

BACHELORARBEIT I und II

Titel der Bachelorarbeit

**Potenzial von Virtual Reality in der Behandlung von
SchlaganfallpatientInnen**

Verfasser

Matthias Kriegleder

angestrebter Akademischer Grad

Bachelor of Science in Health Studies (BSc)

St. Pölten, 2020

Studiengang:

Studiengang Physiotherapie

Jahrgang

PT 17

Betreuerin / Betreuer:

Raberger Anna-Maria, PT, MSc

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

Dieses Bachelorarbeitsthema habe ich bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt.

.....
Datum

.....
Unterschrift

I Zusammenfassung

Potenzial von Virtual Reality in der Behandlung von SchlaganfallpatientInnen

Einleitung & Hintergrund: Schlaganfälle sind weltweit eine der führenden Ursachen für Todesfälle und entstehende Behinderungen. Eine der häufigsten Folgen sind „Motorische Funktionsverluste“, die den PatientInnen die Ausführung selbstständiger Tätigkeiten des täglichen Lebens erschweren oder sie daran hindern. Die wichtigsten Aspekte für den Therapieerfolg in der Schlaganfallrehabilitation sind: „Übungswiederholungen“, „Trainingsintensität“, „sensorisches Feedback“ und „Motivation“. Virtual Reality (VR) ist eine Echtzeitsimulation, die mit einer Computersoftware kreiert wird. VR basierte Methoden konzentrieren sich hauptsächlich auf die Wiederherstellung motorischer Funktionen. Da VR anhand einer Computersoftware gesteuert wird, kann eine individuelle virtuelle Umgebung kreiert werden. Bei den NutzerInnen soll somit die Neugier geweckt werden und zu mehr Trainingsbereitschaft führen. Ziel dieser Arbeit ist es, das mögliche Potenzial von VR für den Aspekt der Motivation und den Therapieerfolg bei SchlaganfallpatientInnen aufzuzeigen.

Methoden: Die Literatursuche in dieser Arbeit wurde in PUBMED, PEDRO, in der Springer-Online-Datenbank, sowie in der Bibliothek der FH-St. Pölten durchgeführt. Die präsentierten Studien wurden anhand der Ein- und Ausschlusskriterien analysiert und ausgewählt. Nach diesem Prozess wurden die ausgewählten Studien anhand der PEDRO- und AMSTAR-Skala einer Bewertung der methodischen Qualität unterzogen. Anschließend wurde eine Analyse nach patientInnen-, maßnahmen- und studienspezifischen Kriterien durchgeführt.

Ergebnisse: Von 108 Studien wurden 5 Fallstudien und 1 Literaturarbeit inkludiert, die insgesamt 447 PatientInnen untersuchten. Die PatientInnen wiesen im Bereich der Kognition und Motorik signifikante Verbesserungen im Vergleich zu der Kontrollgruppe auf. Die Motivation der PatientInnen konnte durch Virtual Reality gesteigert werden und Akzeptanz der Technologie war eindeutig gegeben.

Schlussfolgerung: Basierend auf den Ergebnissen herrscht eine positive Trendentwicklung von VR bezogen auf Motivationssteigerung und Therapieerfolg. Weitere Forschungen sollten versuchen mehr ProbandInnen aufzuweisen, die Akzeptanz der Technologie noch mehr zu evaluieren und einen Fokus auf die Langzeitwirkung zu setzen.

Keywords: stroke, Virtual Reality, Motivation, Rehabilitation

I **Abstract**

The potential of virtual reality in the treatment of patients with stroke.

Introduction and background: Stroke is one of the leading causes of the death cases and arising disabilities worldwide. One of the most common consequences is "loss of the motor function" which aggravates the independent activities of patients in their daily life, or prevents them completely. The most important aspects for the success of the therapy in the rehabilitation of stroke are: "repetitions", "intensity", "sensoric feedback" and "motivation". VR is a real-time simulation which is created with a computer software. Since VR is controlled by a computer software, it can create an individual virtual environment. The goal is to increase the willingness to train with more intensity. The target of this work is to show the possible potential of VR for the aspect of motivation and therapy success on patients with stroke.

Methods: The literature search in this work was performed in PUBMED, PEDRO, Springer online database, as well as in the library of the FH. St. Pölten. The presented studies were analyzed and selected according to the inclusion and exclusion criteria. After this process, the selected studies will be subjected to an assessment of the methodological quality according to PEDRO und AMSTAR-Skala. Subsequently, an analysis will be performed according to patient, measure and study specific criteria.

Results: Out of 108 studies 5 were a case study and one was a systematic review which both accumulated 447 patient reports. The patients showed a significant increase in cognitive and motoric function when compared to the control group. Virtual reality increased motivation and there was a clear acceptance of this technology.

Conclusion: Based on the results there is a positive trend of increasing motivation and having favorable results of the therapy. Further research should increase the number of patients, focus on the technological approval and try to work towards long term effects.

Keywords: stroke, Virtual Reality, motivation, rehabilitation

II Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Definition Virtual Reality	1
1.2	Definition Schlaganfall	2
1.2.1	Wichtige Aspekte in der Rehabilitation von SchlaganfallpatientInnen.....	3
1.3	Definition Motivation	4
1.3.1	Motivation in der sensomotorischen Rehabilitation	4
1.3.2	Steigerung der intrinsischen Motivation mittels Virtual Reality.....	4
1.4	Einsatzgebiete von VR bei SchlaganfallpatientInnen	6
1.4.1	Therapieerfolge durch Virtual Reality	6
1.4.2	Therapieeinheit mit Virtual Reality	7
1.5	Ziel	8
2	Methodik	9
2.1	Begriffsdefinitionen	9
2.2	Schlüsselwörter und Synonyme	10
2.3	Ein- und Ausschlusskriterien	10
2.4	Datenbanken und Suchstrategie	11
2.5	Datenauswertung	12
2.5.1	Analyse der Studienqualität	13
3	Ergebnisse	14
3.1	Studienbeschreibung	14
3.1.1	Bewertung der methodischen Studienqualität	17
3.2	Analyse der spezifischen Interventionswirkung.....	17
3.2.1	Ergebnisse der Motivationssteigerung mittels Virtual Reality	18
3.2.2	Ergebnisse der motorischen Fertigkeiten.....	19
3.2.3	Ergebnisse der Kognition, Intensität und Dosis	20

3.2.4	Ergebnisse der Akzeptanz einer VR-Therapie	21
4	Diskussion.....	23
4.1	Studienspezifische Aspekte.....	23
4.2	PatientInnenspezifische Aspekte	24
4.3	Maßnahmenspezifische Aspekte	25
4.3.1	Betrachtung zu der der Intensität	25
4.3.2	Betrachtung zu der Durchführung von Virtual Reality Therapien.....	26
4.4	Limitationen	27
4.4.1	Limitationen der inkludierten Studien	27
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	28
6	Literaturverzeichnis	30

III Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: dreidimensionale Ansicht einer Straße mit den beschriebenen integrierten	
Werkzeugen	8

IV Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Schlüsselwörter & Synonyme.....	10
Tabelle 2: Ein- und Ausschlusskriterien	11
Tabelle 3: PICO Fragestellung	11
Tabelle 4: Suchabfragen in den Datenbanken PUBMED, PEDRO, Springer, FH St. Pölten	12
Tabelle 5: Bewertung der Studienqualität.....	17

IV Abkürzungsverzeichnis

VR.....Virtual Reality

ADLs.....Aktivitäten des täglichen Lebens

EG.....Experimentalgruppe

KG.....Kontrollgruppe

F-M UE....Fugl-Meyer Upper Extremity Skala

1 Einleitung

Laut der Weltgesundheitsorganisation erleiden jährlich 15 Millionen Menschen weltweit einen Schlaganfall, wobei fünf Millionen eine permanente Behinderung davontragen. Für die Überlebenden eines solchen Schicksalsschlages ist es ein wichtiges Ziel, die damit einhergehenden Beeinträchtigungen so gering wie möglich zu halten (Cameirão Faria, Paulino, Alves, & Bermúdez i Badia, 2016). Zahlreiche Studien beschreiben bereits positive Effekte von Virtual Reality in der therapeutischen Arbeit mit SchlaganfallpatientInnen. Diese lassen sich allgemein auf die Nachstellung realistischer Szenarien und die motivierende Gestaltung der virtuellen Umgebung zurückführen. De Rooij, van de Port, & Meijer (2016) sagen, dass für das Wiedererlangen von den verlorenen Fertigkeiten nach einem Schlaganfall, ein hochintensives, aufgabenspezifisches Übungsprogramm notwendig sei. Konventionelle Therapien sind allerdings ressourcenintensiv, langwierig und reichen oftmals nicht für eine maximale Genesung aus. Rodrigues-Baroni, Nascimento, Ada, & Teixeira-Salmela (2014) beschreiben den Einsatz von Virtual Reality (VR) als eine vielversprechende Ergänzung zu herkömmlichen Therapien. Der Grund hierfür liegt auf basisierten Forschungsergebnissen, die darauf hinweisen, dass für das Therapieergebnis, die Motivation von PatientInnen von großer Bedeutung ist (Popović, Kostić, Rodić, & Konstantinović, 2014). Generell wird VR als eine interessante und angenehme Möglichkeit des Trainings beschrieben, wodurch die NutzerInnen zu einer längeren Trainingszeit und dadurch zur Durchführung größerer Wiederholungsanzahl angeregt werden.

1.1 Definition Virtual Reality

Virtual Reality stellt eine Echtzeitsimulation dar. In dieser werden diverse virtuelle Umgebungen (VUs) mit einer speziellen Computersoftware kreiert. Abgetaucht in die künstlich erschaffene Umgebung der Computersimulation können NutzerInnen eine neue Welt entdecken. Durch die Interaktion mit der Umwelt, den verschiedenen Objekten und Tönen, wird für die PatientInnen ein realitätsnahes Erlebnis erschaffen, das sich zum Teil anfühlt wie die Wirklichkeit (Reinkensmeyer & Dietz, 2016, S. 573-574).

Durch die Entwicklung von diversen VUs, wird ein ansprechenderes Klima als bei einer herkömmlichen Therapie geschaffen. Integrierte Spielelemente und Feedbackvarianten sorgen außerdem für eine gesteigerte Motivation und dadurch für ein intensiveres Training (Faria, Andrade, Soares, & i Badia, 2016).

Ein wichtiger Aspekt für das Funktionieren von VR ist das Gefühl der Präsenz. Damit VR ihren Effekt erzielt, sollen sich die NutzerInnen so fühlen, als wären sie tatsächlich in die-

ser Umgebung vertreten. Um dies zu ermöglichen, müssen verschiedene Gesichtspunkte bei der Kreation dieser virtuellen Welt berücksichtigt werden. Einerseits sollten die persönlichen Eigenschaften der NutzerInnen, wie Alter, Geschlecht, Ausbildung und soziale Gewohnheiten, andererseits aber auch der derzeitige Zustand der Person, wie die Motorik, die kognitiven Fähigkeiten und auch die psychische Verfassung miteinbezogen werden. Anhand dieser Eigenschaften werden Avatare erschaffen, die den ProbandInnen suggerieren, sich im eigenen Körper zu befinden. Dies stellt einen der wichtigsten Aspekte des VR-Trainings dar, da ein nicht angepasster Avatar, den NutzerInnen ein Ideal vor Augen halten würde, mit dem sie nicht übereinstimmen, was sich wiederum negativ auf die Motivation und Gefühlslage der PatientInnen auswirkt (Reinkensmeyer & Dietz, 2016, S. 573-574).

1.2 Definition Schlaganfall

Schlaganfälle sind weltweit eine der führenden Ursachen für Tode und entstehende Behinderungen. Eine komplexe Kombination aus sensorischen, motorischen, kognitiven und auch visuellen Beeinträchtigungen sind häufige Folgen, die den PatientInnen die Ausführung selbstständiger Tätigkeiten des täglichen Lebens oft erschweren oder sie gar daran hindern (Laver, George, Thomas, Deutsch, & Crotty, 2015). Daraus resultiert für viele SchlaganfallpatientInnen eine klinische Depression (Rabin et al., 2012). Die jedoch am weitesten verbreitete Folgeerscheinung nach Schlaganfällen ist die Beeinträchtigung motorischer Fertigkeiten, vor allem im Bereich der oberen Extremitäten, an der Neun von Zehn Überlebenden leiden (Perez-Marcos et al., 2017).

Arbeiten, selbstversorgende Tätigkeiten, aber auch das Vergnügen an der Freizeit wird zur Herausforderung, ist nur noch teilweise durchführbar oder gar nicht mehr zu bewältigen (Laver et al., 2015). Neurophysiologische Daten veranschaulichen, dass eine erhebliche Menge an Training und Wiederholungen notwendig sind, um beeinträchtigte Funktionen wiederherzustellen (Lohse, Hilderman, Cheung, Tatla, & Van der Loos, 2014; Sheehy et al., 2016). Es wurde festgestellt, dass genau dieser Punkt ein Problem bei herkömmlichen Therapiemethoden darstellt, da die benötigte Intensität und die Wiederholungszahlen nicht optimal erreicht werden können. Überdies sind oftmals weitere Problemfaktoren wie logistische, finanzielle und individuelle Barrieren vorhanden. Diese können alleamt die Effizienz der herkömmlichen Therapie nach einem Schlaganfall beeinträchtigen und somit den Erfolgsprozess schmälern (Lohse et al., 2014).

1.2.1 Wichtige Aspekte in der Rehabilitation von SchlaganfallpatientInnen

Für die Erzielung erfolgreicher Rehabilitationsergebnisse ist die Mitarbeit und die Zufriedenheit von PatientInnen einer bestimmten Behandlung wichtig. Es hat sich gezeigt, dass PatientInnen, die eine aktive Rolle spielen eine erhöhte Motivation aufweisen. Gegenteilig verhält sich die Motivation derer PatientInnen, die davon ausgehen, dass die Ergebnisse der Therapie von TherapeutInnen, der Einrichtung oder vom Gesundheitssystem im Allgemeinen abhängig sind (Popović et al., 2014).

Reinkensmeyer & Dietz (2016, S. 576 & 578) beschreiben verschiedene Faktoren, welche für den Erfolg einer Therapie maßgeblich sind:

Die Gestaltung des Umfelds spielt hiernach eine wichtige Rolle in der Therapie. Personen, die nach ihrem Schlaganfall in einer „anregend“ gestalteten Umgebung Übungsprogramme durchführen, haben eine vermehrte Motivation zum Erkunden und zum physischen Training, aber auch die Bereitschaft zu sozialen Interaktionen und generellen Aktivitäten wird erhöht. Als Resultat verkürzt sich für das Schlaganfallopfer die Zeit des Alleinseins.

Für den schnellen Lernprozess und die Bewegungsleistung, spielt intrinsisches und extrinsisches Feedback ebenfalls eine wichtige Rolle. Das intrinsische Feedback bezieht sich auf die sensorischen Informationen, welche während der Bewegung erzeugt werden, während das extrinsische nicht durch die Bewegung selbst entsteht, sondern von einer externen Quelle geliefert wird, wie „Leistungswissen“ oder „Ergebniswissen“.

Einen wichtigen Aspekt stellt noch die Anpassungsfähigkeit dar. Eine hohe Intensität und Wiederholungsanzahl sind zwar essenziell für die Genesung, allerdings werden ohne die stetige Korrektur diverser Übungen keine nennenswerten Veränderungen in den neuronalen Strukturen hervorgerufen. Übungen mit durchdachten und progressiv aufgebauten Schwierigkeitsstufen spielen deshalb eine wichtige Rolle. Hierbei kann anhand von virtuellen Umgebungen den PatientInnen ein optimales Umfeld geschaffen werden und es besteht die Möglichkeit, motorische Aufgaben immer weiter an den derzeitigen Zustand der Übenden anzupassen. VR-Systeme, die zusätzlich einen Personalisierungsalgorithmus integriert haben, zeigen nochmals einen stärkeren Effekt als herkömmliche Therapien (Reinkensmeyer & Dietz, 2016, S. 576 & 578).

In einer Studie von Brunner et al. (2016) wird außerdem die Rolle der Dosierung betont. Diese wird als eine der wichtigsten Schlüsselpunkte für die Verbesserung und die Wiedererlangung neuronaler Verbindungen beschrieben. Ein intensives Training und viele

Wiederholungen einzelner Übungen sind für die Rehabilitation von Funktionen nach einem Schlaganfall ein absolutes Muss.

In der Schlaganfalltherapie muss ein Zusammenspiel all dieser genannten Faktoren vorhanden sein, um für die PatientInnen optimale Voraussetzungen zu schaffen.

1.3 Definition Motivation

Motivation kann als „treibende Kraft“, die ein Individuum zum Handeln bewegt, beschrieben werden. In der Literatur werden zwei Arten von Motivation beschrieben. Auf der einen Seite spricht man von extrinsischer Motivation, die die Steigerung der Motivation durch Belohnungen oder durch zu erreichende Ziele bezeichnet. Bei dieser bekommt ein Individuum Belohnungen durch das Beenden einer Tätigkeit, das Erreichen von Zielen, aber auch Zwischenbelohnungen während der Ausübung selbst sind möglich. Eine andere Form der Motivation ist die intrinsische, womit ein Anstieg der Motivation durch die alleinige Durchführung einer Tätigkeit gemeint ist (Reinkensmeyer & Dietz, 2016, S. 578).

1.3.1 Motivation in der sensomotorischen Rehabilitation

In der sensomotorischen Rehabilitation ist ein wichtiges Ziel, den PatientInnen die Selbstständigkeit zu erleichtern und ihnen zu helfen, ihre Unabhängigkeit wieder zu erlangen. Hierbei kommt die Steigerung der intrinsischen und extrinsischen Motivation ins Spiel. Eine optimale Mischung aus beiden Formen soll den PatientInnen einen schnelleren Weg zurück ins tägliche Leben ermöglichen. Therapieeinheiten mit VR zielen hauptsächlich auf die Steigerung der intrinsischen Motivation ab. Den Betroffenen sollen die Tätigkeiten, also verschiedene Therapiemaßnahmen, Vergnügen bereiten und ihnen so ein vermehrtes und intensiveres Training ermöglichen, das wiederum zu schnelleren Ergebnissen führt (Reinkensmeyer & Dietz, 2016).

In vielen Rehabilitationsstudien wird der psychosoziale Faktor vernachlässigt, der jedoch für die Motivation des Betroffenen, wichtig ist. Hier kann es vorkommen, dass sich Ergebnisse aufgrund selbstlimitierender kognitiver Überzeugungen verschlechtern können. Aufgrund dessen ist es wichtig, das Niveau der Herausforderung in der Therapie immer weiter zu adaptieren, damit es zu einer Steigerung des Selbstwertgefühls und der Selbstwirksamkeit kommt (Ballester et al., 2016).

1.3.2 Steigerung der intrinsischen Motivation mittels Virtual Reality

Für die Steigerung der intrinsischen Motivation bei VR-Therapien ist es wichtig, verschiedene Eigenschaften zu beachten und in die Aufgabenstellung zu integrieren.

Reinkensmeyer & Dietz (2016, S. 578-579) haben die wichtigsten Charakteristika zusammengefasst. Eines ist die Zielsetzung. Für den längerfristigen Spielspaß ist die Mischung zwischen Kurz-, Mittel-, und Langzeitzielen essentiell. Die Ziele müssen erreichbar sein, allerdings sollen die NutzerInnen die Möglichkeit haben, diese durch eigene Entscheidungen zu erreichen. Immer wieder auftretende Entscheidungsmöglichkeiten, deren Richtigkeit offensichtlich ist, können den Spielspaß negativ beeinträchtigen.

Ein anderes Merkmal, welches den Lernprozess positiv beeinflussen soll, ist das Feedback. Eine Rückmeldung ist essentiell für die Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit, des Lernens, der Motivation und des Spaßfaktors. Anhand von VR kann Feedback sofort und spezifisch erfolgen. Dieses kann durch akustische und optische Signale geschehen, aber auch die Integration von Punktebelohnungen stellt eine Möglichkeit des Feedbacks dar. Viele VR basierte Rehabilitationsaktivitäten verwenden akustische Signale, wie zum Beispiel ein „Freudesignal“ beim erfolgreichen Ausweichen von Gegenständen, wobei beim Misslingen dieser Aktivität ein Kollisionsgeräusch ertönt.

Weiters darf die Herausforderung nicht fehlen. Diese sollte an ein Individuum angepasst werden und weder zu leicht noch zu schwer sein. Hier muss zwischen einfachen und komplexen Aufgaben unterschieden werden. Bei einfachen sollte die Schwierigkeit über einen gewissen Zeitraum stetig angepasst und erschwert werden, damit die PatientInnen einen dauerhaften Reiz der Herausforderung haben. Komplexe Aufgaben sollten in mehrere, einfachere Teilaufgaben gegliedert werden. Sofern die Teilbereiche beherrscht werden, wäre das Ziel, sie nach und nach zu der ursprünglichen, komplexen Aufgabe zusammenzuführen.

Neben diesen Charakteristika muss aber natürlich auch für Abwechslungsreichtum gesorgt werden. Flache und monotone Aufgaben können zur Folge haben, dass die Beteiligung von PatientInnen eingeschränkt wird. Neugier spielt eine große Rolle. So können verschiedene Elemente herangezogen werden, um diese zu erwecken. Anpassung der Umgebungen, Aufgabenstellungen, neue Ereignisse oder auch neu erlangte Fertigkeiten können hierfür sorgen (Reinkensmeyer & Dietz, 2016, S. 578-579).

1.4 Einsatzgebiete von VR bei SchlaganfallpatientInnen

Über 70% der SchlaganfallpatientInnen empfinden es als sehr wichtig, die Fähigkeit wiederzuerlangen, sich in die Gesellschaft erneut einzufinden. Aufgrund dieser Tatsache, zielt ein großer Teil der Rehabilitation darauf ab, Überlebende wieder zurück ins Sozialleben zu führen und ihr Berufsleben erneut aufzunehmen (Corbetta, Imeri, & Gatti, 2015).

1.4.1 Therapieerfolge durch Virtual Reality

In einer Studie von Faria et al. (2016) wird der Einsatz von VR für die Verbesserung von Alltagsaktivitäten bei SchlaganfallpatientInnen untersucht. Die Experimentalgruppe (EG) wirkt bei einer VR-basierten Therapie mit, während das Programm der Kontrollgruppe (KG) auf einer herkömmlichen Therapie für SchlaganfallpatientInnen basiert. Beide Gruppen absolvierten zwölf Einheiten zu je 20 Minuten mit der jeweiligen Therapieform. Für die Therapie der VR-Gruppe, wird das VR-Programm Reh@City herangezogen, welches in einem Unterkapitel noch näher beschrieben wird. Hier besteht das Übungsprogramm aus Tätigkeiten, mit denen die Personen in ihrem täglichen Leben häufig konfrontiert werden. Besuche eines Supermarktes, der Post, von Apotheken und Banken sind in diesem Fall die häufigsten Übungsaufgaben. Die genannten Aktivitäten werden so realitätsnah wie möglich simuliert und anschließend über einen definierten Zeitraum intensiv trainiert und adaptiert.

Die Ergebnisse der VR-Gruppe zeigen im Vergleich zu denen der Kontrollgruppe deutliche Verbesserungen in den Bereichen globale Kognition, Aufmerksamkeit und Merkfähigkeit, sowie eine Erhöhung der Fähigkeit Dinge zu erkennen und zu analysieren. Weiters hat nur die VR-Gruppe Fortschritte bei dem „Picture Arrangement Test“ erzielt, welcher sich speziell auf die Problemlösung und Geschwindigkeit fokussiert. Große Verbesserungen konnte sie auch im Bereich Kraft und Mobilität, Emotionen, soziale Interaktionen und generelle Erholung verzeichnen. Die Kontrollgruppe hat sich im Bereich Merkfähigkeit, Mobilität und soziale Interaktionen verbessert und im physischen Bereich verschlechtert.

In einer Studie von Turolla et al. (2013) wird die Effektivität von VR auf die motorischen Fähigkeiten der oberen Extremität und ADLs untersucht. Hier absolviert die Kontrollgruppe fünfmal die Woche ein zweistündiges traditionelles Training. Die Experimentalgruppe bestreitet indessen eine einstündige herkömmliche Therapie und anschließend eine Stunde VR, ebenfalls fünfmal die Woche. Die Aufgabe der VR-Gruppe besteht darin ein virtuelles Glas in ein Regal zu stellen. Bevor die PatientInnen allerdings den Bewegungsauftrag ausführen, wird dieser von Therapeuten durchgeführt und von der Computersoftware

aufgezeichnet. Anschließend dient der aufgenommene Ablauf den PatientInnen als Vorgabe, um ihnen eine Orientierung zu geben wie der „optimalste“ Verlauf aussehen soll.

Hier weisen beide Gruppen eine Verbesserung auf. Allerdings zeigen sich wieder bei der Gruppe, die zusätzliche VR-Einheiten erhielt, eine deutlich signifikantere Verbesserung. Die Begründung liegt hier in der Tatsache, dass das Erlernen neuer motorischer Aufgaben vom Feedback abhängt und dieser Aspekt mit VR sehr effektiv umgesetzt und angepasst werden kann.

1.4.2 Therapieeinheit mit Virtual Reality

Eine mögliche Art der Durchführung einer VR-Therapie veranschaulicht die Studie von Faria et al. (2016). In dieser Studie geht es um die Verbesserung von Alltagsaktivitäten. Ein VR-Programm mit dem Namen Reh@City, soll für diese Verbesserung sorgen. In der Welt der Simulation werden verschiedene wichtige „Werkzeuge“ (Abb.1) angeboten, welche den NutzerInnen von Beginn an für die Aufgabenstellungen zur Verfügung gestellt werden.

Es gibt einen Navigationspfeil, der den richtigen Weg vorgibt, eine Minikarte, die den NutzerInnen einen größeren Überblick über die Umgebung verschafft und visuelle Feedbackelemente, die in Form von Tönen und einer Zeitangabe ebenfalls integriert sind. Anhand eines Punktesystems werden die Übenden über das Miss- oder Gelingen verschiedener Aufgaben informiert, wobei das richtige Bewerkstelligen einer Übung mit Punktevergabe honoriert, die falsche Lösung jedoch mit Punkteabzug bestraft wird. Zur Übersicht wird den NutzerInnen eine Tätigkeitsliste in der rechten oberen Ecke zur Verfügung gestellt, die Ziele und die derzeit zu erfüllende Aufgabe definiert.

Sollten die PatientInnen mit allen vorhandenen Features einzelne Aufgaben, wie zum Beispiel „Zutaten für das Frühstück besorgen“, beherrschen und diese dreimal ohne Misserfolg vollenden, werden nach und nach einzelne Hilfestellungen entfernt. Können die PatientInnen leicht navigieren, entfällt der Hilfspfeil, können sie sich leicht orientieren wird die Minikarte entfernt, usw.

Für feinere Aufgaben, wie einen Bankomaten zu bedienen, gibt es auch die Möglichkeit aus dem dreidimensionalen in eine zweidimensionale Umgebung zu wechseln, sollte die Anforderung zu hoch sein (Faria et al., 2016).



Abbildung 1: dreidimensionale Ansicht einer Straße mit den beschriebenen integrierten Werkzeugen

1.5 Ziel

Aufgrund der bereits beschriebenen Tatsache, dass Schlaganfälle eine der häufigsten Ursachen für Todesfälle und Beeinträchtigungen sind, fällt dieser Erkrankung eine große Bedeutung zu. Die Rehabilitation von Schlaganfällen nimmt vor allem im Bereich der Physiotherapie einen großen Platz ein und verzeichnet, je mehr Physiotherapieeinheiten für Therapie investiert werden, eine bessere Rehabilitation (Chan, 2015).

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die bestehenden Ansätze, Eigenschaften und das mögliche Potenzial von Virtual Reality in der Arbeit mit SchlaganfallpatientInnen aufzuzeigen. Hierbei steht speziell die Rolle der Motivation im Mittelpunkt und wie diese anhand des Einsatzes von VR gesteigert werden kann. Weiters soll gezeigt werden, wie der Einsatz von VR sich positiv auf den Therapieerfolg auswirkt.

2 Methodik

Für die Beantwortung der Frage, welches Potenzial Virtual Reality bei der Rehabilitation von SchlaganfallpatientInnen hat, wurde als Studiendesign ein „narrative Review“ gewählt.

2.1 Begriffsdefinitionen

Für folgende Begriffe wurden in dieser Arbeit Kriterien festgelegt, um untersuchte Studien bei der Durchführung der Datenauswertung abgrenzen zu können.

VIRTUAL REALITY (VR) – VR wurde mit einem Mindestmaß von drei Komponenten definiert. Erstens, die Nutzung einer speziellen Computersoftware, die verschiedene Szenarien abgestimmt auf die Problematik der betroffenen Person kreiert. Zweitens, einem Bildschirm oder Projektor, mittels welchem diese Szenarien in Echtzeit übertragen werden. Drittens, ein dreidimensionales Bewegungsverfolgungssystem, mit dem die Bewegungen von Personen erfasst und in diverse Szenarien integriert werden. Weitere Gadgets wie Joysticks, Handschuhe, Bodenplatten etc. dürfen miteinbezogen werden.

SCHLAGANFALLPATIENTINNEN – Akute und subakute Schlaganfälle wurden als einziges Ausschlusskriterium definiert.

AKTIVITÄTEN DES TÄGLICHEN LEBENS (ADLs) – Aktivitäten des täglichen Lebens werden in die „basic“ und „extended“ ADL unterteilt und stellen die Aktivitäten dar, die für ein Leben zu Hause und in der Umwelt essentiell sind. Zu den „Basic“ Aktivitäten gehören, sich waschen, auf die Toilette gehen, essen, anziehen, Stuhlkontinenz, das Wechseln von Positionen und Gehen. Bei den „extended“ ADLs geht es um Tätigkeiten wie Einkaufen, Essen zubereiten oder auch sich in der Öffentlichkeit fortzubewegen. Diese sind notwendig, um als unabhängiges Individuum zu leben (Veerbeek et al., 2014).

Es wurde kein konkreter Evaluierungsparameter für den Therapieerfolg festgelegt, da in der Literatur kein einheitlicher Parameter in Verwendung ist und die Ergebnisse, angepasst an die jeweiligen Zielsetzungen breit gefächert präsentiert werden. Für die Evaluierung der Motivation werden als Hauptparameter Fragebögen herangezogen. Da der Aspekt der Motivation anders nur schwer zu evaluieren ist, bzw. selten Skalen für diese Bewertung verwendet werden, wurde Aspekt der Motivation zusätzlich noch in indirekter Weise, mit zum Beispiel, der Bereitschaft länger aktiv zu trainieren, interpretiert.

2.2 Schlüsselwörter und Synonyme

Für die spezifische und zielgerichtete Suche von sinnvollen und qualitativen Studien, wurden Schlüsselwörter (Tab.1) in Bezug auf das PICO-Prinzip gewählt. Um eine größere Anzahl an Studien zu finden, wurden diese in Englisch definiert. Zusätzlich wurden Synonyme für die gewählten Schlüsselwörter definiert, damit der mögliche Verlust an relevanten Studien, gering bleibt (Tab.1).

Tabelle 1: Übersicht der Schlüsselwörter & Synonyme

Schlüsselwörter	Synonyme
Virtual Reality	VR
Stroke	poststroke / post-stroke
rehabilitation	
motivation	

2.3 Ein- und Ausschlusskriterien

Die Auswahl der Studien erfolgte durch die vorab definierten Ein- und Ausschlusskriterien (Tab.2), welche angelehnt an das PICOT-Prinzip (Tab.3) formuliert wurden. Bei der Auswahl der Kriterien wurden sowohl studienspezifische als auch maßnahmen- und patientinnenspezifische Faktoren berücksichtigt, um ein qualitativ hochwertiges Ergebnis zu erzielen.

Tabelle 2: Ein- und Ausschlusskriterien
CT = klinische Studie, Review = Literaturarbeit

EINSCHLUSSKRITERIEN	AUSSCHLUSSKRITERIEN
Studienspezifische	
Sprache: Deutsch oder Englisch	Veröffentlichung der Studie vor 2012
Studienlevel: CTs & Reviews	
patientInnen-spezifische Kriterien	
Defizite der Motorik, Kognition und/oder Aktivitäten des täglichen Lebens.	PatientInnen mit einem akuten oder subakuten Schlaganfallgeschehen
maßnahmenspezifische Kriterien	
Einsatz von einer Virtual Reality Technologie	

Tabelle 3: PICO Fragestellung

PICO(T) Prinzip	
P -opulation	SchlaganfallpatientInnen, die nicht akut/subakut sind
I -ntervention	Virtual Reality
C -omparison	-
O -utcome	Steigerung Motivation/Trainingsintensität & Therapieerfolg

2.4 Datenbanken und Suchstrategie

Für die Umsetzung der Suchstrategien wurden die Datenbanken PUBMED und PEDRO genutzt. Weiters wurde in der Datenbank des Springer-Verlages, welcher Bücher mit fachlich fundierten Sachinhalten vorweist, geforscht. Darüber hinaus wurde die Bibliothek der FH St. Pölten besucht.

Für die Suche auf PUBMED wurden die Begriffe „Virtual Reality“, „Stroke“, „post-stroke/post-stroke“, „rehabilitation“ und „motivation“ verwendet. Die Suchabfrage wurde mittels eines Filters für „klinische Studien“ und „Literaturarbeiten“ getrennt durchgeführt.

Weiters wurde die Suche durch einen Freitextfilter und einen Veröffentlichungsfilter ab 2012 eingegrenzt.

Um auf PEDRO die gewünschten Ergebnisse zu erzielen, wurden die Begriffe „Virtual Reality“ und „stroke“ verwendet. Die Eingrenzung der Suchergebnisse erfolgte durch einen Filter für „Literaturarbeiten“ und einem Veröffentlichungsfilter ab 2012.

Auf Empfehlung wurde in der Datenbank des Springer-Verlages sowie in der FH St. Pölten nach einem Buchtitel gesucht.

Tabelle 4: Suchabfragen in den Datenbanken PUBMED, PEDRO, Springer, FH St. Pölten
CT = klinische Studie, Review = Literaturarbeit

SUCHABFRAGEN	
PUBMED [all fields]	
((("Virtual Reality") AND stroke) AND rehabilitation AND Review[ptyp] AND free full text[sb] AND ("2012/01/01"[PDat] : "3000/12/31"[PDat]))	34 Reviews
("virtual reality" AND stroke AND Clinical Trial[ptyp] AND free full text[sb] AND ("2012/01/01"[PDat] : "3000/12/31"[PDat]))	34 CTs
((motivation AND poststroke AND free full text[sb]) AND free full text[sb] AND ("2012/01/01"[PDat] : "3000/12/31"[PDat])) AND Clinical Trial[ptyp] AND free full text[sb] AND ("2012/01/01"[PDat] : "3000/12/31"[PDat]))	11 CTs
PEDRO [title, method, published since]	
„Virtual Reality“ AND stroke, systematic review, 2012	28 Reviews
THIEME-DATENBANK	
Neurorehabilitation Technology...	1 Treffer
DATENKBANK-FH-ST.PÖLTEN	
Neurorehabilitation Technology	1 Treffer

Anschließend wurden die Ergebnisse anhand der Ein- und Ausschlusskriterien der Autoren geprüft und ausgewählt.

2.5 Datenauswertung

Für die Datenauswertung wurden die nach dem Auswahlprozess verbliebenen Studien, einer inhaltlichen Analyse sowie der Prüfung der gesetzten Interventionen unterzogen. Ein wichtiger Schritt der bei der Überprüfung nicht fehlen darf, ist die qualitative Bewertung der eingeschlossenen Studien (Wright, Brand, Dunn, & Spindler, 2007).

2.5.1 Analyse der Studienqualität

Für die Bewertung der methodischen Qualität gibt es die verschiedensten Instrumente. In dieser Arbeit wurden für die Bewertung zwei Messinstrumente, welche in der Praxis häufig in Verwendung sind, herangezogen. Für Literaturarbeiten wurde die AMSTAR-Skala und für CTs die „Quality Appraisal Checklist for Case Series Studies“ der IHE (Institute of ~~H~~health ~~E~~economics) ausgewählt.

Bewertung anhand der AMSTAR-Skala:

Die AMSTAR-Skala ist eine der am weitesten verbreitetsten Messinstrumente (Shea et al., 2017) und erweist sich als zuverlässig und valide für die Bewertung der methodischen Qualität von Studien (Dosenovic et al., 2018). Die Skala besteht aus 11 Fragen, welche sich sowohl auf die Qualität und Methodik beziehen. Bei jeder Frage stehen jeweils vier Antworten zur Verfügung: „Ja“, „Nein“, „kann nicht beantwortet werden“ oder „nicht anwendbar“. Für die Bewertung wird der Fragebogen in englischer Sprache herangezogen (Anhang A).

Bewertung anhand der Quality Appraisal Checklist for Case Series Studies:

Die Quality Appraisal Checklist for Case Series Studies dient zur qualitativen Bewertung von Fallstudien. Das Bewertungsschema dieser Liste besteht aus 20 Fragen, die auf verschiedene Aspekte der Studien eingehen. Bewertet wird das Ziel, das Design, die Population, die Maßnahmen, die Messinstrumente, die statistische Analyse, die Ergebnisse und Zusammenfassung, sowie das konkurrierende Interesse und der erhaltenen Unterstützung. Hier wird ebenfalls, für eine qualitative Beurteilung, die englische Version verwendet (Anhang B).

Für die Bewertung der jeweiligen Empfehlungsstärke der Studien, wurde in Anlehnung an bereits existierende Evidenz, ein ~~_p~~Prozentuales Bewertungssystem herangezogen. Die Prozente werden anhand der zutreffenden Antworten laut Anhang A und B errechnet. Um eine systematische Übersicht zu erlangen, werden die erreichten Prozente in einen Notenschlüssel präsentiert. A = 90 – 100%, B = 80 – 89 %, C = 70 – 79%, D = 60 – 69%. Durch dieses Bewertungssystem lässt sich auf einen Blick die Evidenzqualität erfassen und somit das damit verbundene BIAS-Risiko (Kung et al., 2010).

3 Ergebnisse

Nach Durchführung der Literaturrecherche in den Datenbanken PEDRO, PUBMED und der Datenbank des Springer-Verlages, erschienen 107 Ergebnisse. Durch die Ergänzung der Suche in der Bibliothek der FH St.Pölten, wurden schließlich 108 Ergebnisse für den weiteren Auswahlprozess miteinbezogen. Im nächsten Schritt wurden die Duplikationen und auch Ergebnisse, die nicht relevant für dieses Thema waren, ausgeschlossen. Nach diesem Prozedere wurden die verbliebenen Studien, in Bezug auf die definierten Ein- und Ausschlusskriterien geprüft. Dies erfolgte durch die Interpretation des Titels, Abstracts und anschließend der Volltexte. Die verbliebenen 12 Studien wurden analysiert, auf den Inhalt überprüft und anschließend wurden die für die Arbeit relevanten Studien ausgewählt.

3.1 Studienbeschreibung

Studienspezifische Aspekte:

Für die Darstellung des derzeitigen Standes von Virtual Reality, wurden in dieser Arbeit fünf Fallstudien (Ballester et al., 2016; Faria et al., 2016; Perez-Marcos et al., 2017; Popović et al., 2014; Turolla et al., 2013) und eine Literaturarbeit (Laver et al., 2017) in Betracht gezogen. Die fünf Fallstudien wurden in den Ländern Portugal, Italien, Spanien, Belgien und Schweiz durchgeführt und haben eine Gesamtpopulation von 447 ProbandInnen.

Die Evaluierungsparameter der Studien beruhen auf diversen Testungen und Skalen, die auf die jeweilige Fragestellung der Studien abgestimmt wurden. Ebenso ist ein Fragebogen und ein ~~P~~postinterventionsinterview inkludiert.

PatientInnenspezifische Aspekte:

Bei den ProbandInnen handelt es sich in allen fünf Studien um PatientInnen, die an einem Schlaganfall erkrankt sind (Ballester et al., 2016; Faria et al., 2016; Perez-Marcos et al., 2017; Popović et al., 2014; Turolla et al., 2013). Ebenso handelt es sich in allen fünf Studien um PatientInnen die nicht mehr in der Akutphase eines Schlaganfalls sind. Wobei eine Studie, die Gruppen zeitlich und motorisch weiter unterteilt hat, um einen Subgruppenvergleich erstellen zu können. Diese bestand aus den Zeiträumen unter drei Monate, zwischen drei und zwölf Monaten und nach einem Jahr. Die zweite besteht aus leichter, mittelschwerer und schwerer motorischer Beeinträchtigung (Turolla et al., 2013).

In vier der fünf Fallstudien handelt es sich um PatientInnen mit einer Hemiparese der oberen Extremität, die an einer motorischen Beeinträchtigung leiden (Ballester et al., 2016; Perez-Marcos et al., 2017; Popović et al., 2014; Turolla et al., 2013). Vier Studien haben zusätzlich noch die Kognitive Fähigkeit bewertet, damit sie sichergehen können, dass die PatientInnen den Anweisungen folgen können (Ballester et al., 2016a; Perez-Marcos et al., 2017; Popović et al., 2014; Turolla et al., 2013). Eine Studie hat zusätzlich noch die Spastik miteinbezogen, die nicht mehr als Grad 3, anhand der Ashword-Skala betragen darf, inkludiert (Ballester et al., 2016).

In der fünften Fallstudie handelt es sich um PatientInnen, die zu 55,6% an einer rechts- und zu 44,4% an einer linksseitigen Läsion leiden. Diese dürfen keine halbseitige räumliche Vernachlässigung haben, Sitzplatzkapazität muss vorhanden sein, ebenso sollen sie Lesen und Schreiben können, eine minimale kognitive Funktion haben und eigene Motivation mitbringen (Faria et al., 2016)

Von allen fünf Fallstudien, hat nur eine den Aspekt der Epilepsie miteinbezogen und diesen als zusätzliches Ausschlusskriterium gewählt (Perez-Marcos et al., 2017).

Das durchschnittliche Alter der ProbandInnen beträgt in fünf Studien zwischen 51-65 Jahre +/- SD (Ballester et al., 2016; Faria et al., 2016; Perez-Marcos et al., 2017b; Popović et al., 2014; Turolla et al., 2013). Der Frauenanteil überwiegt in einer Studie mit 55.6% (Faria et al., 2016) und in einer weiteren mit 60% (Perez-Marcos et al., 2017). In zwei weiteren Studien überwiegt der Männeranteil mit 83% (Ballester et al., 2016) und 62% (Turolla et al., 2013).

Maßnahmenspezifische Aspekte:

Alle Studien (Ballester et al., 2016; Faria et al., 2016; Perez-Marcos et al., 2017b; Popović et al., 2014; Turolla et al., 2013) untersuchen die Wirkung von Virtual Reality bei SchlaganfallpatientInnen.

Bei einer Studie wurden die TeilnehmerInnen gebeten, innerhalb von sechs Wochen, 30 Trainingseinheiten, fünf Mal die Wochen, zu je 30 Minuten durchzuführen. Hier wurde die Untersuchung der Wirkung der gesetzten Maßnahmen nach sechs Wochen- am Ende der Intervention, sowie bei der Nachuntersuchung nach zwölf Wochen durchgeführt. Hier bekamen beide Gruppen das gleiche System, allerdings bekam nur die Experimentalgruppe eine stetige steigende Herausforderung der Bewegungserweiterung (Ballester et al., 2016).

In der Studie von Faria et al. (2016) erhielten beide Gruppen eine zwölf-tägige Intervention, mit 20 Minuten pro Sitzung, verteilt auf vier bis sechs Wochen. Die Interventionsgruppe erhielt eine auf ADLs abgezielte, VR-basierte Trainingseinheit. Die Kontrollgruppe bekam zeitgleich ein kognitives Training.

Die Interventionen von Popović et al. (2014) umfassten eine dreiwöchige Behandlungsdauer, wobei die PatientInnen, fünf Mal die Woche, eine zusätzliche Therapieeinheit mit maximal 30 Minuten, zu der herkömmlichen Therapie (eine Stunde Physiotherapie, Ergotherapie und Sprachtraining falls notwendig) bekamen. Die Interventionen beider Gruppen bestanden aus den gleichen drei Übungen. Die Interventionsgruppe ~~Gruppe~~ führte die Übungen in Form einer VR-basierten Therapie durch und die Kontrollgruppe in Form von einer herkömmlichen Therapie und unter Nutzung herkömmlicher Materialien durch.

In einer weiteren Studie betrug die Interventionsdauer vier Wochen mit insgesamt 40 Therapiesitzungen. Hier bestanden die Maßnahmen aus zwei Stunden täglicher Therapie, fünf Mal die Woche. Die Interventionsgruppe bekam eine Stunde herkömmliche Therapie und eine Stunde VR-basierte Therapie. Die Kontrollgruppe erhielt im Gegensatz dazu zwei Stunden konventionelle Therapie (Turolla et al., 2013).

(Perez-Marcos et al., 2017) führten ihre Intervention ebenfalls mit einer Sitzungsdauer von einer Stunde durch. Diese fand insgesamt zehn Mal, mit zwei Einheiten pro Woche, über einen Zeitraum von fünf Wochen statt. Die ProbandInnen wurden zu Beginn der Untersuchung, nach der gesetzten Intervention und vier Wochen nach dem Ende dieser, untersucht.

3.1.1 Bewertung der methodischen Studienqualität

Für die Bewertung der methodischen Studienqualität, wurde die „Quality Appraisal Checklist for Case Series Studies“ und die AMSTAR-Skala verwendet. Die Auflistung der Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle (Tab. 5) ersichtlich.

Tabelle 5: Bewertung der Studienqualität; J=ja, N=nein, U=unklar, P=teilweise

- 1) Fragen der Skalen laut Anhang A, B
- 2) Prozentanteil der mit JA und teilweise beantworteten Fragen
- 3) EQ=Evidenzqualität A=90-100%, B=80-80%, C=70-79%, D=60-69%

Quality Appraisal Checklist for Case Series Studies													
AutorIn	Fragen ¹										Ergeb- nis ²	Gewich- tung ³	EQ ⁴
Turolla et al.	1J	2U	3N	4J	5J	6J	7J	8J	9P	10J	14,5/18	80%	B
	11J	12J	13J	14J	15N	16U	17N	18J	19J	20J			
Popović et al.	1J	2U	3N	4U	5J	6J	7N	8J	9J	10J	11/16	68%	D
	11J	12J	13J	14J	15N	16U	17N	18J	19U	20N			
Faria et al.	1J	2U	3J	4U	5J	6J	7N	8J	9P	10J	12,5/17	73%	C
	11N	12J	13J	14J	15N	16U	17N	18J	19J	20J			
Ballester et al.	1J	2U	3N	4J	5J	6J	7J	8J	9J	10J	16,5/18	91%	A
	11J	12J	13J	14J	15J	16U	17P	18J	19J	20J			
Perez-Marcos et al.	1J	2U	3N	4J	5J	6J	7J	8J	9J	10J	14,5/18	80%	B
	11J	12J	13J	14J	15U	16N	17P	18J	19J	20P			
Amstar- Skala													
Laver et al.	1J	2J	3J	4J	5J	6J	7J	8U	9J	10J	10/11	91%	A
	11J												

3.2 Analyse der spezifischen Interventionswirkung

Für die Ergebnisse haben alle Studien (Ballester et al., 2016; Faria et al., 2016; Popović et al., 2014; Turolla et al., 2013), spezifisch auf ihre Fragestellungen die Messmöglichkeiten herangezogen, wodurch sich andere Schwerpunkte in den Untersuchungen ergeben haben und dadurch nur bedingt direkte Überschneidungen resultierten.

Ballester et al. (2016) verwenden vier Skalen für ihre Messungen. Für die primäre Ergebnismessung der Motorik der oberen Extremität, wurde die Fugl-Meyer Upper Extremity Skala (F-M UE) gewählt.

Faria et al. (2016) setzten ihren Fokus bei den Primärergebnissen auf die globale kognitive Funktion, die anhand der Addenbrooke Cognitive Examination (ACE) ~~bewerten, wurde~~ die welche auf der Mini-Mental State Examination (MMSE) basiert, bewertet wurde. Als sekundäre Ergebnisse beurteilen sie die Aufmerksamkeit anhand des Trail Making Test A und B (TMT A und B) und die exekutiven Funktionen anhand des Picture Arrangement-Test der Wechsler Adult Intelligence Scale III (WAIS III).

Turolla et al. (2013) verwenden für die Ergebnispräsentation der Motorik der oberen Extremität die F-M UE Skala und für die Unabhängigkeit bei ADLs, die Functional Independence Measure (FIM) Skala.

Perez-Marcos et al. (2017) setzten ihren primären Fokus auf die Trainingsintensität und Dosis. Dazu nutzten Sie die Anzahl der Minuten von der ersten bis zur letzten Übung, die aktiv trainierte Zeit während einer Einheit, die Anzahl an zielgerichteten Bewegungen um eine Aufgabe zu erreichen und die zielgerichteten Bewegungen pro Minute. Als sekundäre Ergebnisse bewerteten sie die Motorik mit der F-M UE Skala, den aktiven Bewegungsumfang, die Unabhängigkeit mithilfe der FIM Skala und den empfundenen Schmerz mit der VAS-Skala. Weiter nutzten sie noch einen Fragebogen (durchgeführt nach der ersten und letzten Sitzung), welchen sie mit einer 7-Punkt-Skala evaluierten (1=überhaupt nicht einverstanden – 7= völlig einverstanden). Inhalt war die Toleranz, eine Selbstevaluierung, die Akzeptanz der Technologie und die Bewertung der Motivation.

Popović et al. (2014) nutzten einen modifizierten Zeichnungstest (mDT) um die Fähigkeiten im Bereich der Geschwindigkeit, Präzision und Glätte zu messen. Außerdem bewerteten sie hier ebenfalls den Faktor Zeit, die PatientInnen aktiv trainierten. Weiter wurde hier zusätzlich auch der intrinsische Motivationsfaktor anhand eines Fragebogens bewertet.

3.2.1 Ergebnisse der Motivationssteigerung mittels Virtual Reality

Zwei von fünf Studien untersuchten die Motivationssteigerung anhand von Virtual Reality (Perez-Marcos et al., 2017; Popović et al., 2014). Für die Evaluierung nutzten beide Studien einen Fragebogen. Popović et al. (2014) bestimmte mithilfe dessen die intrinsische Motivation. Perez-Marcos et al. (2017) nutzte diesen, um die Motivation in Bezug auf die Weiterführung der Therapie zu Hause oder im Krankenhaus festzustellen. Popović et al. (2014) evaluierte zusätzlich noch die in der Therapie selbst, aktiv trainierte Zeit, wo ein Maximum von 15 Minuten erreicht werden konnte.

Die Ergebnisse des Fragebogens von Popović et al. (2014) zeigten, dass die EG signifikant höhere Werte im Bereich Interesse und Vergnügen aufweist. Signifikant höhere Wer-

te wurden ebenfalls bei der subjektiv wahrgenommen Kompetenz, Anstrengung, Nutzen und der Möglichkeit eigene Entscheidungen zu treffen, festgestellt. In den Bereichen Druck und Spannung gibt es keine signifikanten Unterschiede.

Bei der aktiv trainierten Zeit wiesen die Gruppen zu Beginn keinen signifikanten Unterschied auf und hatten jeweils eine Therapiedauer von unter 12 Minuten. Die Dauer der Therapie erhöhte sich während des Programms und die EG erreichte zu Beginn der ersten Woche die maximale Punkteanzahl, welche, bis auf wenige Ausnahmen, auch bis zum Ende des Programms gehalten wurde. Die KG verbesserte sich ebenfalls, erreichte allerdings nicht das Maximum. Es resultierte ein signifikanter Unterschied von durchschnittlich 14,6 Minuten in der EG zu elf Minuten in der KG.

Um eine Korrelation zwischen den metrischen Bewertungen und der PatientInnenmotivation zu bekommen, wurden zusätzlich die Rangordnungskorrelationskoeffizienten von Spearman herangezogen. Diese stellten eine signifikante positive Korrelation im Bereich der subjektiv wahrgenommenen Kompetenz, der Verbesserung der Bereiche Glätte und Geschwindigkeit in der Ausführung. Die Verbesserung der Geschwindigkeit korreliert zusätzlich positiv mit der aktiv trainierten Zeit (Popović et al., 2014).

Perez-Marcos et al. (2017) stellten fest, dass die PatientInnen sich ausdrücklich dafür bereitstellen, bereits nach der ersten Einheit, die VR-Therapie im Krankenhaus (6/7 Punkte) als auch zu Hause (7/7 Punkte) durchzuführen. Das Level der Motivation blieb bis zum Ende der Intervention erhalten.

3.2.2 Ergebnisse der motorischen Fertigkeiten

Insgesamt wurde in drei Fallstudien (Ballester et al., 2016; Perez-Marcos et al., 2017; Turolla et al., 2013) und einer Literaturarbeit (Laver et al., 2017) der Aspekt der motorischen Fähigkeiten untersucht. Alle Studien verwendeten hierfür die F-M UE Skala, wobei zwei Studien zusätzlich noch funktionelle Unabhängigkeit anhand der FIM Skala bewerten (Perez-Marcos et al., 2017; Turolla et al., 2013).

Für die Untersuchung mit der F-M UE hat eine Studie ~~hat~~ mit einer ~~g~~Gruppeninternen Untersuchung begonnen und wies nach, dass die Experimentalgruppe sowie die Kontrollgruppe jeweils eine signifikante Änderung des primären Endpunkts gegenüber des Ausgangswerts aufweisen. Bei der Zwischengruppenanalyse kam hervor, dass es keine signifikanten Unterschiede gab. Dies ändert sich allerdings bei der Nachuntersuchung, wo die EG signifikant besser war (Ballester et al., 2016). Anschließend an diese Ergebnisse, wies die Studie von Perez-Marcos et al. (2017) nur eine bedingte Steigerung von 5,4% vom

Ausgangswert bis zur Enduntersuchung nach. Eine signifikantere Verbesserung von 15,4% ergab sich erst vom Ausgangspunkt bis hin zur Nachuntersuchung nach.

In der Studie von Turolla et al. (2013) wies die EG ebenfalls einen signifikanteren Anstieg mit 10% im Vergleich zu der KG mit 4% auf. Zusätzlich wurden hier noch zwei Subgruppenanalysen, in Bezug auf die Sschwere der motorischen Beeinträchtigung und der Zeit vom Schlaganfall bis zu der Rehabilitation, durchgeführt, wobei beide Subgruppen der EG im Vergleich zu der KG signifikant verbesserten. PatientInnen mit leichter, mittelschwerer und schwerer motorischer Beeinträchtigung wiesen nach einer konventionellen Therapie, eine Verbesserung von 3%, 5% und 5% auf. Im Vergleich dazu, wiesen die PatientInnen nach einer VR-basierten Therapie, eine signifikante Verbesserung von 8%, 14%, und 11% auf. Bei der zeitlich unterteilten Subgruppenanalyse verbesserte sich die KG in allen Untergruppen um 4%. Im Gegensatz dazu, wies die EG in den Zeiträumen von unter drei Monaten, zwischen drei und zwölf Monaten und nach zwölf Monaten, eine Verbesserung von 13%, 10% und 7% auf.

Laver et al. (2017) wies im Gegensatz dazu keinen signifikanten Unterschied in der Endmessung auf. Dies änderte sich erst in der Nachuntersuchung, wo die EG nach sechs Monaten im Gruppenvergleich signifikante Verbesserungen verzeichneten.

Ähnlich wie die F-M UE Skala, wies auch die FIM Skala in der Studie von Turolla et al. (2013) nach einer VR-basierten Therapie, im Gruppenvergleich und auch in allen Untergruppen, signifikant höhere Werte auf. Im Gegensatz wies die Studie von Perez-Marcos et al. (2017) keine Veränderungen in der funktionellen Unabhängigkeit nach.

3.2.3 Ergebnisse der Kognition, Intensität und Dosis

In einer Studie von Faria et al. (2016) wurden die kognitiven Fähigkeiten untersucht. Hier wurde der Wilcoxon-Test genutzt, welcher feststellt, dass nur die EG im Bereich der globalen kognitiven Kognition signifikante Ergebnisse bei der ACE und MMSE erreichte. Ebenso konnte in den Bereichen Aufmerksamkeit, Gedächtnis und visuelle Funktionen nur die EG signifikante Verbesserungen erzielen. Die einzig signifikante Änderung der KG war, eine Verschlechterung in Bezug auf die Sprachkompetenz.

Ebenso wurde ein Mann-Whitney-Test durchgeführt. Dieser zeigte ebenfalls eine signifikante Verbesserung der EG im Vergleich zur KG in den Bereichen der globalen kognitiven Fähigkeiten und der Aufmerksamkeit. Weiter zeigt dieser zusätzlich noch eine signifikante Verbesserung der EG in der Fähigkeit Aufgaben flüssig durchzuführen und eine Abnahme dieser in der KG. In Bezug auf Gedächtnis, Sprache und visuelle Raumwahrnehmung gab

es keine Unterschiede. Die Ergebnisse der Aufmerksamkeit anhand des TMT A und B ergaben ebenfalls keine signifikanten Gruppenunterschiede.

Im Bereich der Exekutiven Funktionen zeigte nur die EG eine signifikante Gruppeninterne Verbesserung auf. Im Gruppenvergleich gab es bis zum Ende der Intervention keine signifikanten Unterschiede (Faria et al., 2016).

Eine andere Studie (Perez-Marcos et al., 2017) widmete sich der Intensität und der Dosis. Hier wiesen die ProbandInnen eine Steigerung der effektiven Trainingszeit von 16,5 in der ersten auf 32,1 Minuten in der letzten Einheit auf. Die Anzahl der zielgerichteten Bewegungen stieg von 212 in der ersten auf 476,5 in der letzten Einheit an und die Anzahl der zielgerichteten Bewegungen pro Minute stieg von 13,2 auf 17,3 an.

3.2.4 Ergebnisse der Akzeptanz einer VR-Therapie

Die Ergebnisse Akzeptanz einer VR-Therapie, stammt aus einer qualitativen Analyse eines Folgeinterviews der Intervention (Popović et al., 2014) und durch einen Fragebogen (Perez-Marcos et al., 2017).

In einer Studie (Popović et al., 2014) gaben über 80% der ProbandInnen aus der EG an, diese Therapieform als einfacher und interessanter zu empfinden. Außerdem waren sich über 80% der PatientInnen einig, dass ihnen der Wettbewerbsaspekt sehr wichtig war und ihre Motivation im Training steigert. Die bevorzugte Art des Wettbewerbs, ob gegen andere, oder sich selbst, variiert zwischen den Befragten. Die Mehrheit der Gruppe erlebte einen sehr positiven Eindruck mit VR und alle gaben an, diese Technik, wenn sie die Möglichkeit dafür bekämen, zu Hause weiter zu nutzen. Im Vergleich dazu, empfand die Mehrheit der KG die zusätzliche Therapie ein zusätzliches Muss in der Rehabilitation und hatten diffuse Eindrücke zu dieser (Popović et al., 2014).

In der zweiten Studie (Perez-Marcos et al., 2017) zeigten die PatientInnen von der ersten Sitzung an ein hohes Maß an Konzentration (durchgehend 7/7 Punkte) und auf die Frage, ob sie das Gefühl haben sich im Krankenhaus zu befinden (durchgehend 1/7 Punkte), gaben diese teilweise an, vergessen zu haben, dass sie ~~in~~-überhaupt in diesem waren. Bei der Frage, ob sie sich mit den Bewegungen des Charakters identifizieren können, waren sie sich weitgehend einig (6/7 Punkte zu Beginn, 6,5/7 Punkte am Ende) und hielten dies aufrecht. Ebenso waren sie sehr vertraut mit den Bewegungen (5/7 Punkte zu Beginn, 7/7 Punkte am Ende) und führten die Übungen sehr gerne durch (durchgehend 7/7 Punkte), trotz des bewussten Gedankens, dass es eine weitere Rehabilitationsmaßnahme sei (durchgehend 7/7 Punkte).

Popović et al. (2014) fragten welche Maßnahmen noch hinzugefügt werden sollen. Die PatientInnen gaben drei Beispiele an. Die Anpassung des Szenariums an z.B. Sport zu treiben, oder den eigenen Garten einzurichten und Musik hinzuzufügen, gaben 60% an. Über 80% wünschen sich auch noch mehr Bestrafungs- und Belohnungseffekte. Perez-Marcos et al. (2017) stellten zusätzlich fest, dass am Ende der Intervention noch ein Interesse bestände, die Graphik des Avatars noch weiter zu verbessern (4/7 Punkte).

4 Diskussion

Die Ergebnisse der Studien zeigen durch den Einsatz einer Virtual Reality Technologie, in den Bereichen der motorischen Funktionen, kognitiven Fähigkeiten, Intensität, Dosis und der Steigerung der Motivation eine positive Wirkung.

Um die Ergebnisse richtig interpretieren zu können, müssen einerseits die maßnahmen-, patientInnen- und studienspezifische Aspekte berücksichtigt werden. Zusätzlich müssen noch die Limitationen und die methodische Studienqualität berücksichtigt werden, damit eine sinnhafte Schlussfolgerung gewährleistet werden kann.

4.1 Studienspezifische Aspekte

Evaluierungsparameter: in nur zwei Studien (Perez-Marcos et al., 2017; Popović et al., 2014) wird Aspekt der Motivation evaluiert. Hierfür werden zwei Fragebögen verwendet, einer zielt auf die intrinsische Motivation ab und der andere auf die weitere Verwendung der Technologie. Das Ergebnis der beiden Fragebögen zeigt ein eindeutiges Interesse und eine Motivationssteigerung durch die Technologie. Weiter verwendet Popović et al. (2014) ~~sie~~ die aktiv trainierte Zeit, um die Trainingsbereitschaft und Motivation zu interpretieren. Alle anderen Studien weisen keine dieser Methoden, um die Motivation zu evaluieren auf. Hinsichtlich der Interventionen, die darauf abzielen die Wirkung von so einer Technologie zu testen, ist es von großer Bedeutung auch die PatientInnen in Form ~~von~~ einem eines Frage**bo**gen**es**, oder eines Interviews miteinzubeziehen. Dies sollte in zukünftigen Studien einen größeren Fokus haben, da nur durch so eine Maßnahme sichergestellt werden kann, ob eine Technologie, so wie sie momentan eingesetzt und auch von PatientInnen akzeptiert wird, oder ob Änderungen vorgenommen werden müssen, damit das Potenzial auch ausgeschöpft werden kann. Zusätzlich kann durch so eine Maßnahme die potenzielle Frage, ob diese Art der Technologie für ein Heimtraining verwendet wird, beantwortet werden.

Ebenso ist es sicher hilfreich, wenn zukünftige Studien sich auch an der Zeitmessung ein Beispiel nehmen, da dies eine sehr effektive, aber einfach durchzuführende Maßnahme ist. Angesetzt an der Tatsache, dass Wiederholungen und intensives Training (de Rooij et al., 2016) ein muss in der Rehabilitation ist, wäre es durchaus effektiv die Zeit und Wiederholungen in der aktiv trainierten Zeit zu messen. Dadurch kann sichergestellt werden, dass PatientInnen intensivere Trainingseinheiten vermutlich weniger ausmachen und so einen der wichtigsten Aspekte der Rehabilitation erfüllen.

Wirkungsdauer: Da nur zwei Studien (Ballester et al., 2016; Perez-Marcos et al., 2017) die längerfristige Wirkung der Intervention untersucht haben, ist es schwierig den langfristigen Nutzen der Intervention darzustellen. Obwohl beide Studien eine längerfristige Wirkung nachweisen konnten, wirft es die Frage auf, ob die Maßnahmen der anderen Studien das gleiche bewirken können.

Methodische Qualität: Beim Vergleich der methodischen Qualität der Studien, ergab sich eine Spannweite der Evidenzqualität von A bis D (Tab. 5). Hier erreichten zwei Studien den Wert A (Ballester et al., 2016; Laver et al., 2017), zwei erreichten den Wert B (Perez-Marcos et al., 2017; Turolla et al., 2013), eine erreichte C (Faria et al., 2016) und eine D (Popović et al., 2014). In Folge der dargestellten Evidenzqualität, ist den Studien mit der Stufe C und D in Bezug auf die Ergebnisse kritisch entgegenzusehen. Allerdings muss angemerkt werden, dass dies vermutlich auch den Hintergrund hat, dass Virtual Reality im therapeutischen Einsatz immer noch weiterentwickelt wird und sich noch nicht in der Endphase befindet. Weiter ist ~~in~~ bei der Präsentation der Ergebnisse zu bedenken, dass aus der Studie (Popović et al., 2014) mit Evidenzqualität D als Hauptinhalt ein Folgeinterview und die aktiv trainierte Zeit verwendet wurde und diese durchaus qualitativ präsentiert wurden. Dementsprechend besteht nach Einschätzung des Autors, trotz der Punkteabzüge, eine gute methodische Studienqualität hinsichtlich dieser Studie.

4.2 PatientInnenspezifische Aspekte

Alter, Geschlecht: Basierend auf der Tatsache, dass Schlaganfälle weltweit eine der führenden Ursachen für Tode und entstehende Behinderungen in Form von sensorischen, motorischen, kognitiven und auch visuellen Beeinträchtigungen (Laver et al., 2015) ist, sind PatientInnenspezifische Charakteristika von großer Bedeutung, da verschiedene Personengruppen, andere Therapieprinzipien benötigen könnten. Bei den inkludierten Studien sind die Ergebnisse so zu interpretieren, dass es in Umlegung auf eine PatientInnengruppe, Personen im späteren Bereich des mittleren Erwachsenenalters (≥ 51 Jahre), einen gering erhöhten Männeranteil und an der oberen Extremität beeinträchtigt sind.

Beeinträchtigung: In den angeführten Studien handelt es sich hauptsächlich um Beeinträchtigungen der oberen Extremität, die von Perez-Marcos et al. (2017) auch als häufigste bleibende Folgeerscheinung von Schlaganfällen beschrieben wird. Aus diesem Grund bietet diese Arbeit einen guten Überblick über die Wirkung von Virtual Reality in diesem Bereich. Ebenso fokussieren sich die Studien auf die verschiedenen Arten der Beeinträchtigungen in Motorik und Kognition. Dies stellt eine gute Möglichkeit dar, die Ergebnisse für ein Gesamtbild der Wirkung zu interpretieren. Eine Studie (Clark, Sivan, & O'Connor,

2019) kritisiert bei den PatientInnenspezifischen Kriterien, stärkere kognitive Beeinträchtigungen als Ausschlusskriterium anzusehen, da genau dieser Bereich ein hohes Potenzial von VR-Technologien darstellt.

Stadium: Alle fünf Studien beziehen sich im Bereich des Zeitraumes, auf das chronische Stadium. Turolla et al. (2013) sind die einzigen, die noch Subgruppen in Bezug auf den Schweregrad und die vergangene Zeit nach dem Schlaganfall, erstellen. Dies ist nachvollziehbar, da in den anderen Studien zu wenige Teilnehmer vorhanden sind, um solche Subgruppen zu erstellen. Turolla et al. (2013) können demnach als einzige mehrere Vergleiche aufweisen, die relevant sind, um die ~~o~~Optimale Zielgruppe dieser Therapieform festzulegen.

Turolla et al. (2013) weisen durch ihre Subgruppenanalyse nach, dass alle PatientInnen aus den Bereichen leichter, mittelgradiger und schwerer Beeinträchtigung, gleichstark dazu neigen, signifikante Verbesserungen zu erzielen. Hingegen dazu präsentieren sie bei der zeitlichen Differenzierung, dass die PatientInnen über ein Jahr, als einzige nicht mehr in der Lage sind, signifikante Verbesserungen zu erzielen. Unter der Annahme, dass PatientInnen die sich in einem Zeitraum von vor einem Jahr befinden, bessere Fortschritte erzielen, wäre es ~~s~~Sinnvoll eine Fortführung der anderen Studien mit erhöhter Teilnehmerzahl und Subgruppen in zeitlicher Dimension durchzuführen. Basierend auf der Tatsache, dass Turolla et al. (2013) hauptsächlich die motorischen Fähigkeiten untersuchen und eine andere Studie ihren Fokus auf die Kognition legt, wäre eine Kombination aus den Subgruppen und der Untersuchung in dieser auf kognitiver Ebene, eine vielversprechende Möglichkeit die Personengruppen weiter zu spezifizieren.

4.3 Maßnahmenspezifische Aspekte

Die untersuchten Studien weisen untereinander alle eine Abweichung der gesetzten Maßnahmen auf. Die untersuchten Interventionen sind in allen Studien zwar Virtual Reality, allerdings wird diese Intervention in jeder Studie verschieden gehandhabt. Durch die ~~die~~ unterschiedlich genutzten Technologien, der Einrichtung, der Interventionsdauer, der Durchführung und der zusätzlich anderen Therapien, ist es nur möglich, einen indirekten Vergleich innerhalb der Interventionsart durchzuführen.

4.3.1 Betrachtung zu der Intensität

In zwei Studien (Perez-Marcos et al., 2017; Turolla et al., 2013) erhielten die ProbandInnen Virtual Reality Therapie für die Dauer von einer Stunde, während in drei anderen Studien die Interventionsdauer 30 Minuten (Ballester et al., 2016; Popović et al., 2014) und

20 Minuten (Faria et al., 2016) betrug. Eine standardisierte bzw. ein Schwierigkeitslevel in Bezug auf die Intensität und der kognitiven Anforderung konnte nicht festgestellt werden, da die gesetzten Maßnahmen angepasst an den derzeitigen Stand der PatientInnen erfolgte und laufend angepasst wurde. So zeigt der Vergleich, dass die Dauer der einzelnen Interventionen, keine ausschlaggebende Rolle spielt, ob Virtual Reality eine positive Wirkung erzielen kann.

4.3.2 Betrachtung zu der Durchführung von Virtual Reality Therapien

Bei der Durchführung der Interventionen weisen die Studien diverse Unterschiede auf. Dies beruht auf den verschiedenen genutzten Programmen, sowie auf welchen Funktionsaspekt der PatientInnen, die Therapie abzielt. So wurden in der Studie von Faria et al. (2016) die Szenarien bezogen auf die ADLs simuliert. In vier anderen Studien (Ballester et al., 2016; Perez-Marcos et al., 2017; Popović et al., 2014; Turolla et al., 2013) wurde der Fokus auf Bewegungsszenarien nur mit dem betroffenen Arm gelegt. Diese zeigten alle das gleiche Grundprinzip auf, den Arm von A nach B zu bewegen. Allerdings wurde hier ein breites Spektrum präsentiert. Im Grunde wurde die gleiche Intervention durchgeführt, allerdings wurde jede dieser Interventionen anders gestaltet und durch zusätzliche Funktionen ergänzt. So wurde in der Studie von Popović et al. (2014) ein Instrument verwendet, welches durch manuelle Bewegung die Strecke und Position aufgenommen und an das System übermittelt hat. Hingegen dazu, nutzten zwei Studien (Ballester et al., 2016; Perez-Marcos et al., 2017) ein System, welches die Bewegungen der Arme verfolgt, aufnimmt und auf den Avatar projiziert. Anders in der Studie von Turolla et al. (2013), hier wurde ebenfalls ein System für die Bewegungsaufnahme und Verfolgung genutzt, allerdings zusätzlich ein real manipulierbares Objekt in den Händen gehalten, mit welchen die PatientInnen in der Virtuellen Umgebung interagierten.

So liegt der Schluss nahe, dass eine herkömmliche Therapie, durch verschiedene Variationen und Funktionen, die angepasst an die PatientInnen gewählt werden, ergänzt werden kann und so eine Steigerung des Therapieerfolges und der Motivation zur Folge hat. Diese Annahme unterstützt auch die Ansicht der PatientInnen aus der Studie von Popović et al. (2014), die behaupten, zusätzliche Funktionen wie Wettbewerbe, Bestrafungs-, Belohnungseffekte oder auch Simulationen im Garten würden ihr Interesse noch einmal mehr steigern.

4.4 Limitationen

Um die Ergebnisse dieser Arbeit richtig interpretieren zu können und dementsprechend sinnvolle Schlussfolgerungen zu tätigen, muss der Aspekt der Limitation in dieses Prozedere miteingeschlossen werden.

4.4.1 Limitationen der inkludierten Studien

Motivation: In Folge der gewählten Ein- und Ausschlusskriterien und vermutlich auch durch die noch nicht so lange existierende Therapieform Virtual Reality, konnten für den Aspekt der Motivation weniger Studien als für motorische oder kognitive Beeinträchtigungen, gefunden werden. Durch eine eventuelle Erweiterung der Definitionen, hätte man vermutlich eine bessere Grundlage für die Analyse geschaffen. Allerdings kann durch die gesetzten Kriterien eine gute Übersicht für die verschiedenen Bereiche dargestellt werden.

In den gewählten Fallstudien (Ballester et al., 2016; Faria et al., 2016; Perez-Marcos et al., 2017; Popović et al., 2014; Turolla et al., 2013) wurden nur in zwei, ein Folgeinterview bzw. ein Fragebogen durchgeführt. Somit erhoben nur die Studien von Popović et al. (2014) und Perez-Marcos et al. (2017) die Akzeptanz, das Interesse und fragten die ProbandInnen nach Verbesserungsvorschlägen, um die Therapie noch attraktiver zu gestalten. Alle anderen Studien (Ballester et al., 2016; Faria et al., 2016; Turolla et al., 2013) folgten diesem Weg nicht, was allerdings für eine Testung einer neuen Technologie und dessen Wirkung, sowie um das Interesse der PatientInnen zu erheben, sicherlich von Nutzen wäre. Durch diesen Verzicht, kann davon ausgegangen werden, dass schlussendlich auch die kontinuierliche Verbesserung der Technologie vermindert wird.

ProbandInnen: In den untersuchten Studien gab es nur einen Fall (Turolla et al., 2013), wo eine hohe ProbandInnenanzahl (376) gegeben war. In den restlichen Studien (Ballester et al., 2016; Faria et al., 2016; Perez-Marcos et al., 2017; Popović et al., 2014) betrug die Anzahl zwischen 10 und 23. In Folge dessen kann ein möglicher BIAS in Bezug auf die Ergebnisse nicht ausgeschlossen werden.

Folgeuntersuchung: Für die langfristige Wirkung der gesetzten Interventionen, haben nur zwei Studien (Ballester et al., 2016; Perez-Marcos et al., 2017) eine Folgeuntersuchung unternommen. Basierend auf dieser Tatsache, ist es nicht möglich, für die längerfristige Interventionswirkung in den restlichen Studien (Faria et al., 2016; Popović et al., 2014; Turolla et al., 2013) Informationen zu erheben.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Das Ziel dieser Arbeit war es, basierend auf den Rehabilitationsaspekten von SchlaganfallpatientInnen, die bestehenden Ansätze, Eigenschaften und das mögliche Potenzial von Virtual Reality in der Arbeit mit dessen aufzuzeigen. Weiter sollte der mögliche Therapieerfolg bei SchlaganfallpatientInnen und die Motivationssteigerung durch eine Virtual Reality Technologie dargestellt werden. Nach der Interpretation der Ergebnisse lässt sich eine Tendenz für eine positive Auswirkung von Virtual Reality auf die Therapie feststellen.

Bestehende Studien (Perez-Marcos et al., 2017; Popović et al., 2014) zeigen mithilfe von Fragebögen, dass PatientInnen eine sehr positive Einstellung gegenüber Virtual Reality Technologien haben und diese, wenn möglich, öfter als Therapieform verwenden wollen. Dies unterstützte auch die sofortige Akzeptanz der Technologie, wo PatientInnen ab der ersten Sitzung eine maximale subjektive Konzentration und ein Gefühl angaben, nicht zu bemerken, dass sie gerade eine Therapie durchführen (Perez-Marcos et al., 2017). Durch diese Akzeptanz resultierte ein beachtliche Intensität, die zehn bis 15 Mal höher war, als in einer herkömmlichen Therapie (Perez-Marcos et al., 2017). Die Akzeptanz und Motivation mehr zu üben, unterstreicht eine Studie (Popović et al., 2014) mit der aktiv trainierten Zeit, wo PatientInnen bereits am Ende der ersten Woche, fast die maximal erreichbare Zeit erfüllten und dies bis zum Ende der Intervention aufrecht blieb. Weiter sind PatientInnen von den verschiedenen Möglichkeiten wie Wettbewerbsaspekte, die Möglichkeit eigene Entscheidungen zu treffen und auch die subjektive Kompetenz zu fördern, die diese Technologie bietet, begeistert. Ebenso zeigte sich ein Interesse eigene Ideen wie Gartenarbeit, Musikeffekte oder verstärkte Bestrafungseffekte preiszugeben, die die Technologie erweitern soll.

Auf Basis der vorhandenen Ergebnisse, lässt sich Schlussfolgern, dass im Bereich der motorischen Fähigkeiten und der Kognitiven Funktionen, ebenfalls eine positive Entwicklung vorherrscht. Die Ergebnisse lassen erkennen, dass signifikante Verbesserungen der motorischen Fertigkeiten im Gruppenvergleich, erst einige Zeit nach Ende der Intervention stattfinden können. Demnach ist darauf zu achten, dass positive Ergebnisse, besonders im motorischen Bereich, nicht sofort auftreten müssen. Ebenso muss darauf geachtet werden, dass besonders Personen, die sich in einem früheren chronischen Stadium befinden (unter einem Jahr), scheinbar besser auf die Therapie ansprechen als spätchronische PatientInnen. Bei der Kognition gab es im Bereich der globalen kognitiven Fähigkeiten signifikante Verbesserungen. Ebenso konnte in den Bereichen Aufmerksamkeit, Gedächtnis und visuelle Funktionen nur die EG signifikante Verbesserungen erzielen

Angesichts der gewonnenen Erkenntnisse, herrscht derzeit noch ein Mangel an Studien zu diversen Aspekten vor. Zukünftige Studien sollten sich auf eine höhere Populationszahl

konzentrieren, da diese in den meisten Studien noch sehr gering scheint. Ebenso sollte noch mehr Fokus auf die langfristige Nutzung und Ergebniserzielung gesetzt werden. Um zukünftig vielleicht eine standardisierte Technologie zu entwickeln, wäre es sinnvoll, wenn Studien noch mehr Wert auf die Evaluierung der Akzeptanz, der Motivation und auch den Vorschlägen der PatientInnen legen.

6 Literaturverzeichnis

- Badia, S. B., Fluet, G., Llorens, R., & Deutsch, J. (2016). Virtual Reality for Sensorimotor Rehabilitation Post Stroke: Design Principles and Evidence. In Reinkensmeyer, D. J., & Dietz, V. (Hrsg.), *Neurorehabilitation Technology* (S. 573-603). Zürich: Springer.
- Ballester, B. R., Maier, M., San Segundo Mozo, R. M., Castañeda, V., Duff, A., & M. J. Verschure, P. F. (2016a). Counteracting learned non-use in chronic stroke patients with reinforcement-induced movement therapy. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 13. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0178-x>
- Brunner, I., Skouen, J. S., Hofstad, H., Aßmuss, J., Becker, F., Pallesen, H., Thijs, L., & Verheyden, G. (2016). Is upper limb virtual reality training more intensive than conventional training for patients in the subacute phase after stroke? An analysis of treatment intensity and content. *BMC Neurology*, 16. <https://doi.org/10.1186/s12883-016-0740-y>
- Cameirão, M. S., Faria, A. L., Paulino, T., Alves, J., & Bermúdez i Badia, S. (2016). The impact of positive, negative and neutral stimuli in a virtual reality cognitive-motor rehabilitation task: A pilot study with stroke patients. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 13. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0175-0>
- Chan, B. (2015). Effect of Increased Intensity of Physiotherapy on Patient Outcomes After Stroke: An Economic Literature Review and Cost-Effectiveness Analysis. *Ontario Health Technology Assessment Series*, 15(7), 1–43.
- Clark, W. E., Sivan, M., & O'Connor, R. J. (2019). Evaluating the use of robotic and virtual reality rehabilitation technologies to improve function in stroke survivors: A narrative review. *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering*, 6. <https://doi.org/10.1177/2055668319863557>
- Corbetta, D., Imeri, F., & Gatti, R. (2015). Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: A systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 61(3), 117–124. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2015.05.017>
- de Rooij, I. J. M., van de Port, I. G. L., & Meijer, J.-W. G. (2016a). Effect of Virtual Reality Training on Balance and Gait Ability in Patients With Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical Therapy*, 96(12), 1905–1918. <https://doi.org/10.2522/ptj.20160054>
- Dosenovic, S., Jelacic Kadic, A., Vucic, K., Markovina, N., Pieper, D., & Puljak, L. (2018). Comparison of methodological quality rating of systematic reviews on neuropathic pain using AMSTAR and R-AMSTAR. *BMC Medical Research Methodology*, 18. <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0493-y>
- Faria, A. L., Andrade, A., Soares, L., & i Badia, S. B. (2016a). Benefits of virtual reality based cognitive rehabilitation through simulated activities of daily living: A randomized controlled trial with stroke patients. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 13. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0204-z>
- Kung, J., Chiappelli, F., Cajulis, O. O., Avezova, R., Kossan, G., Chew, L., & Maida, C. A. (2010). From Systematic Reviews to Clinical Recommendations for Evidence-Based Health Care: Validation of Revised Assessment of Multiple Systematic Reviews (R-AMSTAR) for Grading of Clinical Relevance. *The Open Dentistry Journal*, 4, 84–91. <https://doi.org/10.2174/1874210601004020084>
- Laver, K. E., George, S., Thomas, S., Deutsch, J. E., & Crotty, M. (2015). Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008349.pub3>
- Laver, K. E., Lange, B., George, S., Deutsch, J. E., Saposnik, G., & Crotty, M. (2017). Virtual reality for stroke rehabilitation. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(11). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008349.pub4>

- Lohse, K. R., Hilderman, C. G. E., Cheung, K. L., Tatla, S., & Van der Loos, H. F. M. (2014). Virtual Reality Therapy for Adults Post-Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis Exploring Virtual Environments and Commercial Games in Therapy. *PLoS ONE*, 9(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093318>
- Perez-Marcos, D., Chevalley, O., Schmidlin, T., Garipelli, G., Serino, A., Vuadens, P., Tadi, T., Blanke, O., & Millán, J. d. R. (2017a). Increasing upper limb training intensity in chronic stroke using embodied virtual reality: A pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 14. <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0328-9>
- Popović, M. D., Kostić, M. D., Rodić, S. Z., & Konstantinović, L. M. (2014a). Feedback-Mediated Upper Extremities Exercise: Increasing Patient Motivation in Poststroke Rehabilitation. *BioMed Research International*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/520374>
- Rabin, B. A., Burdea, G. C., Roll, D. T., Hundal, J. S., Damiani, F., & Pollack, S. (2012). Integrative rehabilitation of elderly stroke survivors: The design and evaluation of the BrightArm™. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, 7(4), 323–335. <https://doi.org/10.3109/17483107.2011.629329>
- Reinkensmeyer, D. J., & Dietz, V. (Hrsg.). (2016). *Neurorehabilitation Technology*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-28603-7>
- Rodrigues-Baroni, J. M., Nascimento, L. R., Ada, L., & Teixeira-Salmela, L. F. (2014). Walking training associated with virtual reality-based training increases walking speed of individuals with chronic stroke: Systematic review with meta-analysis. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 18(6), 502–512. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0062>
- Shea, B. J., Reeves, B. C., Wells, G., Thuku, M., Hamel, C., Moran, J., Moher, D., Tugwell, P., Welch, V., Kristjansson, E., & Henry, D. A. (2017). AMSTAR 2: A critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ*, j4008. <https://doi.org/10.1136/bmj.j4008>
- Sheehy, L., Taillon-Hobson, A., Sveistrup, H., Bilodeau, M., Fergusson, D., Levac, D., & Finestone, H. (2016). Does the addition of virtual reality training to a standard program of inpatient rehabilitation improve sitting balance ability and function after stroke? Protocol for a single-blind randomized controlled trial. *BMC Neurology*, 16. <https://doi.org/10.1186/s12883-016-0563-x>
- Turolla, A., Dam, M., Ventura, L., Tonin, P., Agostini, M., Zucconi, C., Kiper, P., Cagnin, A., & Piron, L. (2013a). Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: A prospective controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 10(1), 85. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-85>
- Veerbeek, J. M., van Wegen, E., van Peppen, R., van der Wees, P. J., Hendriks, E., Rietberg, M., & Kwakkel, G. (2014). What Is the Evidence for Physical Therapy Poststroke? A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE*, 9(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087987>
- Wright, R. W., Brand, R. A., Dunn, W., & Spindler, K. P. (2007). How to Write a Systematic Review. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*, 455, 23–29. <https://doi.org/10.1097/BLO.0b013e31802c9098>

A Anhang AMSTAR Skala

AMSTAR – a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews.

1. Was an 'a priori' design provided?

The research question and inclusion criteria should be established before the conduct of the review.

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Can't answer
- ☐ Not applicable

Note: Need to refer to a protocol, ethics approval, or pre-determined/a priori published research objectives to score a "yes."

2. Was there duplicate study selection and data extraction?

There should be at least two independent data extractors and a consensus procedure for disagreements should be in place.

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Can't answer
- ☐ Not applicable

Note: 2 people do study selection, 2 people do data extraction, consensus process or one person checks the other's work.

3. Was a comprehensive literature search performed?

At least two electronic sources should be searched. The report must include years and databases used (e.g., Central, EMBASE, and MEDLINE). Key words and/or MESH terms must be stated and where feasible the search strategy should be provided. All searches should be supplemented by consulting current contents, reviews, textbooks, specialized registers, or experts in the particular field of study, and by reviewing the references in the studies found.

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Can't answer
- ☐ Not applicable

Note: If at least 2 sources + one supplementary strategy used, select "yes" (Cochrane register/Central counts as 2 sources; a grey literature search counts as supplementary).

4. Was the status of publication (i.e. grey literature) used as an inclusion criterion?

The authors should state that they searched for reports regardless of their publication type. The authors should state whether or not they excluded any reports (from the systematic review), based on their publication status, language etc.

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Can't answer
- ☐ Not applicable

Note: If review indicates that there was a search for "grey literature" or "unpublished literature," indicate "yes." SIGLE database, dissertations, conference proceedings, and trial registries are all considered grey for this purpose. If searching a source that contains both grey and non-grey, must specify that they were searching for grey/unpublished lit.

5. Was a list of studies (included and excluded) provided?

A list of included and excluded studies should be provided.

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Can't answer
- ☐ Not applicable

Note: Acceptable if the excluded studies are referenced. If there is an electronic link to the list but the link is dead, select "no."

6. Were the characteristics of the included studies provided?

In an aggregated form such as a table, data from the original studies should be provided on the participants, interventions and outcomes. The ranges of characteristics in all the studies analyzed e.g., age, race, sex, relevant socioeconomic data, disease status, duration, severity, or other diseases should be reported.

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Can't answer
- ☐ Not applicable

Note: Acceptable if not in table format as long as they are described as above.

7. Was the scientific quality of the included studies assessed and documented?

'A priori' methods of assessment should be provided (e.g., for effectiveness studies if the author(s) chose to include only randomized, double-blind, placebo controlled studies, or allocation concealment as inclusion criteria); for other types of studies alternative items will be relevant.

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Can't answer
- ☐ Not applicable

Note: Can include use of a quality scoring tool or checklist, e.g., Jadad scale, risk of bias, sensitivity analysis, etc., or a description of quality items, with some kind of result for EACH study ("low" or "high" is fine, as long as it is clear which studies scored "low" and which scored "high"; a summary score/range for all studies is not acceptable).

8. Was the scientific quality of the included studies used appropriately in formulating conclusions?

The results of the methodological rigor and scientific quality should be considered in the analysis and the conclusions of the review, and explicitly stated in formulating recommendations.

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Can't answer
- ☐ Not applicable

Note: Might say something such as "the results should be interpreted with caution due to poor quality of included studies." Cannot score "yes" for this question if scored "no" for question 7.

9. Were the methods used to combine the findings of studies appropriate?

For the pooled results, a test should be done to ensure the studies were combinable, to assess their homogeneity (i.e., Chi-squared test for homogeneity, I^2). If heterogeneity exists a random effects model should be used and/or the clinical appropriateness of combining should be taken into consideration (i.e., is it sensible to combine?).

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Can't answer
- ☐ Not applicable

Note: Indicate "yes" if they mention or describe heterogeneity, i.e., if they explain that they cannot pool because of heterogeneity/variability between interventions.

10. Was the likelihood of publication bias assessed?

An assessment of publication bias should include a combination of graphical aids (e.g., funnel plot, other available tests) and/or statistical tests (e.g., Egger regression test, Hedges-Olken).

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Can't answer
- ☐ Not applicable

Note: If no test values or funnel plot included, score "no". Score "yes" if mentions that publication bias could not be assessed because there were fewer than 10 included studies.

11. Was the conflict of interest included?

Potential sources of support should be clearly acknowledged in both the systematic review and the included studies.

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Can't answer
- ☐ Not applicable

Note: To get a "yes," must indicate source of funding or support for the systematic review AND for each of the included studies.

Shea et al. *BMC Medical Research Methodology* 2007 7:10 doi:10.1186/1471-2288-7-10

Additional notes (in italics) made by Michelle Weir, Julia Worrick, and Carolyn Wayne based on conversations with Bev Shea and/or Jeremy Grimshaw in June and October 2006 and July and September 2010.

B Anhang Quality Appraisal Checklist for Case Studies



Quality Appraisal Checklist for Case Series Studies*

Study objective		
1.	Was the hypothesis/aim/objective of the study clearly stated?	Yes <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Study design		
2.	Was the study conducted prospectively?	Yes <input type="checkbox"/> Unclear <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
3.	Were the cases collected in more than one centre?	Yes <input type="checkbox"/> Unclear <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
4.	Were patients recruited consecutively?	Yes <input type="checkbox"/> Unclear <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Study population		
5.	Were the characteristics of the patients included in the study described?	Yes <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
6.	Were the eligibility criteria (i.e. inclusion and exclusion criteria) for entry into the study clearly stated?	Yes <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
7.	Did patients enter the study at a similar point in the disease?	Yes <input type="checkbox"/> Unclear <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Intervention and co-intervention		
8.	Was the intervention of interest clearly described?	Yes <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
9.	Were additional interventions (co-interventions) clearly described?	Yes <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

Outcome measure		
10.	Were relevant outcome measures established a priori?	Yes <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
11.	Were outcome assessors blinded to the intervention that patients received?	Yes <input type="checkbox"/> Unclear <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
12.	Were the relevant outcomes measured using appropriate objective/subjective methods?	Yes <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
13.	Were the relevant outcome measures made before and after the intervention?	Yes <input type="checkbox"/> Unclear <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Statistical analysis		
14.	Were the statistical tests used to assess the relevant outcomes appropriate?	Yes <input type="checkbox"/> Unclear <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Results and conclusions		
15.	Was follow-up long enough for important events and outcomes to occur?	Yes <input type="checkbox"/> Unclear <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
16.	Were losses to follow-up reported?	Yes <input type="checkbox"/> Unclear <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
17.	Did the study <u>provided</u> estimates of random variability in the data analysis of relevant outcomes?	Yes <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
18.	Were the adverse events reported?	Yes <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
19.	Were the conclusions of the study supported by results?	Yes <input type="checkbox"/> Unclear <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Competing interests and sources of support		
20.	Were both competing interests and sources of support for the study reported?	Yes <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>