

Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen nach einem Schlaganfall – Ein Ersatz für die Ergotherapie?

Können diese technologischen Geräte zu verbesserten motorischen Funktionen der oberen Extremitäten bei Erwachsenen beitragen?

Michaela Renggli
S15560295

Seraina Faust
S15559818

Departement Gesundheit
Institut für Ergotherapie
Studienjahr: 2015
Eingereicht am: 04.05.2018
Begleitende Lehrperson: Andrea Weise

**Bachelorarbeit
Ergotherapie**

Abstract

Darstellung des Themas: Menschen nach einem Schlaganfall sind häufig eingeschränkt in den motorischen Fertigkeiten. Diese Einschränkungen haben einen negativen Einfluss auf die *Handlungsfähigkeit* der Betroffenen. In den letzten Jahrzehnten hat der Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen in der Schlaganfalltherapie für die Verbesserung motorischer Funktionen massiv zugenommen.

Ziel: Die Arbeit hat zum Ziel, die Wirksamkeit von Robotern und virtuellen Realitätssystemen im Training von motorischen Funktionen der oberen Extremitäten aufzuzeigen. Daraus wird abgeleitet, inwiefern diese neuen Technologien die Ergotherapie ergänzen oder ersetzen können. Abschliessend werden Empfehlungen für den Einsatz in der ergotherapeutischen Praxis generiert.

Methode: Eine systematische Literaturrecherche wurde durchgeführt. Für die Beantwortung der Fragestellung wurden Studien, Reviews und Artikel von Expertinnen und Experten eingeschlossen.

Ergebnisse: Die Ergebnisse zeigen grösstenteils signifikante motorische Verbesserungen beim Einsatz von roboterbasierten und virtuellen Realitätstherapien in Kombination mit konventionellen Therapien gegenüber alleinigen konventionellen Therapien auf.

Schlussfolgerungen: Der Einsatz von Robotik und virtuellen Realitätssystemen ist in der ergotherapeutischen Behandlung als Ergänzung sinnvoll. Jedoch haben diese modernen Technologien nach heutigem Forschungsstand nicht das Potenzial, die Ergotherapie zu ersetzen.

Keywords: Robotics, virtual reality, stroke, motor skills, motor recovery, rehabilitation, upper extremities, occupational therapy

Vorwort

Im Folgenden werden einige Hinweise betreffend der vorliegenden Arbeit dargelegt, die dem Verständnis der Leserschaft dienen soll.

Ein medizinisches und wissenschaftliches Grundverständnis wird von der Leserschaft vorausgesetzt, weshalb auf allgemeinbekannte Fachausdrücke nicht explizit eingegangen wird. Kontextrelevante Fachbegriffe hingegen werden im Glossar (Anhang B) erläutert. Die entsprechenden Begriffe sind im Text *kursiv* dargestellt. Für eine bessere Lesbarkeit werden vereinzelt Abkürzungen verwendet, die im Abkürzungsverzeichnis (Anhang A) aufgeführt sind. In der Arbeit werden ausserdem diverse Assessments abgekürzt, die nur bei der Erstnennung ausgeschrieben werden.

Die Begriffe „Standardtherapie“ und „konventionelle Therapie“ werden in der vorliegenden Arbeit als Synonyme verwendet. Diese Begrifflichkeiten werden häufig in Studien verwendet, um einen Vergleich zwischen Roboter bzw. virtuellen Realitätstherapien und herkömmlicher Ergo- bzw. Physiotherapie bei der Behandlung der oberen Extremitäten zu machen. Mit Standard- und konventionellen Therapien sind in diesem Zusammenhang jegliche Therapieformen der Ergo- bzw. Physiotherapie gemeint, die keine Robotik- und virtuellen Realitätstherapien enthalten. Auch die Begriffe „Klient/-in“ und „Patient/-in“ werden in der vorliegenden Arbeit als gleichwertig angesehen, obwohl in der ergotherapeutischen Fachsprache der Ausdruck „Klient/-in“ üblich ist. Diese Gegebenheit hat insbesondere damit zu tun, dass in den meisten einbezogenen Literaturen von „Patienten“ bzw. „Patientinnen“ die Rede ist.

Wenn von Autorinnen und Autoren gesprochen wird, dann sind die Urheber/-innen der zitierten Studien, Reviews und Artikel gemeint. Ansonsten steht jeweils explizit „Autorinnen der vorliegenden Arbeit“.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	11
1.1	Darstellung des Themas und Bedeutung	11
1.2	Problemstellung	12
1.3	Relevanz für die Ergotherapie.....	12
1.3.1	Ergotherapie versus Physiotherapie	13
1.4	Fragestellung	14
1.5	Zentrale Begriffe der Fragestellung.....	14
1.5.1	Roboter	14
1.5.2	Virtuelle Realität.....	14
1.5.3	Schlaganfall	14
1.5.4	Motorische Funktionen.....	15
1.5.5	Obere Extremitäten.....	15
1.6	Ziel der Arbeit.....	15
1.7	Gliederung	15
1.8	Bezug zum Canadian Model of Occupational Performance and Engagement (CMOP-E).....	16
1.9	Abgrenzung.....	19
2	Methodik	21
2.1	Form der Arbeit	21
2.2	Vorgehen bei der Literaturrecherche	21
2.3	Auswahlverfahren der Studien und Artikel	23
2.4	Beurteilung der Studien	25
3	Theoretischer Hintergrund	26
3.1	Neuroplastizität und motorisches Lernen	26
3.2	Robotik.....	26
3.3	Virtuelle Realitätssysteme.....	27

4	Ergebnisse	29
4.1	Wirksamkeit von Robotik im Vergleich zu Therapien mit Prinzipien des motorischen Lernens	35
4.2	Wirksamkeit von Robotik im Vergleich zu konventionellen Therapien	36
4.3	Wirksamkeit von virtuellen Realitätssystemen im Vergleich zu konventionellen Therapien	39
4.4	Trainingseffekte in der akuten/subakuten versus chronischen Phase	40
4.5	Auswirkungen von Robotern und virtuellen Realitätssystemen auf die Motivation.....	41
4.6	Kosteneffizienz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen.....	41
4.7	Robotik versus Therapeutin bzw. Therapeut.....	42
5	Diskussion.....	44
5.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	44
5.2	Einfluss der Therapiedosis und -intensität auf die motorischen Funktionen	45
5.3	Auswirkungen von Robotern und virtuellen Realitätssystemen auf die Motivation.....	46
5.4	Personaleinsparungen durch den Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen.....	47
5.5	Kosteneffizienz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen.....	48
5.6	Trainingseffekte in der akuten/subakuten Phase versus chronischen Phase.....	50
5.7	Güte der verwendeten Assessments in den Hauptstudien bzw. Reviews....	51
5.8	Negative Auswirkungen von Robotern und virtuellen Realitätssystemen	52
5.9	Bezug zum Canadian Model of Client-Centered Enablement (CMCE)	52
5.10	Gültigkeit der Resultate und Limitationen der Studien	56
5.11	Ausblick.....	58
5.12	Allgemeine Schlussfolgerungen.....	59
5.13	Empfehlungen für die Praxis	61

5.14	Limitationen der vorliegenden Arbeit.....	62
6	Literaturverzeichnis.....	63
7	Tabellenverzeichnis	70
8	Abbildungsverzeichnis	70
9	Wortzahl.....	71
10	Danksagung.....	71
11	Eigenständigkeitserklärung.....	72
12	Anhänge.....	73
	Anhang A: Abkürzungsverzeichnis.....	73
	Anhang B: Glossar	74
	Anhang C: Zusammenfassung und Beurteilung der Studien nach AICA.....	80
	Anhang D: Zusammenfassung und Beurteilung der Reviews anhand des CASP	91
	Anhang E: Einschätzung der Literatur (Hauptartikel)	100

1 Einleitung

1.1 Darstellung des Themas und Bedeutung

Der Schlaganfall ist die häufigste Ursache für eine im Erwachsenenalter erworbene Behinderung (Fragile Suisse, o. J.). In der Schweiz erleiden jährlich ca. 16'000 Personen einen Schlaganfall (Meyer, Simmet, Arnold, Mattle & Nedeltchev, 2009). Das Schlaganfall-Risiko steigt mit zunehmendem Alter. Weltweit ist der Schlaganfall die zweithäufigste Todesursache bei Menschen im Alter von über 60 Jahren (Mackay & Mensah, 2004). Der steigende Anteil an älteren Menschen in der Bevölkerung hat zur Folge, dass die Schlaganfallquote künftig weiter zunehmen wird (Fragile Suisse, o. J.). Aufgrund der demographischen Entwicklung steigt der Anteil an pflegebedürftigen und auf Hilfe angewiesenen Menschen stark an (Becker et al., 2013).

Lähmungen und motorische Beeinträchtigungen sind häufige Folgen eines Schlaganfalls (Molinari et al., 2016). Diese Beeinträchtigungen beeinflussen nicht nur den Einsatz von Armen und Händen in Alltagsaktivitäten, sondern ebenso das soziale Leben und damit die Lebensqualität (Nichols-Larsen, Clark, Zeringue, Greenspan & Blanton, 2005).

In den letzten Jahren hat das Interesse an modernen Technologien für die Neurorehabilitation massiv zugenommen (Krebs & Volpe, 2013). Gemäss Lam et al. (2015) wird der Einsatz von Technologien in der Rehabilitation von Schlaganfallpatientinnen und -patienten zunehmend populärer, und die Betroffenen zeigen sich immer offener gegenüber den neuen Therapiemethoden. Der Einsatz von Robotern für die Verbesserung der motorischen Funktionen der oberen Extremitäten ist schon länger bekannt und entwickelt sich laufend weiter (Hidler, Hamm, Lichy & Groah, 2008). Konkret ermöglichen Roboter für die Rehabilitation der oberen Extremitäten repetitive Bewegungen der Arme und tragen damit zum *motorischen Lernen* bei (siehe Kapitel 3.1) (Caramenti et al., 2016). Des Weiteren existieren bereits viele verschiedenartige virtuelle Realitätstechnologien, die in der Neurorehabilitation eingesetzt werden. Roboter in Kombination mit neuen Methoden der virtuellen Realität, die durch einen Bildschirm oder ein Display übertragen werden, können diese repetitiven Bewegungen in funktionelle alltagsnahe Aufgaben umwandeln (Molinari et al., 2016).

Wie man sieht, besteht ein grosses Potenzial für den Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen in der Neurorehabilitation.

1.2 Problemstellung

Aufgrund der demografischen Entwicklung, zunehmendem Mangel an Gesundheitsfachpersonen und dem steigenden ökonomischen Druck auf das Gesundheitssystem werden vermehrt technische Lösungen im Gesundheitswesen in Erwägung gezogen (Becker et al., 2013). Bei der Behandlung von Schlaganfallpatientinnen und -patienten erreichen trotz ausserordentlichen therapeutischen Anstrengungen nur fünf bis zwanzig Prozent der Betroffenen eine vollständige funktionelle Erholung der oberen Extremitäten. Aus diesem Grund besteht aktuell und auch in Zukunft ein Bedarf an neuen Therapiemethoden für die Schlaganfalltherapie (Mehrholz, Elsner & Thomas, 2017a).

Technologien werden in der Neurorehabilitation in den vergangenen Jahren immer mehr eingesetzt. So gab es in den letzten Jahren viele Studien, welche die Wirksamkeit von Robotern und virtuellen Realitätssystemen untersuchten (Thomas, Elsner & Mehrholz, 2017; Mehrholz & Thomas, 2017). Die Ergebnislage ist jedoch sehr heterogen.

Die Autorinnen möchten anhand der vorliegenden Arbeit einen Einblick in aktuelle Forschungsergebnisse gewähren. Da Roboter immer mehr Aufgaben von Menschen übernehmen können, stellt sich die Frage, ob sie zukünftig auch Therapeutinnen und Therapeuten ersetzen können (Starrost & Frick, 2017). Um Klarheit zu schaffen, möchten die Autorinnen der vorliegenden Arbeit sich kritisch mit der Wirksamkeit von Robotern und virtuellen Realitätssystemen in der Ergotherapie auseinandersetzen. Mit Hilfe von aktuellen Studien und Artikeln von Expertinnen und Experten soll aufgezeigt werden, ob diese neuen Technologien einen Teil des funktionellen Trainings der ergotherapeutischen Behandlung in Zukunft ergänzen oder ersetzen können.

1.3 Relevanz für die Ergotherapie

Der Begriff der „Betätigung“ (eng. Occupation) ist in der Ergotherapie zentral. Unter diesen Begriff fallen alle Alltagsaktivitäten, an denen Menschen teilnehmen. Betätigungen geschehen über einen Zeitraum, haben einen Zweck, sind bedeutungsvoll und können oft von Anderen beobachtet werden (American Occupational Therapy Association, 2014). Laut dem Ergotherapie Weltverband

(WFOT) besteht das Hauptziel der Ergotherapie darin, Leute zu *befähigen*, an Aktivitäten des Alltags teilzunehmen (World Federation of Occupational Therapists (WFOT), o. J.). Menschen mit erworbenen Hirnverletzungen, wie beispielsweise dem Schlaganfall, sind oft aufgrund motorischer Defizite der oberen Extremitäten nicht in der Lage, Alltagstätigkeiten selbstständig auszuführen (Arya, Pandian, Verma & Garg, 2011). Der Fortschritt von technologischen Mitteln und deren Einsatz im Gesundheitswesen ist ein relevantes Thema (Becker et al., 2013). In den letzten Jahren wurden verschiedene Forschungsarbeiten zum Einsatz von Robotern und anderen modernen Technologien durchgeführt. Einige dieser Studien konnten den positiven Effekt von roboterbasiertem Training auf die motorischen Defizite der oberen Extremitäten bei Patientinnen und Patienten nach einem Schlaganfall aufzeigen (Sale et al., 2014). So bieten neue Technologien auch für die Ergotherapie das Potenzial, motorische Beeinträchtigungen effizienter zu behandeln. Gemäss dem Berufsprofil Ergotherapie EVS trägt die ergotherapeutische Behandlung dazu bei, die Handlungsfähigkeit der Klientinnen und Klienten zu verbessern (ErgotherapeutInnen-Verband Schweiz (EVS), o. J.). Wenn durch den Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen die motorischen Fertigkeiten verbessert werden können, trägt dies ebenfalls zu einer erhöhten *Handlungsfähigkeit* der Patientinnen und Patienten und damit zu einer gesteigerten Selbstständigkeit und Lebensqualität im Alltag bei. Damit sind die Patientinnen und Patienten in der Lage, an bedeutungsvollen Aktivitäten des täglichen Lebens teilzunehmen, womit das Hauptziel der Ergotherapie erreicht ist.

1.3.1 Ergotherapie versus Physiotherapie

Die vorliegende Arbeit bezieht Literatur mit ein, welche auf die Physiotherapie ausgerichtet ist. Dies hat damit zu tun, dass gewisse Kerngebiete von Physio- und Ergotherapie international oft nicht klar getrennt werden. Schliesslich stellt die Ergotherapie im Gesundheitswesen ein eher neuer Fachbereich dar. Die Erfahrungen der Autorinnen dieser Arbeit zeigten jedoch, dass sich in Schweizer Spitälern und Rehabilitationszentren weitgehend die Haltung manifestiert hat, dass Ergotherapeutinnen und -therapeuten ihre Kompetenzen insbesondere für die Behandlung der oberen Extremitäten anwenden, während die Physiotherapeutinnen und -therapeuten für die restlichen Körperbereiche zuständig sind. Somit können die Ergebnisse der Studien problemlos auf die ergotherapeutische Praxis übertragen werden.

1.4 Fragestellung

Kann der Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen die ergotherapeutische Behandlung bei erwachsenen Menschen nach einem Schlaganfall beim Training motorischer Funktionen der oberen Extremitäten ergänzen oder ersetzen?

1.5 Zentrale Begriffe der Fragestellung

Anschliessend werden die wichtigsten Begriffe in Bezug auf die Fragestellung erläutert. Weitere relevante Begrifflichkeiten für das Verständnis dieser Arbeit, welche nicht im Fliesstext erklärt werden, sind im Glossar im Anhang B ausgeführt.

1.5.1 Roboter

Gemäss Becker et al. (2013) ist ein Roboter eine menschenähnliche Maschine, die anstelle des Menschen eine Aufgabe erledigen kann. Es ist ein Bewegungsautomat, welcher mehrere mechanische Achsen besitzt, wodurch die Maschine Gegenstände oder Körperteile in der Umgebung manipulieren kann.

1.5.2 Virtuelle Realität

Als virtuelle Realität bezeichnet man eine computergenerierte Simulation eines dreidimensionalen Bildes oder einer dreidimensionalen Umgebung. Durch diese scheinbare Realität kann eine Person mit dem Computer interagieren (Oxford, o. J.)

1.5.3 Schlaganfall

Bei einem Schlaganfall kommt es infolge einer Durchblutungsstörung oder einer Blutung zu einer Hirnschädigung. Es gibt zwei Formen des Schlaganfalls, ein *ischämischer Insult* und ein *hämorrhagischer Insult* (Dünwald, 2009). Die Symptome eines Schlaganfalls können sehr unterschiedlich sein, je nach Ausmass und Lokalisation der Hirnschädigung (George & Hummel, 2005). Ein häufiges Symptom eines Schlaganfalls ist die *Hemiparese*, die sich meistens auf der kontralateralen Körperhälfte der Hirnschädigung befindet. Weitere Symptome sind Sehstörungen, Sprachverständnis- und Sprechstörungen, Schluckstörungen, Kopfschmerzen, Schwindel, Bewusstseinsstörungen und Verhaltensänderungen (Rohkamm, 2003). Die Erkrankung Schlaganfall wird in drei verschiedenen Stadien nach Ereignis unterteilt. So wird zwischen akut (0-7 Tage), subakut (1-26 Wochen) und chronisch (ab 6 Monaten) unterschieden (Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM), 2012).

1.5.4 Motorische Funktionen

„Die motorischen Funktionen umfassen die willkürliche Aktivierung einzelner Muskeln, Fähigkeit und Fertigkeit zielgerichteter Bewegungsabläufe und die Auslösbarkeit motorischer Reflexe“ (Amshoff et al., 2010, S. 574).

Hinweis: In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff „motorische Fertigkeiten“ als gleichwertig zu „motorischen Funktionen“ verwendet, da die Autorinnen davon ausgehen, dass die motorischen Fertigkeiten aus den motorischen Funktionen resultieren. Der Begriff „motorische Fertigkeiten“ wird wie folgt definiert: „Motorische Fertigkeiten sind beobachtbare Aktionen (Bewegungen), wenn eine Person mit sich selbst, einer Aufgabe und der Umwelt interagiert“ (American Occupational Therapy Association, 2014, S. 43).

1.5.5 Obere Extremitäten

Die oberen Extremitäten setzen sich zusammen aus dem Schultergürtel, den Armen und den Händen (Zervos-Kopp, 2013).

1.6 Ziel der Arbeit

Die Arbeit hat zum Ziel, die Wirksamkeit von Robotern und virtuellen Realitätssystemen beim Training motorischer Funktionen der oberen Extremitäten darzustellen. Dabei wird das Potenzial der genannten modernen Technologien aufgezeigt und gewisse Aspekte kritisch hinterfragt. Es wird diskutiert, wann der Einsatz von diesen technologischen Mitteln sinnvoll ist und welche ergotherapeutischen Kompetenzen nicht durch Technologien ersetzt werden können. Dabei wird aufgezeigt, inwiefern Roboter und virtuelle Realitätssysteme die Ergotherapie bei funktionellen Behandlungen der oberen Extremitäten ergänzen oder ersetzen können. Aufbauend darauf werden Empfehlungen für die Praxis zum Einsatz von Robotik und virtuellen Realitätssystemen generiert.

1.7 Gliederung

Für die Bearbeitung der Fragestellung wird zuerst auf wichtige Prinzipien der Neurorehabilitation, nämlich der *Neuroplastizität* und des *motorischen Lernens*, Bezug genommen. Ausserdem wird der aktuelle Stand vom Einsatz von Robotik und virtuellen Realitätssystemen in der Neurorehabilitation aufgezeigt. Für die Beantwortung der Fragestellung werden im Ergebnisteil Studien, Reviews und Artikel aus Fachzeitschriften herangezogen. Die Ergebnisse der Literatur werden im anschliessenden Diskussionsteil kritisch beurteilt. Ausserdem wird ein Bezug zu den Enablement Skills aus dem Canadian Model of Occupational Performance and

Engagement (CMOP-E) hergestellt, welche die Kompetenzen von Ergotherapeutinnen und -therapeuten beschreiben (Townsend & Polatajko, 2013). Die Theorie dazu folgt im Abschnitt 1.8. Aus den Resultaten des Ergebnis- bzw. Diskussionsteils werden schliesslich Schlussfolgerungen für die Anwendung in der Praxis abgeleitet und ein Blick in die Zukunft wird gewagt.

1.8 Bezug zum Canadian Model of Occupational Performance and Engagement (CMOP-E)

Das CMOP-E bietet für Ergotherapeutinnen und -therapeuten wichtige Grundlagen für ihr professionelles Handeln. Das Modell ist im internationalen ergotherapeutischen Setting weit verbreitet (Townsend & Polatajko, 2013). Es beruht auf dem Prinzip, dass die „*Betätigungsperformanz*“, also wie eine Person eine Handlung ausführt, eine dynamische Interaktion von der Person selber, ihrer *Betätigung* und ihrer Umwelt ist. All diese drei Aspekte einer Person werden in einer ergotherapeutischen Behandlung beachtet und miteinbezogen. Das CMOP-E beinhaltet mehrere Untermodelle. Eines davon ist das Canadian Model of Client-Centred Enablement (CMCE). Anhand dieses Untermodells soll aufgezeigt werden, welches die Schlüsselkompetenzen von Ergotherapeutinnen und -therapeuten in ihrem professionellen Handeln sind. Das CMCE beschreibt anhand der zehn „Enablement Skills“ ergotherapeutische Kompetenzen, mit welchen die Therapeutinnen und Therapeuten ihre Klientinnen und Klienten befähigen, die von ihnen gewünschten *Betätigungen* wieder auszuführen zu können (Dehnhardt, 2012).

Die Abbildung 1 zeigt eine Darstellung des CMCE. Zu den zehn Enablements Skills gehören: adapt, advocate, coach, collaborate, consult, coordinate, design/build, educate, engage und specialize. Die Enablement Skills werden in der Praxis oft automatisch und unbewusst eingesetzt. Es gibt keine hierarchische Ordnung zwischen den einzelnen Aspekten (Krieger, 2012). Die asymmetrisch gekrümmten Linien symbolisieren die dynamische und veränderbare Beziehung zwischen der Therapeutin bzw. des Therapeuten und der Klientin bzw. des Klienten. Dabei stellen die beiden Schnittpunkte den Anfangs- und Endpunkt der Beziehung dar (Townsend & Polatajko, 2013).

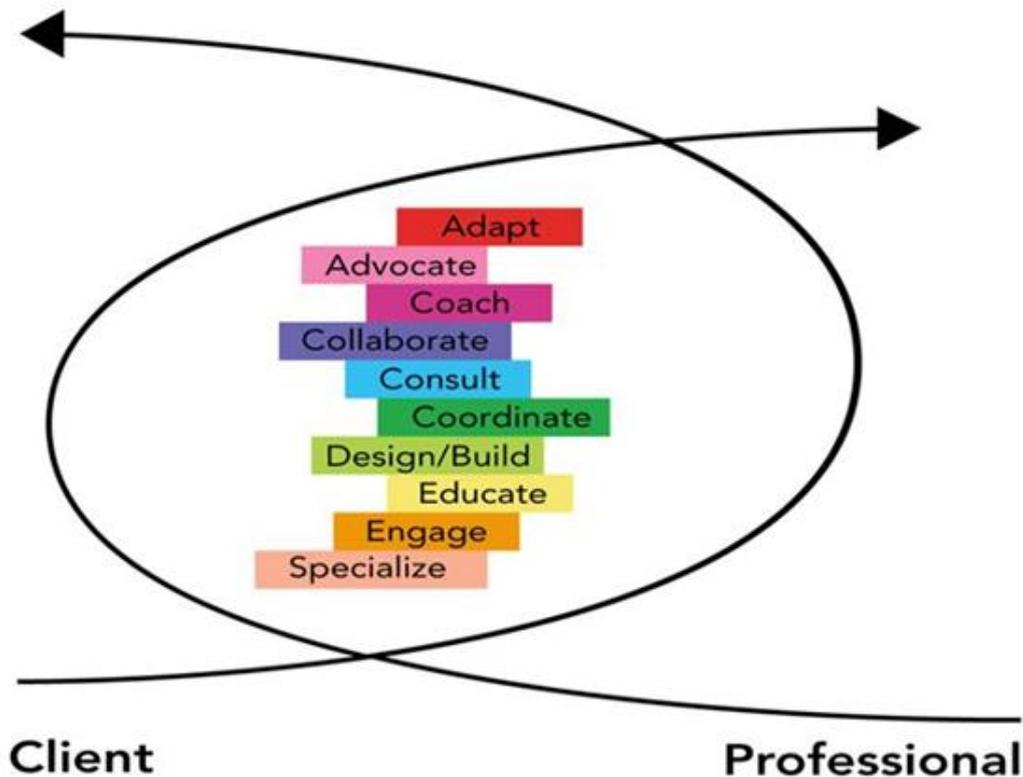


Abbildung 1: Canadian Model of Client-Centred Enablement (CMCE)

In der Tabelle 1 werden alle Enablement Skills erläutert. Die Beschreibungen stützen sich jeweils auf Townsend und Polatajko (2013).

Tabelle 1: Enablement Skills mit Erläuterungen

Enablement Skills	Erläuterung
adapt	Eine wesentliche Aufgabe von Ergotherapeutinnen und -therapeuten ist es, spezifische Situationen oder Materialien nach den Bedürfnissen der Klientinnen und Klienten anzupassen. Dabei wird zunächst die aktuelle Situation erfasst. Nachfolgend werden die bevorstehenden Aufgaben in machbare Teilschritte heruntergebrochen. Die entsprechenden Aufgaben sollen ergonomisch, zeitlich und räumlich angepasst werden. Durch das angepasste Anforderungsniveau ist die Klientin bzw. der Klient fähig, die <i>Betätigung</i> auszuführen. Eine mögliche Adaption kann auch eine Verhaltensänderung sein, damit der Alltag der Klientin bzw. des Klienten einfacher zu meistern ist.
advocate	Bei „advocate“ setzen sich Ergotherapeutinnen und -therapeuten für Rechte der Klientinnen und Klienten ein und vertreten diese juristisch. Sie setzen sich politisch ein, plädieren und argumentieren, damit

	Personen mit Beeinträchtigungen am gesellschaftlichen Leben teilnehmen können. Die Therapeutin bzw. der Therapeut schafft somit Möglichkeiten zur <i>Partizipation</i> und wirkt bewusstseinsbildend.
coach	Das Enablement Skill „coach“ beschreibt die Fertigkeit, die Klientinnen und Klienten zu beraten, unterstützen und zu ermutigen. Coaching bedeutet, Personen zu <i>befähigen</i> , um <i>Betätigungen</i> ausführen zu können, Selbsteinschätzung zu fördern, Ressourcen und Herausforderungen zu erkennen und die gewünschten Ziele zu verfolgen. Dazu gehört auch, den Therapieprozess zu reflektieren. Eine <i>klientenzentrierte</i> Grundhaltung ist besonders wichtig bei der partnerschaftlichen Zusammenarbeit.
collaborate	Die Fertigkeit „collaborate“ basiert auf einer angemessenen therapeutischen Zusammenarbeit. Dazu gehört das Miteinbeziehen von verschiedenen Meinungen und Ansichten zum Wohle der Klientin und des Klienten (zusätzlich Angehörige, weitere Therapeutinnen bzw. Therapeuten, Pflegedienst, Krankenkasse, ect.). Durch die Zusammenarbeit werden gemeinsam formulierte Ziele verfolgt.
consult	Bei der Fertigkeit „consult“ beraten Ergotherapeutinnen und Therapeuten verschiedene Klientelgruppen wie beispielsweise einzelne Klientinnen und Klienten, Arbeitsteams, Firmen oder im Sozialwesen tätige Organisationen. Sie erarbeiten gemeinsam mit den Klientinnen und Klienten Vorschläge und zeigen Alternativen auf. Dabei begleiten die Therapeutinnen und Therapeuten den Entwicklungsprozess (Krieger, 2012).
coordinate	„Coordinate“ bedeutet verknüpfen, koordinieren, managen und vermitteln. Ergotherapeutinnen und -therapeuten koordinieren verschiedene Arbeitsgruppen miteinander und nehmen mit beteiligten Organisationen Kontakt auf. Dabei wird die Fertigkeit gefordert, eine breite Informationsmenge zusammenzufassen und zu analysieren, unter Einbezug der persönlichen und umweltbezogenen Faktoren.
design/build	Bei der Fertigkeit „design/build“ planen, bauen, konstruieren und entwickeln Ergotherapeutinnen und -therapeuten Produkte, Strategien und Programme, um die Umwelt <i>klientenzentriert</i> anzupassen und den Alltag zu erleichtern. Durch hergestellte Hilfsmittel kann ein

	ressourcenorientiertes Handeln und eine bessere <i>Betätigungsperformanz</i> ermöglicht werden.
educate	Bei „educate“ geht es um Anleitung und Instruktion. Die Therapeutin bzw. der Therapeut vermittelt der Klientin bzw. dem Klienten ihr bzw. sein professionelles Wissen. Ein wichtiger Teil von der Fertigkeit „educate“ ist der Transfer vom Gelernten in den Alltag. Mit der Klientin bzw. dem Klienten werden Lernstrategien entwickelt und Möglichkeiten vermittelt, wie ein Transfer in den Alltag einfacher durchgeführt werden kann. Dabei ist das praktische Ausprobieren wesentlich.
engage	Zur Fertigkeit „engage“ gehören einerseits das Ermutigen, das Motivieren und der Vertrauensaufbau zwischen der Klientin bzw. dem Klienten und der Therapeutin bzw. dem Therapeuten, andererseits das Heranführen an Tätigkeiten und das Ermöglichen von <i>Partizipation</i> . Eine vertrauensvolle Beziehung ist wesentlich, damit die Klientin bzw. der Klient seine Ansichten und Wünsche im therapeutischen Prozess mitteilen kann. Umweltbedingungen werden so angepasst, damit <i>Betätigungen</i> durchgeführt werden können.
specialize	Die Therapeutin bzw. der Therapeut wendet ihr bzw. sein spezifisches Fachwissen über Krankheitsbilder und diversen Behandlungstechniken an. Dazu gehört auch Spezialwissen, welches unter anderem durch Weiterbildungen erworben wurde.

Im Diskussionsteil (Kapitel 5.9) wird auf die Enablement Skills eingegangen. Dabei werden die Kernkompetenzen von Ergotherapeutinnen und -therapeuten mit dem therapeutischen Potenzial von Robotik und virtuellen Realitätssystemen verglichen und diskutiert.

1.9 Abgrenzung

Der Fokus dieser Arbeit soll auf den motorischen Funktionen liegen, die durch den Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen verbessert werden können. Dabei werden die verschiedenen Arten von Robotern und virtuellen Realitätssystemen nicht berücksichtigt.

Auch auf den Schweregrad der Beeinträchtigung nach einem Schlaganfall in Bezug auf die genannten technologischen Geräte wird nicht genauer eingegangen.

Vielmehr geht es darum, allgemeine Aussagen über die Wirksamkeit von Robotern und virtuellen Realitätssystemen machen zu können.

2 Methodik

Im folgenden Kapitel wird das Vorgehen der Literatursuche und der Auswertung der Ergebnisse erläutert. Die einzelnen Schritte werden in den folgenden Abschnitten detailliert beschrieben.

2.1 Form der Arbeit

Da die Fragestellung nicht direkt durch Studien beantwortet werden kann, haben die Autorinnen der vorliegenden Arbeit entschieden, eine themengeleitete Arbeit zu schreiben. Damit werden für die Beantwortung der Fragestellung neben Studien und Reviews auch Artikel von Expertinnen und Experten miteinbezogen.

2.2 Vorgehen bei der Literaturrecherche

Tabelle 2: Keywordtabelle mit Schlüsselbegriffen, Synonymen und Schlagwörtern

Schlüsselbegriffe	Keywords	Synonyme/ ähnliche Begriffe	Schlagwörter
Robotik/ Roboter	Robot*	Robotic devices, exoskeleton devices, robot-assisted, robotic rehabilitation, robotic therapy, robotic approaches, robot therapy	Subject Headings: Robotics CINAHL Headings: Exoskeleton devices, robotics
Virtuelle Realität	Virtual reality	Virtual reality system, video games	Subject Headings: Virtual reality CINAHL Headings: Virtual reality
(Ergo)therapie	Occupational therapy	OT, therapeutics, physiotherapy	Subject Headings: Occupational therapy CINAHL Headings : Occupational therapy, occupational therapy practice , physical therapy, physical therapy practice
Schlaganfall	Stroke	cerebrovascular insult (CVI)	Subject Headings: Stroke CINAHL Headings: Stroke
Obere Extremitäten	Upper extremities	Upper limbs, arm, hand, finger,	Subject Headings: Arm CINAHL Headings: Upper extremity

Motorische Rehabilitation	Rehabilitation	Functional recovery, motor recovery, functional training, motor skills, motor training	Subject Headings: Motor skills, rehabilitation, rehabilitation modalities. CINAHL Headings: Motor skills disorders, rehabilitation, stroke-rehabilitation, recovery, stroke patients, treatment outcomes
----------------------------------	----------------	--	---

Um an aktuelle Studien und Reviews zu gelangen, wurde auf folgenden Datenbanken gesucht: AMED, CINAHL, Cochrane Library, MEDLINE, PubMed und OTDBASE. Weitere Medien wie Fachbücher, Expertenmeinungen, Artikel und Internet-Webseiten wurden ebenfalls miteinbezogen. Die Literatur, welche für die Bachelorarbeit verwendet wird, besteht aus Primär-, Sekundär- und Tertiärquellen. Um sich einen Überblick zu verschaffen, wurde zunächst eine erste unstrukturierte Literatursuche durchgeführt. Dafür wurden zentrale Begriffe der Fragestellung und deren Synonyme, Ober- und Unterbegriffe miteinbezogen. Um die Trefferanzahl der Suche einzuschränken, beziehungsweise zu erweitern, wurden Keywörter und Schlagwörter mit den booleschen Operatoren „AND“ und „OR“ verknüpft. Bei einigen Stichworten wurde das Trunkierungszeichen „*“ verwendet, um verschiedene Wortendungen einzuschliessen. Um Mehrwortausdrücke einzugeben, wurde mit der Phrasensuche gearbeitet.

Nachdem die Autorinnen der vorliegenden Arbeit einen groben Überblick über die vorhandene Literatur zum Thema gewonnen hatten, konnte die Fragestellung präzisiert werden. In einem nächsten Schritt wurden die Keywörter angepasst und mit Schlagwörter ergänzt (siehe Tabelle 2). Mit diesen Begriffen wurde dann auf den genannten Datenbanken erneut nach geeigneter Literatur gesucht. Ausserdem wurde mittels Ein- und Ausschlusskriterien (siehe Tabelle 3) das Thema noch weiter eingegrenzt.

Tabelle 3: Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
Schlaganfall	Kognitive Einschränkungen
Motorische Funktionen	Visuelle Einschränkungen
Obere Extremitäten	Augmented reality
Stationäre Rehabilitation	

Erwachsene	
Robotik	
Virtuelle Realität	
Arm-Exoskelett	
Ergotherapie/ Physiotherapie	

Zu den Ein- und Ausschlusskriterien gilt folgender Hinweis zu beachten. Es wurden einerseits Studien und Reviews eingeschlossen, welche nur die genannten Einschlusskriterien beinhalten. Zusätzlich wurden aber auch Studien und Reviews miteinbezogen, welche noch weitere Aspekte berücksichtigen (z.B. Einfluss von Robotern und virtuellen Realitätssystemen auf die Ausführung von Aktivitäten des täglichen Lebens). In diesen Fällen wurden nur diejenigen Aspekte der entsprechenden Studien und Reviews ausgewertet, welche sich auf die motorischen Funktionen der oberen Extremitäten beziehen.

2.3 Auswahlverfahren der Studien und Artikel

Bei der Auswahl wurden die Abstracts sorgfältig überprüft und je nach Relevanz betreffend der Fragestellung eingeschlossen. Um weitere relevante Literatur zu finden, wurde teilweise auch das „Schneeball-Prinzip“ angewendet. So blieben noch 45 Studien übrig, welche in Frage kamen. Aufgrund der hohen Anzahl an geeigneten und aktuellen Studien und Übersichtsarbeiten musste das Auswahlverfahren noch weiter angepasst werden. So schlossen die Autorinnen dieser Arbeit nur Originalarbeiten mit hohen Qualitätsanforderungen in die Auswahl mit ein. Dazu gehören randomisierte, kontrollierte Studien (RCT's) sowie Reviews und Metaanalysen, welche eine gute Übersicht in kompakter Form bieten. Zusätzlich lag der Fokus bei der Auswahl der RCT's darauf, nur solche zu verwenden, welche eine Mindestanzahl an Teilnehmenden (mindestens 30 Probandinnen bzw. Probanden) miteinbezogen haben. Pilot RCT's, Machbarkeitsstudien und narrative Reviews wurden ausgeschlossen. Des Weiteren wurde darauf geachtet, dass die einbezogenen RCT's nicht bereits in einem eingeschlossenen Review enthalten sind. Aufgrund der schnellen Entwicklung im Bereich Robotik und virtuelle Realitätssysteme wurden nur Studien ab 2013 und Reviews ab 2015 eingeschlossen, um den aktuellsten Stand darlegen zu können. Ausserdem wurden nur Studien und Reviews eingeschlossen, zu denen die Autorinnen dieser Arbeit einen Volltextzugang in

Englisch oder Deutsch hatten. So blieben noch drei Reviews und zwei RCT's übrig, die als Hauptstudien der vorliegenden Arbeit eingeschlossen wurden.

Um die Fragestellung beantworten zu können, suchten die Autorinnen dieser Arbeit zusätzlich nach aktuellen Artikeln, Meinungen von Expertinnen und Experten, Fachbüchern und Fachzeitschriften. Dabei wurde auf den Suchportalen Google, Google Scholar und Nebis recherchiert sowie persönliche Anfragen per E-Mail bei Fachexpertinnen und -experten gemacht. Bei der Internetrecherche wurde das Schneeballsystem verwendet. Aus Zeitgründen beschränkten sich die Autorinnen der vorliegenden Arbeit bei der Artikelsuche auf zwei Wochen. Der gesamte Prozess der Literatursuche dauerte von August 2017 bis Februar 2018.

In Tabelle 4 sind alle Studien, Reviews und Artikel übersichtlich dargestellt, die für die Beantwortung der Fragestellung verwendet werden. Eine detaillierte Beschreibung der Literatur befindet sich im Anhang C, D und E.

Tabelle 4: Darstellung der ausgewählten Literatur

Titel	Art der Literatur	Autoren/Autorinnen
Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke.	Systematisches Review (2015)	Mehrholz, J., Pohl, M., Platz, T., Kugler, J. und Elsner, B.
Robotic approaches for the rehabilitation of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis.	Systematisches Review und Metaanalyse (2017)	Zhang, C., Li-tsang, C. W. P. und Au, R. K. C.
Virtual reality for stroke rehabilitation.	Systematisches Review (2017)	Laver, K., Lange, B., George, S., Deutsch, J., Saposnik, G. und Crotty, M.
Comparison of robotics, functional electrical stimulation, and motor learning methods for treatment of persistent upper extremity dysfunction after stroke: A randomized controlled trial.	Quantitative Studie (Randomisierte und kontrollierte Studie) (2015)	McCabe, J., Monkiewicz, M., Holcomb, J., Pundik, S. und Daly, J.
Efficacy of Upper Extremity Robotic Therapy in Subacute Poststroke Hemiplegia: An Exploratory Randomized Trial.	Quantitative Studie (Randomisierte und kontrollierte Studie) (2016)	Takahashi, K., Domen, K., Sakamoto, T., Toshima, M., Otaka, Y., Seto, M., Irie, K., Haga, B., Takebayashi, T. und Hachisuka, K.

„Der Roboter ist keine Konkurrenz zum Mensch“	Zeitungsartikel, Experteninterview (2017)	Spitale, T.
Einsatz neuer Technologien in der neurologischen Rehabilitation – Therapeutenperspektive	Fachzeitschriftenartikel (Thieme) (2017)	Starrost, K. und Frick, V.
Roboter in der Neurorehabilitation: Trend oder Hype?	Fachzeitschriftenartikel, Experteninterview (2017)	Czernotta, A.
Mit Robotern gehen lernen	Internetartikel, Expertenmeinung (2017)	Aumayer, H.

In Tabelle 5 ist dargestellt, auf welchen Datenbanken die relevanten Studien und Reviews gefunden wurden. Des Weiteren ist ersichtlich, mit Hilfe welcher Suchinstrumente die Artikel gefunden wurden.

Tabelle 5: Übersicht Datenbanken

Datenbanken	Anzahl Treffer	Eingeschlossene Studien und Reviews
AMED	14	1
CINAHL	12	2
Cochrane Library	5	
MEDLINE	8	2
OTDBASE	0	
Pubmed	6	
Total	45	5
Weitere Suchinstrumente	Anzahl Treffer	Eingeschlossene Artikel
Google Scholar	0	
NEBIS	0	
Google (Schneeballsystem)	28	3
Zeitung	1	1
Total	29	4

2.4 Beurteilung der Studien

Die ausgewählten quantitativen Studien wurden anhand dem AICA-Beurteilungsraster analysiert und beurteilt (Ris & Preusse-Bleuler, 2015) (siehe Anhang C). Die Reviews wurden nach dem Critical appraisal skills Programme (CASP) geprüft und beurteilt (Public Health Resource Unit England, 2006) (siehe Anhang D). Die Hauptartikel wurden anhand des Leitfadens „Kritische Evaluation von Literatur“ von Brendel (2015) beurteilt (siehe Anhang E).

3 Theoretischer Hintergrund

In diesem Kapitel wird Bezug zu wichtigen Prinzipien der Neurorehabilitation genommen. Des Weiteren werden Hintergrundinformationen zum Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen in der Rehabilitation erläutert.

3.1 Neuroplastizität und motorisches Lernen

Das menschliche Gehirn hat von Geburt an eine Anzahl von 100 Milliarden Nervenzellen, die nicht mehr die Fähigkeit haben, sich zu teilen. Dennoch ist das Gehirn in der Lage, sich weiter zu entwickeln und sich aufgrund von äusseren Einflüssen anzupassen. Diese Fähigkeit des Gehirns nennt man *Neuroplastizität*. Je häufiger bestimmte neuronale Netzwerke aktiviert werden (z.B. durch bestimmte Bewegungsmuster), umso stärker werden sie miteinander verknüpft. Dies wiederum hat zur Folge, dass die entsprechenden Bewegungsmuster schneller abgerufen werden können (Globas, 2009). Für das Bewältigen neuer Bewegungsaufgaben müssen neue Strategien entwickelt werden. Dieser Prozess wird auch als *motorisches Lernen* bezeichnet. Es ist das Ergebnis aus Übung und Erfahrung (Dünnwald, 2009). Das *motorische Lernen* beruht auf dem Prinzip des repetitiven Trainings (Globas, 2009). Bei hinreichender Wiederholungshäufigkeit kommt es zu Funktionsveränderungen ganzer *Neuronenverbände* und damit zum *motorischen Lernen* (Haas & Blischke, 2009). Umgekehrt ist es aber auch möglich, dass der Nichtgebrauch von bestehenden Nervenzellverbindungen zu deren Verlust führt (Globas, 2009).

Etwa 80 Prozent aller Schlaganfälle führen zu Schädigungen von motorischen Netzwerken. Die grössten Fortschritte werden innerhalb der ersten Wochen und Monaten im Akutstadium erzielt. Nach sechs Monaten spricht man von einem chronischen Schlaganfall, wobei sich die Funktionsverbesserung verlangsamt (Globas, 2009). Demzufolge ist es besonders wichtig, früh mit spezifischen Therapien zu beginnen.

3.2 Robotik

Das Ziel der robotergestützten Rehabilitation besteht darin, spezifische Bewegungen herbeizuführen, welche die *Neuroplastizität* (siehe Kapitel 3.1) des Gehirns beeinflussen und damit die motorische Erholung verbessert (Caramenti et al., 2016). Es existieren bereits viele verschiedene Arten von Robotern für das Training der

oberen Extremitäten, dementsprechend unterscheiden sich auch die Funktionsweisen der verschiedenen Geräte gänzlich. Die meisten Geräte produzieren passive Bewegungen des motorisch beeinträchtigten Armes. Andere Geräte bieten bei Armbewegungen assistive Teilunterstützung oder sogar Widerstand. Manche Apparaturen assistieren isolierte Gelenkbewegungen, die vom Patienten initiiert werden (z.B. Pro- und Supination). Wiederum andere Geräte sind in der Lage, mehrere Gelenksabschnitte zu unterstützen, die bei komplexen Bewegungen verwendet werden (Mehrholz et al., 2017a). Die entsprechenden Roboter sind jeweils auf die Rehabilitation verschiedener Teilbereiche wie Schulter, Ellbogen, Handgelenk und Fingergelenke spezialisiert. Sie erzeugen verschiedene Bewegungsausmasse. Ausserdem werden einige roboterbasierte Geräte auch in Kombination mit virtuellen Realitätssystemen verwendet (Maciejasz, Eschweiler, Gerlach-Hahn, Jansen-Troy & Leonhardt, 2014)

3.3 Virtuelle Realitätssysteme

Unter dem Begriff „virtuelle Realität“ versteht man eine computergenerierte Simulation einer dreidimensionalen Umwelt, in der eine Person in einer scheinbar realen Welt mit speziellen elektronischen Ausrüstungen interagieren kann (Oxford, o. J.). Diese elektronisch erzeugten Umwelten werden unter anderem für die Rehabilitation von motorischen Defiziten nach einem Schlaganfall eingesetzt (Weiss, Kizony, Feintuch, Rand & Katz, 2014). Virtuelle Realitätssysteme werden häufig für das Training der oberen Extremitäten verwendet, da die Interaktion mit der virtuellen Umgebung über Bewegungen der Arme oder Hände umfassend erfolgen kann (Schüler, 2014).

Die virtuelle Rehabilitation ist ein neues Forschungsfeld, das erst im letzten Jahrzehnt richtig an Bedeutung gewonnen hat. Durch den Einsatz von virtuellen Umwelten können Kontexte geschaffen werden, welche für die Betroffenen bedeutungsvoll sind (Schüler, 2014). Häufig sind die Grafiken von virtuellen Umwelten so realitätstreu, dass man in ein scheinbar echtes Geschehen eintauchen kann. Beispielsweise ist es möglich, dass man sich in dieser künstlichen Umgebung frei bewegen kann. Man kann in simulierten Umgebungen mit den dargestellten Bildern interagieren, indem man beispielsweise Objekte manipuliert oder Aktionen durchführt (Mehrholz, Elsner & Thomas, 2017b). Diese Spielform wird auch als

Gamification bezeichnet, was bedeutet, dass einzelne Spielelemente auf einen spielfremden Kontext übertragen werden (Wiemeyer, 2017).

Virtuelle Realitätssysteme sind üblicherweise mithilfe spezieller Hard- und Software ausgestattet. Dabei wird die Nutzerfreundlichkeit durch die Auswahl angemessener Hardware beeinflusst (Subramanian & Levin, 2011). Ein zentrales Schlüsselement der virtuellen Realität ist die Immersion. Darunter wird das volle Eintauchen und Interagieren mit der virtuellen Umwelt verstanden. Dementsprechend wird in Publikationen oft zwischen immersiven und non-immersiven virtuellen Realitäten unterschieden (Weiss et al., 2014).

Einen weiteren wichtiger Aspekt in Bezug auf die virtuelle Umgebung sind die Nebenwirkungen, die bei der Nutzung von virtuellen Realitätssystemen auftreten können. Beschrieben werden Symptome wie Schwindel, Augenstörungen, Kopfschmerzen, Schläfrigkeit, Desorientierung, Gleichgewichtsstörungen, die unter dem Begriff Cybersickness zusammengefasst werden (Weiss et al., 2014).

Dennoch ergeben sich durch die Anwendung von virtuellen Realitätssystemen vielversprechende Möglichkeiten für die motorische Rehabilitation von neurologischen Krankheiten (Mehrholz et al., 2017b).

4 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der inkludierten Studien, Reviews und Artikel zusammengefasst. Dabei sind in den Tabellen 6 -14 alle relevanten Hintergrundinformationen dargestellt.

Folgender Hinweis soll beachtet werden: Für die Beantwortung der Fragestellung beziehen sich die Autorinnen der vorliegenden Arbeit bei den Studienresultaten nur auf Inhalte, welche sich auf die motorischen Funktionen beziehen. Jedoch geht aus den Resultaten nicht immer unmissverständlich hervor, welche Aspekte die motorischen Funktionen betreffen. Dies hat unter anderem damit zu tun, dass sich die englischen Begriffe teilweise nur sinngemäss ins Deutsche übersetzen lassen. Ausserdem wird in den Studien nicht klar unterschieden, welche der angewendeten Tests sich auf die motorischen Funktionen beziehen. Die Autorinnen der vorliegenden Arbeit haben sich deshalb entschieden, sich ausschliesslich auf folgende Begrifflichkeiten zu beziehen: Motor recovery, functional gain, upper limb function, arm function, coordination. Insofern wird die Muskelkraft nicht zu den motorischen Funktionen gezählt. Die Muskelkraft wird daher in den Ergebnissen nicht berücksichtigt.

Tabelle 6: Übersicht Studie 1

Comparison of robotics, functional electrical stimulation, and motor learning methods for treatment of persistent upper extremity dysfunction after stroke: A randomized controlled trial (2015). McCabe, J., Monkiewicz, M., Holcomb, J., Pundik, S. & Daly, J.	
Einschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> - Beeinträchtigung der oberen Extremitäten seit über einem Jahr - Zumindest ein Aufspüren einer Muskelkontraktion der Handgelenksextensoren - Einzelner und einseitiger Schlaganfall - Funktionen und Mobilität ist ausreichend, um selbstständig Aktivitäten des täglichen Lebens ausführen zu können - Stabiler medizinischer Zustand - Keine weiteren neurologischen Erkrankungen vorhanden - Ausreichende Fähigkeit, um Zwei-Schritt-Anleitungen zu verstehen
Anzahl Studienteilnehmer	- 35
Interventions- und Kontrollgruppen	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Kontrollgruppe:</u> Motorisches Lernen - <u>Interventionsgruppe 1:</u>

	<p>Motorisches Lernen + FES</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Interventionsgruppe 2:</u> Motorisches Lernen + Robotik-Therapie
Trainingsintensität	<ul style="list-style-type: none"> - Interventionen während 12 Wochen; 5 Tage pro Woche; 5 Stunden pro Tag (3,5 Stunden Motorische Lernen + 1,5 Stunden Robotik bzw. FES oder 5 Stunden Motorisches Lernen alleine) → Total von 60 Interventionseinheiten
Eingesetzte Assessments	<ul style="list-style-type: none"> - Arm Motor Ability Test - Fugl-Meyer Test
Art des Roboters	<ul style="list-style-type: none"> - InMotion2 Shoulder-Elbow Roboter
Weitere Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> - Angewendete Prinzipien des Motorischen Lernens: Ausführung von möglichst normativen Bewegungen, hohe Anzahl an Repetitionen, Aufmerksamkeit ist auf die motorische Aufgabe gerichtet - FES wurde nur für die Hand bzw. das Handgelenk eingesetzt, Roboter nur für die Schulter bzw. den Ellbogen → kein direkter Vergleich zwischen FES und Roboter möglich

Tabelle 7: Übersicht Studie 2

<p>Efficacy of Upper Extremity Robotic Therapy in Subacute Poststroke Hemiplegia: An Exploratory Randomized Trial (2016).</p> <p>Takahashi, K., Domen, K., Sakamoto, T., Toshima, M., Otaka, Y., Se-to, M., Irie, K., Haga, B., Takebayashi, T. & Hachisuka, K.</p>	
Einschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> - Stationäre Schlaganfallpatientinnen und -patienten von sechs Einrichtungen (stroke centres) in Japan - Alter: 20-80 Jahre - Schlaganfall vor vier bis sechs Wochen eingetreten - Teilnehmerinnen und Teilnehmer befinden sich im <i>Brunnstrom Stage III</i> oder <i>IV</i> - Hemiplegie an einer der oberen Extremitäten
Anzahl Studienteilnehmer	<ul style="list-style-type: none"> - 56
Interventions- und Kontrollgruppen	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Kontrollgruppe:</u> Standardtherapie + Eigentaining - <u>Interventionsgruppe:</u> Standardtherapie + Robotik-Therapie
Trainingsintensität	<ul style="list-style-type: none"> - Interventionen während 6 Wochen; 7 Tage pro Woche; 80 Minuten pro Tag (40 Minuten Standardtherapie + 40 Minuten Robotik-Training bzw. Eigentaining) → Total von 42 Interventionseinheiten
Eingesetzte Assessments	<ul style="list-style-type: none"> - Fugl-Meyer Test - Simple Test for Hand Function

	<ul style="list-style-type: none"> - Wolf Motor Function Test - Range of Motion - Functional Independence Measure
Art des Roboters	<ul style="list-style-type: none"> - ReoGo-Roboter
Weitere Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> - Standardtherapie beinhaltet dehnen, greifen, loslassen, kneifen und das Training von Aktivitäten des täglichen Lebens. Diese Therapie wurde jeweils von einer erfahrenen Therapeutin bzw. einem erfahrenen Therapeuten durchgeführt.

Tabelle 8: Übersicht Review 1

<p>Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke (2015).</p> <p>Mehrholz, J., Pohl, M., Platz, T., Kugler, J., Elsner, B.</p>	
Einschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> - Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer ab 18 Jahren - Akutes, subakutes oder chronisches Stadium - Vergleichsstudie von robotergestützter und elektromechanischer Intervention mit einer anderen Intervention - Interventionen für verbesserte Armfunktionen - Randomisierte, kontrollierte Studien (RCT) und randomisierte, kontrollierte cross-over Studien (RCCT) - Nur Schlaganfallpatienten - Bei gemischter Population von Schlaganfallpatientinnen und -patienten mit einem Schädelhirntrauma wurden nur Studien mit mehr als 50 %-Anteil an Schlaganfallpatienten eingeschlossen
Anzahl Studien & Studienteilnehmer	<ul style="list-style-type: none"> - 31 Studien mit 1078 Teilnehmenden untersuchten die motorischen Funktionen der oberen Extremitäten (Teilnehmeranzahl pro Studie variierten zwischen 8-127) - Alter zwischen 21-80 Jahre - Mehr Männer als Frauen - Studien vom Jahr 2000-2014
Interventions- und Kontrollgruppen	<ul style="list-style-type: none"> - Eingeschlossen wurden Studien, welche robotergestützte und elektromechanische Interventionen (Interventionsgruppe) mit anderen Interventionen (z.B. Placebo, Physiotherapie etc.) oder keiner Intervention (Kontrollgruppe) verglichen. <p><u>Untergruppenvergleiche:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Akut/subakut versus chronisch - Arm- und Handtraining (distal) versus Schulter- und Ellbogentraining
Trainingsintensität	<ul style="list-style-type: none"> - Therapiedauer: zwischen 2-12 Wochen, mehrheitlich 5 Interventionen pro Woche zu 20-105 min/Tag (sehr unterschiedlich)

Eingesetzte Assessments	<ul style="list-style-type: none"> - Fugl-Meyer Test - Chedoke-McMaster Stroke Assessment - Wolf Motor Function Test
Art des Roboters	<ul style="list-style-type: none"> - 19 verschiedene elektromechanische Geräte/Roboter
Weitere Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> - Durchführung der meisten Studien in Rehabilitationskliniken in der USA - Test für die Messung der Heterogenität der Studien wurde eingesetzt

Tabelle 9: Übersicht Review 2

Robotic approaches for the rehabilitation of upper limb re-recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis (2017). Zhang, C., Li-Tsang, C., Au, R. K.	
Einschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> - Schlaganfall - Beeinträchtigungen der obere Extremitäten - Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer sind 18 Jahre und älter - Nur RCT's - Kontrollgruppe erhält konventionelle Therapie - Einsatz von Robotern mit dem Ziel, die motorische Erholung und Kontrolle der oberen Extremitäten zu verbessern - Verwendung von relevanten Assessments für die motorische Erholung - Studie wurde in einem peer-reviewed Journal publiziert
Anzahl Studien & Studienteilnehmer	<ul style="list-style-type: none"> - Insgesamt 13 RCT's - Studien vom Jahr 2000-2014 - Insgesamt 496 Teilnehmende
Interventions- und Kontrollgruppen	<ul style="list-style-type: none"> - Interventionsgruppe: Robotik-Therapie - Kontrollgruppe: konventionelle Therapie (beinhaltet das Training auf Basis unterschiedlicher motorischen Erholungsprinzipien ohne Roboterunterstützung)
Trainingsintensität	<ul style="list-style-type: none"> - Sehr unterschiedlich
Eingesetzte Assessments	<ul style="list-style-type: none"> - Das Review hat insbesondere die Fugl-Meyer Messungen beachtet (shoulder/elbow/forearm, total, wrist/hand) - Es wurden weitere Assessments verwendet, auf die nicht speziell eingegangen wurden
Art des Roboters	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Angaben
Weitere Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> - Allgemein wenig Information vorhanden - Kleine Anzahlen von Studienteilnehmerinnen und -teilnehmern

Tabelle 10: Übersicht Review 3

Virtual reality for stroke rehabilitation (2017).	
Laver, K.E., Lange, B., George, S., Deutsch, J.E., Saposnik, G., Crotty, M.	
Einschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> - RCTs und quasi-randomisierte kontrollierte Studien (QRCT's) - Chronische Schlaganfallpatientinnen und -patienten - Studienteilnehmerin und -teilnehmer sind 18 Jahre und älter - Studien, welche Informationen über Intensität und Dauer der virtuellen Realitätstherapien enthalten und mehr als eine Behandlung durchlaufen - Alle Typen von Schlaganfall - Alle Schweregrade von Schlaganfall
Anzahl Studien & Studienteilnehmer	<ul style="list-style-type: none"> - 22 Studien mit 1038 Teilnehmenden untersuchten die Wirksamkeit von virtuellen Realitätssystemen versus konventionelle Therapien der oberen Extremitäten bezüglich der motorischen Funktionen (Durchschnittsalter der einzelner Studie vom gesamten Review variierten zwischen 46-75 Jahren) - Studien vom Jahr 2004-2017
Interventions- und Kontrollgruppen	<ul style="list-style-type: none"> - Verschiedene Therapien mit virtuellen Realitätssystemen (Interventionsgruppe) versus andere Intervention oder keiner Intervention (Kontrollgruppe)
Trainingsintensität	<ul style="list-style-type: none"> - Therapiedauer variiert zwischen den Studien (von weniger als 5 Stunden bis zu mehr als 21 Stunden für die ganze Therapie)
Eingesetzte Assessments	<ul style="list-style-type: none"> - Fugl-Meyer Test - Motor Assessment Scale (upper limb) - Action Research Arm Test - Wolf Motor Function Test - Box and Block Test - Jebsen Taylor Hand Function Test
Verwendete Therapiesysteme	<ul style="list-style-type: none"> - Verschiedene Geräte (Nintendo Wii, Playstation, ect)
Weitere Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> - Eher kleine Anzahl an Studienteilnehmerinnen bzw. -teilnehmer, häufig wurde die Anzahl der Teilnehmenden in den Studien nicht angegeben. Mehr als die Hälfte der Studien hatten weniger wie 25 Teilnehmende, 10 Studien hatten über 50 Teilnehmende. - Test für die Messung der Heterogenität der Studien wurde eingesetzt

Tabelle 11: Übersicht Artikel 1

„Der Roboter ist keine Konkurrenz zum Mensch“ (2017) Spitale, T.	
Art der Quelle	- Zeitungsartikel
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Technologische Fortschritte im Therapiewesen - Vergleiche von Robotik versus Therapeutin bzw. -therapeut - zukünftige Aufgaben von Therapeutinnen und Therapeuten - Ausblick in die Zukunft
Bemerkungen	- Interview mit Gery Colombo: Gery Colombo ist CEO des Volketswiler Medizintechnikunternehmens Hocoma AG

Tabelle 12: Übersicht Artikel 2

Einsatz neuer Technologien in der neurologischen Rehabilitation – Therapeutenperspektive (2017) Starrost, K. und Frick, V.	
Art der Quelle	- Fachzeitschriftenartikel (Thieme)
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Aktueller Stand der modernen Technologien - Vergleich Robotik versus Therapeutin bzw. Therapeut - Anforderungen an Therapeutinnen und Therapeuten durch neue Technologien - Anforderungen an die Geräte - Kosten - Vor- und Nachteile von modernen Technologien - Ausblick in Zukunft
Bemerkungen	- Der Autor und die Autorin sind eine Physiotherapeutin und einen Physiotherapeuten

Tabelle 13: Übersicht Artikel 3

Roboter in der Neurorehabilitation: Trend oder Hype? (2017) Czernotta, A.	
Art der Quelle	- Fachzeitschriftenartikel
Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> - Wirksamkeit von Robotik versus konventionelle Therapien - Vergleich Robotik versus Therapeutin bzw. Therapeut - Aufgabenverteilung von Robotern und Therapeutinnen bzw. Therapeuten - Potenzial von Robotern - Therapiedauer von robotergestützten Therapien - Ausblick in die Zukunft

Bemerkungen	- Interview mit Prof. Dr. Tobias Nef: Tobias Nef arbeitet im ARTORG Center for Biomedical Engineering Research der Universität Bern, welches sich auf die Gerontechnologie und Rehabilitation spezialisiert hat.
--------------------	---

Tabelle 14: Übersicht Artikel 4

Mit Robotern gehen lernen (2017) Aumayer, H.	
Art der Quelle	- Expertenmeinung, Bericht über Vortrag von Prof. Robert Riener, ETH Zürich
Inhalte	- Ausgangslage - Vor- und Nachteile von Robotik - Vergleich Robotik versus Therapeut - Verschiebung der Tätigkeitsfelder - Eventuelle Möglichkeit zur Personaleinsparungen durch den Einsatz von Robotik - Ausblick in die Zukunft
Bemerkungen	- Expertenmeinung von Prof. Robert Riener: Robert Riener ist Professor für sensomotorische Systeme an der UZH und der ETH Zürich

4.1 Wirksamkeit von Robotik im Vergleich zu Therapien mit Prinzipien des motorischen Lernens

In der Studie von McCabe et al. (2015) wird die Wirksamkeit dreier Therapiemethoden für die Verbesserung motorischer Funktionen bei stark betroffenen, chronischen Schlaganfallpatientinnen und -patienten miteinander verglichen. Eine Gruppe bekam alleinige konventionelle Therapie mit Prinzipien des *motorischen Lernens*. Die zweite Gruppe bekam dieselbe konventionelle Therapie in gekürzter Form, dafür in Kombination mit Robotik-Training. Die letzte Gruppe bekam dieselbe gekürzte konventionelle Therapie, jedoch in Kombination mit *funktioneller Elektrostimulation (FES)*. Die Wirksamkeit dieser drei Therapiemethoden wurde anhand der beiden Assessments *Arm Motor Ability Test (AMAT)* und *Fugl-Meyer Test (FMT)* gemessen.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen auf, dass sowohl die *FMT* als auch die *AMAT* Werte nach den jeweiligen Interventionen bei allen drei Gruppen unabhängig voneinander signifikant gestiegen sind. Hingegen konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Das heisst, bei allen drei

Untersuchungsgruppen hat ein ähnlich hoher motorischer Fortschritt stattgefunden. Damit werden alle drei Behandlungsmethoden als ungefähr gleich effektiv bewertet. Die Autorinnen und Autoren mutmassen, dass die Begründung dieser Ergebnisse darin liegt, dass alle drei Untersuchungsgruppen Behandlungen bekommen haben, die auf Prinzipien des *motorischen Lernens* beruhen. Ausserdem sei es möglich, dass die konventionellen Interventionen mit den Prinzipien des *motorischen Lernens* dazu verholfen haben, die neuen, durch Robotik oder *FES* gelernten Bewegungen zu verfestigen.

Im Allgemeinen konnten die Autorinnen und Autoren bei ihren Ergebnissen im Vergleich zu vorausgehenden Studien, die ähnliche Therapiemassnahmen anwendeten, höhere motorische Fortschritte feststellen. Die Autorinnen und Autoren vermuten, dass diese auffällig hohen Therapiegewinne mit der erhöhten Trainingsintensität zusammen hängen. Sie diskutieren, dass frühere Studien eine hohe Trainingsintensität vermieden hätten, da man davon ausging, dass eine hohe Intensität bei chronischen Patientinnen und Patienten, also drei bis sechs Monate nach dem Schlaganfall, nicht mehr zu einer erhöhten motorischen Erholung beitragen könne.

4.2 Wirksamkeit von Robotik im Vergleich zu konventionellen Therapien

Im Review von Mehrholz et al. (2015) werden 31 Studien miteinbezogen, welche robotergestützte und *elektromechanische* Interventionen für die motorischen Funktionen der oberen Extremitäten im akuten, subakuten und chronischen Stadium mit anderen herkömmlichen Interventionen vergleichen. Dabei wurden Ergebnisse von insgesamt 1078 Probandinnen und Probanden beurteilt. In den Robotik-Gruppen wurden 19 verschiedene *elektromechanische* Geräte verwendet.

Die Hauptegebnisse zeigen auf, dass der Einsatz von Robotik und *elektromechanischem* Training im Vergleich zu konventionellem Training zu signifikant verbesserten motorischen Funktionen führen kann. Dennoch mutmassen die Autorinnen und Autoren dieses Reviews, dass roboterbasierte Therapien für die Verbesserung der motorischen Fertigkeiten nicht bessere Resultate erzielen als von Menschen durchgeführte Therapien, sofern die Therapieintensität dieselbe ist. Sie sehen das Potenzial von robotergestützten Technologien darin, dass im Gegensatz zu konventionellen Therapien die Trainingsintensität durch eine höhere Anzahl an Wiederholungen in einer bestimmten Zeit erhöht werden könne. Ausserdem hat die

Patientin bzw. der Patient die Möglichkeit, gewisse Therapieeinheiten ohne Anwesenheit einer Therapeutin bzw. eines Therapeuten durchzuführen, womit die Therapiekapazität ebenfalls gesteigert werden kann. Damit ist laut Mehrholz et al. (2015) der Einsatz von roboterbasierten Therapien sinnvoll als Ergänzung zur konventioneller Therapie.

Die Autorinnen und Autoren dieses Reviews stufen die Qualität der Evidenz allerdings als niedrig ein. Dies hat damit zu tun, dass es in den Studien eine grosse Spannweite betreffend der Intensität der Therapien, der Dauer, der Anzahl und Arten von Therapien sowie unterschiedliche Kriterien für die Studienteilnahme gab. Deshalb seien die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren. Im Review sind auch Studien enthalten, welche keine signifikanten motorischen Fortschritte von roboterbasierten Therapien im Vergleich zur konventionellen Therapie aufzeigen. Auch im Vergleich von mehrheitlich *proximalem* Robotik Training (Schulter- und Ellenbogenfunktionstraining) zu hauptsächlich *distalen* Robotik-Trainingseinheiten (Arm- und Handfunktionstraining) konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Das Review von Zhang et al. (2017) evaluiert die Effektivität von Robotik-Training im Vergleich zu konventionellem Training bei Schlaganfallpatientinnen und -patienten mit Lähmungserscheinungen an den oberen Extremitäten. Konkret beinhaltet dieses Review 16 Studien mit 496 Teilnehmerinnen bzw. Teilnehmern, welche sich auf die motorischen Funktionen beziehen. Das Review legt in einer ersten allgemeinen Untersuchung signifikant höhere motorische Fortschritte bei robotergestützten Therapien gegenüber konventionellen Therapien dar. Des Weiteren zeigen spezifische Analysen auf, dass roboterbasierte Therapien in Kombination mit konventionellen Therapien zu signifikant höheren motorischen Fortschritten führen als alleinige konventionelle Therapien. Hingegen konnten keine signifikanten Verbesserungen bei alleinigem Robotik-Training im Vergleich zu alleiniger konventionellen Therapie eruiert werden.

Die Autorinnen und Autoren diskutieren den Aspekt, dass durch das Robotik-Training die Anzahl an Wiederholungen erhöht werden könne, wodurch die Gesamtintensität gesteigert würde. Diese gesteigerte Therapieintensität sei damit der Grund für die erhöhten motorischen Fortschritte. Zhang et al. (2017) empfehlen daher, Robotik als

Ergänzung zu konventionellen Therapien einzusetzen, um die bestmöglichen Ergebnisse zu erzielen.

Die Ergebnisse dieses Reviews unterscheiden sich teilweise von früheren Forschungsergebnissen. Ein möglicher Grund dafür könne die rasante Entwicklung von Technologien in den letzten Jahren sein, die stets zu Veränderungen der Robotik-Geräten geführt hat (Zhang et al., 2017).

Takahashi et al. (2016) untersuchten in ihrer Studie die Wirksamkeit von roboterbasierten Therapien als Ergänzung zu Standardtherapien bei hemiplegischen Schlaganfallpatientinnen und -patienten im subakuten Stadium bezüglich den motorischen Funktionen. Dafür wurden alle 54 Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer entweder der Interventionsgruppe oder der Kontrollgruppe zugeordnet. Die Personen der Interventionsgruppe bekamen während sechs Wochen täglich 40 Minuten Standardtherapie durch eine Physio- oder Ergotherapeutin bzw. einen Physio- oder Ergotherapeuten und 40 Minuten Robotik-Therapie für die oberen Extremitäten, wobei das Robotik-Training individuell auf die Fertigkeiten der Teilnehmerin bzw. des Teilnehmers angepasst war. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Kontrollgruppe bekamen während diesen sechs Wochen ebenfalls jeweils 40 Minuten Standardtherapie pro Tag, aber keine robotergestützte Therapie. Anstelle des Robotik-Trainings mussten diese täglich während 40 Minuten ein ausgearbeitetes Eigentaining unter Supervision einer Therapeutin bzw. eines Therapeuten durchführen. Für die Auswertung wurden zehn verschiedene Tests durchgeführt, jedoch sind die Autorinnen und Autoren für die Beurteilung der motorischen Funktionen nur auf den *FMT* und den *Wolf Motor Function Test (WMFT)* genauer eingegangen. Die Ergebnisse des FMT zeigen auf, dass die Interventionsgruppe (Standardtherapie + Robotik Gruppe) gegenüber der Kontrollgruppe (Standardtherapie + Eigentaining) höhere motorische Fortschritte erzielt hat, jedoch waren nicht alle Ergebnisse signifikant. Beim WMFT konnten hingegen keine signifikanten motorischen Verbesserungen der oberen Extremitäten festgestellt werden. Die Autorinnen und Autoren schliessen aus den Ergebnissen, dass Robotik-Training in Kombination zu Standardtherapie durchaus effektiv sein kann. Jedoch müssen die roboterbasierten Programme individuell auf die Patientinnen und Patienten abgestimmt sein.

Im Artikel mit dem Titel „Roboter in der Neurorehabilitation: Trend oder Hype?“ legt Prof. Tobias Nef in einem Interview dar, dass es bislang nur zwei Cochrane Reviews gab, welche die Trainingseffekte von Robotik und konventioneller Physio- oder Ergotherapie vergleichen. Es wird aus dem Artikel jedoch nicht klar, welche Reviews damit gemeint sind. Die Ergebnisse der genannten Cochrane Reviews zeigen, dass roboterbasierte und konventionelle Therapien etwa gleich wirksam sind. Somit könne eine optimale Therapie auch ohne Roboter gewährleistet werden. Wenn Robotik jedoch als Ergänzung eingesetzt werde, könne die Trainingsdauer und Trainingsintensität gesteigert werden. Er sieht demzufolge Robotik-Therapien als einen positiven Trend (Czernotta, 2017).

Zur optimalen Dauer einer robotergestützten Therapie äussert sich Prof. Dr. Nef zudem, dass üblicherweise eine Therapie dreimal wöchentlich für eine Stunde durchgeführt werde. In aktuellen Studien werde meistens eine Therapiedauer von sechs bis acht Wochen als Richtlinie genommen. In der chronischen Phase seien sogar Studiendauern von bis zu sechs Monaten möglich. Zurzeit gäbe es jedoch nur wenige Evidenzen zur optimalen Trainingsdauer (Czernotta, 2017).

4.3 Wirksamkeit von virtuellen Realitätssystemen im Vergleich zu konventionellen Therapien

Im Review von Laver et al. (2017) wurde die Wirksamkeit von virtuellen Realitätssystemen im Vergleich zu einer alternativen Intervention beziehungsweise keiner Intervention auf die motorische Erholung von Arm- und Handfunktionen nach einem Schlaganfall überprüft. Es wurden 22 Studien mit insgesamt 1038 Probandinnen und Probanden eingeschlossen, welche sich auf die motorischen Fertigkeiten der oberen Extremitäten beziehen. Im Review wurden Studien miteinbezogen, welche jegliche Formen von virtuellen Realitätssystemen oder im Handel erhältlichen Spielkonsolen verwendeten. Häufig wurde eine konventionelle Therapie als Kontrollgruppe verwendet.

Dieses Review zeigt auf, dass der Einsatz von virtuellen Realitätssystemen im Vergleich zu konventionellen Therapien keine signifikanten Verbesserungen der Arm- und Handfunktionen bewirken. Im Review wurden dazu diverse Untergruppenvergleiche durchgeführt. Für diese Untergruppenvergleiche wurden die Studieninhalte nach verschiedenen Komponenten geordnet (z.B. Funktionsmessungen der oberen Extremität, Handfunktionsmessungen, Häufigkeit von Einsatz

der Extremität, Langzeitmessung der Armfunktionen, Trainingsintensität, Zeitpunkt nach Ereignis, verwendetes virtuelles Realitätsprogramm und Schweregrad der Beeinträchtigung). So wurden alle vorhandenen Studienresultate, einerseits für die Kontrollgruppen (konventionelle Therapie) und andererseits für die Interventionsgruppen (Therapie mit virtuellen Realitätssystemen), einander gegenüber gestellt. Aus diesen Resultaten konnte man die Signifikanz unter Einfluss der genannten Komponenten ermitteln. Im Review haben nur wenige Messungen signifikante Ergebnisse aufgezeigt. Beispielsweise konnte bei Studien, welche den *FMT* benutzten, ein kleiner signifikanter Effekt festgestellt werden. Selbst Messungen, die nach sechs Monaten mit dem *FMT* durchgeführt wurden, zeigten bei der Interventionsgruppe signifikante Verbesserungen im Vergleich zur Alternativgruppe. Bei der Anwendung von anderen Assessments, welche die motorischen Funktionen beurteilen, konnten allerdings keine signifikanten Unterschiede eruiert werden. Wenn virtuelle Realitätstherapien mit „keiner Intervention“ verglichen wurden, war ein moderater signifikanter Effekt feststellbar. Aufgrund der geringen Anzahl an signifikanten Ergebnissen folgern die Autorinnen und Autoren, dass der Einsatz von virtuellen Realitätssystemen keine höhere Wirksamkeit erzeugt als konventionelle Therapiemethoden. Sobald aber virtuelle Realitätssysteme ergänzend zu konventioneller Therapie eingesetzt wurden und somit eine längere Therapiedauer erzeugten, konnten signifikante Verbesserungen der Armfunktionen festgestellt werden. Es konnten zwar keine genauen Aussagen über eine optimale Therapiedauer von virtuellen Realitätstherapien gemacht werden, allerdings ist eine Tendenz ersichtlich, dass eine Gesamttherapiedauer von über 15 Stunden Training Verbesserungen der motorischen Funktionen der oberen Extremitäten bewirken. Die Autorinnen und Autoren weisen darauf hin, dass alle genannten Resultate mit Vorsicht begutachtet werden sollen, da in den eingeschlossenen Studien häufig eine kleine Anzahl an Teilnehmerinnen und Teilnehmern untersucht wurde.

4.4 Trainingseffekte in der akuten/subakuten versus chronischen Phase

Zhang, Li-tsang & Au (2017) konnten in ihrem Review bei der Anwendung von Robotik-Therapien verglichen mit konventionellen Therapien in der chronischen Phase einen signifikanten Fortschritt feststellen. In der akuten Phase hingegen konnte sie beim selben Vergleich keine signifikanten Verbesserungen eruieren. Damit würde sich der Einsatz von roboterbasierten Therapien insbesondere in der

chronischen Phase lohnen. Die Autorinnen und Autoren mutmassen, dass ein möglicher Grund dafür eine bessere Verträglichkeit von höheren Dosen in der chronischen Phase des Schlaganfalls sein könnte. Laver et al. (2017) hingegen konnten beim Einsatz von virtuellen Realitätssystemen, die ebenfalls höhere Therapiedosen ermöglichen können, keinen Unterschied zwischen der akuten und chronischen Phase feststellen. Alle anderen Studien bzw. Reviews beinhalten keine konkreten Angaben zu motorischen Verbesserungen in den verschiedenen Phasen des Schlaganfalls. Die Studienergebnisse von McCabe et al. (2015) und Takahashi et al. (2016) beziehen sich entweder nur auf die chronische oder auf die akute Phase, weshalb keine vergleichenden Resultate hervorgebracht werden können.

4.5 Auswirkungen von Robotern und virtuellen Realitätssystemen auf die Motivation

Mehrholz et al. (2015) schreiben in ihrem Review, dass die Motivation durch Robotik gesteigert werden könne. Zudem unterstütze bei roboterbasierten Therapien ein visuelles, auditives oder taktiles Feedback das motorische Lernen (Zhang et al., 2017). Laut Starrost & Frick (2017) zeige sich auch beim Einsatz von virtuellen Realitätssystemen in der Praxis, dass beispielsweise *Nintendo Wii* für Jung und Alt interessant sei und die Patientinnen und Patienten motivierter trainieren. Klientinnen und Klienten können durch die Spielform und durch ein direkt erhaltenes Feedback über die erbrachten Leistungen intensiver und länger trainieren. Die entsprechenden Spielübungen müssen die Patientinnen und Patienten herausfordern, interessant und machbar sein, damit die Motivation bestehen bleibe (Starrost & Frick, 2017).

4.6 Kosteneffizienz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen

Die eingeschlossenen Hauptstudien geben wenig Aufschluss über die Kosteneffizienz vom Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen in der Rehabilitation von Schlaganfallpatientinnen und -patienten. Nur in der Studie von McCabe et al. (2015) werden die Kosten berücksichtigt, indem die drei Interventionsgruppen (*motorisches Lernen*, *FES* und Robotik) miteinander bezüglich den verursachten Therapiekosten pro Person verglichen wurden. Die erhobenen Daten beziehen sich auf den amerikanischen Bundesstaat Ohio. Die Resultate zeigen auf, dass die Kosten für Robotik-Therapien pro Person für die gesamte Studiendurchführungsphase um ca. \$1100 höher sind als die Therapiekosten von Therapeutinnen bzw. Therapeuten oder *FES*.

4.7 Robotik versus Therapeutin bzw. Therapeut

Gery Colombo erläutert im Artikel „Der Roboter ist keine Konkurrenz zum Mensch“, dass ein Roboter nicht besser als eine Therapeutin bzw. einen Therapeuten sei. Ein Roboter sei jedoch ausdauernder, da einer Therapeutin bzw. einem Therapeuten irgendwann die Kräfte ausgehen. Besonders im Anfangsstadium der Therapie sei die Unterstützung von Therapeutinnen bzw. Therapeuten besonders wichtig für die Instruktion. Der Roboter sei ganz klar eine Ergänzung, aber keine Konkurrenz zur Therapeutin bzw. zum Therapeuten (Spitale, 2017).

Auch Starrost & Frick (2017) erläutern in ihrem Artikel, dass bei roboterbasierten Therapien immer Expertinnen und Experten benötigt werden, um die Therapiegestaltung an die individuellen Bedürfnisse der Patientinnen und Patienten anzupassen und die Bedienung dieser Geräte zu vermitteln. Um eine Therapie sinnvoll zu gestalten, muss diese an die individuellen Hauptproblematiken der Patientinnen und Patienten angepasst sein. Das bedeutet, dass die Therapeutin bzw. der Therapeut evidenz- oder erfahrungsbasierte Entscheidungen treffen muss, um ein Spiel auszuwählen, damit der Therapieerfolg bei Schlaganfallpatientinnen bzw. -patienten gesteigert werden kann. Für eine effiziente Therapiegestaltung müsse die Therapeutin bzw. der Therapeut die Symptome der Patientinnen und Patienten kennen und einen guten Überblick über die verfügbaren technischen Ressourcen besitzen (Starrost & Frick, 2017).

Da Roboter immer mehr Aufgaben übernehmen, stellt sich die Frage, ob zukünftig weniger Personal im Gesundheitswesen gebraucht wird. Robert Riener legt im Artikel „Mit Robotern gehen lernen“ seine Meinung bezüglich dieser Frage dar und macht generelle Aussagen dazu. Er glaube nicht, dass die zunehmende Automatisierung durch Roboter zu einer Reduktion der Beschäftigung im Gesundheitswesen führe. Er meint, dass für den Einsatz von Rehabilitationsrobotern auch in Zukunft qualifiziertes Gesundheitspersonal nötig sei, um das Training anzuleiten und eine optimale Behandlung zu bieten. Zudem meint er, dass das Fachwissen, die Erfahrung und die Feinfühligkeit durch keinen Roboter ersetzt werden könne (Aumayer, 2017). Starrost & Frick (2017) bestätigt dies mit dem Zitat „Therapeuten sind das unersetzbare Bindeglied zwischen Technik und Patient“ (Starrost & Frick, 2017, S. 32).

Andererseits nimmt der Druck im Gesundheitssystem immer mehr zu (Zhang et al., 2017). Es ist bekannt, dass es durch die demografische Entwicklung immer mehr ältere, rehabilitationsbedürftige Personen gibt, weshalb mit grosser

Wahrscheinlichkeit auch das Personal im Therapiebereich erhöht werden muss. Dies könnte eine Chance für die Robotik sein (Starrost & Frick, 2017). Durch die höhere Selbständigkeit mittels robotergestützter Therapie können Patientinnen und Patienten häufiger alleine oder mit punktueller Unterstützung ein Training durchführen (Zhang et al., 2017).

5 Diskussion

In diesem Kapitel werden zunächst die Hauptergebnisse nochmals kurz zusammengefasst. Nachfolgend werden die verschiedenen Aspekte der Robotik und virtuellen Realitätssystemen diskutiert und mit zusätzlicher Literatur untermauert. Ausserdem werden die Vor- und Nachteile von Robotern und virtuellen Realitätssystemen aufgezeigt und anhand des CMCE-Modells mit den Kernkompetenzen einer Ergotherapeutin bzw. eines Ergotherapeuten verglichen.

5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Für die Beantwortung der Fragestellung wurden neben diversen Artikeln zwei RCT's und drei Reviews beigezogen, welche die Effektivität von roboterbasierten und virtuellen Realitätssystemen untersuchen. Im Folgenden werden die Resultate kurz zusammengefasst.

Die Studienresultate von McCabe et al. (2015) zeigen auf, dass Robotik-Therapien in Kombination mit konventionellen Therapien, welche explizit Prinzipien des *motorischen Lernens* beinhalten, nicht effektiver sind als konventionelle Therapien alleine. Die Ergebnisse dieser Studie können so interpretiert werden, dass entweder die Standardtherapie und die Robotik-Therapie gleich effektiv sind oder dass die Prinzipien des *motorischen Lernens* besonders wirksam sind.

Die Studie von Takahashi et al. (2016) zeigt ebenfalls teilweise signifikante motorische Fortschritte von Robotik-Training in Kombination mit Standardtherapie gegenüber Standardtherapie kombiniert mit einem Eigentaining auf. Jedoch konnten solche nennenswerte Gewinne nur beim *FMT* festgestellt werden, die Anwendung von anderen Tests (z.B. WMFT) zeigten keine signifikanten Ergebnisse.

Die Resultate des Reviews von Zhang et al. (2017) zeigen auf, dass alleinige roboterbasierte Therapien bezüglich den motorischen Fortschritten ungefähr gleich wirksam sind wie konventionelle Therapien. Hingegen konnten signifikante motorische Fortschritte von roboterbasiertem Training in Kombination mit konventioneller Therapie im Vergleich zu alleiniger konventioneller Therapie aufgezeigt werden. Weitere Ergebnisse dieses Reviews legten die erhöhte Wirksamkeit von roboterbasierten Therapien im Gegensatz zu konventionellen Therapien in der chronischen Phase dar, wobei die Autorinnen und Autoren vermuten, dass in der chronischen Phase womöglich höhere Therapiedosen besser verträglich seien als in der akuten Phase.

Das Review von Mehrholz et al. (2015) vergleicht roboterbasierte Therapie mit anderen Therapiemöglichkeiten oder mit „keiner Intervention“ und ermittelt mehrheitlich signifikante motorische Fortschritte von roboterbasierten Therapien gegenüber den anderen Therapieformen. Obwohl beide Reviews signifikante Verbesserungen von roboterbasierten Therapien aufzeigen, wird jeweils darauf hingewiesen, dass das Evidenzniveau sehr niedrig ist, da sich die eingeschlossenen Studien bezüglich Intensität, Dauer, Trainingsmass, Behandlungstyp und Charakteren der Teilnehmerinnen und Teilnehmern unterscheiden.

Das Review von Laver et al. (2017) untersucht die Wirksamkeit von virtuellen Realitätssystemen auf die motorischen Funktionen der oberen Extremitäten. Die Ergebnisse legen dar, dass virtuelle Realitätstherapien die motorischen Funktionen zwar positiv beeinflussen, jedoch nicht effektiver sind als konventionelle Therapien. Auch hier wird auf ein tiefes Evidenzniveau hingewiesen, da die Heterogenität der im Review eingeschlossenen Studien sehr gross ist.

Auch in den Artikeln wird die Wirksamkeit und den Nutzen von Robotern und virtuellen Realitätssystemen thematisiert. So sind sich die drei Experten Tobias Nef, Gery Colombo und Robert Riener einig, dass der Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen eine Therapeutin bzw. einen Therapeuten nicht ersetzen kann. Trotzdem sehen sie in der Robotik und den virtuellen Realitätssystemen ein Potenzial für die Zukunft. Die Anwendung dieser modernen Technologien kann dazu beitragen, die Trainingsintensität zu erhöhen. Dies hat nicht zuletzt damit zu tun, dass der Einsatz solcher Geräte motivierend auf die Betroffenen wirkt.

5.2 Einfluss der Therapiedosis und -intensität auf die motorischen Funktionen

Wie die Ergebnisse von Mehrholz et al. (2015) und Zhang et al. (2017) aufzeigen, kann durch den Einsatz von Robotern die Anzahl Wiederholungen in einer bestimmten Zeit und damit die Therapieintensität gesteigert werden. Diese gesteigerte Therapieintensität führt zu höheren motorischen Fortschritten der oberen Extremitäten. Auch McCabe et al. (2015) diskutieren in ihrer Studien den Aspekt, dass eine erhöhte Trainingsintensität einen positiven Effekt auf die motorischen Funktionen haben. Auf diesen Schluss kamen die Autorinnen und Autoren, indem sie ihre Ergebnisse mit früheren Studienresultaten verglichen, welche eine geringere Trainingsintensität vorweisen. Des Weiteren legt das Review von Laver et al. (2017)

dar, dass durch den Einsatz von virtuellen Realitätssystemen in Kombination mit konventionellen Therapien im Vergleich zu alleinigen konventionellen Therapien eine erhöhte Therapiedosis erzeugt werden kann. Auch hier konnten signifikante Verbesserungen der Armfunktionen aufgezeigt werden.

Die Resultate der eingeschlossenen Studien und Reviews zeigen damit deutlich auf, dass durch den Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen eine erhöhte Trainingsintensität erzeugt werden kann, welche einen positiven Effekt auf die motorischen Funktionen der oberen Extremitäten aufweist. Dabei wird jeweils speziell darauf hingewiesen, dass Roboter und virtuelle Realitätssysteme insbesondere in Kombination mit konventionellen Therapien den grössten Erfolg bewirken. Die Autorinnen der vorliegenden Arbeit schliessen daraus, dass zwischenmenschliche Komponenten von Therapeutinnen und Therapeuten im Vergleich zu den genannten Technologien noch andere Qualitäten aufweisen, die für die motorische Rehabilitation von Schlaganfallpatientinnen und -patienten bedeutsam zu sein scheinen. In Kapitel 5.9 werden die Kompetenzen von Therapeutinnen und Therapeuten anhand des Modells CMCE mit denjenigen von Robotern und virtuellen Realitätssystemen verglichen.

5.3 Auswirkungen von Robotern und virtuellen Realitätssystemen auf die Motivation

Mehrholz et al. (2015) sehen einen grossen Vorteil von roboterbasierten Therapien gegenüber konventionellen Therapien in der gesteigerten Motivation, die durch den Einsatz von modernen Technologien hervorgerufen werden kann. Sie vermuten, dass diese gesteigerte Motivation einerseits auf das direkt erhaltene Feedback zur Ausführungsqualität der Bewegungen, aber auch auf die Neuartigkeit der Geräte zurückzuführen sei. Auch Laver et al. (2017) diskutieren den Aspekt, dass der Einsatz von virtuellen Realitätssystemen möglicherweise motivierend wirken kann und verweisen dabei auf die Evidenz von anderen Studien (McNulty et al., 2015; Webster & Celik, 2014). Ebenfalls wird die Aussage, dass Roboter und *Gamification* Systeme sich oft auf die Motivation und das Engagement der betroffenen Patientinnen und Patienten auswirkt, von Li, Rusák, Horváth, Ji & Hou (2014) untermauert. Sie führen weiter aus, dass diese gesteigerte Motivation wiederum positive Effekte auf die Trainingsintensität und damit auf die motorische Erholung habe. Der Artikel von Glatz, Madle & Sattler (2013) legt die Erfahrung von

Ergotherapeutinnen und -therapeuten dar, die beim Einsatz von computergestützten Therapiegeräten ebenfalls eine erhöhte Motivation ihrer Klientinnen und Klienten feststellen konnten. Im Vordergrund stehe das Erreichen einer bestimmten Punktezahl. Der Anreiz, sich zu steigern, wirke motivierend und die repetierenden Bewegungen würden damit nicht als mühsam und langweilig empfunden werden. Des Weiteren legen sie bezüglich ihrer Praxiserfahrung dar, dass auch viele ältere Personen diesen spielerischen Zugang gerne als Therapieform wählen würden. Ähnliche Phänomene konnten auch die Autorinnen der vorliegenden Arbeit in ihrer Berufspraxis im Zusammenhang mit anderen neurologischen Beeinträchtigungen beobachten. Auch Stanetzki (2012) legt dar, dass Patientinnen und Patienten diese Geräte erstaunlich gut annehmen und sich schnell für diese Art von Rehabilitation begeistern lassen. Gemäss Wiemeyer (2017) erzeugt der spielerische Zugang in der neurologischen Rehabilitation positive Effekte auf die Psyche der Betroffenen. Dadurch werden die Interventionen intensiver und häufiger ausgeführt. Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass die gesteigerte Motivation, welche durch den Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen hervorgerufen wird, einen essentiellen, positiven Einfluss auf die motorischen Fertigkeiten haben kann. Dieser Aspekt ist relevant für die Neurorehabilitation und soll in der Praxis beachtet werden.

5.4 Personaleinsparungen durch den Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen

Wie auch aus dem Kapitel 5.2 hervorgeht, können virtuelle Realitätssysteme und Roboter zu einer erhöhten Therapieintensität und damit zu grösseren motorischen Fortschritten beitragen. Trotzdem wird der Einsatz von Robotik und virtuellen Realitätssystemen vor allem in Kombination mit konventionellen Therapien empfohlen. Ein Grund dafür ist, dass Therapeutinnen und Therapeuten dafür gebraucht werden, um die Roboter bzw. die virtuelle Realitätsprogramme auf die individuellen Bedürfnisse der Patientinnen und Patienten abzustimmen (Zhang et al., 2017). Auch Takahashi et al. (2016) sind der Meinung, dass nur individuell an die Patientenbedürfnisse angepasste Programme zu höheren motorischen Funktionen beitragen können. Des Weiteren sind im Allgemeinen Therapeutinnen und Therapeuten wichtig für die Instruktion der Handhabung dieser modernen technologischen Geräte (Spitale, 2017). Diese beiden Argumente werden auch von

Starrost und Frick (2017) bekräftigt. Die dargelegten Argumente zeigen deutlich auf, dass Therapeutinnen und Therapeuten auch in Zukunft eine wichtige Rolle in der Rehabilitation von Schlaganfallpatientinnen und -patienten spielen. Die menschlichen Therapeutinnen und -therapeuten verfügen über viele Kompetenzen, die nicht von Technologien übernommen werden können. Einige davon werden unter anderem im Kapitel 5.9 diskutiert. Allerdings gehen die Autorinnen der vorliegenden Arbeit davon aus, dass sich das Aufgabengebiet von Therapeutinnen und Therapeuten verändern wird. Das therapeutische Personal wird sich dementsprechend zukünftig auch neue Kompetenzen aneignen müssen.

5.5 Kosteneffizienz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen

Es stellt sich die Frage, ob wirtschaftlich gesehen Therapeutinnen und Therapeuten oder moderne Technologien wie Roboter bzw. virtuelle Realitätssysteme kosteneffizienter sind. Die eingeschlossenen Hauptstudien geben allgemein wenig Aufschluss über die Kosten vom Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen in der Rehabilitation von Schlaganfallpatientinnen und -patienten. Nur die Studie von McCabe et al. (2015) geht auf den Aspekt der Kosteneffizienz ein. Die Resultate zeigen auf, dass die Kosten für Robotik-Therapien pro Person für die gesamte Studiendurchführungsphase ca. um \$1100 höher waren als die Therapiekosten von Therapeutinnen und Therapeuten. Damit lohnt sich der Einsatz von Robotik finanziell nicht, in Anbetracht dessen, dass bezüglich ihren eigenen Studienresultaten mit konventionellen Therapien und *FES* dieselben Fortschritte erzielt werden können. Jedoch muss beachtet werden, dass aus der Studie nicht genau hervorgeht, wie diese Kosten berechnet wurden. Ausserdem beziehen sich die erhobenen Daten auf den amerikanischen Bundesstaat Ohio, weswegen sich die Studienergebnisse kaum auf die Schweiz übertragen lassen. Die Personalkosten oder Technologiekosten der USA lassen sich nicht mit Schweizer Verhältnissen vergleichen. Dazu kommt, dass sich die Daten nur auf einen bestimmten Roboter-Typ beziehen, wobei sich die Ergebnisse nicht auf alle Roboter-Typen generalisieren lassen.

Ebenfalls stellen Starrost & Frick (2017) die hohen Anschaffungskosten von modernen Therapietechnologien als Hindernis für deren Integration in die Praxis dar. So komme der Einsatz von solchen Geräten nur in grösseren und spezialisierten Rehabilitationszentren in Frage. Mehrholz & Thomas (2017) erläutern passend dazu,

dass zurzeit die hohen Anschaffungskosten für Robotik-Therapien von den Krankenkassen nicht speziell vergütet würden. Eine Institution bekomme somit nicht automatisch mehr Geld, wenn sie moderne Technologien in der Rehabilitation einsetze und somit nach den neusten wissenschaftlichen Erkenntnissen arbeite. Zudem seien bisher kaum brauchbare Kosten-Nutzen-Analysen bezüglich dem Gebrauch von robotergestützten Therapien gemacht worden. Zusätzlich zu den hohen Anschaffungskosten kommen Unterhaltskosten sowie die Personalkosten, da regelmässige Schulungen für einen korrekten Umgang durchgeführt werden müssen. Betreffend diesen dargelegten Argumenten sind Mehrholz & Thomas (2017) der Meinung, dass der Einsatz von Robotern in der Rehabilitation momentan nicht kosteneffizienter ist, als konventionelle Therapien. .

Hingegen argumentieren Caramenti et al. (2016), dass durch den Einsatz von roboterbasierten Therapien die Arbeitsbelastung und physische Anstrengung der Therapeutinnen und Therapeuten reduziert werden könne. Schliesslich wird die Therapieintensität oft von der Ausdauer der Therapeutinnen und Therapeuten beschränkt. Auch Ross, Harvey & Lannin (2015) legen den erhöhten Zeitaufwand für Therapeuten bei gesteigerten Therapieintensitäten als Barriere dar. Deshalb sehen sie den Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen als effektive Methoden, um trotz vermindertem Personal eine gesteigerte Trainingsintensität hervorzubringen. So bieten Roboter die Möglichkeit, die betroffenen Berufsgruppen im Gesundheitswesens in ihrer Arbeit zu entlasten, um eine grössere Anzahl von Menschen versorgen zu können (Becker et al., 2013). Den Vorteil, mehr Menschen in einer bestimmten Zeit therapieren zu können, diskutierten auch McCabe et al. (2015). Damit könne auch ein ruhigeres Arbeitssetting bei den Therapeutinnen und Therapeuten geschaffen werden. Des Weiteren bestätigen Boninger und Reinkensmeyer (2012), dass durch neue Technologien in der Rehabilitation von Schlaganfallpatientinnen und -patienten mehr Therapieeinheiten mit weniger Supervision durchgeführt werden können und damit die Kosteneffizienz gesteigert werde.

Wie Czernotta (2017), Spitale (2017) und Starrost & Frick (2017) in ihren Artikeln darlegen, sind Therapieroboter nicht in der Lage, die Therapeutinnen und Therapeuten zu ersetzen, sie werden lediglich als Hilfsmittel eingesetzt, um die Therapiedosis und -intensität zu steigern. Aufgrund dieser angestrebten Therapieeffizienz, die durch Roboter und virtuellen Realitätssystemen herbeigeführt

werden kann, gehen die Autorinnen der vorliegenden Arbeit davon aus, dass sich Technologien auch in Zukunft rasant weiter entwickeln werden. Zudem besteht die Annahme, dass diese Technologien in Zukunft effizienter und kostengünstiger werden. Vielleicht werden sogar neue, effizientere Therapiemethoden hervorgebracht.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die heutige Evidenzlage bezüglich der Kosteneffizienz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen gegenüber konventionellen Therapien sehr gering ist, da kaum brauchbare Kosten-Nutzen-Analysen vorhanden sind. Die Ergebnisse bezüglich Kosten von McCabe et al. (2015) sind zwar interessant, bieten aber viele Kritikpunkte. Ausserdem ist die Aussagekraft einer einzelnen Studie als gering einzustufen. Trotz geringer Evidenzlage hat sich aber die Meinung manifestiert, dass der Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen im direkten Vergleich zur konventionellen Therapie nicht kosteneffizienter ist. Wenn man das Argument betrachtet, dass der zusätzliche Einsatz von Robotern die Arbeitsbelastung der Therapeutinnen und Therapeuten (physisch und psychisch) vermindern kann, sehen die Autorinnen dieser Arbeit sehr wohl Vorteile bezüglich der Kosteneffizienz beim Einsatz von Robotern. Schliesslich führen physische und psychische Überlastungen des Gesundheitspersonals zu weiteren Folgekosten, die ebenfalls miteinberechnet werden müssen. Es muss also eine Mischrechnung zwischen verschiedenen Faktoren gemacht werden. Es ist aber tatsächlich schwierig, allgemeingültige Aussagen über die Kosteneffizienz zu machen, da das Gesundheitssystem ziemlich komplex ist und der Ursache-Wirkungs-Zusammenhang nur schwer überschaubar ist.

5.6 Trainingseffekte in der akuten/subakuten Phase versus chronischen Phase

Zhang et al. (2017) konnten in der chronischen Phase im Vergleich zur akuten Phase grössere motorische Fortschritte aufzeigen. Sie vermuten, dass in der chronischen Phase höhere Therapiedosen besser verträglich sind. Laver et al. (2017) hingegen konnten beim Einsatz von virtuellen Realitätssystemen, die ebenfalls höhere Therapiedosen ermöglichen können, keinen Unterschied zwischen der akuten und chronischen Phase feststellen. Alle anderen Studien bzw. Reviews beinhalten keine konkreten Angaben zu motorischen Verbesserungen in den verschiedenen Phasen des Schlaganfalls.

Da in den eingeschlossenen Studien sich nur wenige Resultate auf die verschiedenen Schlaganfall-Stadien beziehen, ist es schwierig, allgemeine Aussagen über die Wirksamkeit von Robotik und virtuellen Realitätssystemen bezüglich den motorischen Funktionen in den verschiedenen Phasen des Schlaganfalls zu machen. Jedoch finden die Autorinnen der vorliegenden Arbeit den von Globas (2009) ausgeführten Aspekt interessant, dass sich in der chronischen Phase die Funktionsverbesserungen im Vergleich zum akuten Stadium bereits verlangsamt sind. Damit müssten roboterbasierte Therapien in der akuten Phase wirkungsvoller sein. Doch wenn man den Einwand von Zhang et al. (2017) beachtet, dass in der akuten Phase hohe Therapiedosen möglicherweise schlechter verträglich sind, bleibt ungewiss, in welcher Phase das roboterbasierte Training wirkungsvoller ist. Um in Zukunft evidenzbasierte Aussagen über die Wirksamkeit von roboterbasierten oder virtuellen Realitätstherapien in den verschiedenen Phasen des Schlaganfalls machen zu können, müssten Studien gemacht werden, welche derartige Vergleiche aufstellen.

5.7 Güte der verwendeten Assessments in den Hauptstudien bzw. Reviews

Für die Bewertung der motorischen Funktionen der oberen Extremitäten werden in den eingeschlossenen Studien bzw. Reviews verschiedene Assessments eingesetzt (siehe Tabellen 6-14). Aufgrund dieser Verschiedenartigkeit der Assessments ist es im Allgemeinen schwierig, die Studienresultate miteinander zu vergleichen.

Am häufigsten wurde der *FMT* und der *WMFT* verwendet. Der *FMT* wird in der Studie von McCabe et al. (2015) als Messinstrument mit einer guten Validität und Reliabilität bezeichnet. Laut Gladstone, Danells & Black (2002) wird der *FMT* hauptsächlich für die Forschung von Rehabilitations-Roboter eingesetzt. Ebenfalls wird die Reliabilität des *WMFT* als sehr hoch eingestuft, zur Validität hingegen können keine konkreten Aussagen gemacht werden. Jedoch wird in der Literatur beschrieben, dass der *WMFT* mit dem *FMT* eine hohe Übereinstimmung aufweist (Schädler et al., 2006). Insofern kann davon ausgegangen werden, dass sich sowohl der *FMT* als auch der *WMFT* für den Einsatz von wissenschaftlichen Erkenntnissen bezüglich den motorischen Fertigkeiten der oberen Extremitäten eignen. Damit kann den Studienergebnissen, die mit dem *FMT* und/ oder dem *WMFT* erhoben wurden, ein hohes Evidenzniveau zugesprochen werden.

5.8 Negative Auswirkungen von Robotern und virtuellen Realitätssystemen

Die Autorinnen dieser Arbeit gehen davon aus, dass der Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen auch negative Folgen auf die Gesundheit haben können. So wurde im Kapitel 3.3 auf die von Weiss et al. (2014) beschriebene Cybersickness als negative Folge bei der vermehrten Anwendung von virtuellen Realitäten eingegangen. Die eingeschlossenen Studien und Reviews machten jedoch keine Angaben zu solchen negativen Aspekten. Teilweise wurde zwar von Ausscheidungen von Probandinnen und Probanden aus der Studien berichtet, jedoch wurden kaum Gründe dafür genannt. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass diese Teilnehmerinnen und Teilnehmer unter negativen Folgen der Anwendung von Robotern und virtuellen Realitätssystemen gelitten haben und deshalb ausgeschlossen wurden.

5.9 Bezug zum Canadian Model of Client-Centered Enablement (CMCE)

In diesem Abschnitt wird der Bezug zu den Enablement Skills aus dem CMCE hergestellt. Im Folgenden wird auf sechs wesentliche Enablement Skills eingegangen, zu denen aus Sicht der Autorinnen der vorliegenden Arbeit ein wichtiger Bezug zum Einsatz moderner Technologien hergestellt werden kann. Die Enablement Skills werden anhand von einzelnen Beispielen erklärt und mit Überlegungen der Autorinnen der vorliegenden Arbeit sowie zusätzlicher Literatur verglichen. Hierbei gilt es zu bedenken, dass aufgrund der fehlenden deutschen Übersetzung die Enablement Skills entsprechend der alltäglichen ergotherapeutischen Erfahrungen erläutert werden. Die deutsche Übersetzung stützt sich jeweils auf die englische Version von Townsend & Polatajko (2013).

Adapt: Das Enablement Skill „adapt“ bedeutet, etwas anzupassen und in zeitlicher und räumlicher Dimension zu verändern. Eine wesentliche Aufgabe von Ergotherapeutinnen und Ergotherapeuten ist beispielsweise, spezifische Situationen oder Materialien an die Bedürfnisse der Klientinnen und Klienten anzupassen. Als Weiteres kann „adapt“ auch beinhalten, Aufgaben herunterzubrechen bzw. die Anforderungen zu senken, damit die Klientin bzw. der Klient eine Betätigung selbstständig ausführen kann (Townsend & Polatajko, 2013).

„Adapt“ in Bezug zum Einsatz von Robotik und virtuellen Realitätssystemen:

Bei technologischen Rehabilitationsgeräten braucht es eine Therapeutin bzw. einen Therapeuten, um die entsprechenden Programme an die Bedürfnisse der Klientinnen und Klienten anzupassen (Starrost & Frick, 2017). Somit kann die Therapeutin bzw. der Therapeut je nach Grad der Beeinträchtigung der Klientin bzw. des Klienten den Schwierigkeitsgrad anpassen, wodurch der Klientin bzw. dem Klienten eine optimale Therapie angeboten werden kann. Es ist wichtig, dass für die Patientin bzw. den Patienten den richtigen Grad der Herausforderung gewählt wird, damit diese bzw. dieser in der Therapie motiviert bleibt (Starrost & Frick, 2017). Des Weiteren fällt der Therapeutin bzw. dem Therapeuten die Aufgabe zu, geeignete Trainingszeiteinheiten zu definieren. Ausserdem muss gegebenenfalls auch die Positionierung der Patientin bzw. des Patienten und deren bzw. dessen Ausgangsstellung der oberen Extremitäten durch die Therapeutin bzw. den Therapeuten angepasst werden.

Coach: Das Enablement Skill „coach“ beschreibt die Fertigkeit, die Klientin bzw. den Klienten zu beraten, zu unterstützen und zu ermutigen. Coaching bedeutet, Personen zu befähigen, Betätigungen auszuführen, Selbsteinschätzungen zu fördern, Ressourcen und Herausforderungen zu erkennen und gewünschte Ziele zu verfolgen. Dazu gehört auch, den Therapieprozess zu reflektieren (Townsend & Polatajko, 2013).

„Coach“ in Bezug zum Einsatz von Robotik und virtuellen Realitätssystemen:

Damit ein grösstmöglicher Lerneffekt vorhanden ist und die Programme dem Schwierigkeitsgrad der Klientin bzw. des Klienten entsprechen, ist ein stetiger Austausch zwischen der Therapeutin bzw. des Therapeuten und der Klientin bzw. des Klienten essentiell. Diese Beratung und Unterstützung, das sogenannte „Coaching“, kann nicht von Robotern und virtuellen Realitätssystemen übernommen werden, deshalb ist eine Kombination von technologischen Hilfsmitteln und menschlichen Therapeuten unerlässlich (Spitale, 2017). Des Weiteren werden Therapeutinnen und Therapeuten gebraucht, um Fortschritte zu erkennen, erreichte Ziele zu evaluieren und neue Ziele zu setzen. Schliesslich sind Ziele wichtig, um die Wirksamkeit der Therapie aufzuzeigen.

Collaborate: Die Fertigkeit „collaborate“ bedeutet, dass man mit den Klientinnen und Klienten eng zusammenarbeitet. Der Therapieprozess soll miteinander gestaltet und die Ziele gemeinsam verfolgt werden. Dabei geht es um eine partnerschaftliche

Zusammenarbeit zwischen Therapeutinnen bzw. Therapeuten und Klientinnen bzw. Klienten, ohne dass ein hierarchisches Gefälle besteht (Townsend & Polatajko, 2013).

„Collaborate“ in Bezug zum Einsatz von Robotik und virtuellen

Realitätssystemen: Es ist allgemein bekannt, dass eine gute Beziehung zwischen Therapeutinnen bzw. Therapeuten und Patientinnen bzw. Patienten unerlässlich ist, um den Therapieprozess optimal zu gestalten. So beschreiben Lucius-Hoene, Habermann, Kolster und Bernatz (2009), dass die therapeutische Grundhaltung im Zusammenhang mit neurologisch erkrankten Menschen eine wichtige Rolle spiele. Die Besonderheiten der Erkrankungsformen wie beispielsweise Veränderungen von Körperfunktionen und -strukturen erfordern bestimmte Prinzipien des therapeutischen Handelns. Die Klientin bzw. der Klient müsse die Beziehung, welche die Therapeutin bzw. der Therapeut anbietet, als stützend und wertschätzend erleben. Dafür bedarf es neben Empathiefähigkeit und -bereitschaft der Therapeutin bzw. des Therapeuten auch noch weitere Prinzipien, wie Kenntnisse über die Krankheits- und Symptombeschreibung oder das Wissen um die psychosozialen Daten der Krankenakte. Die Qualität der therapeutischen Beziehung beeinflusse, ob sich die Patientin bzw. der Patient in ihrer bzw. seiner momentanen Situation verstanden fühle. Die Autorinnen der vorliegenden Arbeit sind der Ansicht, dass ein solcher Beziehungsaufbau zwischen technologischen Geräten und Menschen nicht möglich sei. Roboter und virtuelle Realitätssysteme sind nach heutigem Standard nicht in der Lage, individuell auf die Bedürfnisse der Klientinnen und Klienten einzugehen. Die Autorinnen dieser Arbeit gehen ohnehin nicht davon aus, dass die genannten Fähigkeiten in naher Zukunft von technologischen Therapiegeräten übernommen werden können.

Educate: Beim Enablement Skill „educate“ geht es darum, die Klientin bzw. den Klienten anzuleiten und zu instruieren. Die Therapeutin bzw. der Therapeut vermittelt der Klientin bzw. dem Klienten dabei sein professionelles Wissen. „Educate“ bedeutet aber auch, dass die Therapeutin bzw. der Therapeut der Klientin bzw. dem Klienten die Umsetzung des Gelernten in den Alltag ermöglicht (Townsend & Polatajko, 2013).

„Educate“ in Bezug zum Einsatz von Robotik und virtuellen Realitätssystemen:

Für die Anwendung von Robotern und virtuellen Realitätssystemen in der Therapie braucht die Klientin bzw. der Klient zunächst eine Einführung in die Handhabung der

entsprechenden Geräte (Spitale, 2017). Ausserdem ist für deren Einsatz ein gewisses Fachwissen über die krankheitsbedingten und anatomischen Sachverhalte nötig. Aufgrund der im Kapitel 1.5.3 von Rohkamm (2003) beschriebenen Nebenerscheinung wie Sprachverständnis-, Sprech- und Bewusstseinsstörungen, ist es unerlässlich, dass die Instruktionen *klientenzentriert* weitergegeben werden. Nur so kann ein optimaler Einsatz der technologischen Geräte gewährleistet werden. Diese Aufgaben können Roboter nicht übernehmen.

Des Weiteren sind Ergotherapeutinnen und -therapeuten dafür zuständig, dass ein Transfer in den Alltag geschieht. Roboter und virtuelle Realitätssysteme sind zwar in der Lage, bis zu einem gewissen Grad die motorischen Fertigkeiten der Klientin bzw. des Klienten zu verbessern. Jedoch heisst das noch lange nicht, dass die Klientin bzw. der Klient damit Alltagstätigkeiten besser ausführen kann. Die verbesserten motorischen Funktionen sind nur Grundbausteine, die nötig sind, um gewisse Tätigkeiten in einem Gesamtzusammenhang auszuführen. Wie im Kapitel 1.3 aufgezeigt, ist der Transfer in den Alltag ein zentrales Element in der Ergotherapie (American Occupational Therapy Association, 2014; World Federation of Occupational Therapists (WFOT), o. J.). Dieser Übertrag muss weiterhin mit einer Therapeutin bzw. einem Therapeuten trainiert werden, da Roboter und virtuelle Realitätssysteme diese Aufgaben nicht übernehmen können.

Engage: Zur Fertigkeit „engage“ gehört laut Townsend & Polatajko (2013) das Ermutigen, das Motivieren und der Vertrauensaufbau zwischen der Klientin bzw. dem Klienten und der Therapeutin bzw. dem Therapeuten. Ein weiterer Kernpunkt ist, dass die Therapeutin bzw. der Therapeut die Klientin bzw. den Klienten an Tätigkeiten heranzuführt und *Partizipation* ermöglicht. Ein zentraler Punkt bei einer Therapie ist damit die „Therapeuten-Klienten-Beziehung“.

„Engage“ in Bezug zum Einsatz von Robotik und virtuellen Realitätssystemen:

Eine Therapeutin bzw. ein Therapeut kann im Gegensatz zu technologischen Geräten das Klientel individuell ermutigen, motivieren und auf deren Bedürfnisse eingehen. Zwar können Roboter und virtuelle Realitätssysteme, wie die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit aufzeigen, ebenfalls motivierend auf den Klienten wirken, jedoch sind deren Möglichkeiten begrenzt.

Specialize: Durch das Enablement Skill „specialize“ können Ergotherapeutinnen und -therapeuten gezielt ihr spezifisches Fachwissen bezüglich der Krankheitssituation

ihrer Klientinnen und Klienten anwenden. Mit gezielten Behandlungstechniken können sie situativ auf die Bedürfnisse der Klientin bzw. des Klienten eingehen (Townsend & Polatajko, 2013).

„Specialize“ in Bezug zum Einsatz von Robotik und virtuellen

Realitätssystemen: Beim Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen können nur Standardprogramme ausgewählt werden. Somit können diese Geräte nicht spontan auf Reaktionen der Patientin bzw. des Patienten (beispielsweise bei Schmerzen) eingehen. Zudem gibt es neben den motorischen Defiziten, wie oben schon erwähnt, häufig noch weitere symptombedingte Schwierigkeiten, welche in einer *klientenzentrierten* Behandlung beachtet werden müssen.

Wie man anhand der Enablement Skills sehen kann, beinhaltet die ergotherapeutische Behandlung viele Aspekte, die von Robotern und virtuellen Realitätssystemen nicht übernommen werden können. Die vielseitige und umfassende Behandlung wird insofern gewährleistet, dass menschliche Therapeutinnen und Therapeuten in der Lage sind, spontan auf gewisse Situationen zu reagieren, ihr Fachwissen einzubringen und ihre Behandlungsweisen dementsprechend anzupassen. Des Weiteren dürfen die zwischenmenschlichen Aspekte nicht ausser Acht gelassen werden, die bei der therapeutischen Behandlung eine zentrale Rolle spielen. Ausserdem sind Therapeuten wichtig für den Transfer der gelernten motorischen Funktionen in Alltagstätigkeiten. So stellen die Autorinnen der vorliegenden Arbeit fest, dass die ergotherapeutischen Kompetenzen, so wie sie im CMCE beschrieben werden, nicht durch Robotik und virtuelle Realitätssystemen ersetzt werden können. Wie in den vorherigen Kapiteln aufgezeigt, können Robotik und virtuelle Realitätssysteme zwar als Ergänzung einen wertvollen Beitrag zur Verbesserung der motorischen Funktionen leisten, doch wirklich ersetzen können sie eine menschliche Therapeutin bzw. einen Therapeuten nicht.

5.10 Gültigkeit der Resultate und Limitationen der Studien

Um die Resultate nach Gültigkeit beurteilen zu können, muss man einiges über die Hintergründe der Studien bzw. Reviews wissen. Hierbei soll erwähnt werden, dass die Autorinnen dieser Bachelorarbeit nicht alle Ergebnisse auf dem gleichen Evidenzniveau einstufen. So stellen die beiden Studien von McCabe et al. (2015) und Takahashi et al. (2016) ein niedrigeres Evidenzniveau dar als die Reviews von

Zhang et al. (2017), Mehrholz et al. (2015) und Laver et al. (2017). Die Aussagekraft der Reviews ist insofern grösser, da mehrere Studienergebnisse miteinbezogen wurden und die Resultate auf Basis viel grösserer Anzahlen an Teilnehmerinnen und Teilnehmern erhoben werden konnten. Trotzdem muss beachtet werden, dass die Aussagekraft wiederum abnimmt, je grösser die Unterschiede der Studieninhalte sind. So beschreiben alle inkludierten Reviews, dass die Resultate mit Vorsicht begutachtet werden sollen, da die Heterogenität der einbezogenen Studien sehr gross ist. Damit ist gemeint, dass beispielsweise die Ein- und Ausschlusskriterien unterschiedlich definiert wurden, die Studien in unterschiedlichen Ländern mit unterschiedlichen Kulturen durchgeführt wurden, verschiedene Phasen des Schlaganfall (akut, subakut, chronisch) beachtet wurden, unterschiedliche Assessments verwendet oder verschiedenen Outcomes gemessen wurden (z.B. motorische Funktionen, Kraft, Aktivitäten des täglichen Lebens, usw.). Als Empfehlung für weitere Forschungen in diesem Bereich sollten jeweils ähnliche Studiendesigns verwendet werden. Ausserdem erachten es die Autorinnen der vorliegenden Arbeit als sinnvoll, dass in zukünftigen Studien akute und chronische Schlaganfallpatienten separat behandelt werden, um aussagekräftige Ergebnisse über die Wirksamkeit von Robotern oder virtuellen Realitätssystemen in den verschiedenen Stadien machen zu können.

Ein weiteres Kriterium, das Aufschluss über die Gültigkeit der Ergebnisse gibt, ist das Alter der Studien. Die eingeschlossenen Studien und Reviews sind mindestens vom Jahre 2015 und damit relativ aktuell. Wobei man hierbei bedenken muss, dass die in den Reviews enthaltenen Studien teilweise schon älter sind. Trotzdem lässt sich die Aktualität der Studien als positives Bewertungskriterium beurteilen. Ausserdem wurde in den jeweiligen Reviews nur RCT's eingeschlossen, womit im Allgemeinen ein hoher Evidenzgrad der Resultate erwartet werden kann.

Ein Ergebnis, das die Autorinnen dieser Bachelorarbeit besonders erstaunt hat, bezieht sich auf das Review von Laver et al. (2017), indem die Wirksamkeit von virtuellen Realitätssystemen untersucht wurde. Die Resultate zeigen auf, dass virtuelle Realitätstherapien im Vergleich zu konventionellen Therapien keine höheren Gewinne erzielen. Interessanterweise zeigen die vorangehenden Versionen dieses Reviews von 2011 und 2015, die ebenfalls die Wirksamkeit von virtuellen Realitätstherapien auf die motorischen Funktionen der oberen Extremitäten bei Schlaganfallpatienten untersuchten, andere Ergebnisse auf. Die beiden jüngeren

Reviews konnten signifikante Verbesserungen von virtuellen Realitätstherapien im Vergleich zu konventioneller Therapie aufzeigen. Einige Gründe für die Abweichung der Reviews können laut den Autoren des Reviews verschiedene Ein- und Ausschlusskriterien sowie aktuellere Studien mit einem anderen Fokus sein. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit müssen mit Vorbehalt betrachtet werden. In den Studien und Reviews wurden unterschiedliche Sachverhalte untersucht, weshalb die Resultate nicht direkt gegenüber gestellt werden können. So wurde in einigen Studien die Wirksamkeit von Robotik gegenüber der Wirksamkeit von konventioneller Therapie untersucht. In einigen anderen Studien hingegen wurde nur deren Kombination erforscht. In wiederum anderen Studien wurden beide Vergleiche gemacht. Ausserdem wird in den meisten Publikationen nicht oder nur knapp beschrieben, was die konventionellen Therapieeinheiten beinhalten. Damit können die entsprechenden Studienergebnisse im Grunde nicht direkt miteinander verglichen werden. Alle konventionellen Therapien, egal welche Prinzipien sie beinhalte, werden für den Vergleich mit Robotern und virtuellen Realitätssystemen in den inkludierten Studien und Reviews als gleichwertig betrachtet. Dasselbe gilt bei den Robotern und virtuellen Realitätstherapien. Da in den Studien viele unterschiedliche Geräte eingesetzt wurden, könne die Ergebnisse einander nicht direkt gegenübergestellt werden.

Auch die Ergebnisse der Artikel mit den Expertinnen- und Expertenmeinungen müssen mit Vorsicht interpretiert werden. Schliesslich beruhen diese Aussagen nur teilweise auf Evidenzen und die Meinungen der Expertinnen und Experten kommen aus unterschiedlichen Erfahrungen zusammen, welche nicht konkret ausgeführt sind.

5.11 Ausblick

In diesem Kapitel werden Überlegungen angestellt, wie sich Roboter und virtuelle Realitätssysteme in der Neurorehabilitation weiter entwickeln könnten.

Gemäss Tobias Nef ist zu erwarten, dass Therapieroboter als Hilfsmittel in Zukunft noch breiter und häufiger eingesetzt werden. Sein Traumdenken wäre, dass die Assistenztechnik sich so weit entwickelt, dass diese auch bei den Patientinnen und Patienten zu Hause einsetzbar ist, in kompakter und handlicher Version (Czernotta, 2017). Ebenso soll es in Zukunft möglich sein, den Patientinnen und Patienten virtuelle Trainingsprogramme mit nach Hause zu geben und im ambulanten Setting zu überprüfen (Starrost & Frick, 2017).

Sogenannte Assistenzroboter gibt es schon. Diese Roboter zeichnen sich dadurch aus, dass sie Menschen bei alltäglichen Aufgaben unterstützen (Becker et al., 2013). Möglicherweise können solche persönlichen Assistenzroboter in Zukunft die Betroffenen soweit unterstützen, dass sie erkennen, wo die Betroffenen im Alltag Schwierigkeiten haben und darauf entsprechend reagieren. In diesem Bereich wird gemäss Becker et al. (2013) zurzeit stark geforscht. Die grösste Herausforderung dabei ist, dass Roboter autonom agieren können. Dafür müsste er die Umgebung erkennen und wahrnehmen. Angenommen, dieses Szenario würde eintreffen, dann bräuchte es die Rehabilitations-Roboter möglicherweise gar nicht mehr. Doch bis es soweit ist, muss noch einiges in die Forschung investiert werden. Ob diese Zukunftsszenarien jemals eintreffen werden, bleibt vorerst dahin gestellt. Die Autorinnen dieser Arbeit sehen ebenfalls einen Bedarf an Therapierobotern für das Heim-Setting. Damit könnte die nötige Therapieintensität über einen längeren Zeitraum, auch besonders nach dem Klinikaustritt, aufrechterhalten werden. Aufgrund der momentan hohen Kosten der Geräte sehen die Autorinnen auch die Möglichkeit zur Ausleihe solcher Therapiegeräte als sinnvoll und erstrebenswert.

5.12 Allgemeine Schlussfolgerungen

In den letzten Jahrzehnten wurden viele neue Technologien für die funktionelle Rehabilitation der oberen Extremitäten entwickelt (Brewer, Horgan, Hickey & Williams, 2013). Ausserdem wurden viele Forschungsarbeiten zum Einsatz von roboterbasierten Technologien und virtuellen Realitätssystemen für die Verbesserung motorischer Fertigkeiten von Schlaganfallpatientinnen und -patienten durchgeführt. Trotzdem ist es schwierig, im Rahmen dieser Bachelorarbeit, konkrete und allgemeingültige Aussagen über deren Wirksamkeit deren Geräte zu machen. Dies hat hauptsächlich damit zu tun, dass die Studiendesigns, die Untersuchungsgegenstände und die Stichproben in den dargelegten Studien sehr unterschiedlich sind. Andererseits existiert mittlerweile eine Vielzahl an verschiedenartigen Robotern und virtuellen Realitätssystemen, so dass es kaum möglich ist, alle Geräte mit ihren unterschiedlichen Funktionsweisen im Überblick zu haben.

Dennoch werden folgende Schlussfolgerungen abgeleitet:

1. Der Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen sind in der Rehabilitation von motorischen Defiziten gleich effektiv oder sogar effektiver wie konventionelle Therapien, die durch eine Physio- oder Ergotherapeutin

bzw. einen Physio- oder Ergotherapeuten durchgeführt werden, insbesondere in Bezug auf das motorischen Lernen. In der Literatur wird aber oft empfohlen, Roboter und virtuelle Realitätssysteme in Kombination mit Standardtherapie anzuwenden, um den grösstmöglichen Erfolg zu erzielen.

2. Roboter und virtuelle Realitätssysteme können die Therapiedauer bzw. Intensität in Kombination mit konventionellen Therapien steigern, womit in einer kürzeren Zeitspanne mehr Patientinnen und Patienten therapiert werden können.
3. Roboter und virtuelle Realitätssysteme haben einen positiven Einfluss auf die Motivation der Patientinnen und Patienten, was hauptsächlich damit zu tun hat, dass die Betroffenen ein direktes Feedback (visuell, auditiv oder taktil) über die Ausführungsqualität und Quantität der Übungen bekommen. Ausserdem scheint die Neuartigkeit dieser Geräte auf grosse Neugier zu stossen. Die erhöhte Motivation führt dazu, dass die Therapieintensität gesteigert wird, was wiederum einen positiven Effekt auf die Rehabilitation der motorischen Funktionen hat.
4. Trotz all dieser Argumente sind die entsprechenden modernen Technologien nicht in der Lage, das therapeutische Personal zu ersetzen. Dies hat insbesondere damit zu tun, dass die Therapeutinnen und Therapeuten einerseits wichtig sind für die Instruktion der technologischen Geräte, andererseits dafür zuständig sind, dass roboterbasierte und virtuelle Realitätstherapien an die Bedürfnisse der Patientinnen und Patienten angepasst sind. Des Weiteren spielen die zwischenmenschlichen Komponenten und das spezifische Fachwissen der Therapeutinnen und Therapeuten eine wichtige Rolle in der Rehabilitation von Schlaganfallpatientinnen und -patienten. Ausserdem kann der Übertrag in den Alltag von Roboter und virtuellen Realitätssystemen nicht gewährleistet werden. Roboter und virtuelle Realitätssysteme sind damit zwar nicht in der Lage, Therapeutinnen und Therapeuten zu ersetzen, jedoch könnte eine Verschiebung der Aufgaben des therapeutischen Personals stattfinden.
5. Der Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen für die Neurorehabilitation sind momentan sehr teuer. Dies hat in erster Linie mit den hohen Entwicklungskosten der entsprechenden Geräten zu tun.

6. Roboter und virtuelle Realitätssysteme haben durch weitere Forschung das Potenzial, sich weiter zu entwickeln und auch neue effektive Therapiemethoden hervorzubringen. Möglicherweise könnten zukünftige Geräte auch für die Therapie zu Hause eingesetzt werden.

Wie man sieht, ist ein Nutzen vom Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen in der Rehabilitation von motorischen Fertigkeiten bei Schlaganfallpatientinnen und -patienten vorhanden, und es bleibt spannend, wie sich diese Technologien weiter entwickeln werden.

5.13 Empfehlungen für die Praxis

Wie anhand der vorliegenden Arbeit aufgezeigt wird, besteht ein grosses Potenzial von Robotern und virtuellen Realitätssystemen in der Praxis. Dennoch sollten die Ergebnisse und der Einsatz von technologischen Geräten auch kritisch beurteilt werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich der Einsatz von Robotern und virtuellen Realitätssystemen als Ergänzung in der ergotherapeutischen Praxis trotz hohen Anschaffungskosten lohnt. In Anbetracht dessen, dass aufgrund der demographischen Entwicklung die Schlaganfallquote weiter ansteigen wird, kann der Einsatz der entsprechenden Geräte effizientere Behandlungen hervorbringen. Damit können in einer bestimmten Zeit mehr Therapieeinheiten durchgeführt werden. Ausserdem können solche Geräte zur körperlichen Entlastung des Therapiespersonals beitragen. Aus diesen Gründen wird empfohlen Roboter und virtuelle Realitätssysteme in Kombination mit konventioneller Ergo- oder Physiotherapie anzuwenden. Zudem ist es wichtig, dass die Therapeutinnen und Therapeuten vollumfänglich über die Bedienung der Geräte informiert sind. Damit lässt sich die Empfehlung ableiten, dass regelmässig Weiterbildungen zu den entsprechenden Geräten stattfinden. Insbesondere dann, wenn neue Geräte eingeführt werden. Des Weiteren sollen die Therapeutinnen und Therapeuten daraufhin geschult werden, die Negativfolgen vom Einsatz der entsprechenden Geräte zu erkennen und somit früh genug darauf reagieren zu können.

Da sich die technologischen Geräte fortlaufend weiterentwickeln, sollte das Gesundheitspersonal stets offen sein gegenüber neuen Methoden. Es muss damit gerechnet werden, dass sich die Aufgaben von Therapeutinnen und Therapeuten in Zukunft verändern werden.

Eines ist aber klar: Roboter und virtuelle Realitätssysteme werden die Therapeutinnen und Therapeuten nie komplett ersetzen können.

5.14 Limitationen der vorliegenden Arbeit

Die Autorinnen sind sich bewusst, dass in der vorliegenden Arbeit einige Limitationen vorhanden sind, die im Folgenden erläutert werden.

Als erstes gilt zu bemerken, dass keine der eingeschlossenen Studien und Reviews sich ausschliesslich auf die ergotherapeutische Praxis bezieht. Die Wirksamkeit von Robotern und virtuellen Realitätssystemen wird meistens im Zusammenhang mit physiotherapeutischen Standpunkten dargelegt.

Des Weiteren soll betont werden, dass Vergleiche zwischen Studien und Reviews schwierig sind, da durch deren Heterogenität kaum eindeutige Vergleichspunkte hervorgehen und die Aussagekraft nicht als gleichwertig angesehen werden darf. Ausserdem muss beachtet werden, dass die Studien in englischer Sprache verfasst wurden und die Inhalte teilweise nur sinngemäss ins Deutsche übersetzt werden konnten. Übersetzungsfehler können daher nicht ausgeschlossen werden.

Als weitere Limitation liegt der Sachverhalt vor, dass die vorliegende Arbeit die motorischen Funktionen untersucht, jedoch wäre für die Ergotherapie insbesondere interessant, wie sich die gewonnenen motorischen Fertigkeiten auf die Ausführung von Alltagstätigkeiten auswirken würden. Dies würde jedoch den Rahmen dieser Bachelorarbeit sprengen.

Eine weitere Limitation ist, dass die Autorinnen der vorliegenden Arbeit sich nicht vollständig über die Inhalte der angewendeten Assessments im Klaren sind. Aus den entsprechenden Studien und Reviews geht nicht immer hervor, ob sich die Assessments auf die motorischen Fertigkeiten beziehen. Nur der *FMT* und der *WMFT* schienen eindeutig zu sein, weshalb diese beiden Assessments im Vordergrund stehen.

Wenn man die Ergebnisse der gesamten Arbeit betrachtet, fällt ausserdem auf, dass der Fokus insgesamt auf der Robotik liegt und die virtuelle Realität eher in den Hintergrund gerückt ist. Dies hängt damit zusammen, dass die Autorinnen der vorliegenden Arbeit aufgrund der definierten Ein- und Ausschlusskriterien mehr Literatur zur Robotik eingeschlossen haben.

6 Literaturverzeichnis

- American Occupational Therapy Association. (2014). Occupational therapy practice framework: Domain and process, *68* (1), 1–48.
- Amshoff, T., von Aufschnaiter, D., Bader-Johansson, C., Balk, M., Becker, K., Bertram, A. M. et al. (2010). *Physiolexikon: Physiotherapie von A-Z*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Arya, K. N., Pandian, S., Verma, R. & Garg, R. K. (2011). Movement therapy induced neural reorganization and motor recovery in stroke: A review. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, *15*, 528–537.
doi:10.1016/j.jbmt.2011.01.023
- Aumayer, H. (2017, März 30). Mit Robotern gehen lernen. *Universität Zürich UZH*.
Zugriff am 10.3.2018. Verfügbar unter:
<http://www.news.uzh.ch/de/articles/2017/robotik.html>
- Becker, H., Scheermesser, M., Früh, M., Treusch, Y., Auerbach, H., Hüppi, R. A. et al. (2013). *Robotik in Betreuung und Gesundheitsversorgung*. Zürich: Hochschulverlag.
- Boninger, M. L. & Reinkensmeyer, D. J. (2012). Technologies and combination therapies for enhancing movement training for people with a disability. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *9* (17), 1–10. doi:10.1186/1743-0003-9-17
- Brendel, K. (2015). Kritische Evaluation von Literatur. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Brewer, L., Horgan, F., Hickey, A. & Williams, D. (2013). Stroke rehabilitation: Recent advances and future therapies. *QJM*, *106* (1), 11–25.
- Caramenti, M., Bartenbach, V., Gasperotti, L., Oliveira da Fonseca, L., Berger, T. W. & Pons, J. L. (2016). Challenges in Neurorehabilitation and Neural

- Engineering. In J.L. Pons, R. Raya & J. González (Hrsg.), *Emerging Therapies in Neurorehabilitation II* (S. 1–28). Cham: Springer.
- Czernotta, A. (2017). Roboter in der Neurorehabilitation: Trend oder Hype? *Psychiatrie & Neurologie*, 3, 26–27.
- Dehnhardt, B. (2012). Canadian Model of Occupational Performance and Engagement (CMOP-E). *Ergotherapie – Fachzeitschrift des ErgotherapeutInnen-Verbandes Schweiz*, 8, 22–26.
- Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM). (2012). *Schlaganfall DEGAM-Leitlinie Nr. 8*. Düsseldorf: Omikron Publishing.
- Dünnwald, U. (2009). Hemiplegie. In C. Habermann & F. Kolster (Hrsg.), *Ergotherapie im Arbeitsfeld Neurologie* (2. Auflage, S. 203–262). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- ErgotherapeutInnen-Verband Schweiz (EVS). (o. J.). Berufsprofil. Zugriff am 21.9.2017. Verfügbar unter:
<http://www.ergotherapie.ch/index.cfm?Nav=40&ID=16>
- Fragile Suisse. (o. J.). Schlaganfall: Zahlen und Fakten. Zugriff am 21.9.2017. Verfügbar unter:
<http://www.fragile.ch/hirnverletzung/ursachen/schlaganfall/zahlen-fakten/>
- George, S. & Hummel, K. (2005). Neurologische Erkrankungen. In C. Habermann & C. Wittmershaus (Hrsg.), *Ergotherapie im Arbeitsfeld Geriatrie* (S. 145–169). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Gladstone, D. J., Danells, C. J. & Black, S. E. (2002). The fugl-meyer assessment of motor recovery after stroke: a critical review of its measurement properties. *Neurorehabil Neural Repair*, 16 (3), 232–240.
 doi:10.1177/154596802401105171
- Glatz, A. H., Madle, R. & Sattler, J. (2013). I, Robot? *SeneCura*, 4, 25–29.

- Globas, C. (2009). Hintergrund: Rehabilitation und Plastizität. *neuoreha*, 1, 10–18.
- Haas, C. & Blischke, K. (2009). Bedeutung der Repetition für das motorische Lernen – Lehren aus der Sportwissenschaft. *neuoreha*, 1, 20–27. doi:10.1055/s-0029-1242444
- Hidler, J., Hamm, L. F., Lichy, A. & Groah, S. L. (2008). Automating activity-based interventions: the role of robotics. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 45 (2), 337–344. doi:10.1682/JRRD.2007.01.0020
- Krebs, H. I. & Volpe, B. T. (2013). Rehabilitation robotics. *Handb Clin Neurol*, 110, 283–294. doi:10.1016/B978-0-444-52901-5.00023-X
- Krieger, B. (2012). Was tun Ergotherapeuten/-innen und Ergotherapeutinnen? *Ergotherapie – Fachzeitschrift des ErgotherapeutInnen-Verbandes Schweiz*, 8, 15–17.
- Lam, M. Y., Tatla, S. K., Lohse, K. R., Shirzad, N., Hoens, A. M., Miller, K. J. et al. (2015). Perceptions of Technology and Its Use for Therapeutic Application for Individuals With Hemiparesis: Findings From Adult and Pediatric Focus Groups. *JMIR rehabilitation and assistive technologies*, 2 (1), 1–12. doi:10.2196/rehab.3484
- Laver, K. E., Lange, B., George, S., Deutsch, J. E., Saposnik, G. & Crotty, M. (2017). Virtual reality for stroke rehabilitation (Review). *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 11, 1–146. doi:10.1002/14651858.CD008349.pub4
- Li, C., Rusák, Z., Horváth, I., Ji, L. & Hou, Y. (2014). Current status of robotic stroke rehabilitation and opportunities for a cyber-physically assisted upper limb stroke rehabilitation. *Proceedings of TMCE*, 1, 899–914.
- Lucius-Hoene, G., Habermann, C., Kolster, F. & Bernatz, S. (2009). Grundlagen der Zusammenarbeit mit dem Patienten. In C. Habermann & F. Kolster (Hrsg.),

- Ergotherapie im Arbeitsfeld Neurologie* (S. 110–117). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Lüthi, H. (2010). Fugl-Meyer-Assessment – Erholung nach Schlaganfall messen. *physiopraxis*, 8 (4), 40–41. doi:10.1055/s-0030-1253655
- Maciejasz, P., Eschweiler, J., Gerlach-Hahn, G.-H., Jansen-Troy, A. & Leonhardt, S. (2014). A survey on robotic devices for upper limb rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11 (3), 1–29. doi:10.1186/1743-0003-11-3.
- Mackay, J. & Mensah, G. A. (2004). *The atlas of heart disease and stroke*. Genf: World Health Organization.
- McCabe, J., Monkiewicz, M., Holcomb, J., Pundik, S. & Daly, J. J. (2015). Comparison of robotics, functional electrical stimulation, and motor learning methods for treatment of persistent upper extremity dysfunction after stroke: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96 (6), 981–990.
- McNulty, P. A., Thompson-Butel, A. G., Faux, S., Lin, G., Katrak, P., Harris, L. R. et al. (2015). The efficacy of Wii-based movement therapy for upper limb rehabilitation in the chronic poststroke period: a randomized controlled trial. *International Journal of Stroke*, 10, 1253–1260. doi:10.1111/ijss.12594.
- Mehrholz, J., Elsner, B. & Thomas, S. (2017a). Elektromechanisch- und roboterassistiertes Training der oberen Extremität. *neuroreha*, 9, 160–166.
- Mehrholz, J., Elsner, B. & Thomas, S. (2017b). Virtuelle Realität: Was ist im Einsatz? *neuroreha*, 9, 9–14.
- Mehrholz, J., Pohl, M., Platz, T., Kugler, J. & Elsner, B. (2015). Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm

- function, and arm muscle strength after stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 11, 1–126. doi:10.1002/14651858.CD006876.pub4
- Mehrholz, J. & Thomas, S. (2017). Roboter in der Neurorehabilitation. *neuroreha*, 9, 153–159.
- Meyer, K., Simmet, A., Arnold, M., Mattle, H. & Nedeltchev, K. (2009). Stroke events, and case fatalities in Switzerland based on hospital statistics and cause of death statistics. *Swiss Med Wkly*, 129 (5–6), 65–69. doi:smw-12448.
- Molinari, M., Esquenazi, A., Anastasi, A. A., Nielsen, R. K., Stoller, O., D’Andrea, A. et al. (2016). Rehabilitation Technologies Application in Stroke and Traumatic Brain Injury Patients. In J.L. Pons, R. Raya & J. González (Hrsg.), *Emerging Therapies in Neurorehabilitation II* (S. 29–64). Cham: Springer.
- Nichols-Larsen, D. S., Clark, P. C., Zeringue, A., Greenspan, A. & Blanton, S. (2005). Factors Influencing Stroke Survivors’ Quality of Life During Subacute Recovery. *Stroke*, 36 (7), 1480–1484.
doi:10.1161/01.STR.0000170706.13595.4f
- Oxford. (o. J.). English Oxford living Dictionaries. *Definition of virtual reality in English*. Zugriff am 2.2.2018. Verfügbar unter:
https://en.oxforddictionaries.com/definition/virtual_reality
- Public Health Resource Unit England (Hrsg.). (2006). Critical Appraisal Skills Programme (CASP): Making Sense Of Evidence.
- Ris, I. & Preusse-Bleuler, B. (2015). Arbeitsinstrument für ein Critical Appraisal (AICA) eines Forschungsartikels. Schulungsunterlagen Bachelorstudiengänge Departement Gesundheit. Winterthur: ZHAW.
- Rohkamm, R. (2003). *Taschenatlas Neurologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Ross, L. F., Harvey, L. A. & Lannin, N. A. (2015). Strategies for increasing the intensity of upper limb task-specific practice after acquired brain impairment: A

- secondary analysis from a randomised controlled trial. *British Journal of Occupational Therapy*, 79 (6), 353–360. doi:10.1177/0308022615615590
- Sale, P., Franceschini, M., Mazzoleni, S., Palma, E., Agosti, M. & Posteraro, F. (2014). Effects of upper limb robot-assisted therapy on motor recovery in subacute stroke patients. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11 (104), 1–8. doi:10.1186/1743-0003-11-104
- Schädler, S., Kool, J., Lüthi, H., Marks, D., Oesch, P., Pfeffer, A. et al. (2006). *Assessments in der Neurorehabilitation* (1. Auflage.). Bern: Verlag Hans Huber.
- Schüler, T. (2014). *Abstrakte virtuelle Illusionen für die Schlaganfalltherapie*. Osnabrück: Universität Osnabrück.
- Spitale, T. (2017, Juli 31). Der Roboter ist keine Konkurrenz zum Mensch. *Zürcher Oberländer*, S. 4.
- Stanetzki, J. (2012, Mai 7). Geräte- und robotergestützte Therapie nach Schlaganfall. *ergotherapie.org - Das grosse Ergotherapie-Portal*. Zugriff am 10.3.2018. Verfügbar unter: <http://www.ergotherapie.org/2012/05/geraete-und-robotergestuetzte-therapie-nach-schlaganfall/>
- Starrost, K. & Frick, V. (2017). Einsatz neuer Technologien in der neurologischen Rehabilitation - Therapeutenperspektive. *neuroreha*, 9, 31–34. doi:10.1055/s-0042-124241
- Subramanian, S. K. & Levin, M. F. (2011). Viewing medium affects arm motor performance in 3D virtual environments. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 8 (36), 1–9. doi:10.1186/1743-0003-8-36.
- Takahashi, K., Domen, K., Sakamoto, T., Toshima, M., Otaka, Y., Seto, M. et al. (2016). Efficacy of Upper Extremity Robotic Therapy in Subacute Poststroke

- Hemiplegia: An Exploratory Randomized Trial. *Stroke*, 47 (5), 1385–1388.
doi:10.1161/STROKEAHA.115.012520
- Thomas, S., Elsner, B. & Mehrholz, J. (2017). Virtuelle Realität für die motorische Erholung nach Schlaganfall. *neuroreha*, 9, 24–29.
- Townsend, E. A. & Polatajko, H. J. (2013). *Enabling Occupation II: Advancing an occupational therapy vision for health, well-being & justice through occupation* (2. Auflage). Ottawa: Canadian Association of Occupational Therapists.
- Webster, D. & Celik, O. (2014). Systematic review of Kinect applications in elderly care and stroke rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11 (108), 1–24. doi:10.1186/1743-0003-11-108
- Weiss, P. L., Kizony, R., Feintuch, U., Rand, D. & Katz, N. (2014). Virtual reality applications in neurorehabilitation. In M.E. Selzer, S. Clarke, L.G. Cohen, G. Kwakkel & R.H. Miller (Hrsg.), *Textbook of Neural Repair and Rehabilitation* (S. 198–219). New York: Cambridge University Press.
- Wiemeyer, J. (2017). Serious Games in der Neurorehabilitation – Ziele, Anforderungen und Perspektiven. *neuroreha*, 9, 19–23.
- World Federation of Occupational Therapists (WFOT). (o. J.). Definition of Occupational Therapy. Zugriff am 21.9.2017. Verfügbar unter:
<http://www.wfot.org/AboutUs/AboutOccupationalTherapy/DefinitionofOccupationalTherapy.aspx>
- Zervos-Kopp, J. (2013). *Anatomie, Biologie und Physiologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Zhang, C., Li-tsang, C. W. P. & Au, R. K. C. (2017). Robotic approaches for the rehabilitation of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Rehabilitation Research*, 40 (1), 19–28.
doi:10.1097/MRR.0000000000000204

7 Tabellenverzeichnis

Bei den aufgelisteten Tabellen handelt es sich jeweils um eigene Darstellungen

Tabelle 1: Enablement Skills mit Erläuterungen	17
Tabelle 2: Keywordtabelle mit Schlüsselbegriffen, Synonymen und Schlagwörtern .	21
Tabelle 3: Ein- und Ausschlusskriterien.....	22
Tabelle 4: Darstellung der ausgewählten Literatur	24
Tabelle 5: Übersicht Datenbanken	25
Tabelle 6: Übersicht Studie 1.....	29
Tabelle 7: Übersicht Studie 2.....	30
Tabelle 8: Übersicht Review 1	31
Tabelle 9: Übersicht Review 2	32
Tabelle 10: Übersicht Review 3.....	33
Tabelle 11: Übersicht Artikel 1	34
Tabelle 12: Übersicht Artikel 2.....	34
Tabelle 13: Übersicht Artikel 3.....	34
Tabelle 14: Übersicht Artikel 4.....	35
Tabelle 15: Abkürzungsverzeichnis	73

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Canadian Model of Client-Centred Enablement (CMCE).....	17
--	----

Townsend, E. A., Polatajko, H. J., Craik, J., & Davis, J. (2007). Canadian Model of Client-Centred Enablement. In E. A. Townsend and H. J. Polatajko (Hrsg.), *Enabling occupation II: Advancing an occupational therapy vision for health, well-being, & justice through occupation* (S. 110). Ottawa: CAOT Publications ACE.

9 Wortzahl

- Abstract: 185 Wörter
- Arbeit: 11'636 Wörter
(exkl. Abstract, Tabellen, Abbildungen, Verzeichnisse, Danksagung, Eigenständigkeitserklärung und Anhänge)

10 Danksagung

Ein herzliches Dankeschön gilt unserer Betreuerin Andrea Weise, die uns während der ganzen Arbeit unterstützend und kompetent zur Seite stand. Wir möchten uns auch herzlich bei den Korrekturleserinnen und Korrekturlesern Marianne Faust, Esther Renggli und Pius Brantschen bedanken für die wertvollen Feedbacks. Auch einen besonderen Dank geht an Adrian Notter, der uns bei technischen Fragen mit Rat und Tat zur Seite stand. Ein weiteres Dankeschön geht an unsere Familien und Freunde, die mit motivierenden Worten zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

11 Eigenständigkeitserklärung

Eigenständigkeitserklärung:

„Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst haben.“

Ort, Datum

Unterschrift

Faust Seraina

Ort, Datum

Unterschrift

Renggli Michaela

12 Anhänge

Anhang A: Abkürzungsverzeichnis

Tabelle 15: Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	
RCT	Randomized Controlled Trial (Randomisierte kontrollierte Studie)
FES	Funktionelle Elektrostimulation
FMT	Fugl-Meyer Test
WMFT	Wolf Motor Function Test
AMAT	Arm Motor Ability Test
CMOP-E	Canadian Model of Occupational Performance and Engagement
CMCE	Canadian Model of Client-Centered Enablement
et al.	et alia (und weitere)
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
UZH	Universität Zürich
ZHAW	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

Anhang B: Glossar

AMAT

Der AMAT (Arm Motor Ability Test) ist ein Assessment, das die motorischen Fertigkeiten der oberen Extremitäten anhand von 13 komplexen funktionellen Aufgaben des täglichen Lebens misst. Der AMAT wird insbesondere bei Menschen mit Verletzungen des zentralen Nervensystems eingesetzt. Dabei werden die Betroffenen bei der Ausführung der Aufgaben gefilmt, und die Zeit wird gestoppt. Beispiele der enthaltenen Aufgaben sind z.B. Messer und Gabel aufheben, etwas schneiden, aus einer Tasse trinken usw. (Kopp, B., Kunkel, A., Flor, H., Platz, T., Rose, U., Mauritz, K.-H. et al. (1997). The Arm Motor Ability Test: Reliability, Validity, and Sensitivity to Change of an Instrument for Assessing Disabilities in Activities of Daily Living. *Arch Phys Med Rehabil*, 78 (6), 615–620.)

Befähigung

Unter Befähigung wird das Schaffen von Möglichkeiten zur Teilnahme an Alltagsaufgaben und Betätigungen verstanden, trotz physischer, psychischer oder geistiger Beeinträchtigungen. (ErgotherapeutInnen-Verband Schweiz (EVS). (o. J.). Fachsprache. Zugriff am 17.4.2018. Verfügbar unter: <http://www.ergotherapie.ch/index.cfm?ID=125&Nav=40>)

Betätigung

Betätigungen sind bedeutungsvolle Tätigkeiten für eine Person, die über einen Zeitraum geschehen, einen Zweck haben und oft von Anderen beobachtet werden können. (American Occupational Therapy Association. (2014). Occupational therapy practice framework: Domain and process. *American Journal of Occupational Therapy*, 68 (1), 1–48.)

Betätigungsperformanz

Die Betätigungsperformanz beschreibt, wie eine Person eine Handlung ausführt, beziehungsweise wie die dynamische Interaktion von der Person selbst, ihrer Betätigung und ihrer Umwelt ist. (Dehnhardt, B. (2012). Canadian Model of Occupational Performance and Engagement (CMOP-E). *Ergotherapie – Fachzeitschrift des ErgotherapeutInnen-Verbandes Schweiz*, 8, 22–26.)

Brunnstrom Stage III oder IV (es gibt Brunnstrom Stufen von I-VI)

Der Brunnstrom Ansatz erfasst die Bewegungsmuster von Patienten mit Hemiparese. Das Assessment hat 6 verschiedene Stadien, in welche die motorischen Fertigkeiten eingeteilt werden. Die Einteilung basiert aufgrund des Spastizitätsgrades und dem Auftreten von bewussten Bewegungen. (Naghdi, S., Ansari, N. N., Mansouri, K. & Hasson, S. (2010). Neurophysiological and clinical study of Brunnstrom recovery stages in the upper limb following stroke. *Brain injury*, 24, 1372–8. doi:10.3109/02699052.2010.506860)

Distal

„Distal“ ist die Bezeichnung für rumpffernere Körperteile. (Zervos-Kopp, J. (2013). *Anatomie, Biologie und Physiologie*. Stuttgart: George Thieme Verlag.)

Elektromechanik

„Die Elektromechanik ist ein Teilgebiet der Elektrotechnik, das sich vor allem mit der Erzeugung mechanischer Vorgänge mit Hilfe elektrischer Antriebe befasst“. (zit. nach: ELEKTROMECHANIK - Definition und Synonyme von Elektromechanik im Wörterbuch Deutsch. (o. J.). . Zugriff am 27.3.2018. Verfügbar unter: <https://educalingo.com/de/dic-de/elektromechanik>)

FES

Die Funktionelle Elektrostimulation (FES) ist eine Behandlungsmethode, die durch elektrischen Strom das periphere Nervensystem stimuliert. Diese elektrischen Impulse wirken anstelle von Nervenreizen auf die Muskeln ein, wobei Muskelaktivität erzeugt werden kann. (Caramenti, M., Bartenbach, V., Gasperotti, L., Oliveira da Fonseca, L., Berger, T. W. & Pons, J. L. (2016). Challenges in Neurorehabilitation and Neural Engineering. In J.L. Pons, R. Raya & J. González (Hrsg.), *Emerging Therapies in Neurorehabilitation II* (S. 1–28). Schweiz: Springer.)

Fugl-Meyer Assessment

Das Fugl-Meyer Assessment dient dazu, die motorische Erholung nach einem Schlaganfall zu bestimmen. Das Assessment ist in obere- und untere Extremitäten unterteilt. Das Fugl Meyer Assessment der oberen Extremitäten misst Bewegungen der Schulter-, Ellbogen-, Hand- und Fingergelenke mit oder ohne Beteiligung von Synergien. Zudem misst es die Koordination, Sensibilität, Gelenkbeweglichkeit und Gelenkschmerzen. Die Qualität der Bewegungen wird in einer dreistufigen Skala

dokumentiert (0 = keine Funktion, 1 = Funktion teilweise vorhanden, 2 = vollständige Funktion) (Lüthi, 2010, S. 201). Dem Fugl-Meyer Assessment wird eine hohe Reliabilität (Zuverlässigkeit) und Validität (Gültigkeit) zugemessen. (Lüthi, H. (2010). Fugl-Meyer-Assessment – Erholung nach Schlaganfall messen. *physiopraxis*, 8 (4), 40–41. doi:10.1055/s-0030-1253655; Gladstone, D. J., Danells, C. J. & Black, S. E. (2002). The fugl-meyer assessment of motor recovery after stroke: a critical review of its measurement properties. *Neurorehabil Neural Repair*, 16, 232–240; Sanford, J., Moreland, J., Swanson, L. R., Stratford, P. W. & Gowland, C. (1993). Reliability of the Fugl-Meyer assessment for testing motor performance in patients following stroke. *Physical Therapy*, 73, 447.)

Gamification

Als Gamification werden einzelne Spielelemente bezeichnet, die auf einen spielfremden Kontext übertragen werden, mit dem Ziel, eine Verhaltens- und Motivationssteigerung der NutzerInnen zu erlangen. (Bendel, O. (o. J.). Gamification. *Gabler Wirtschaftslexikon*. Zugriff am 29.10.2017. Verfügbar unter: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/gamification.html>)

Gerontechnologie

Gerontechnologie ist eine Zusammensetzung aus den Wörtern Gerontologie (Alterswissenschaft) und Technologie. Es werden Forschungen und Entwicklungen basierend auf wissenschaftlichen Erkenntnissen über den Alterungsprozess durchgeführt. Die Gerontechnologie befasst sich mit Technologien, die die Bedürfnisse einer alternden Gesellschaft erfüllt. Es umfasst jegliche Art von Technologie, die ein aktives, selbstständiges und unabhängiges Altern unterstützt. (Harrington, T. L. & Harrington, M. K. (2000). *Gerontechnology: Why and How?* Maastricht: Shaker Publishing B.V.)

Hämorrhagischer Insult

Unter einem hämorrhagischen Insult wird eine Blutung in andere Hirnbereiche durch eine Ruptur (Riss) im Gehirn genannt. Dies führt zu einer Druckerhöhung auf das umliegende Gewebe, wobei es auch zu einem Gewebsuntergang im Versorgungsgebiet des gerissenen Gefäßes führt. (Dünnwald, U. (2009). Hemiplegie. In C. Habermann & F. Kolster (Hrsg.), *Ergotherapie im Arbeitsfeld Neurologie* (2. Auflage, S. 203–262). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.)

Handlungsfähigkeit

„Handlung wird in der Ergotherapie als übergreifender Begriff für alles verwendet, was ein Mensch tut, tun möchte oder was von ihm erwartet wird. Handlungsfähigkeit bedeutet, Handlungen planen und ausführen zu können. Handlungen haben eine hohe persönliche und soziokulturelle Bedeutung: Das tun zu können, was man in seinem Alltag tun möchte und braucht, ist wichtig für Gesundheit und Lebensqualität. Durch Handlungen kann der Mensch seine Umwelt verändern und etwas zur Gesellschaft beitragen, in der er lebt: Handlungen ermöglichen die Teilhabe (Partizipation) an der Gesellschaft und an verschiedenen Lebensbereichen.“ (zit. nach: CLAUDIANA - Landesfachhochschule für Gesundheitsberufe. (o. J.). Ergotherapie - Was bietet sie heute und in Zukunft? Zugriff am 18.4.2018. Verfügbar unter: <http://www.dachs.it/de/kap-1.php>)

Hemiparese

Eine Hemiparese ist eine inkomplette (unvollständige) Lähmung einer Körperhälfte, die beispielsweise durch einen Schlaganfall erworben werden kann. (Pschyrembel Redaktion. (o. J.). Hemiparese. Pschyrembel Online. Zugriff am 16.3.2018. Verfügbar unter: <https://www.pschyrembel.de/Hemiparese//list/>)

Bei einer Hemiparese sind teilweise noch motorische Funktionen vorhanden. (Dünnwald, U. (2009). Hemiplegie. In C. Habermann & F. Kolster (Hrsg.), *Ergotherapie im Arbeitsfeld Neurologie* (2. Auflage, S. 203–262). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.)

Hemiplegie

Eine Hemiplegie ist eine vollständige Lähmung einer Körperhälfte. Als Synonym wird häufig umgangssprachlich auch Halbseitenlähmung gebraucht. (Pschyrembel Online Hemiplegie. (o. J.). Zugriff am 27.3.2018. Verfügbar unter: <https://www.pschyrembel.de/Hemiplegie/K09M2/doc/>)

Ischämischer Insult

Bei einem ischämischen Insult entsteht ein Verschluss eines Gefässes. Dies führt zu einer Minderdurchblutung und zum Sauerstoffmangel im entsprechenden Versorgungsgebiet. Somit wird das Hirngewebe im betroffenen Bereich geschädigt. Dies kann kurzzeitig oder auch dauerhaft und irreparabel sein.

(Dünnwald, U. (2009). Hemiplegie. In C. Habermann & F. Kolster (Hrsg.), *Ergotherapie im Arbeitsfeld Neurologie* (2. Auflage, S. 203–262). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.)

Klientenzentrierung

Klientenzentrierung bedeutet, dass der Klient im Mittelpunkt steht. Er kann seine Wünsche und Vorstellungen während dem Therapieprozess mitteilen und gilt als ebenbürtig. Beide sind Experten, der Therapeut für die Behandlungsformen und der Klient über sich selbst. (ergotherapie.org. (o. J.). Klientenzentrierung. Zugriff am 18.4.2018. Verfügbar unter:

<http://www.ergotherapie.org/2012/05/klientenzentrierung/>)

Motorisches Lernen

Motorisches Lernen findet statt, wenn motorische Leistungen durch das Repetieren von Bewegungsmustern verbessert werden. (spektrum.de. (o. J.). motorisches Lernen. Zugriff am 18.4.2018. Verfügbar unter:

<https://www.spektrum.de/lexikon/psychologie/motorisches-lernen/10040>) Bei hinreichender Wiederholungshäufigkeit kommt es zu Funktionsveränderungen ganzer *Neuronenverbände* und damit zum motorischen Lernen. (Haas, C. & Blischke, K. (2009). Bedeutung der Repetition für das motorische Lernen – Lehren aus der Sportwissenschaft. *neuoreha*, 1, 20–27. doi:10.1055/s-0029-1242444)

Neuronen

Neurone sind Nervenzellen. Sie sind die Grundbausteine des Nervensystems. (Zervos-Kopp, J. (2013). *Anatomie, Biologie und Physiologie*. Stuttgart: George Thieme Verlag.)

Neuroplastizität

Als Neuroplastizität bezeichnet man die Anpassungsfähigkeit des Gehirns. Durch häufige Repetitionen von Bewegungen entsteht eine vermehrte Stimulation des neuronalen Netzwerkes. Dies führt zu einer Ausdehnung der entsprechenden Hirnareale. (Glatz, A. H., Madle, R. & Sattler, J. (2013). I, Robot? *SeneCura*, (4), 25–29.)

Nintendo Wii

Nintendo Wii ist eine interaktive Spielkonsole. Damit können beispielsweise ein Fitnessstraining durchgeführt werden oder verschiedene Sportarten und Fun-Games

gegen virtuelle Gegner gespielt werden. Durch in der Fernbedienung integrierte Beschleunigungssensoren werden die Bewegungsdaten gemessen und an die Konsole übertragen. Durch diese Bewegungserkennung können die Spieler mit dem Bildschirm interagieren. (Hurkmans, H. L., Ribbers, G. M., Streur-Kranenburg, M. F., Stam, H. J. & van den Berg-Emons, R. J. (2011). Energy expenditure in chronic stroke patients playing Wii Sports: a pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 8, 38. doi:10.1186/1743-0003-8-38)

Partizipation

Partizipation bedeutet gesellschaftliche Teilhabe, durch das Einbezogenensein in eine Lebenssituation mittels Tätigkeiten in einem sozialen Kontext. (ErgotherapeutInnen-Verband Schweiz (EVS). (o. J.). Fachsprache. Zugriff am 17.4.2018. Verfügbar unter: <http://www.ergotherapie.ch/index.cfm?ID=125&Nav=40>)

Proximal

Proximal ist in der Medizin die Bezeichnung für rumpfnaher Körperteile. (Zervos-Kopp, J. (2013). *Anatomie, Biologie und Physiologie*. Stuttgart: George Thieme Verlag.)

WMFT

Der Wolf Motor Function Test (WMFT) ist ein motorischer Funktionstest, mit dem man die Arm-Hand-Aktivitäten beurteilen kann. (Hartwig, M. (2011). Assessment: Modifizierter Wolf Motor Function Test – Greifen, heben, stapeln. *physiopraxis*, 9 (6), 40–41. doi:10.1055/s-0031-1283266)

Anhang C: Zusammenfassung und Beurteilung der Studien nach AICA

Titel der Studie 1: Comparison of Robotics, Functional Electrical Stimulation, and Motor Learning Methods for Treatment of Persistent Upper Extremity Dysfunction After Stroke: A Randomized Controlled Trial (2015)

Zusammenfassung der Studie:

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<ul style="list-style-type: none"> • Verschiedene Methoden des Motor learning (ML) wurde bereits oft in der Literatur dargelegt • Die Meisten Resultate der bisherigen Studien waren zwar statistisch signifikant, aber trotzdem waren die Gewinne klein • Ebenfalls haben zusätzlich zu ML-Training, technologie-basierte OE Therapien (Robotik-Training & FES) gute Resultate gezeigt • Robotik-Training haben bei Menschen mit chronischem Schlaganfall bereits statistisch signifikante Gewinne bei Beeinträchtigungen (impairments) erzielt, jedoch waren einige Ergebnisse nicht klinisch signifikant bei der Messung von der Koordination • FES hat sich bei chronischen Patienten 	<ul style="list-style-type: none"> • Studien Design: <ul style="list-style-type: none"> ○ Randomisierte kontrollierte Studie mit 3 Gruppen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Robotik-Training + ML ▪ FES + ML ▪ ML alleine ○ Alle 3 Gruppen haben folgendes Behandlungsschema absolviert: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 5h/day in 5d/week für 12 Wochen → 60 Behandlungen ○ Messungen wurden vor und nach der Behandlung gemacht • Auswahl der Studienteilnehmer: <ul style="list-style-type: none"> ○ 174 Telefonanfragen wurden gemacht → 135 eigneten sich nicht für die Studien (Gründe: erfüllen Einschlusskriterien nicht, haben nicht genug Zeit, Kontakt verloren usw. (siehe p.983 rechts im Kasten) ○ 39 Personen eigneten sich für die Studie ○ Einschlusskriterien: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Beeinträchtigung der OE seit über einem Jahr ▪ Zumindest ein Aufspüren einer Muskelkontraktion in den Handgelenk Extensoren ▪ Einzelner & einseitiger Schlaganfall ▪ Funktionen & Mobilität ist ausreichend, 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 von 39 Teilnehmern konnten die Studie nicht beenden → Gründe dafür wurden angegeben (TN wurden vom entsprechenden Medical center weggebracht oder familiäre Gründe) → Der Gruppen-Charakter wurde jedoch nicht verändert (→ wird im Text ausgeführt p. 284 rechte Spalte) • Die TN kamen bei der Studienteilnahme nicht zu Schaden • Ausgangslage: Zu Beginn (Baseline) war kein signifikanter Unterschied zw. den 3 Behandlungs-Gruppen erkennbar • AMAT Messung <ul style="list-style-type: none"> ○ Für die AMAT/ AMAT-S/E & AMAT-W/H Messungen <u>zwischen</u> den Gruppen gab es <u>keine signifikante</u> Resultate ○ Für die AMAT/ AMAT-S/E & AMAT-W/H Messungen <u>innerhalb</u> den Gruppen gab 	<ul style="list-style-type: none"> • Direkter Vergleich von Schulter/Ellbogen Robotik ↔ Handgelenk/ Hand FES ↔ ML <ul style="list-style-type: none"> ○ In der Studie sind keine signifikante Veränderungen zwischen den 3 Gruppen bezüglich den Messungen von 13 komplexen funktionellen Aufgaben und Beeinträchtigungen der Gelenke-Koordination aufgetreten → möglicher Grund: Alle Gruppen haben ML bekommen ○ Die Autoren zeigten in einer früheren Studie folgendes auf: <ul style="list-style-type: none"> ▪ p.986 rechte spalte ○ Es könnte sein, dass das ML-Training die durch Robotik & FES neu gelernten Gelenk Koordination festigt/ verstärkt. • Unterschiede von weniger stark Betroffenen (in anderen Studien) zu stark Betroffenen (in der aktuellen Studie): <ul style="list-style-type: none"> ○ Im Vergleich sind die Gewinne in der vorliegenden Studie: <ul style="list-style-type: none"> ▪ vergleichbar bei Robotik +ML ▪ höher bei ML alleine ▪ doppelt so hoch bei FES + ML

<p>ebenfalls als nützlich erwiesen für die Verbesserung von Beeinträchtigungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jedoch fehlten bisher vergleichende Informationen zu FES & Robotik-Therapien • Es gibt wenig Evidenz, dass eine Kombination von ML Training + Technologie basiertes Training nützlicher ist als ML Training alleine bezogen auf funktionelle Aufgaben des täglichen Lebens • Bisher haben viele Studien den Fokus auf milde Beeinträchtigungen nach einem Schlaganfall gelegt und weniger auf die stark Betroffenen (≤ 36 Punkte des FM (Fugl-Meyer)) • Ziel dieser Studie: Untersuchung von verschiedenen Behandlungsmethoden <ul style="list-style-type: none"> ○ 1) Schulter/ Ellbogen Robotik + ML versus ○ 2) wrist/hand FES + ML versus ○ 3) ML alleine bei stark betroffenen Schlaganfallpatienten anhand von komplexen funktionellen Aufgaben des täglichen Lebens 	<p>um selbständig Aktivitäten des täglichen Lebens ausführen zu können</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stabile medizinische Voraussetzungen ▪ Keine anderen neurologischen Erkrankungen ▪ Fähigkeit 2-Schritt-Anleitungen auszuführen <ul style="list-style-type: none"> ○ Alle Studienteilnehmer wurden zuvor über die Bedingungen aufgeklärt <ul style="list-style-type: none"> • Technologie: <ul style="list-style-type: none"> ○ Art des Roboters für die Therapie: InMotion2 Shoulder-Elbow Robot \rightarrow 2 Grad von Freiheiten \rightarrow weiter Beschreibungen des Roboters auf p. 982, rechte Spalte) ○ FES \rightarrow Infos für die Art des FES ebenfalls auf p. 982 beschrieben • Interventionen <ul style="list-style-type: none"> ○ Ziel besteht darin, eine Erholung für die Bewegungen die man braucht um funktionelle Aufgaben und komplexe Aufgaben auszuführen, hervorzurufen. ○ ML-Prinzipien: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Training von Bewegungen so nahe an normativen Bewegungen wie möglich ▪ Grosse Anzahl an Repetitionen ▪ Aufmerksamkeit soll auf die motorische Aufgabe gelenkt sein ▪ Spezifisches Training ▪ \rightarrow ML trainiert isolierte Gelenke-Bewegungen der Scapula, Schulter, Ellbogen, Vorderarm, Handgelenk, Finger, Daumen ○ Aufgabenkomponenten: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erreichen, Greifen, Griff loslassen usw. ▪ Bedeutungsvolle funktionelle Aufgaben wurden für die TN gebraucht ○ 1 Therapeut behandelt eine Gruppe von 	<p>es <u>signifikante</u> Resultate</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Für die FM, FM shoulder/ Ellbow , FM wrist/ hand Messungen (Koordination) <u>zwischen</u> den Gruppen gab es <u>keine signifikante</u> Resultate ○ Für die FM, FM shoulder/ Ellbow , FM wrist/ hand Messungen (Koordination) <u>innerhalb</u> den Gruppen gab es <u>signifikante</u> Resultate ○ Descriptive statistics für die AMAT-F scale, AMAT S/E-F & AMAT W/H-F Messungen: Die Punkteverbesserung (pre/post) ist bei allen Gruppen > 0.21 \rightarrow das bedeutet alle Resultate (ausser 2) signifikant sind ○ Descriptive statistics für die FM coordination scale: <ul style="list-style-type: none"> ▪ In der Robotik + ML und FES + ML Gruppen haben 75% & 92% der TN einen signifikanten Gewinn erzielt ○ In der ML Gruppe haben 100% der TN einen signifikanten Gewinn erzielt 	<p>\rightarrow genaue Zahlen sind in Studie angegeben</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potentieller Effekt der Behandlungs-Intensität: <ul style="list-style-type: none"> ○ Die vorliegende Studie erzielte höhere Gewinne. Die Autoren vermuten, dass diese Gewinne mit der hohen Trainingsintensität (im Gegensatz zu anderen Studien) zusammen hängt (5 h/session \rightarrow 60 sessions in 12 weeks) (\rightarrow Vergleich mit Literatur) ○ Die aktuelle Forschung hat Tests mit hohen Trainingsintensitäten vermieden, da man glaubte, dass eine erhöhte Intensität 3-6 Monaten nach dem Schlaganfall nicht zu einer erhöhten Erholung führt. Doch viele andere Studien haben auch bewiesen, dass die Intensität wichtig ist (Verweise auf solche Studien) • Verbesserung durch funktionelle Aufgaben: <ul style="list-style-type: none"> ○ In dieser Studie wurde aufgezeigt, dass die genannten Methoden die Ausführung von funktionellen Aufgaben signifikant verbessern (konnte bisher in anderen Studien noch nicht bewiesen werden. Drei mögliche Gründe: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Der hohe Gewinn innerhalb der Gruppen (FM Score) hat möglicherweise einen positiven Einfluss auf den AMAT-Test (13 komplexe funktions Test) ▪ Gezielte Anwendung von ML-Training • In der Studie war das Verhältnis von Therapeut zu den TN 1:3 \rightarrow Durch den Einsatz von Robotik & FES war es
--	--	--	---

	<p>3 TN (5 d/week)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Es gibt 3 Therapeuten → Jeder davon war einer der 3 Behandlungsgruppen zugeteilt ○ Details zu den Interventionen <ul style="list-style-type: none"> ▪ ML + Robotic: 1.5h/d Robotic Training ▪ FES + ML: 1.5h/day FES Anwendung ▪ ML: 5h ML-Training ● 1. Test: Arm Motor Ability Test (AMAT) <ul style="list-style-type: none"> ○ "Misst" die Ausführung von funktionellen Aufgaben des täglichen Lebens (13 komplexe funktionelle Aufgaben → gemessen in Sek. + auf Video aufgenommen) ○ Der AMAT wird unterteilt in: <ul style="list-style-type: none"> ▪ AMAT S/H → für Schulter & Ellbogen ▪ AMAT W/H → für Handgelenk & Hand → diese Aufteilung hat gute Validität & Reliabilität gezeigt! ● 2. Test: Fugl-Meyer coordination scale (FM) <ul style="list-style-type: none"> ○ "Misst" die Koordination der oberen Extremitäten → hat eine gute Validität & Reliabilität! ○ Der FM wird unterteilt in: <ul style="list-style-type: none"> ▪ FM für Schulter/ Ellbogen ▪ FM für Handgelenk/ Hand ● Für die Untersuchung der Signifikanz zwischen den Gruppen wird der AMAT-F verwendet (Gewinn von 0.21 Punkte ist signifikant) ● Statistische Analyse: <ul style="list-style-type: none"> ○ Für die Analyse wurde die Software IBM SPSS Version 19.0 verwendet ○ Verwendete Tests: <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Nonparametric Kruskal-Wallis test:</u> <ul style="list-style-type: none"> ● Vergleich von Start-Messungen (AMAT & FM) zwischen den 3 		<p>einfacher, dies zu kombinieren, da diese Technologien unabhängige Therapien erzeugen → zufriedenen Arbeits-Atmosphäre der Therapeuten</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Berücksichtigung der Kosten → ein Beispiel in Ohio (USA) <ul style="list-style-type: none"> ○ Jahreseinkommen eines Therapeuten beträgt \$98'0000 ○ Ein OE Roboter kostet ca. \$89'000 und hat eine Lebensdauer von 5 Jahren → jährliche Kosten (inkl. Service) beträgt \$8000 ○ FES kostet ca. \$4000 mit einer Lebensdauer von vier Jahren ○ Die Kosten exemplarisch für diese Studie (mit 3:1 Verhältnis TN ↔ Therapeut): <ul style="list-style-type: none"> ▪ ML alleine: \$4'570 ▪ FES + ML: \$4'604 ▪ Robotik + ML: \$5'668 → FES + ML oder ML alleine ist am günstigsten ● Limitationen dieser Studie: <ul style="list-style-type: none"> ○ Sample size war mit 35 TN (11,12,12) zu klein → grössere Stichprobe hätte vielleicht signifikante Gruppenunterschiede aufgezeigt ○ Das Verhältnis von 1:3 (Therapeut:TN) wurden als geeignet angenommen, aber müsste zuerst klinisch getestet werden ○ Diese Studie hat keine direkten Vergleich von FES zu Robotik gemacht sondern: Robotik S/E und FES W/H → Warum? Es gib 2 Annahmen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ FES ist vlt. nützlicher für wrist/hand Interventionen weil es einfach für die Aktivierung der
--	---	--	---

	<p>Gruppen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vergleich von Start- & End Messung (AMAT & FM) innerhalb der Gruppen ▪ <u>Wilcoxon signed-rank test</u> <ul style="list-style-type: none"> • Zusätzliche Analyse innerhalb der Gruppe → Vergleich von Start- & End Messungen ○ Des Weiteren wurden weitere Berechnungen mit dem AMAT-F, AMAT S/E-F & AMAT W/H-F gemacht → Diese Resultate waren alle signifikant → Beschreibende Statistik 		<p>Handgelenksexensoren & - flexoren angewendet werden kann Zudem können Roboter befähigen und ermöglichen weniger therapeutische Aufsicht?</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Roboter sind besser geeignet für Komplexe Schulter/ Ellbogen Bewegungen → Die Anwendung von FES an der Schulter ist sehr kompliziert → Ist schwierig das Potential auszuschöpfen ○ Es konnten keine „follow-up“ Daten erhoben werden → weitere Studien sollten dies noch untersuchen! <p>• Conclusion: siehe Studie</p>
--	---	--	--

Würdigung der Studie:

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<ul style="list-style-type: none"> • Der Zweck der Studie wurde klar angegeben: Das Ziel der Studie besteht darin, verschiedenen Behandlungsmethoden (ML, Robotik Schulter/ Ellbogen, FES Handgelenk/ Hand) für die Verbesserung der motorischen Fähigkeiten bei stark betroffenen Schlaganfall-Patienten anhand von komplexen funktionellen Aufgaben des täglichen Lebens (Assessment AMAT) zu vergleichen • Die Notwendigkeit der Studie wurde gerechtfertigt: <ul style="list-style-type: none"> ○ Vorgängige Studien haben den Fokus vor allem auf milde Beeinträchtigungen gelegt. Diese Studie fokussiert sich auf die stark beeinträchtigten motorischen Funktionen ○ es gibt bisher nur wenig Evidenz, dass eine Kombination von ML + technologiebasierte Methoden nützlicher ist als ML Training alleine ○ Es fehlen vergleichende Informationen zu FES & Robotik Therapien für 	<ul style="list-style-type: none"> • Studiendesigne: randomisierte kontrollierte Studie → Studiendesigne entsprach der Studienfrage: <ul style="list-style-type: none"> ○ Da ein Vergleich zwischen verschiedenen Behandlungsansätzen untersucht werden will, macht es Sinn, dass die Studie mit einer Kontrollgruppe durchgeführt wird ○ Randomisierung soll immer gemacht werden falls möglich → aussagekräftiger ○ ABER: man hat Robotik Schulter/ Ellbogen mit FES Handgelenk/ Hand verglichen. Warum? Da man schon Vermutungen hat, dass diese beiden Methoden in ihren Bereichen die effektivsten sind (Aufbauend auf Vorwissen) → Aber es ist daher eigentlich kein direkter Vergleich zwischen den Methoden → Outcome ist verfälscht! • Ethik: Es wurde kein Bezug zur Ethik aufgestellt → keine ethischen Prinzipien der Studien erläutert • Systematische Fehler die aufgetreten sein könnte: <ul style="list-style-type: none"> ○ man kann nicht Robotik Schulter/ Ellbogen mit FES Handgelenk/ Hand direkt vergleichen ○ Motivation & Compliance könnte grossen Einfluss haben auf Studienergebnisse (positiv oder negativ) ○ Die Stichprobe ist zu klein und nicht repräsentativ für die Population ○ Die ML -Therapie könnte bei allen TN unterschiedlich verlaufen sein ○ Jeder Behandlungsgruppe wurde einen Therapeuten zugeteilt → die Therapeuten haben unterschiedliche Behandlungsweisen ○ Die Punkteverteilung bei der Ausführung der Assessments ist vielleicht ungenau (weiss zu wenig darüber, wie die Punkte jeweils gegeben werden) • Die Stichprobenauswahl wurde detailliert beschrieben • Es wurde keine simple size calculation durchgeführt 	<ul style="list-style-type: none"> • Verwendete Messinstrumente: • Fugl-Meyer: <ul style="list-style-type: none"> ○ "Misst" die Koordination der oberen Extremitäten → hat eine gute Validität & Reliabilität! ○ Der FM wird unterteilt in: <ul style="list-style-type: none"> ▪ FM für Schulter/ Ellbogen ▪ FM für Handgelenk/ Hand • AMAT: <ul style="list-style-type: none"> ○ "Misst" die Ausführung von funktionellen Aufgaben des täglichen Lebens (13 komplexe funktionelle Aufgaben → gemessen in Sek. + auf Video aufgenommen) ○ Der AMAT wird unterteilt in: <ul style="list-style-type: none"> ▪ AMAT S/H → für Schulter & Ellbogen ▪ AMAT W/H → für Handgelenk & Hand → diese Aufteilung hat gute Validität & Reliabilität gezeigt! • Waren die Outcome-messungen zuverlässig (reliabel)? Ja • Waren die Outcome Messungen gültig (valide)? Ja • Die Massnahmen der Studienausführung wurden nicht detailliert beschreiben → Die Massnahmen könnten nicht wiederholt werden mit diesen Angaben • Es wird nicht beschrieben, ob Ko- 	<ul style="list-style-type: none"> • Schlussfolgerungen waren angemessen im Hinblick auf Methode und Ergebnisse der Studie • Limitationen wurden aufgezeigt

die Verbesserung der beeinträchtigten OE (Verbesserung der komplexen funktionellen Aufgaben des täglichen Lebens)		Interventionen vermieden wurden <ul style="list-style-type: none">• Statistische Signifikanz der Ergebnisse wurde angegeben• Klinische Bedeutung der Ergebnisse wurde angegeben	
---	--	--	--

Titel der Studie 2: Efficacy of upper Extremity Robotic Therapy in Subacute Poststroke Hemiplegia. An Exploratory Randomized Trial (2016)

Zusammenfassung der Studie:

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<ul style="list-style-type: none"> • 15 Millionen Menschen erleiden weltweit jährlich einen Schlaganfall. 5 Millionen tragen eine Lähmung davon • Bestimmte Rehabilitationsmethoden haben einen positiven Einfluss auf die motorische Funktionen und Quality of life • Robotik-Technologien ermöglichen automatische gleichmässige/durchgängige repetitive Bewegungen • Ein Systematisches Review zeigt auf, dass assistives Roboter-Training die Armfunktionen und die ADL's verbessert. Demgegenüber zeigt ein anderes Review auf, dass Robotik-Training nicht effektiver ist als Standardtherapie, ausser es wird als Ergänzung eingesetzt. • Ziel: Herauszufinden, ob Robotik Therapie zusätzlich zu Standardtherapie effektiver ist als „Self- 	<ul style="list-style-type: none"> • Es ist eine prospektive, multizentrische, randomisierte (und auch kontrollierte → steht zwar nicht so) offene, „blinded end point“, explorative Studie. • Ziel: Diese Studie untersucht die Robotik-Therapie in Kombination mit Standard-Therapie (für die OE) bei Schlaganfallpatienten im Subakuten Stadium, die eine Hemiplegie haben. • Einschlusskriterien: <ul style="list-style-type: none"> ○ Einbezogen wurden stationäre Schlaganfallpatienten von 6 Einrichtungen (stroke centres) in Japan ○ Alter: 20-80 Jahre ○ Alle Teilnehmer haben ihren ersten Schlaganfall vor 4-8 Wochen erlitten ○ Alle Teilnehmer befinden sich im „Brunnstrom Stage“ III oder IV (Es gibt 6 Stufen) ○ Alle TN haben eine Hemiplegie an der OE • Ausschlusskriterien sind auch aufgelistet (p. 13) • Studien Dauer: 1. Sept. 2008 – 31. Okt. 2009 • Sample Size: 60 TN wurden ausgewählt und randomisiert in 2 Gruppen unterteilt: <ul style="list-style-type: none"> ○ ReoGo Gruppe: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erhalten 40 Min. <i>Standard Therapie</i>* für die OE (durch OT oder PT) + 40 Min. <i>Robotik-Therapie</i>* mit ReoGo → tägliche (7 mal pro Woche) ○ Kontrollgruppe: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erhalten 40 min. <i>Standard Therapie</i>* für die OE (durch OT oder PT) + 40 Min. „self-Training“ (durch OT oder PT aufgegeben/ kontrolliert) <p>* <u>Standard Therapie:</u> Übungen für Stretching, Bewegungsausmass, Gegenstände erreichen, etw. ergreifen, kneifen,</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 60 Teilnehmer wurden randomisiert den beiden Gruppen zugeordnet → 4 TN der „self-guided“ Gruppe konnten die Studie nicht beenden • FMA-total-OE-Werte haben sich zwischen den Gruppen nicht signifikant verändert (p=0.255) • FMA-proximal-OE-Werte & FMA-Flexor-Synergy-Werte haben sich signifikant verändert (p= 0,048*/ p= 0.003*) • Baseline FMA-Flexor-Synergy-Wert war signifikant unterschiedlich zwischen den beiden Gruppen (6.7 ± 3.9 ↔ 8.7 ± 2.8 (robotic ↔ self-guided) p= 0.035) • WMFT-Werte (total & proximal) zeigen keine Signifikanz auf (P= 0.765 & P= 0.33) → auch keine Signifikanz im Betrag von der Qualität der Bewegungen (P= 0.982 & P= 0.943) • Die Anderen Werte der Assessments (z.B. STEF, ROM, MAS) sind in der Tabelle 2 im Zusatzteil dargestellt • Die untere Klasse des FMA (FMA<30) konnte einen grösseren Gewinn erzielen im 	<ul style="list-style-type: none"> • Die vorliegende Studie hat den grösseren Gewinn der Robotik-Gruppe (gegenüber der self-guided-Gruppe) in den FMA-Werten festgestellt (9.5 ↔ 6.9), was mit anderen Studien übereinstimmt (jedoch sind nicht alle Resultate signifikant!) • Bei den WMFT-Test hingegen konnten keine signifikanten Verbesserungen der Robotik Gruppe gegenüber der „self-guided-Gruppe“ festgestellt werden. • Anhand Untergruppen-Analysen (nicht in Tabellen aufgezeigt) der Studie kann behauptet werden, dass die repetierenden Bewegungen (Robotik Therapie) einen Profit ermöglichen, bei akuten/subakuten Schlaganfallpatienten, die sich natürlich beginnen zu erholen. • Obwohl andere Studien behaupten, dass Robotik Training für eine verbesserte Funktion der

<p>guided Therapie“ (zusätzlich zu Standard Therapie)</p>	<p>ADL Training → Training findet durch erfahrenen Therapeuten und dem Niveau des Pat. angepasst statt <u>* Robotik Therapie:</u> Beinhaltet 5 vorprogrammierte Bewegungsmuster und 5 Grade von Unterstützung (Programm wird von Therapeuten ausgewählt)</p> <ul style="list-style-type: none"> • → In beiden Gruppen (Robotik und self-guided) führt der Patient die Übungen alleine unter Supervision des Therapeuten durch durchgeführte Tests: <ul style="list-style-type: none"> ○ Brunstrom Stage (BS) ○ Fugl-Meyer (FM(A)) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Score: 0-66 points (proximal 0-36 Points) ○ Simple Test for Evaluation Hand Function (STEF) ○ Motricity Index (MI) ○ Modified Ashworth Scale (MAS) ○ Wolf Motor Function Test (WMFT) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mean time 0-120 Sek. für jede der 15 Aufgabe (proximal 7 Aufgaben) ○ Range of Motion (ROM) ○ Functional Independence Measure (FIM) ○ Motor Activity Log (MAL) <ul style="list-style-type: none"> ▪ 14 Fragen über den gelähmten Arm bei der Ausführung von ADL's → Jede Frage 0-5 Punkte ○ Visual Analogue Scale (VAS) • Berechnungen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Post hoc power calculation • Statistische Analyse durch folgende Programme: <ul style="list-style-type: none"> ○ Programme für die Berechnung von Mittelwert & Standardabweichung: <ul style="list-style-type: none"> ▪ SAS Version 9.1.3 ▪ JMP Version 12.0.1 ○ Analysemethode bei Gruppendifferenzen?: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fisher exact test (nominal Niveau?) ▪ 2-sample t test (ordinal Niveau) ○ Analyse bei der « treatment effectiveness » wurden durch Änderungen bei FMA, WMFT & MAL evaluiert → Verwendung von 1- & 2-sample t tests 	<p>FMA-Wert beim Robotik Training als beim „self-guided-Training ($6.6 \pm 5.1 \leftrightarrow 2.2 \pm 6.2 \rightarrow P=0.041^*$)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die obere Klasse (FMA > 30) hat es keine signifikante Unterschiede zw. Robotik Training & „self-guided“ Training gegeben 	<p>OE nicht effektiver ist als intensive „therapist-guided“ Therapie, zeigt diese Studie auf, dass individuell angepasste Robotik-Programme Erfolge bieten können.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limitationen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fokus ist nur auf mässig beeinträchtigte Patienten ○ Zeit- und Interventionsperiode bezieht sich nicht auf eine Pilot-studie ○ Keine Querschnitt Erhebungen folgten. <p>Zukünftige Studien sollten härter betroffenen Patienten mit einem Querschnittvergleich (Effekte nach längerer Zeit) untersuchen</p>
---	--	---	---

	<ul style="list-style-type: none">○ Für Untergruppenanalysen wurden die Teilnehmerunterteilt in höhere und tiefere Funktionen der OE<ul style="list-style-type: none">▪ (FMA < 30 und ≥30)▪ (WMFT ≥ 120 sek. oder < 120 sek.)○ McNemar & 2-sample Wilcoxon tests wurden angewendet für Vergleiche innerhalb der Gruppen• P < 0.05 für alle statistischen Vergleiche		
--	---	--	--

Würdigung der Studie:

Einleitung	Methode	Ergebnisse	Diskussion
<ul style="list-style-type: none"> • Der Zweck der Studie wurde angegeben <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Studie untersucht, ob Robotik Training zusätzlich zu Standardtherapie effektiver ist als „self-guided“ Therapie • Notwendigkeit der Studie wird sinnvoll begründet: Aus der Forschung ist bekannt, dass repetitive Bewegungen mot. Funktionen verbessern können → Bisherige Forschungsarbeiten zeigen beides auf: <ol style="list-style-type: none"> 1) Roboter-Training verbessert motorische Funktionen der OE 2) Roboter-Training verbessert motorische Funktionen der OE nicht → Diese Studie möchte den Effekt vom Einsatz von Robotern für das Training der OE ermitteln 	<ul style="list-style-type: none"> • Design: randomisierte kontrollierte Studie. Das Studiendesign entspricht der Studienfrage, da zwei Therapie-Arten miteinander verglichen werden (ReoGo-Robotik-Training ↔self-guided-Training) → Welche Art von Therapie ist effektiver? Es wurden schon einige Studien zu diesem Thema gemacht und auch das Robotik System ReoGo wurde bereits in einer Pilotstudie getestet. Man hatte also schon eine Vorahnung, was das Resultat sein könnte und konnte die entsprechende Variablen für die Analyse so wählen. • Ethik: Es wird sehr genau erläutert, was für Rechte die Patienten haben und wie es gehandhabt wird, falls ein Studienteilnehmer durch die Studiendurchführung zu Schaden kommen sollte. Zudem wird auch beschrieben, was für Gründe möglich sein könnten, damit die TN die Studien-Teilnahme aufgeben müssen (z.B. bei verschlechtertem Zustand usw.) • Mögliche systematische Fehler: <ul style="list-style-type: none"> ○ zu einseitige Stichproben ○ Es haben nicht alle Betroffenen für die Studie-Teilnahme bereit erklärt, obwohl sie sich für die Stichprobe eigneten ○ Die Standard-Therapie könnte bei jedem Einzelnen komplett unterschiedlich stattgefunden haben, da man wollte, dass die Standardtherapie dem Niveau der TN angepasst war → daher könnt es sein, dass der Effekt der Standardtherapie den Effekt der Robotik-Therapie bzw. self-guided Therapie überschattet ○ Die "self-guided" Therapie könnte konsequenter oder weniger konsequent durchgeführt werden (trotz Supervision des PT oder OT) ○ Motivation der TN könnte grossen Einfluss auf die 	<ul style="list-style-type: none"> • durchgeführte Tests: <ul style="list-style-type: none"> ○ Brunnstrom Stage (BS) ○ Fugl-Meyer (FM(A)) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Score: 0-66 points (proximal 0-36 Points) ○ Simple Test for Evaluation Hand Function (STEF) ○ Motricity Index (MI) ○ Modified Ashworth Scale (MAS) ○ Wolf Motor Function Test (WMFT) ○ Mean time 0-120 Sek. für jede der 15 Aufgabe (proximal 7 Aufgaben) ○ Range of Motion (ROM) ○ Functional Independence Measure (FIM) ○ Motor Activity Log (MAL) <ul style="list-style-type: none"> ▪ 14 Fragen über den gelähmten Arm bei der Ausführung von ADL's → Jede Frage 0-5 Punkte ○ Visual Analogue Scale (VAS) • Die Massnahmen der Studiendurchführung wurden detailliert beschrieben • Ko-Interventionen wurden vermieden • Statistische Signifikanz der Ergebnisse wurde angegeben • Fälle von Ausscheiden aus der Studie wurde angegeben und die 	<ul style="list-style-type: none"> • Schlussfolgerungen waren angemessen im Hinblick auf Methode und Ergebnisse der Studie • Auch Limitationen wurden angegeben

	<p>Studienergebnisse haben</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Compliance der TN könnte grossen Einfluss auf die Studienergebnisse haben ○ Baseline-Werte (Niveau bei Studienstart) könnten einen Einfluss haben, wie fest eine Verbesserung stattgefunden hat • Stichprobenauswahl wurde detailliert beschrieben (inkl. Ein- und Ausschlusskriterien) • Es wurde keine sample size calculation gemacht → Dieser Aspekt kann die Ergebnisse verfälschen 	<p>Handhabung von solchen Situationen wurde detailliert beschrieben</p>	
--	--	---	--

Anhang D: Zusammenfassung und Beurteilung der Reviews anhand des CASP

Die folgenden zehn Fragen wurden sinnesgemäss ins Deutsche übersetzt, da die Autorinnen der vorliegenden Arbeit keine Version mit deutscher Übersetzung gefunden haben. Ergänzende Informationen zu den Studien sind im Ergebnisteil in den Tabellen 8-10 im Kapitel 4 aufgelistet.

Review 1:

Electromechanical and robot-assisted armtraining for improving activities of daily living, armfunction, and armmuscle strength after stroke. (Review)

Mehrholz, J., Pohl, M., Platz, T., Kugler, J., Elsner, B. (2015)

Zusammenfassung der Studie

Die Studie befasste sich mit der Frage, wie wirksam elektromechanische und robotergestützte Methoden bezüglich Armfunktionen bei Menschen nach einem Schlaganfall sind (es werden auch andere Funktionen beurteilt, welche aber für diese Arbeit nicht relevant sind). Es wurden RCT's und RCCT's eingeschlossen.

Dabei wurden Studien inkludiert, welche robotergestützte und elektromechanische Interventionen verglichen mit Interventionen mit anderen Geräten, Placebo-Interventionen, keiner Intervention oder einer anderen Art von Rehabilitation, welche die Beeinträchtigung verbesserte. Aufgrund der Ergebnisse wird empfohlen, Robotik und elektromechanische Therapie als Ergänzung zu herkömmlichen Therapie einzusetzen, da eine höhere Anzahl Wiederholungen durchgeführt werden kann. Die Motivation könnte auch höher sein, darüber können sie jedoch nur spekulieren. Weitere Forschung ist nötig, um aussagekräftigere Resultate zu erzielen.

Würdigung anhand des CASP für Reviews:

1. Hat das Review eine klare, fokussierte Fragestellung?

Es wird klar beschrieben, was das Ziel der Studie ist und eine klare Fragestellung formuliert. Es wird beschrieben, welche Population untersucht wird. Die Interventionsgruppe und die Kontrollgruppe werden aufgezeigt. Was

genau in der Interventionsgruppe alles beinhaltet ist, bleibt jedoch offen und breit. Eine Eingrenzung bezüglich dem Stadium der Erkrankung wurde nicht gemacht, es werden alle Stadien miteinbezogen.

2. Beinhaltet das Review die richtigen Arten von Studien?

Es wird klar geschrieben, dass nur RCT's und RCCT's verwendet werden, was sinnvoll ist und somit auf eine hohe Qualität des Reviews hindeutet.

Dadurch besteht ein einheitliches Studiendesign bei den eingeschlossenen Studien. In den einzelnen Studien sind auch Cross-over-designs und parallel-group-designs enthalten.

3. Haben die Autoren versucht, alle relevanten Studien zu identifizieren?

Die Autoren suchten auch nach noch nicht publizierten Studien (laufenden Studien) und nach Studien in anderen Sprachen. Sie nahmen falls nötig den Kontakt zu den anderen Autoren auf, um genauere Informationen zu Studien zu erhalten.

4. Haben die Autoren die Qualität der inkludierten Studien bewertet?

Die einzelnen Studien wurden in Tabellenform kurz zusammengefasst und die methodologische Qualität bewertet. Risk of Bias der einzelnen Studien wurden analysiert und dargestellt. Zudem wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt.

5. Wenn die Resultate von den Studien kombiniert wurden, wurde es begründet, warum man es so machte?

Falls eine Studie mehrere Interventionsgruppen hatten und die Resultate der Interventionsgruppen ähnliche waren, wurden sie kombiniert und mit der Kontrollgruppe verglichen. Der Grund wurde jedoch nur knapp erklärt.

6. Wie wurden die Resultate präsentiert, und was sind die Hauptergebnisse?

Die Ergebnisse wurden zu Beginn des Reviews in einer Tabelle dargestellt.

Die Hauptergebnisse ergaben, dass Robotik und elektromechanisches Training eine Verbesserung der motorischen Funktionen bewirken können, die Qualität der Evidenz ist jedoch niedrig bis sehr niedrig. Deshalb sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren. Die Autoren mutmassen, dass bei gleicher Therapieintensität roboterbasierte Therapien nicht bessere Resultate erzielen als konventionelle Therapien. Sie sehen jedoch ein Potenzial in einer grösseren Anzahl an Wiederholungen in derselben Zeit im Vergleich zu konventionellen Therapien sowie auch einer erhöhten Motivation durch robotergestützten Therapien.

Zudem ist ein Vorteil, dass ein Klient auch ohne Therapeut trainieren kann, was zu einer höheren Therapiedosis beiträgt. Bei einigen Studien konnten auch keine signifikanten Unterschiede zwischen der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe festgestellt werden in Bezug auf die Armfunktionen. Auch im Vergleich von mehrheitlich proximalem Robotik-Training (Schulter- und Ellenbogenfunktionstraining) zu hauptsächlich distalen Robotik-Trainingseinheiten (Arm- und Handfunktionstraining) konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Abschliessend sind die Autoren der Meinung, dass, wenn die gleiche Zeit angeboten wird, robotergestützte Therapie wirksamer ist, da mehr Wiederholungen in der gleichen Zeit durchgeführt werden können. Sie sehen Robotik deshalb als sinnvolle Ergänzung zu konventionellen Therapien.

7. Wie präzise sind die Resultate?

Eine Tabelle gibt einen Überblick über die Qualität der einzelnen Ergebnisse mit einer Einstufung von hoher Qualität bis sehr niedriger Qualität.

Die Autoren dieses Reviews stufen die Qualität der Evidenz allerdings als niedrig ein. Um die Heterogenität zu bestimmen, brauchten sie die I²-Statistik. Die Variabilität der Studienergebnisse betreffend den Armfunktionen zeigte zwischen 28-45 % auf, was mehrheitlich auf zufällige Abweichungen zu führen ist. Allgemein ist jedoch eine Heterogenität bei den Studiendesigns (two groups, four groups, parallelgroup or cross-over trial), bei der Studiendauer, Selektionskriterien der Probanden, bei der Art der Therapieinterventionen (verschiedene Geräte) und bei der Population (vergangene Zeitdauer, seit Schlaganfallereignis passierte) ersichtlich.

Aufgrund der vorhandenen Heterogenität sind die Ergebnisse des Reviews mit Vorsicht zu interpretieren.

8. Können die Resultate auf die lokale Population angewendet werden?

Die Ergebnisse sind grundsätzlich allgemein übertragbar. Bei Personen mit eingeschränkter Bewegungsfreiheit, wiederkehrendem Schlaganfall, hämorrhagischem Schlaganfall und Menschen, die Linkshänder sind, können die Ergebnisse nicht übertragen werden, da diese Populationsgruppe nicht in der Studie enthalten ist.

9. Wurden alle wichtigen Ergebnisse berücksichtigt?

Soweit beurteilbar schon. Die Fragestellung konnte beantwortet werden.

10. Sollten bei Richtlinien oder in der Praxis Änderungen aufgrund der Resultate in diesem Review vorgenommen werden?

Da die Qualität der Evidenz niedrig bis sehr niedrig ist, ist weitere Forschung notwendig. Da die Intensität (mehr Repetitionen in der gleichen Zeit) der Therapie mit Robotik gesteigert werden kann, sollten technische Hilfsmittel als Ergänzung zur konventionellen Therapie in Erwägung gezogen werden. Es können jedoch keine konkreten Empfehlungen gemacht werden. Da teilweise kleine Anzahlen von Teilnehmenden pro Studie verwendet wurden, sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren.

Review 2:

Robotic approaches for the rehabilitation of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis

Zhang, C., Li-Tsang, C., Au, R.K. (2017)

Zusammenfassung der Studie:

Die Studie evaluierte die Effektivität von Robotiktraining (RT) im Vergleich zu konventionellem Training (KT) in Bezug auf die motorischen Fähigkeiten bei Lähmungen der oberen Extremitäten bei Schlaganfallpatienten. Das Ziel ist es, eine Übersicht mit aktuellsten Forschungsergebnissen über die Wirkungen von Robotik-Therapien zu erlangen. Dabei wurden drei Metaanalysen analysiert:

1. Robotiktraining im Vergleich mit konventionellen Therapien (KT)
2. RT kombiniert mit KT im Vergleich mit nur KT
3. Vergleich chronisch/akut

Alle eingeschlossenen Studien wurden in einem peer-reviewed Journal publiziert.

Die Hauptergebnisse ergaben, dass RT am wirkungsvollsten in Kombination mit konventioneller Therapie ist. Zudem ist RT alleine bei chronischen Klienten wirkungsvoller als KT.

Würdigung:

1. Hat das Review eine klare, fokussierte Fragestellung?

Es wird eine klare Fragestellung formuliert. Die Studie evaluierte die Effektivität von Robotik-Training im Vergleich zu konventionellem Training in

Bezug auf die motorischen Fähigkeiten bei Lähmungen der oberen Extremitäten bei Schlaganfallpatienten. Zum Stadium der erkrankten Population wird jedoch keine Angabe gemacht, deshalb ist das Stadium von akut bis chronisch sehr breit. Das Ziel des systematischen Reviews war es, eine aktualisierte Übersicht aufgrund der jüngsten Forschungsergebnisse zu bieten und ergänzende Informationen zu früheren Reviews darzulegen.

2. Beinhaltet das Review die richtigen Arten von Studien?

Im Review sind nur RCT's verwendet worden. Dadurch ist eine hohe Qualität der Studien gegeben. Zudem wurden nur Studien eingeschlossen, welche peer-reviewed wurden.

3. Haben die Autoren versucht, alle relevanten Studien zu identifizieren?

In dem Review wurden nur Studien eingeschlossen, welche in Englisch verfügbar waren. Studien in anderen Sprachen wurden nicht berücksichtigt. Somit wurden möglicherweise wichtige Studien verpasst.

Die Datenbanken wurden aufgelistet (wenig Datenbanken), auf welchen sie nach passenden Studien suchten sowie das Vorgehen bei der Literatursuche. Ob sie nach nicht publizierten Studien suchten, wurde nicht beschrieben.

4. Haben die Autoren die Qualität der inkludierten Studien bewertet?

Anhand klar beschriebenen Einschlusskriterien wurden passende Studien gesucht. Zwei unabhängige Autoren haben die Qualität der Studien anhand der PEDro scale beurteilt.

5. Wenn die Resultate von den Studien kombiniert wurden, wurde es begründet, warum man es so machte?

Es wurde nicht beschrieben, dass Resultate kombiniert wurden, deshalb kann keine Aussage darüber gemacht werden.

6. Wie wurden die Resultate präsentiert und was sind die Hauptergebnisse?

Die Hauptergebnisse ergaben, dass Robotik-Therapien im Allgemeinen höhere motorische Gewinne gegenüber konventionellen Therapie bringen. Des Weiteren zeigen spezifische Analysen auf, dass roboterbasierte Therapien in Kombination mit konventionellen Therapien zu signifikant höhere motorischen Gewinnen führen als alleinige konventionelle Therapien. In der chronischen Phase konnte ein signifikanter Fortschritt bei der Anwendung von Robotik-Therapien verglichen mit konventionellen Therapien festgestellt werden. In der akuten Phase hingegen nicht. Die Autoren mutmassen, dass ein möglicher Grund dafür eine bessere Verträglichkeit von höheren Dosen in

der chronischen Phase des Schlaganfalls sein könnte und deshalb in der chronische Phase sich der Einsatz von Robotik besonders lohne.

Im Allgemeinen helfe das sensomotorisches Feedback beim motorischen Lernen.

Zusammenfassend könnte Robotik-Therapien zusätzlich zu Konventionellen Therapien eingesetzt werden, um Therapeuten und Patienten im Therapieprozess zu helfen, sowie den Druck vom Gesundheitssystem zu entlasten.

Durch die Robotik können Wiederholungen in der Praxis erhöhen werden, wodurch die Gesamtintensität gesteigert wird. Die Autoren empfehlen daher, Robotik als Ergänzung zur konventionellen Therapien einzusetzen, um die bestmöglichen Ergebnisse zu erzielen.

7. Wie präzise sind die Resultate?

Die Autoren verwendeten die Random-Effekt-Technik, um mögliche Auswirkungen von Heterogenität zu berücksichtigen, da die ausgewählten RCT's verschiedene Robotergeräte verwendeten, sowie Methodik und Skalen der Ergebnismaße.

Die Autoren schreiben, dass keine Interessenskonflikte vorhanden waren.

8. Können die Resultate auf die lokale Population angewendet werden?

Da wenige Informationen zur Population und zum Setting gemacht werden, ist es schwierig zu beurteilen. Einige Studien wurden in der gleichen Institution sowie vom selben Autor durchgeführt, was die Repräsentativität beeinflusst.

9. Wurden alle wichtigen Ergebnisse berücksichtigt?

Soweit beurteilbar schon. Die Forschungsfrage konnte beantwortet werden.

10. Sollten bei Richtlinien oder in der Praxis Änderungen aufgrund der Resultate in diesem Review vorgenommen werden?

Durch die Ergebnisse können Empfehlungen für die Praxis gemacht werden.

Da jedoch zu wenige Angaben zur Anzahl der Teilnehmenden gemacht wurden, ist die Aussagekraft unklar.

Virtual reality for stroke rehabilitation (Review)

Laver, K.E., Lange, B., George, S., Deutsch, J.E., Saposnik, G., Crotty, M. (2017)

Zusammenfassung der Studie

Das Hauptziel dieser Überprüfung war die Wirksamkeit von virtuellen Realitäten im Vergleich zu einer alternativen Intervention auf die Erholung eines chronischen Schlaganfalls bezüglich der Armfunktionen zu bestimmen (es werden noch andere Körperfunktionen untersucht, welche jedoch für diese Bachelorarbeit nicht relevant sind). Es wurden nur RCT's und QRCT's verwendet. Die Studien wurden meistens ambulant oder stationär in einem Spital oder in einer Rehabilitationsklinik durchgeführt. Es wurden Studien eingeschlossen, die VR (verschiedene Programme mit VR) mit einer anderen Intervention oder keiner Intervention verglichen (Dauer und Intensität). Bei VR wurden diverse verschiedene Geräte verwendet (Nintendo Wii, Playstation, ect). Die Ergebnisse zeigten, dass der Einsatz von VR keine Verbesserung der Armfunktionen bewirkt (Evidenz niedriger Qualität). Studien mit grösseren Teilnehmerzahlen sind nötig, um diese ersten Ergebnisse zu bestätigen. Wenn VR jedoch zusätzlich zur konventionellen Therapie als Ergänzung eingesetzt wurde (längere Therapiedauer), konnte eine Verbesserung der Armfunktionen festgestellt werden. Weitere Forschung ist nötig mit einer grösseren Teilnehmeranzahl, um herauszufinden, welche Arten/Programmen von VR am wirkungsvollsten sind, wie die Auswirkungen auf die Motivation ist und welche Geräte/Programme (günstige bis teure Varianten) am wirkungsvollsten sind.

Würdigung:

1. Hat das Review eine klare, fokussierte Fragestellung?

Es wird eine klare Fragestellung formuliert. Es wird beschrieben, was die Interventionsgruppe ist und was die Kontrollgruppe. Der Bereich der Virtuellen Realität ist jedoch sehr offen, was an Geräten und Programmen darin beinhaltet wird. Die Population wurde auf ein chronisches Stadium eingeschränkt, was zu einer konkreteren Fragestellung führt.

2. Beinhaltet das Review die richtigen Arten von Studien?

Es wurden ausschliesslich RCT's verwendet, ausser einer QRCT. Dies weist auf eine hohe Qualität der Studien hin.

3. Haben die Autoren versucht, alle relevanten Studien zu identifizieren?

Trotz einer umfassenden Suchstrategie war es nicht möglich, alle nicht publizierten Studien zu identifizieren. Dies wird klar so beschrieben.

4. Haben die Autoren die Qualität der inkludierten Studien bewertet?

Die methodologische Qualität der inkludierten Studien (inklusive Risk of Bias) wurde in einer Tabelle beurteilt und dargestellt.

5. Wenn die Resultate von den Studien kombiniert wurden, wurde es begründet, warum man es so machte?

Ja, es wurde ausführlich geschrieben, wie es gemacht wurde und warum.

6. Wie wurden die Resultate präsentiert und was sind die Hauptergebnisse?

Zu Beginn des Reviews wurden die Hauptergebnisse zusammengefasst in einer Tabelle dargestellt. Die Ergebnisse ergaben, dass der Einsatz von VR keine Verbesserung der Armfunktionen bewirkt (Evidenz niedriger Qualität). Studien mit grösseren Teilnehmerzahlen sind nötig, um diese ersten Ergebnisse zu bestätigen. Die Resultate sollten somit mit Vorsicht aufgenommen werden (teilweise kleine Teilnehmerzahlen). Wenn VR zusätzlich zur konventionellen Therapie als Ergänzung eingesetzt wurde (längere Therapiedauer), konnte eine Verbesserung der Armfunktionen festgestellt werden. Es konnten jedoch keine Aussage über die Dauer der Therapie mit VR gemacht werden (keine signifikante Verbesserung), jedoch ist ein Trend bei mehr als 15 Stunden Therapie ersichtlich mit Verbesserung der Armfunktionen. Bei den durchgeführten Untergruppenvergleiche mit verschiedenen Komponenten haben nur wenige Messungen signifikante Ergebnisse aufgezeigt. Nur bei Messungen mit dem FMT konnten kleine signifikante Effekte festgestellt werden. Auch Selbstmessungen, die nach sechs Monaten mit dem *FMT* durchgeführt wurden, zeigten bei der Interventionsgruppe signifikante Verbesserungen im Vergleich zur Alternativgruppe. Wenn virtuelle Realität mit „keiner Intervention“ verglichen wurde, war ein moderater signifikanter Effekt feststellbar. Der Vergleich von akuter und chronischer Phase zeigte keinen signifikanten Effekt. Aufgrund der geringen Anzahl an signifikanten Ergebnissen folgern die Autoren, dass der

Einsatz von virtuellen Realitätssystemen keine höhere Wirksamkeit erzeugt als konventionelle Therapiemethoden.

7. Wie präzise sind die Resultate?

Die Beurteilung der Qualität der Evidenz der Ergebnisse wurde in einer Tabelle zusammengefasst. Die Heterogenität wurde berücksichtigt.

8. Können die Resultate auf die lokale Population angewendet werden?

Durch die teilweise kleinen Teilnehmerzahlen der einzelnen Studien ist es schwierig, eine allgemein gültige Aussage zu machen. Insgesamt konnte jedoch eine grosse Anzahl an Teilnehmenden im Review eingeschlossen werden, was zu einer höheren Aussagekraft führt. Da das Durchschnittsalter bezüglich Schlaganfall relativ jung ist, können die Ergebnisse nur auf eine jüngere Population angewendet werden.

9. Wurden alle wichtigen Ergebnisse berücksichtigt?

Soweit beurteilbar schon. Die Fragestellung konnte beantwortet werden.

10. Sollten bei Richtlinien oder in der Praxis Änderungen aufgrund der Resultate in diesem Review vorgenommen werden?

Durch das Einbeziehen neuer Forschungsergebnisse im Review konnten neue Erkenntnisse gewonnen werden. Da jedoch häufig kleine Populationsgrössen in den Studien vorhanden waren, sind die Aussagen mit Vorsicht zu interpretieren. Die Qualität der Evidenz ist niedrig bis moderat.

Anhang E: Einschätzung der Literatur (Hauptartikel)

Die Publikationen aus Fachzeitschriften und andere Expertenmeinungen wurden anhand des Dokuments Kritische Evaluation von Literatur der ZHAW beurteilt, welches 2015 von Brendel überarbeitet wurde (Brendel, 2015).

Titel	„Der Roboter ist keine Konkurrenz zum Mensch“
Art der Quelle	Zeitungsartikel, Interview
Einschätzung	<p>Im Interview berichtet Gery Colombo über die technologischen Fortschritte im Therapiewesen und über die zukünftigen Aufgaben von Therapeuten. Er gibt allgemein Informationen über den aktuellen Stand mit einem Ausblick in die Zukunft. Der Artikel ist für die allgemeine Bevölkerung bestimmt. Da der Artikel im Juli 2017 erschienen ist, beruhen die Informationen auf dem neusten Stand. Gery Colombo ist CEO des Volketswiler Medizintechnikunternehmens Hocoma AG, welche robotische und sensobasierte Rehabilitationslösungen produziert. Die Firma zählt zu den Marktführern bei der Entwicklung von Robotern. Deshalb gehört er zu den Experten im Bereich Robotik. Es ist kein Interessenskonflikt beschrieben, aber es gilt zu beachten, dass er über seine eigene Firma und eigene Produkte spricht, wovon er natürlich überzeugt ist.</p> <p>Das Interview wurde von Toni Spinale, Redaktor bei Zürcher Oberland Medien, durchgeführt.</p>

Titel	Einsatz neuer Technologien in der neurologischen Rehabilitation –Therapeutenperspektive
Art der Quelle	Fachzeitschriftenartikel (Thieme)
Einschätzung	<p>Der Artikel gibt einen kurzen Überblick über aktuelle Technologien, wie der Einsatz in der Praxis erfolgt und wie die Digitalisierung von Therapeuten wahrgenommen wird. Herausforderungen, Befürchtungen und Nutzen der Digitalisierung werden diskutiert. Der Artikel beleuchtet vor allem den Teilaspekt, wie die Therapeutenperspektive sein mag und wie es in der Praxis mit der Digitalisierung aussieht.</p> <p>Die AutorInnen Klaus Starrost und Verena Frick sind PhysiotherapeutInnen, welche in einer Klinik in München arbeiten. Klaus Starrost hat einen Master in Neurorehabilitation.</p> <p>Der Artikel erschien im Neurorehabilitationsmagazin im Jahr 2017, sodass es eine aktuelle Meinung aus Sicht der Praxis repräsentiert. Zu beachten gilt, dass der Artikel von zwei AutorInnen stammt, welche in der gleichen Klinik arbeiten. Die Aussagen werden jedoch mit Evidenzen begründet. Die referenzierten Studien und Artikel sind fast ausschliesslich in den Jahren 2016 oder 2017 erschienen, was die Aktualität</p>

	untermauert. Der Artikel wurde vor der Veröffentlichung von mindestens zwei Personen begutachtet. Daraus schliessen die Autorinnen der vorliegenden Arbeit, dass der Artikel eine gewisse Gültigkeit besitzt. Da keine Angaben über die Literatursuche stehen, können die Gütekriterien nicht beurteilt werden.
--	---

Titel	Roboter in der Neurorehabilitation: Trend oder Hype?
Art der Quelle	Fachzeitschriftenartikel, Interview
Einschätzung	<p>Im Artikel wird die Expertenmeinung von Prof. Dr. Tobias Nef zum Thema Roboter präsentiert. Er berichtet über die Aufgabenteilung von Robotern und Therapeuten sowie über mögliche Zukunftsentwicklungen.</p> <p>Prof. Dr. Tobias Nef arbeitet am ARTORG Center for Biomedical Engineering Research, Gerontechnology and Rehabilitation in Bern. Er hielt ein Referat am Symposium «Neue Trends in der Neurorehabilitation» des Berner Inselspitals mit dem provokanten Titel: «Roboter in der Neurorehabilitation:Trend oder Hype?». Das Interview wurde von Annegret Czernotta durchgeführt, Redaktorin der Zeitschrift.</p> <p>Der Artikel erschien in der Schweizer Zeitschrift für Psychiatrie und Neurologie (Rosenfluh Verlag) unter der Rubrik Fortbildung: Trends in der Psychiatrie und Neurologie. Da der Artikel im Juni 2017 erschien, gehen die Autorinnen der vorliegenden Arbeit davon aus, dass er dem aktuellen Stand entspricht. Da der Artikel über ein Interview ist, können keine genauen Angaben über die Güte gemacht werden.</p>

Titel	Mit Robotern gehen lernen
Art der Quelle	Internetartikel, Expertenmeinung, Bericht über Vortrag von Prof. Robert Riener, ETH Zürich
Einschätzung	<p>Im Artikel beschreibt Prof. Dr. Robert Riener, wie der Einsatz von Robotern gedacht ist und warum eine intensive Therapie nach einem Schlaganfall essentiell ist. Zudem erwähnt er, dass in Zukunft möglicherweise eine Aufgabenumverteilung stattfinden wird, mit einer Verschiebung der Tätigkeitsfelder.</p> <p>Robert Riener ist Professor für sensomotorische Systeme an der Universität Zürich und an der ETH Zürich. Einige Schwerpunkte seiner aktuellen Forschung liegen in den Bereichen der virtuellen Realität, Mensch-Maschine-Interaktion</p>

und Rehabilitationsrobotik. Zu diesen Themen hat er auch schon über 400 peer-reviewed Artikel geschrieben.

Der verwendete Artikel wurde im März 2017 von der Autorin: *Helen Aumayer, Mitarbeiterin am Zentrum für Integrative Humanphysiologie (ZIHP)* auf der Webseite der Universität Zürich publiziert. Da es ein Artikel über ein Vortrag ist, können keine genauen Angaben über die Güte gemacht werden. Da er aber Fachexperte ist, weisen die Autorinnen der vorliegenden Arbeit dem Artikel eine gewisse Gültigkeit zu.