenschaften eines humanoiden Assistenz-Roboter in der

Therapie bilden das System ab, in dem Ressourcen, Aktivitäten und Angebote gestaltet werden. Der Roboter ist die Ressource, der als Begleiter, Demonstrator und Anleiter in der Neurorehabilitation fungiert [15].

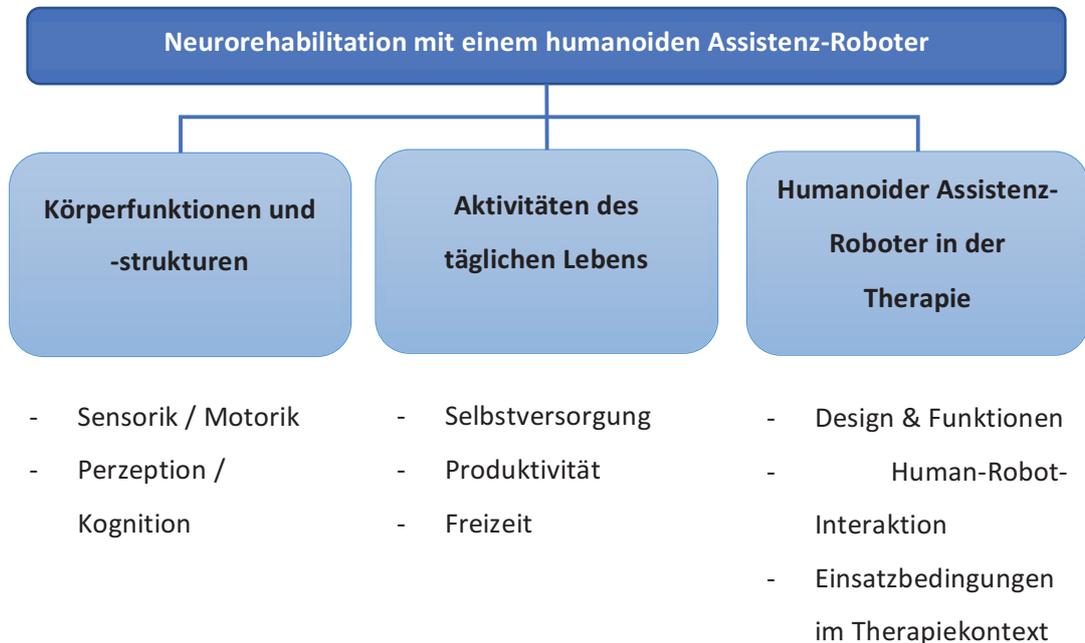


Abbildung 23 - Dimensionen der Akzeptanz einer Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter; Quelle: eigene Darstellung

Die Merkmale dieser Dimensionen beeinflussen je nach Merkmalsausprägung die Akzeptanz. Können positive Effekte auf der Ebene von Körperfunktionen und -strukturen erzielt werden, so wird sich das positiv auf die Akzeptanz auswirken. Wenn Patienten durch die Therapie Aktivitäten (wieder) aufnehmen können, werden sie die Therapie eher akzeptieren. Humanoide Assistenz-Roboter, die aufgrund einer hohen Anpassungsfähigkeit in einer Interaktion mit einem Menschen hohe Leistung erbringen, wirken auf Menschen eher akzeptabel, vorausgesetzt die Leistung wird von Menschen auch positiv wahrgenommen [91, 94]. Die identifizierten Dimensionen, Attribute und Technikakzeptanzmodell bilden die Grundlage für das generierte Akzeptanzmodell, dass im Folgenden vorgestellt wird.

Die drei Dimensionen bilden den Ausgangspunkt des entwickelten Akzeptanzmodells dieser Arbeit für eine Neurorehabilitation mit einem humanoiden Roboter (siehe Abbildung 24). Nach Rogers Definition der Erprobbarkeit (Trialability) und der Beobachtbarkeit (Observability) müssen Nutzer erst den Nutzen von etwas erproben und beobachten können, bevor sie sich langfristig darauf einlassen [94]. Aus diesem Grund wurden die Erprobbarkeit und Beobachtbarkeit in das Akzeptanzmodell eingeschlossen. Patienten müssen erst einen

Nutzen, das heißt die Verbesserung von Körperfunktionen und -strukturen sowie Aktivitäten, erkennen, um eine Therapie zu akzeptieren. Da viele Patienten keine interaktiven Erfahrungen mit humanoiden Assistenz-Robotern haben, müssen sie die Fähigkeiten und Leistungen erst erproben [94].

Aus den vorangestellten Akzeptanzmodellen (TAM, UTAUT, Almere-Modell) wurde entnommen, dass die Akzeptanz durch die Wahrnehmung von Nutzern beeinflusst wird [13]. Die Akzeptanz ist nicht nur von der tatsächlichen Leistung, die im Kontext einer Therapie erbracht wird, abhängig, sondern von der Wahrnehmung eines Patienten [88, 89]. Patienten beurteilen den Nutzen einer Therapie subjektiv, was heißt, dass auch bei guter Leistung eines humanoiden Assistenz-Roboters die Einstellung der Patienten nur dann positiv verändert wird, wenn die Patienten die Leistung bzw. den Nutzen wahrnehmen und für sich positiv bewerten [94].

Nutzer bewerten eine Leistung und den Nutzen, den sie aus etwas ziehen subjektiv. Das heißt, das was ein humanoider Assistenz-Roboter in der Therapie tatsächlich leistet und die Verbesserungen, die durch die Therapie tatsächlich auf der Ebene der Körperfunktionen und -strukturen sowie Aktivitäten erzielt werden können, müssen nicht mit dem übereinstimmen, was der Patient wahrnimmt. Die drei Ausgangsdimensionen werden deshalb in dem Modell auf den wahrgenommenen Nutzen und die wahrgenommene Leistung übertragen [13, 100]. Hinzu kommt, dass die Therapie einen Aufwand beispielsweise in zeitlicher oder finanzieller Hinsicht darstellen kann. Aus diesem Grund wird in dem Modell der erwartete Therapieaufwand einbezogen und von der Dimension des humanoiden Assistenz-Roboters im Therapiekontext abgeleitet.

Es gibt zwei wesentliche Komponenten der Akzeptanz. Einer tatsächlichen Nutzung (Engagement) ist eine Nutzungsabsicht (Behavior) vorangestellt, die sich ergibt aus der Einstellung (Attitude) eines Menschen hinsichtlich einer Technologie. Diese Komponenten wurden auf das entwickelte Akzeptanzmodell übertragen. Eine tatsächliche Nutzung von Therapieangeboten führt zu Therapieeffekten (Treatment effects). Die Einstellung, die den Faktoren vorangestellt ist und die Nutzungsabsicht, die die tatsächliche Nutzung und somit die Therapieeffekte bedingt, wird von der wahrgenommenen Leistung, dem wahrgenommenen Nutzen und dem erwarteten Aufwand beeinflusst [94]. Desweiteren spielen Kontextfaktoren als Einflussfaktoren auf die Akzeptanz eine große Rolle. Kontextfaktoren beziehen sich auf personenbezogene Faktoren, wie Alter, Geschlecht, Beruf oder Bildung

sowie auf Umweltfaktoren, wie Familienleben oder Wohnsituation. Umweltfaktoren und personenbezogene Faktoren sind nutzerbezogene Faktoren, die die Merkmale des Umfelds und des Nutzers an sich beschreiben [13]. Die Einstellung wird nicht nur durch die Kontextfaktoren beeinflusst, sondern auch durch Erfahrungen und Erwartungen, die beispielsweise aus der Literatur oder den Medien geprägt sind [32]. Außerdem wirkt sich der soziale Einfluss ebenfalls auf die Einstellung von Patienten aus [28]. Angenommen humanoide Assistenz-Roboter wären in der Gesellschaft verpönt, so würden die Patienten eher eine abgeneigte Haltung gegenüber dem Roboter einnehmen. Vertrauen Patienten dem Roboter ist die Einstellung eher positiv [13]. Da ein humanoider Assistenz-Roboter von Patienten meist noch nicht erprobt worden ist, konnten die Patienten noch kein Vertrauen aufbauen [94]. Ängste, die im Zusammenhang mit dem Roboter entstehen, werden unter anderem hervorgerufen durch den Verdacht, Roboter würden den Therapeuten ganz ersetzen und den Verlust der persönlichen Mensch-Therapeuten Beziehung [23, 32]. Angst mindert das Vertrauen und wirkt sich somit negativ auf die Einstellung der Patienten aus. Humanoide Roboter sind menschenähnlich in ihrem Aussehen und ihrem Verhalten. Nach der „Uncanny Valley-Theory“ wird eine zu hohe menschliche Ähnlichkeit unheimlich und kann somit Ängste verstärken und eine ablehnende Einstellung bewirken [44-46]. Menschen sind Gesichter aufgrund der Mensch-Mensch-Interaktion vertraut, weshalb eine entsprechende Gestaltung eines Gesichts eines Roboters die Mensch-Roboter-Interaktion fördert und die Akzeptanz steigert [102].

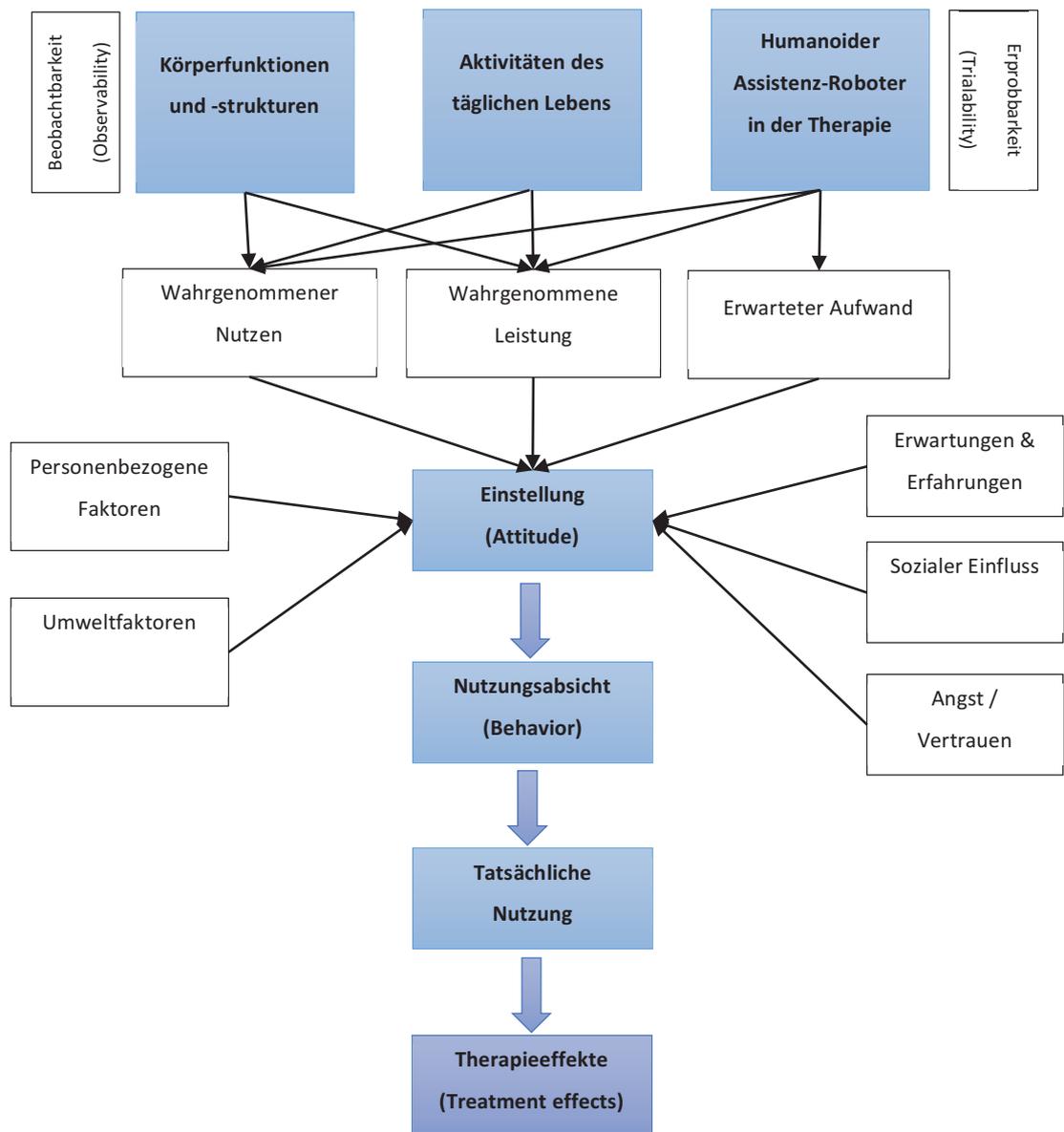


Abbildung 24 - Akzeptanzmodell einer Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter; Quelle: eigene Darstellung

Zusammenfassend ist die Grundaussage des generierten Akzeptanzmodells (siehe Abbildung 24), dass Patienten auf verschiedenen Ebenen Leistung und einen Nutzen wahrnehmen müssen, um eine Therapie zu akzeptieren. Patienten müssen sehen, dass ihnen der Roboter als Therapeut, helfen kann und ihre Bedürfnisse im Kontext der Therapie erfüllen kann. Erst dann babysie in ein Engagement. Das System, in dem die Therapie mit einem humanoiden Assistenz-Roboter eingebettet ist, muss entsprechende Ressourcen, Aktivitäten und vorteilhafte Angebote bieten, die sich an den Präferenzen von Patienten orientieren und Akzeptanzkriterien erfüllen [6, 7].

11 Zusammenfassung der Ergebnisse

Akzeptanzkriterien sind Ausdruck für den Patientennutzen. Patienten akzeptieren eine Therapie, wenn sie einen Nutzen erkennen [94]. Der Nutzen für Patienten orientiert sich an deren Präferenzen und Bedürfnissen, die eine gesundheitsbezogene Leistung erfüllen muss. Eine Akzeptanzmessung ist notwendig, um die Rahmenbedingungen und Gestaltungsmerkmale einer innovativen Therapieform auf die Präferenzen der Patienten auszurichten, damit eine effiziente und effektive Versorgung gewährleistet werden kann. Akteure im Gesundheitswesen müssen sich demnach die Frage stellen, was Patienten von einer Leistung haben und wie diese den Patienten hilft, ihren gesundheitsbezogenen Bedürfnissen nachzukommen [6, 7]. Hinsichtlich der Akzeptanz ist es wichtig zu verstehen, was die Einstellung der Patienten beeinflusst und welche Anreize gegeben werden müssen, damit Patienten eine Therapie akzeptieren bzw. die Akzeptanz gesteigert wird [56]. Eine Therapie muss bestimmte Merkmale haben und Ressourcen zur Verfügung stellen, die positive Effekte auf den Patienten haben und sich an den Bedürfnissen dieser orientiert.

Präferenz- und Akzeptanzmessung im Gesundheitswesen ist ein notwendiger Schritt für die Einführung neuer (innovativer) Gesundheitsleistungen. Für die Generierung eines Entscheidungsmodells in Vorbereitung auf ein Best-Worst-Scaling (BWS) wurden Attribute der Akzeptanz identifiziert.

Ausgehend von der Frage: „Was sind Akzeptanzkriterien für Patienten in der Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter?“, wurden zunächst anhand der identifizierten Literatur Dimensionen der Akzeptanz analysiert und Attribute den Dimensionen zugeordnet (*siehe Tabelle 5*), die positive Effekte auf einen Patienten haben, wenn diese auf die Präferenzen der Patienten ausgerichtet sind.

Tabelle 5 – Attribute der Akzeptanz von Patienten in der Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter

Körperfunktionen und -strukturen
<p>Sensorik / Motorik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Feinmotorik (Finger-geschicklichkeit) - Grobmotorik (Grob-geschicklichkeit) - Willkürbewegungen der Arme - Verringerung einer Spastik - Schmerzempfinden - Gefühle in den Armen
<p>Perzeption / Kognition:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wahrnehmung von Raum- oder Körperabschnitten - Wahrnehmung von Objekten
<p>Emotion</p>
Aktivitäten des täglichen Lebens
<p>Selbstversorgung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eigene körperliche Versorgung (An- und Ausziehen, Körperpflege, Essen, Trinken) - Mobilität (Gehen, Autofahren, Fahrradfahren) - Regelung persönlicher Angelegenheiten (Einkaufen gehen, Dokumente bearbeiten)
<p>Produktivität:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bezahlte / unbezahlte Arbeit (Arbeitsfähigkeit, Schreiben) - Haushaltsführung (Kochen, Saubermachen) - Spiel/Schule (Bildung) (Lernen, Karten oder Brettspiele spielen)
<p>Freizeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ruhige Erholung (Lesen, Zeichnen, Basteln) - Aktive Freizeit (Ausflüge, Reisen, Sportliche Aktivitäten) - Soziales Leben (Ins Kino gehen, im Restaurant essen, soziale Kontakte, Familie oder Freunde treffen)

Humanoider Assistenz-Roboter in der Therapie

Design & Funktionen:

- Menschenähnliches Erscheinungsbild
- Menschenähnliches Verhalten
- Handharbarkeit, Bedienbarkeit, Benutzerfreundlichkeit
- Autonomie
- Funktionsspektrum (Hol- und Bringdienste)
- Anpassungsfähigkeit, Reaktion, Flexibilität
- Sprachfunktion
- Bild- und Gesichtserkennung
- Ausstattung (Sensorik)

Human-Robot-Interaction (HRI):

- Interaktionsfähigkeit durch Analyse von Handlungen und Emotionen
- Motivation
- Kommunikationsfähigkeit durch Sprache, Gestik und Mimik
- Distanz zwischen Mensch und Roboter

Einsatzbedingungen im Therapiekontext:

- Einführung/ Schulung der Patienten in die Technik
- Zielorientiertes, anpassbares Übungsprogramm
- Anpassung der Trainings-/ Übungsabläufe
- Rückmeldung / Feedback über Trainingsleistung
- Zusätzliche Betreuung durch einen Therapeuten
- Anleitung und Demonstration durch den Roboter
- Häufigkeit der Trainingseinheiten
- Dauer der Trainingseinheiten

In dem generierten Modell wurden diese Dimensionen sowie der Einfluss anderer Faktoren und sich bedingender Komponenten dargestellt. Die Akzeptanz in der Neurorehabilitation mit einem humanoiden Roboter kann nicht allein durch eine Technikakzeptanz bestimmt werden, weshalb die bereits vorhandenen Akzeptanzmodelle lediglich als Grundlage dienen und die Hauptfaktoren und -annahmen übernommen worden sind. Es wird erkannt, dass die Akzeptanz ein mehrdimensionales Konstrukt ist, dass durch unterschiedliche Faktoren in ihrem jeweiligen Kontext beeinflusst wird. Mangelnde Erfahrungen, verfälschte Erwartungen, Angst und mangelndes Vertrauen sind Faktoren, die die Einstellung negativ beeinflussen können [21]. Ein sozialer Einfluss durch die Gesellschaft wirkt sich auf die Einstellung der Patienten aus [13]. Die „Uncanny Valley-Theory“ ergänzt die Einflussfaktoren

der Akzeptanz [44-46]. Die Theorie wurde nicht als Faktor in das Modell einbezogen, da das Aussehen des humanoiden Roboters Pepper, welcher in zukünftig im Rahmen des E-BRAiN-Projektes eingesetzt werden soll, nicht veränderbar ist. Es ist aber anzunehmen, dass das Aussehen des Roboters unter anderem durch die vertraute Gesichtsgestaltung akzeptabel ist [102].

Das generierte Akzeptanzmodell sollte die Grundlage für ein Entscheidungsmodell in der Präferenz- und Akzeptanzanalyse darstellen. Die nachfolgenden *Abbildungen 25, 26 sowie 27* sind Beispiele für die drei BWS Varianten mit ausgewählten identifizierten Akzeptanzkriterien in der Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter.

Am wichtigsten		Am unwichtigsten
<input checked="" type="radio"/>	Therapiebetreuung	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	Therapiedauer	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	Häufigkeit der Trainingseinheiten	<input checked="" type="radio"/>

Am wichtigsten		Am unwichtigsten
<input type="radio"/>	Funktionsfähigkeit der Grobmotorik	<input checked="" type="radio"/>
<input type="radio"/>	Therapiebetreuung	<input type="radio"/>
<input checked="" type="radio"/>	Arbeitsfähigkeit	<input type="radio"/>

Am wichtigsten		Am unwichtigsten
<input type="radio"/>	Arbeitsfähigkeit	<input type="radio"/>
<input checked="" type="radio"/>	Funktionsfähigkeit der Grobmotorik	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	Häufigkeit der Trainingseinheiten	<input checked="" type="radio"/>

Abbildung 25 – Beispiel Best-Worst-Scaling Case 1; Quelle: eigene Darstellung

Am wichtigsten		Am unwichtigsten
<input type="radio"/>	Therapiebetreuung: Therapie mit einem Therapeuten	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	Therapiedauer: 2 Wochen	<input type="radio"/>
<input checked="" type="radio"/>	Häufigkeit der Trainingseinheiten: 5x pro Woche	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	Funktionsfähigkeit der Grobmotorik: 50% (mittlere Funktionsfähigkeit)	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	Arbeitsfähigkeit: 0% (nicht arbeitsfähig)	<input checked="" type="radio"/>

Am wichtigsten		Am unwichtigsten
<input type="radio"/>	Häufigkeit der Trainingseinheiten: 5x pro Woche	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	Funktionsfähigkeit der Grobmotorik: 50% (mittlere Funktionsfähigkeit)	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	Therapiedauer: 1 Woche	<input checked="" type="radio"/>
<input checked="" type="radio"/>	Arbeitsfähigkeit: 100% (Vollzeitarbeit)	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	Therapiebetreuung: Therapie mit einem humanoiden Roboter	<input type="radio"/>

Abbildung 26 - Beispiel Best-Worst-Scaling Case 2; Quelle: eigene Darstellung

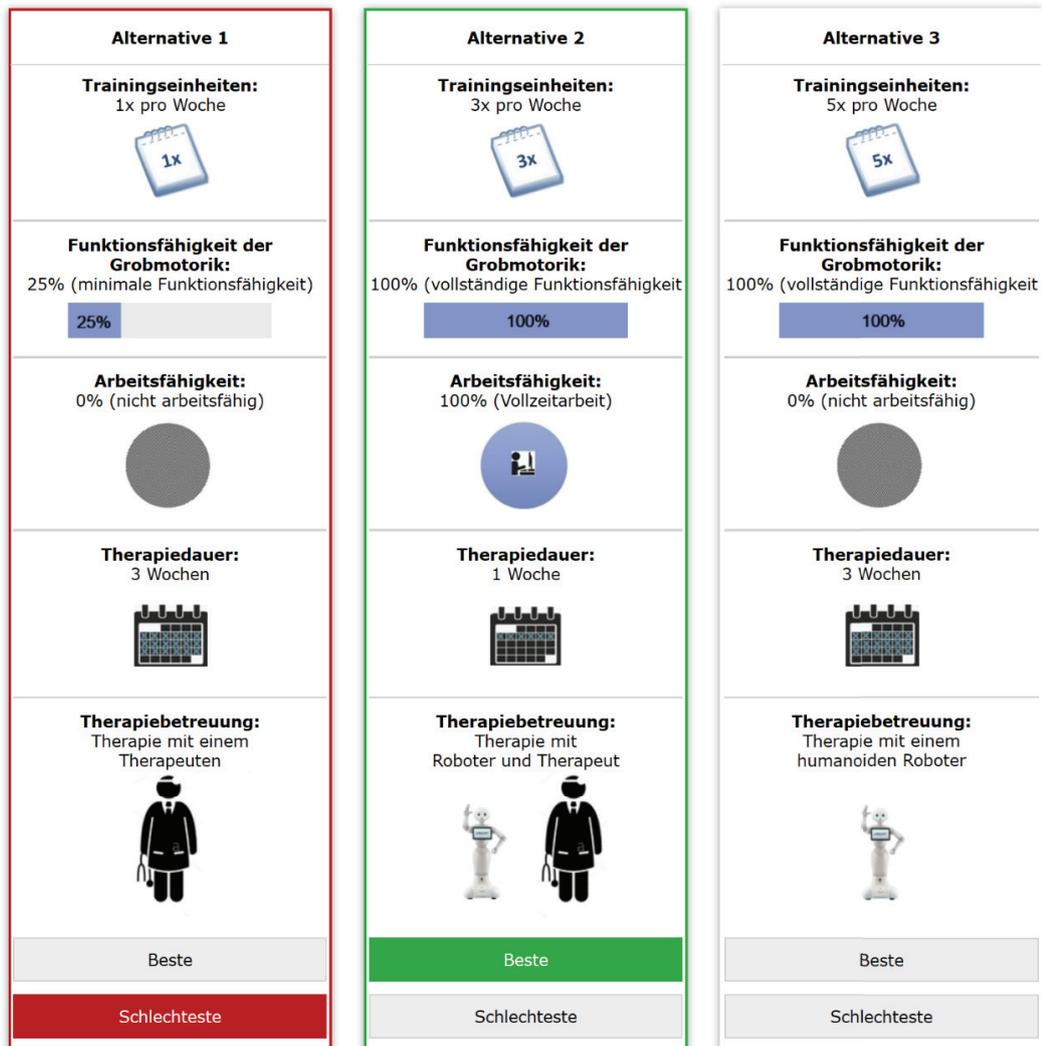


Abbildung 27 – Beispiel Best-Worst-Scaling Case 3; Quelle: eigene Darstellung

Für eine Präferenz- und Akzeptanzanalyse aufbauend auf dieser Arbeit, würde das BWS Case 3 in Frage kommen. Mittels des Wahlentscheidungsexperiment wählen Patienten zwischen drei verschiedene Alternativen mit gleichen Merkmalen aber unterschiedlichen Merkmalsausprägungen das beste und das schlechteste aus. Mit dieser Methodik kann festgestellt werden, welche Merkmale die Patienten mit bestimmten Ausprägungen bevorzugen bzw. präferieren [7]. Die Präferenzen und Akzeptanzkriterien sollte zukünftig in die Gestaltung der Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter eingebunden werden, um eine hohe Effektivität und Effizienz der Therapie zu bedingen.

12 Diskussion und Ausblick

Der demografische Wandel und die damit verbundene Überalterung der Gesellschaft, der medizinisch-technische Fortschritt, die Multimorbidität¹⁴ sowie der steigende Kostendruck durch einen Anstieg der Gesundheitsausgaben [53] machen Überlegungen zur Kostensenkung und Rationierung von Gesundheitsleistungen notwendig [6, 7]. Der medizinisch-technische Fortschritt ermöglicht neue Gesundheitstechnologien, die das Leben verlängern, Krankheiten heilen oder lindern und letztendlich die Lebensqualität positiv beeinflussen. Gleichzeitig bedingt der Fortschritt, dass Menschen mit mehreren Krankheiten gleichzeitig leben, wodurch der Bedarf an Gesundheitsleistungen und die Gesundheitsausgaben ansteigen. Innovationen verursachen Kosten beispielsweise auf Grund von steigenden Entwicklungskosten [53]. Im Gesundheitswesen werden heute vermehrt innovative Interventions- bzw. Therapieformen in Form von digitalen und technischen Lösungen eingesetzt [13, 103].

Die Anzahl der neurologischen Erkrankungen, wie dem Schlaganfall, steigen sowie auch krankheitsbedingte Lebensjahre, so dass ein höherer Bedarf an Versorgungsleistungen besteht [1]. Der Schlaganfall ist eine Krankheit, die vor allem in einem höheren Lebensalter auftritt. Die sinkende Anzahl an Fachkräften und die Überalterung der Gesellschaft bedingen in der Rehabilitation infolge eines Schlaganfalls eine Versorgungslücke [15]. Aus diesem Grund wird der Einsatz eines humanoiden Assistenz-Roboters, wie Pepper, diskutiert und erforscht.

Die Schlaganfall-Behandlung mit anschließender rehabilitativer Therapie ist sehr kostenintensiv [14]. Auch hier bietet der Einsatz eines humanoiden Assistenz-Roboter ein Potential, den hohen Kosten entgegenzuwirken, da einem Roboter im Gegensatz zum Therapeuten kein Gehalt gezahlt werden muss und der Roboter unermüdlich eingesetzt werden kann. Zu den genauen Kostenvorteilen müssen zusätzlich ökonomische Analysen durchgeführt werden.

Die Möglichkeit, die Häufigkeit und Dauer der Trainingseinheiten in der Arm- und Neglect-Therapie durch einen humanoiden Assistenz-Roboter zu erhöhen, bietet zum einen die Chance einer Entlastung von Fachkräften und zum anderen die Chance die Patienten intensiv

¹⁴ Multimorbidität beschreibt das gleichzeitige Auftreten mehrerer Krankheiten bei einer Person.

zu therapieren. Erfolge können sich schneller und kontinuierlicher einstellen, wodurch auch eine Motivationssteigerung erreicht werden kann [23].

Zukünftig wird der Einsatz eines humanoiden Therapieroboters in den Kontext der Neurorehabilitation auch im häuslichen Umfeld zu einem Diskussionsthema. Telekommunikationssysteme werden bereits eingesetzt, um Patienten, die sich nicht selbstständig fortbewegen können, aus der Ferne zu betreuen [16].

Ein humanoider Assistenz-Roboter kann in der Therapie der Neurorehabilitation Versorgungslücken schließen, bietet Potentiale und Vorteile, aber im Vordergrund stehen dennoch der Nutzen und die Präferenzen der Patienten. Patienten müssen einen Nutzen in einer innovativen Therapieform sehen, um sie zu akzeptieren. Die Akzeptanz einer Neurorehabilitation mit einem humanoiden Assistenz-Roboter ist abhängig von dem Erfolg, die die Therapie mit sich bringt. Aus diesem Grund ist eine umfangreiche Akzeptanz- und Präferenzanalyse notwendig.

Das vorgestellte „E-BRAiN“-Projekt schließt drei Patientengruppen ein: Patienten mit einer schweren Armparese, Patienten mit einer leichten Armparese sowie Patienten mit einem Neglect. Schon die primären Ziele bezogen auf die Körperfunktionen und -strukturen unterscheiden sich bei den Patientengruppen. Das bedeutet, dass sich der grundlegende Bedarf (Need) und die daraus abgeleiteten Bedürfnisse zwischen den Patientengruppen unterscheiden, was eine zukünftige Präferenz- und Akzeptanzmessung vor eine Herausforderung stellt. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, drei unterschiedliche Wahlexperimente durchzuführen, die jeweils auf die entsprechende Patientengruppe ausgerichtet sind. Eine Schwierigkeit in der Messung kann dann aber in einer zu geringen Anzahl an Patienten liegen.

Die Präferenz- und Akzeptanzmessung kann Dienstleister, Kostenträger und andere Akteure im Gesundheitswesen unterstützen Entscheidungen zu treffen, die auf ein effektives und effizientes Gesundheitssystem mit gedecktem Versorgungsbedarf und niedrigen Kosten ausgerichtet sind. Die Einbindung von Präferenzen und Akzeptanzkriterien hat kurz-, mittel- und langfristig positive Auswirkungen auf Patienten und das Gesundheitssystem [6, 7, 53].

IV. Literaturverzeichnis

1. Böing, T., „Mobil nach Schlaganfall “–ein überregionales Versorgungskonzept im regionalen und multiprofessionellen Setting, in *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen V.* 2019, Springer. p. 221-235.
2. Heuschmann, P.U., et al., *Schlaganfallhäufigkeit und Versorgung von Schlaganfallpatienten in Deutschland.* Aktuelle Neurologie, 2010. **37**(07): p. 333-340.
3. Schubert, F. and W. Lalouschek, *Schlaganfall*, in *Klinische Neuropsychologie: Grundlagen – Diagnostik – Rehabilitation*, J. Lehrner, et al., Editors. 2011, Springer Vienna: Vienna. p. 345-356.
4. Robert Koch-Institut, *Fragebogen zur Studie „Gesundheit in Deutschland aktuell“: GEDA 2014/2015EHIS.* Journal of Health Monitoring 2017. **2**(1): p. 105 – 135.
5. Abdi, J., et al., *Scoping review on the use of socially assistive robot technology in elderly care.* BMJ Open, 2018. **8**(2): p. e018815.
6. Mühlbacher, A.C., S. Bethge, and A. Tockhorn, *Präferenzmessung im Gesundheitswesen: Grundlagen von Discrete-Choice-Experimenten.* Gesundh ökon Qual manag, 2013. **18**(04): p. 159-172.
7. Mühlbacher, A.C., A. Kaczynski, and P. Zweifel, *Experimentelle Präferenzmessung im Gesundheitswesen mit Hilfe von Best-Worst Scaling (BWS).* Pharmacoeconomics German Research Articles, 2013. **11**(2): p. 101-117.
8. Brauer, R., N. Fischer, and G. Grande, *Steigerung der Akzeptanz neuer Technik am Beispiel kooperativer Roboter.* Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen, 2014: p. 220.
9. Statistisches Bundesamt, *Annahmen und Ergebnisse der 14. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung 2019.*
10. Meisen, T. and H. Vieritz, *Rehabilitation 4.0: Chancen und Herausforderungen der digitalen Transformation in den Rehabilitationswissenschaften*, in *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen V.* 2019, Springer. p. 3-21.
11. Behrend, R., et al., *Interprofessionelle Teams in der Versorgung*, in *Pflege-Report 2019.* 2020, Springer. p. 201-209.
12. Schwinger, A., J. Klauber, and C. Tsiasioti, *Pflegepersonal heute und morgen*, in *Pflege-Report 2019.* 2020, Springer. p. 3-21.
13. Becker, H., *Robotik in der Gesundheitsversorgung: Hoffnungen, Befürchtungen und Akzeptanz aus Sicht der Nutzerinnen und Nutzer*, in *Pflegeroboter.* 2018, Springer. p. 229-248.
14. Kolominsky-Rabas, P.L., et al., *Lifetime cost of ischemic stroke in Germany: results and national projections from a population-based stroke registry: the Erlangen Stroke Project.* Stroke, 2006. **37**(5): p. 1179-1183.
15. Assad-Uz-Zaman, M., et al., *NAO robot for cooperative rehabilitation training.* J Rehabil Assist Technol Eng, 2019. **6**: p. 2055668319862151.
16. Ivanova, E., et al., *Nutzerzentrierte Entwicklung eines roboterbasierten Telerehabilitationssystems für Schlaganfallpatienten*, in *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen V.* 2019, Springer. p. 255-278.
17. Fheodoroff, K. and C. Pott, *Clinical Reasoning, Teamarbeit, Dokumentation, ICF und Ziele in der Neurorehabilitation* in *Update Neurorehabilitation 2018*, Hippocampus Verlag. p. 21-54.

18. Albert, S.J. and J. Kesselring, *Neurorehabilitation of stroke*. Journal of Neurology, 2012. **259**(5): p. 817-832.
19. Schupp, W., *Verbesserung des Versorgungsalltags durch IT-gestützte Technologien in der Neurorehabilitation—behinderungsangepasst und aktivitätsorientiert*, in *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen V*. 2019, Springer. p. 327-350.
20. Basteris, A. and F. Amirabdollahian. *Movement recognition and preference in home-based robot-assisted stroke rehabilitation*. in *Proceedings of the 8th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*. 2014. ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and ...
21. Zöllick, J.C., et al., *Akzeptanz von Technikeinsatz in der Pflege*, in *Pflege-Report 2019*. 2019, Springer. p. 211-218.
22. Zsiga, K., et al., *Home care robot for socially supporting the elderly: focus group studies in three European countries to screen user attitudes and requirements*. Int J Rehabil Res, 2013. **36**(4): p. 375-8.
23. Jörg, J., *Künstliche Intelligenz und Robotermedizin*, in *Digitalisierung in der Medizin*. 2018, Springer. p. 85-111.
24. Voß, W., „Mittendrin!“, *Kleiner Roboter hilft krebskranken Kindern in Schleswig-Holstein*. Forum, 2019. **34**(4): p. 395-396.
25. Abhinav, G. and S.N. Subrahmanyam, *Artificial Intelligence in Healthcare*. Journal of Drug Delivery and Therapeutics, 2019. **9**(5-s): p. 164-166.
26. Auer, C., N. Hollenstein, and M. Reumann, *Künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen*, in *Gesundheit digital: Perspektiven zur Digitalisierung im Gesundheitswesen*, R. Haring, Editor. 2019, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 33-46.
27. Abhari, S., et al., *Artificial Intelligence Applications in Type 2 Diabetes Mellitus Care: Focus on Machine Learning Methods*. Healthc Inform Res, 2019. **25**(4): p. 248-261.
28. Wallhoff, F., J.P. Vox, and T. Theuerkauff, *Assistenz-und Servicerobotik—die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle als Grundlage des Anwendungserfolgs*, in *Gesundheit digital*. 2019, Springer. p. 99-122.
29. Gisinger, C., *Pflegeroboter aus Sicht der Geriatrie*, in *Pflegeroboter*. 2018, Springer. p. 113-124.
30. Wu, Y.-h., et al., *Acceptance of an assistive robot in older adults: a mixed-method study of human–robot interaction over a 1-month period in the Living Lab setting*. Clinical interventions in aging, 2014. **9**: p. 801.
31. Bendel, O., *Roboter im Gesundheitsbereich*, in *Pflegeroboter*. 2018, Springer. p. 195-212.
32. Broadbent, E., et al., *Attitudes and reactions to a healthcare robot*. Telemed J E Health, 2010. **16**(5): p. 608-13.
33. Bendel, O., *Pflegeroboter*. 2018: Springer.
34. Bishop, L., et al., *Social robots: The influence of human and robot characteristics on acceptance*. Paladyn, Journal of Behavioral Robotics, 2019. **10**(1): p. 346-358.
35. Beckerle, P., et al., *A Human-Robot Interaction Perspective on Assistive and Rehabilitation Robotics*. Front Neurobot, 2017. **11**: p. 24.
36. Wang, R.H., et al., *Robots to assist daily activities: views of older adults with Alzheimer's disease and their caregivers*. Int Psychogeriatr, 2017. **29**(1): p. 67-79.
37. Adams, A., et al., *ACCEPTANCE OF A SOCIALLY ASSISTIVE ROBOT IN DEMENTIA CARE*. Innovation in Aging, 2018. **2**(Suppl 1): p. 901.
38. Alemi, M., et al., *Clinical Application of a Humanoid Robot in Pediatric Cancer Interventions*. International Journal of Social Robotics, 2016. **8**(5): p. 743-759.

39. Barry, D.T., *Adaptation, Artificial Intelligence, and Physical Medicine and Rehabilitation*. American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation, 2018. **10**(9S2): p. S131-143.
40. Heese, C. and T. Thaler, *Entwicklung und Anwendung des Therapieroboters PARO in der Rehabilitation*, in *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen V*. 2019, Springer. p. 371-389.
41. Neuendorf, T., et al., *Innovative, spielerische Therapie mit einem Roboterball bei Schlaganfallpatienten–Erfahrungen und Ergebnisse*, in *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen V*. 2019, Springer. p. 279-294.
42. Zhong, B., et al., *Bringing Psychological Strategies to Robot-Assisted Physiotherapy for Enhanced Treatment Efficacy*. *Front Neurosci*, 2019. **13**: p. 984.
43. Gross, H.-M., et al. *Assistenzrobotik für die Gesundheitsassistenten–ein Beitrag zur Evaluierung der Praxistauglichkeit am Beispiel eines mobilen Reha-Roboters*. in *Proc. 9th German AAL Conference (AAL)*. 2016.
44. Watson, R., *Uncanny Valley — Das Phänomen des „unheimlichen Tals“*, in *50 Schlüsselideen der Zukunft*. 2014, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 136-139.
45. Rieger, S., *Uncanny Valley*, in *Die Enden des Körpers: Versuch einer negativen Prothetik*. 2019, Springer Fachmedien Wiesbaden: Wiesbaden. p. 205-223.
46. Laue, C., *Familiar and Strange: Gender, Sex, and Love in the Uncanny Valley*. *Multimodal Technologies and Interaction*, 2017. **1**: p. 2.
47. Dautenhahn, K., *Socially intelligent robots: dimensions of human-robot interaction*. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 2007. **362**(1480): p. 679-704.
48. Müller-Felber, W., *Lähmung (Parese)*, in *Pädiatrische Differenzialdiagnostik*, J. Rosenecker, Editor. 2014, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 221-224.
49. Karnath, H.-O., *Neglect*, in *Kognitive Neurowissenschaften*, H.-O. Karnath and P. Thier, Editors. 2012, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 279-291.
50. Platz, T. and L. Schmuck, *neurorehabilitation der armfunktion*. Update Neurorehabilitation. Hippocampus, Bad Honnef, 2016: p. S89-109.
51. Platz, T., *Practice Guidelines in Neurorehabilitation*. *Neurology International Open*, 2017. **1**(03): p. E148-E152.
52. Trauzettel-Klosinski, S., *Aktuelle Möglichkeiten der visuellen Rehabilitation*. *Der Ophthalmologe*, 2018. **115**(10): p. 895-910.
53. Henke, K.D. and L. Reimers, *Zum Einfluss von Demographie und medizinisch-technischem Fortschritt auf die Gesundheitsausgaben*. 2006.
54. de Bekker-Grob, E.W., et al., *Are Healthcare Choices Predictable? The Impact of Discrete Choice Experiment Designs and Models*. *Value in Health*, 2019. **22**(9): p. 1050-1062.
55. Schäfer, C., *Grundlagen der Patientencompliance und Adhärenz*, in *Patientencompliance: Adhärenz als Schlüssel für den Therapieerfolg im Versorgungsalltag*. 2017, Springer Fachmedien Wiesbaden: Wiesbaden. p. 13-40.
56. Axel Mühlbacher, S.B., *Potenziale der Präferenzmessung*. 2013.
57. James, J., *Patient engagement*. *Health Affairs Health Policy Brief*, 2013. **14**(10.1377).
58. Harth, A., *Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF)*, in *Neurophysiologische Behandlung bei Erwachsenen: Grundlagen der Neurologie, Behandlungskonzepte, Hemiplegie verstehen*. 2014, Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. p. 191-196.
59. World Health Organization, *International classification of functioning, disability and health (ICF)*. 2001: p. 153-155.

60. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) (Hrsg.). *Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF)* 2005 03.05.2020; Available from: <https://www.dimdi.de/dynamic/downloads/klassifikationen/icf/icfbp2005.zip>.
61. Schule für Ergotherapie Biel. *Das Bieler-Modell*. 2007 28.04.2020; Available from: file:///C:/Users/mitarbeiter3/Desktop/bieler_modell-jan2007.pdf.
62. Nowotny, M., et al., *Empowerment, Lebensqualität und Partizipation in der neurologischen Rehabilitation: Eine empirische Studie an Schlaganfallpatienten und Angehörigen*. Wiener Medizinische Wochenschrift, 2004. **154**(23): p. 577-583.
63. The Whoqol Group, *The World Health Organization quality of life assessment (WHOQOL): development and general psychometric properties*. Social science & medicine, 1998. **46**(12): p. 1569-1585.
64. Thomalla, G. *EPOS – Ergebnisqualität durch Patient Reported Outcome Measures (PROMs) bei Schlaganfallpatienten in der klinischen Routine*. Available from: <https://innovationsfonds.g-ba.de/projekte/versorgungsforschung/epos-ergebnisqualitaet-durch-patient-reported-outcome-measures-proms-bei-schlaganfallpatienten-in-der-klinischen-routine.23>.
65. Kraxner, M., *Box and Block Test; Wenn die Würfel fallen*. Ergopraxis, 2014. **7**(04): p. 36-37.
66. Lin, K.-c., C.-Y. Wu, and J.S. Liu, *A randomized controlled trial of constraint-induced movement therapy after stroke*. Acta neurochirurgica. Supplement, 2008. **101**: p. 61-4.
67. Lin, K.-C., et al., *Constraint-Induced Therapy Versus Dose-Matched Control Intervention to Improve Motor Ability, Basic/Extended Daily Functions, and Quality of Life in Stroke*. Neurorehabilitation and Neural Repair, 2008. **23**(2): p. 160-165.
68. Buck, M., D. Beckers, and S. Adler, *Aktivitäten des täglichen Lebens*. 2010. **22**.
69. World Health Organization, *The World Health Organization Quality of Life assessment (WHOQOL): position paper from the World Health Organization*. Soc Sci Med, 1995. **41**(10): p. 1403-9.
70. van Reenen, M. and B. Janssen, *EQ-5D-5L user guide: basic information on how to use the EQ-5D-5L instrument*. Rotterdam: EuroQol Research Foundation, 2015.
71. Lee, B.B., et al., *The SF-36 walk-wheel: a simple modification of the SF-36 physical domain improves its responsiveness for measuring health status change in spinal cord injury*. Spinal Cord, 2009. **47**(1): p. 50-55.
72. Law, M., et al., *The Canadian occupational performance measure: an outcome measure for occupational therapy*. Canadian Journal of Occupational Therapy, 1990. **57**(2): p. 82-87.
73. Law, M.C., et al., *Canadian occupational performance measure: COPM*. 1998: CAOT Publ. ACE.
74. Platz, T. and S. Roschka, *Rehabilitative Therapie bei Armlähmungen nach einem Schlaganfall*. S2-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation. NeuroGeriatric, 2011. **3**(4): p. 104-116.
75. Platz, T., L. Schmuck, and S. Roschka, *Neurorehabilitation der Armfunktionen in Update Neurorehabilitation 2018*. p. 89-105.
76. Dohle, C., et al., *Rehabilitation der Mobilität nach Schlaganfall (ReMoS)*. Neurol Rehabil, 2015. **21**: p. 355-494.
77. Klambach, D., et al., *Neurovisuelle Neurorehabilitation in Update Neurorehabilitation 2018*. p. 181-202.
78. Weber-Fiori, B., et al., *Marvin, ein Assistenzroboter für Menschen mit körperlicher Behinderung im praktischen Einsatz, in Digitale Transformation von Dienstleistungen*

- im Gesundheitswesen III: Impulse für die Pflegepraxis*, M.A. Pfannstiel, S. Krammer, and W. Swoboda, Editors. 2017, Springer Fachmedien Wiesbaden: Wiesbaden. p. 269-285.
79. van den Heuvel, R.J.F., M.A.S. Lexis, and L.P. de Witte, *Robot ZORA in rehabilitation and special education for children with severe physical disabilities: a pilot study*. Int J Rehabil Res, 2017. **40**(4): p. 353-359.
 80. von Zitzewitz, J., et al., *Quantifying the Human Likeness of a Humanoid Robot*. International Journal of Social Robotics, 2013. **5**(2): p. 263-276.
 81. Bilyea, A., et al., *Robotic assistants in personal care: A scoping review*. Med Eng Phys, 2017. **49**: p. 1-6.
 82. Beer, J.M., A.D. Fisk, and W.A. Rogers, *Toward a framework for levels of robot autonomy in human-robot interaction*. J Hum Robot Interact, 2014. **3**(2): p. 74-99.
 83. Wagner, A.R., P. Robinette, and A. Howard, *Modeling the Human-Robot Trust Phenomenon: A Conceptual Framework based on Risk*. ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems (TiiS), 2018. **8**(4): p. 26.
 84. Bedaf, S., et al., *A multi-perspective evaluation of a service robot for seniors: the voice of different stakeholders*. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, 2018. **13**(6): p. 592-599.
 85. Andriella, A., C. Torras, and G. Alenyà, *Short-Term Human–Robot Interaction Adaptability in Real-World Environments*. International Journal of Social Robotics, 2019.
 86. Xu, J. and A. Howard, *Pilot Study For Examining Human-Robot Trust In Healthcare Interventions Involving Sensitive Personal Information*. 2017.
 87. Zhu, T., et al., *A Sociable Human-robot Interaction Scheme Based on Body Emotion Analysis*. International Journal of Control, Automation and Systems, 2019. **17**(2): p. 474-485.
 88. Barakova, E.I., et al., *Long-term LEGO therapy with humanoid robot for children with ASD*. Expert Systems, 2015. **32**(6): p. 698-709.
 89. Żarkowski, M., *Multi-party Turn-Taking in Repeated Human–Robot Interactions: An Interdisciplinary Evaluation*. International Journal of Social Robotics, 2019.
 90. Yamada, T., et al., *Dynamical Integration of Language and Behavior in a Recurrent Neural Network for Human-Robot Interaction*. Front Neurobot, 2016. **10**: p. 5.
 91. Abubshait, A. and E. Wiese, *You Look Human, But Act Like a Machine: Agent Appearance and Behavior Modulate Different Aspects of Human-Robot Interaction*. Front Psychol, 2017. **8**: p. 1393.
 92. Bicho, E., L. Louro, and W. Erhagen, *Integrating verbal and nonverbal communication in a dynamic neural field architecture for human-robot interaction*. Front Neurobot, 2010. **4**.
 93. Borovac, B., et al., *Human-like robot marko in the rehabilitation of children with cerebral palsy*, in *New trends in medical and service robots*. 2016, Springer. p. 191-203.
 94. Beer, J.M., et al., *Older Users' Acceptance of an Assistive Robot: Attitudinal Changes Following Brief Exposure*. Gerontechnology, 2017. **16**(1): p. 21-36.
 95. Nordahl, P., *Attitudes to decision-making under risk supported by artificial intelligence and humans: Perceived risk, reliability and acceptance*. 2019.
 96. Turja, T., et al., *Robot acceptance model for care (RAM-care): A principled approach to the intention to use care robots*. Information & Management, 2019: p. 103220.
 97. Schäfer, M. and D. Keppler, *Modelle der technikorientierten Akzeptanzforschung*. 2013.

98. Venkatesh, V. and F.D. Davis, *A model of the antecedents of perceived ease of use: Development and test*. Decision sciences, 1996. **27**(3): p. 451-481.
99. Venkatesh, V. and M.G. Morris, *Why don't men ever stop to ask for directions? Gender, social influence, and their role in technology acceptance and usage behavior*. MIS quarterly, 2000: p. 115-139.
100. Brandon, M., *Effect personality matching on robot acceptance : effect of robot-user personality matching on the acceptance of domestic assistant robots for elderly*. 2012.
101. Złotowski, J.A., et al., *Persistence of the uncanny valley*, in *Geminoid Studies*. 2018, Springer. p. 163-187.
102. Reichel, S., et al., *Partizipatives Entwerfen zukünftiger Roboter*. INFORMATIK 2017, 2017.
103. Becker, H., *Robotik in Betreuung und Gesundheitsversorgung*. Vol. 58. 2013: vdf Hochschulverlag AG.
104. Vanoglio, F., et al., *Feasibility and efficacy of a robotic device for hand rehabilitation in hemiplegic stroke patients: a randomized pilot controlled study*. Clin Rehabil, 2017. **31**(3): p. 351-360.
105. Bertani, R., et al., *Effects of robot-assisted upper limb rehabilitation in stroke patients: a systematic review with meta-analysis*. Neurological Sciences, 2017. **38**(9): p. 1561-1569.
106. Thomas, S., et al., *Testverfahren in der neurologischen Physio-und Ergotherapie*. neuroreha, 2016. **8**(02): p. 76-85.
107. Feys, P., et al., *The Nine-Hole Peg Test as a manual dexterity performance measure for multiple sclerosis*. Multiple Sclerosis Journal, 2017. **23**(5): p. 711-720.
108. Fugl-Meyer, A.R., et al., *The post-stroke hemiplegic patient. 1. a method for evaluation of physical performance*. Scand J Rehabil Med, 1975. **7**(1): p. 13-31.
109. Gladstone, D.J., C.J. Danells, and S.E. Black, *The Fugl-Meyer Assessment of Motor Recovery after Stroke: A Critical Review of Its Measurement Properties*. Neurorehabilitation and Neural Repair, 2002. **16**(3): p. 232-240.
110. Fels, M. and E. Geissner, *Neglect-Test (NET): ein Verfahren zur Erfassung visueller Neglectphänomene; Handanweisung; deutsche überarbeitete Adaption des Behavioural Inattention Test (Wilson, Cockburn & Halligan, 1987)*. 1997: Hogrefe, Verlag für Psychologie.
111. Chen, P., et al., *Functional Assessment of Spatial Neglect: A Review of the Catherine Bergego Scale and an Introduction of the Kessler Foundation Neglect Assessment Process*. Topics in Stroke Rehabilitation, 2012. **19**(5): p. 423-435.

V. Appendix 1 – systematische Literaturrecherche

Tabelle 1 - Schlüsselbegriffe, Kombinationen und Operatoren der systematischen Literaturrecherche

Suchbegriff 1	Operator	Suchbegriff 2	Operator	Suchbegriff 3
Schlüsselbegriffe Deutsch				
Behandlung	OR	Therapie	AND	Assistenzroboter
Gesundheitswesen		Gesundheitsversorgung		Kommunikationsroboter
Lähmung		Parese		„Künstliche Intelligenz“
Neurorehabilitation		Neurologie		Pflegeroboter
Pflege		Rehabilitation		Roboter
Assistenzroboter	OR	Roboterassistenz	AND	Robotertechnik
Kommunikationsroboter		Serviceroboter		Robotik
„Künstliche Intelligenz“				Serviceroboter
Pflegeroboter		Therapieroboter		Therapieroboter
Roboter		Robotergestützt		Therapieroboter
Robotersystem		Robotertechnik		Therapieroboter
Robotik		Robotiksystem		Therapieroboter
Schlüsselbegriffe Englisch				
Care	OR	Nursing	AND	"artificial intelligence"
"health care"		Healthcare		robot
Neurology		Neurologic		robotic
Neurorehabilitation		Rehabilitation		"robot-assisted"
Paresis		Paralysis		"robotic system"
Therapy		Treatment		"robotic technology"
			"human robot"	
			"humanoid robot"	

"artificial intelligence"	OR		AND	acceptance
Robot OR Robotic		"human-robotic"		assessment
"robot assistance"		"robotic assistance"		attributes
"robot-assisted"		"robotic-assisted"		benefit
"robot system"		"robotic system"		communication
"robot technology"		"robotic technology"		effectiveness
"humanoid robot"		"human robot"		features
				interaction
				preference
				relationship
				trust
				utility

VI. Appendix 2 – Neurorehabilitation der Armfunktionen und von Neglects

A. Neurorehabilitation der Armfunktionen

Armlähmungen gehören zu den häufigsten Folgen nach einem Schlaganfall. Die Armparese oder Parese der oberen Extremitäten ist eine Form der Muskellähmung. Eine Hemiparese, auch unvollständige Lähmung, bedingt motorische Störungen, die je nach Schweregrad die Fein- oder Grobmotorik betreffen [75]. Die Stärke der Ausprägung der Lähmung ist entscheidend dafür, ob ein Schlaganfall-Betroffener nach einem Schlaganfall wieder in der Lage sein wird, seinen Alltag zu bewältigen. Patienten, die an einer schweren Lähmung leiden, können ihren Arm kaum bis gar nicht zur Bewältigung von Aktivitäten im Alltag einsetzen. Eine starke Lähmung hat zur Folge, dass Patienten einzelne Abschnitte im Arm, wie die Schulter, den Ellbogen, das Handgelenk und die Finger, nur noch schwer willentlich bewegen können. Hinzu kommt oftmals das Problem einer Muskelspannung mit einer Fehlstellung des Armes, auch Spastik genannt. Patienten mit einer leichten Armlähmung können ihren Arm im Alltag noch einsetzen. Die Bewegungen sind allerdings meist ungenau und verlangsamt, so dass ihnen vieles nur schwer oder nicht mehr so gut, wie vorher gelingt. [74-76]

Patienten, die einen Schlaganfall erlitten haben, der eine Lähmung der oberen Extremitäten hervorgerufen hat, benötigen eine intensive Behandlung. Der Schwerpunkt der Neurorehabilitation liegt hier auf der Verbesserung der Funktion der oberen Extremitäten und der Verringerung langfristiger Behinderungen. Die Therapie verfolgt das Ziel durch sich wiederholende funktionelle Aktivitäten den Arm zu trainieren. [104, 105]

B. Impairment oriented Training

Es gibt viele unterschiedliche Therapieansätze für die Rehabilitation einer Armlähmung, die das Ziel verfolgen die Armaktivitäten im Alltag wieder zu fördern. Im Folgenden wird das schädigungsorientierte Training bzw. Impairment oriented Training (IOT) kurz beschrieben, da diese Therapien direkt nach dem Schlaganfall-Ereignis angesetzt werden sollten. Eine ergänzende Therapie zum IOT ist die Spiegeltherapie, die ebenfalls kurz erläutert wird. [74-76]

Der Begriff Armaktivitäten umfasst das, was der Arm im Alltag macht, wie zum Beispiel das Greifen von Objekten. Liegt eine Schädigung vor, wie zum Beispiel eine Lähmung oder eine Gefühlsstörung, so kann der Arm nicht mehr oder nicht mehr so gut eingesetzt werden. Das IOT enthält zwei Therapieverfahren, das Arm-Basis-Training (ABT) bei einer schweren Lähmung und das Arm-Fähigkeits-Training (AFT) bei einer leichten Lähmung. [74-76]

C. Arm-Fähigkeits-Training

Das Arm-Fähigkeits-Training (AFT) hat das Ziel die Geschicklichkeit der Bewegungen des Arms im Alltag zu verbessern. Hier werden gezielte Bewegungen des Arms, die Fähigkeit, die Hand ruhig halten zu können, die Geschicklichkeit mit den Fingern und andere, durch das Training geübt. Das Training zielt auf verschiedene Formen von Geschicklichkeit ab, wie die Fein- und Grobmotorik. [74-76]

D. Arm-Basis-Training

Das Arm-Basis-Training (ABT) wird als Rehabilitationsverfahren für Patienten mit einer schweren Armlähmung angewendet. Das Training zielt darauf ab, alle Bewegungsmöglichkeiten des Arms einzeln und systematisch wiederholend zu üben. Das heißt, es werden Bewegungen in der Schulter, im Ellbogen, im Handgelenk und in den Fingern angesteuert. Die Bewegungsfähigkeit soll damit in den einzelnen Armabschnitten wiederhergestellt bzw. verbessert werden. [74-76]

E. Spiegeltherapie

Mittels einer Spiegeltherapie sollen Hirnareale, die für die Bewegung des gelähmten Armes zuständig sind, angeregt werden. Bei der Spiegeltherapie sitzt der Patient an einem Tisch, auf dem ein Spiegel steht, in den der Patient von der Seite schaut. Der Patient legt seine gesunde Hand auf die Spiegelseite und führt Bewegungen aus. Die Spiegelung soll eine Bewegung mit dem eingeschränkten Arm simulieren, um die betroffenen Hirnareale anzuregen. [74-76]

F. Neurorehabilitation von Neglects

Ein Vernachlässigungssyndrom einer Raum- oder Körperhälfte im Sinne einer Aufmerksamkeitsstörung wird als Neglect bezeichnet. Ein Neglect ist eine Vernachlässigung bzw. Nichtbeachtung von Reizen [77]. Neglects können in Folge eines Schlaganfalls auftreten,

wobei eine rechts- oder linkshemisphärische Hirnschädigung oder auch Nichtbeachtung von Reizen einer Seite vorliegt. Das kann eine oder mehrere Sinne betreffen und sich damit auf den visuellen, auditiven, taktilen und motorischen Bereich auswirken. Es werden zwei Arten von Neglects unterschieden. Der raumbezogene Neglect bewirkt, dass bestimmte Raum- oder Körperabschnitte nicht wahrgenommen werden. Der objektzentrierte Neglect bewirkt, dass bestimmte Teile eines Objektes oder einer Schrift nicht wahrgenommen werden. Beide Arten können parallel auftreten, was häufig beim Lesen auftritt. [76, 77]

In der Rehabilitation eines Neglects werden zwei Verfahren unterschieden. Das Top-down-Verfahren schließt das Erlernen einer kognitiv gesteuerten und systematischen Suchstrategie. In der Akutphase ist dieser Ansatz allerdings weniger sinnvoll. Das Bottom-up-Verfahren eignet sich in dieser Phase eher, da es auf die gezielte Stimulation relevanter Kanäle abzielt. Beide Verfahren sollten auf lange Sicht als Kombination angewendet werden. [77] Übungen, die angewendet werden können, fokussieren beispielsweise die Optokinetik – die Bewegung der Augen, Sakkaden – das Springen des Blickes und die Exploration – das Erforschen bzw. Suchen nach bestimmten Objekten mit den Augen.

VII. Appendix 3 – Messung der Zielerreichung auf der Ebene der Körperfunktionen und -strukturen

A. Box-and-Block-Test (BBT)

Der Box-and-Block-Test (BBT) ist ein Test zur Messung des Therapieerfolgs nach einem Schlaganfall in Bezug auf die Grobgeschicklichkeit der Arme. [106] Eine Testperson muss würfelförmige Holzblöcke von einer Seite einer Kiste auf die andere Seite transportieren. Die Testperson muss innerhalb einer Minute so viele Würfel wie möglich auf die andere Seite der Kiste transportieren. Die Ergebnisse werden mit einer altersgruppenspezifischen Normwerttabelle abgeglichen. Der Text misst die unilaterale Grobgeschicklichkeit sehr genau, ist aber rein auf die Funktion ausgerichtet, nicht auf den Lebensalltag bzw. auf das Betätigungsverhalten. Der BBT ist nur geeignet zur Ermittlung von minimalen Veränderungen der Armfunktionen / Motorik nach einem Schlaganfall. [65, 106]

B. Nine-Hole-Peg-Test

Der Nine-Hole-Peg-Test (NHP) ist ein Verfahren zur Bewertung der Fingergeschicklichkeit. Er kann bei mittleren bis leichten Armfunktionsstörungen verwendet werden. [106] Bei diesem Test soll die Testperson neun Dübel aus einer Schale nehmen und in je ein Loch platzieren. Der Test wird in einer vorgegebenen Zeit durchgeführt. Das Ziel ist, möglichst wenige Sekunden bzw. möglichst viele Dübel oder Anteile von Dübeln in die Löcher zu platzieren. Der NHP ist sowie der BBT nur zur Ermittlung von minimalen Veränderungen der Armfunktionen / Motorik nach einem Schlaganfall. [106] Der NHPT bezieht sich nicht auf die Nutzung der oberen Gliedmaßen im täglichen Leben, da er nur minimale Veränderungen messen kann. Nur im Zusammenhang mit ADL- oder Aktivitäts-Assessments können wahrgenommene Schwierigkeiten in der Nutzung der oberen Extremitäten im täglichen Leben erfasst werden. [107]

C. Fugl-Meyer-Test

Der Fugl-Meyer-Test (FM) wird eingesetzt, um Bewegungen ohne die Begleitung von Synergien, das heißt ohne die Beobachtung der Qualität in der Durchführung einzelner

Bewegungen ohne ungeplante Mit- oder Ausweichbewegungen, zu messen. [108] Der FM dient zur Messung der sensormotorischen Schlaganfallreholung und bezieht sich auf die Parese der oberen Extremitäten. Der primär gemessene Wert ist die 100-Punkte-Motorik. Der Test kann minimale Veränderungen erfassen. [109] Neben den Vorteilen des FM, weist der Test Grenzen auf. Der Test ist begrenzt durch Deckeneffekten, das heißt, im oberen Leistungsbereich kann der Test nur noch sehr grobe Unterschiede der Performance messen. Der Test ist ein reiner Beeinträchtigungsindex und bezieht sich damit rein auf die Verminderung der Behinderung. Um einen Bezug zu Aktivitäten zu erhalten muss der Test mit Aktivitätsmaßen kombiniert werden. [109]

D. Neglect-Test

Der Neglect-Test (NET) ist ein Instrument zur Messung visueller Vernachlässigungsprobleme. Der Test gibt Hinweise auf Neglect-Phänomene bei spezifischen alltagsrelevanten Tätigkeiten, zum Beispiel Lesen einer Uhr, Essen, Lesen, Schreiben. [110] Die Catherine-Bergego Skala (CBS) kann zusätzlich zum NET eingesetzt werden. Diese Skala führt ebenfalls auf Vernachlässigungsprobleme zurück. Zur Messung von ökologischen Ergebnissen und spezifischen Verhaltensweisen müssen die Ergebnisse des NET und der CBS überführt und für alltagsrelevante Aktivitäten übertragen werden. [111]

VIII. Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken habe ich als solche kenntlich gemacht.

Neubrandenburg, 05.06.2020

Ort, Datum

Ann-Kathrin Fischer