

Aus dem kbo-Inn-Salzach-Klinikum gGmbH

Akademisches Lehrkrankenhaus der Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. Peter Zwanzger (ärztlicher Direktor des kbo-Inn-Salzach-Klinikums)

***Hemmschwelle Expositionstherapie –
virtuelle Realität (VR) als Lösungsansatz:
Untersuchungen von Automatisierung und Akzeptanz
von VR bei Patienten mit Angststörungen***

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Humanbiologie
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Magdalena Maria Sich

aus

Wasserburg am Inn

2024

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Peter Zwanzger

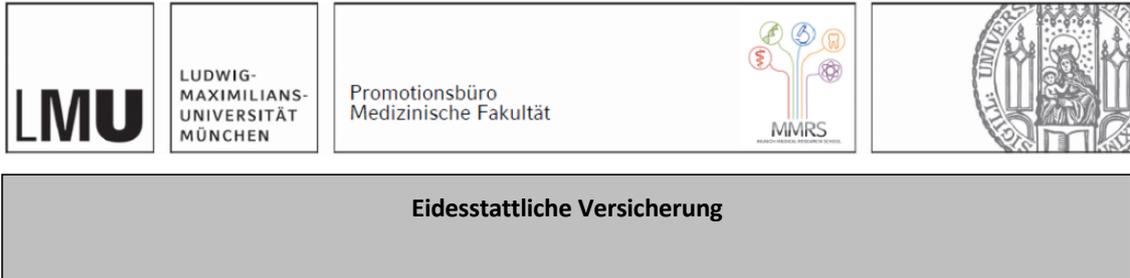
Mitberichterstatter: PD Dr. Belinda Platt
PD Dr. Angelika Erhardt-Lehmann

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. phil. Julia Diemer

Dekan: Prof. Dr. med. Thomas Gudermann

Tag der mündlichen Prüfung: 03.06.2024

Affidavit



Eidesstattliche Versicherung

Sich, Magdalena

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel:

*Hemmschwelle Expositionstherapie –virtuelle Realität (VR) als Lösungsansatz:
Untersuchungen von Automatisierung und Akzeptanz von VR
bei Patienten mit Angststörungen*

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Waserburg am Inn, 24.06.2024

Magdalena Sich

Publikationsliste

- Koller, M., Schäfer, P., Sich, M., Diemer, J., Müller, M., & Meixner, G. (2018, September). Next Generation Virtual Reality Exposure Therapy Systems-A Study exploring Design Implications. *In 2018 International Conference on Intelligent Systems (IS)* (pp. 528-535). IEEE.
- Sich, M., Diemer, J., Lange, B., Müller, M., Meixner, G. & Zwanzger, P. (2020). *Der Einfluss von Gestaltungsmerkmalen virtueller Realität auf Präsenz und emotionales Erleben*. Posterbeitrag präsentiert auf dem DGPPN-Kongress 2019, Berlin, 27.-30.11.2019.
- Sich, M., Diemer, J., Lange, B., Müller, M., Meixner, G. & Zwanzger, P. (2018). *Gestaltungsaspekte virtueller Realität und ihr Einfluss auf den Eingewöhnungserfolg und das Präsenzerleben*. Posterbeitrag präsentiert auf der Tagung der Gesellschaft für Angstforschung (GAF), Freiburg, Deutschland, 09.-11.11.2018.
- Sich, M., Sam, I., Zwanzger, P., & Diemer, J. (2022). „*Innovation VR in der Expositionstherapie: Könnten so mehr PatientInnen mit Angststörungen zu Expositionsübungen bereit sein?*“ Prämierter Posterbeitrag präsentiert auf dem Fortbildungs- und Forschungskongress der Fachkliniken bayerischer Bezirke, Irsee, 20.10.-21.10.2022. Prämiert mit dem 1. Preis.
- Sich, M., Sam, I., Zwanzger, P., & Diemer, J. (2022). *Akzeptanzvorteil Expositionstherapie in VR vs. in vivo auch bei (teil-)stationären Patient:innen*. Posterbeitrag präsentiert auf dem DGPPN-Kongress 2022, Berlin, 23.-26.11.2022.
- Zwanzger, P., Sich, M., & Diemer, J. (2021). Virtuelle Realität bei Angsterkrankungen– vom experimentellen Tool zur klinischen Praxis. *Fortschritte der Neurologie·Psychiatrie*, 89(12), 617-621.

Inhaltsverzeichnis

Affidavit	3
Publikationsliste	4
Inhaltsverzeichnis	5
Zusammenfassung	7
Abstract (English)	8
Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	10
Abkürzungsverzeichnis	11
I Einleitung	12
1 Angststörungen und ihre Behandlung	12
2 VR als Simulationsverfahren	13
3 Relevante Nutzerprozesse in VRET	15
4 Automatisierung im Zusammenhang mit VR	16
5 Teilprojekte	17
II Studie 1 – Automatisierung von VR	19
1 Einleitung	19
2 Methoden	22
2.1 Stichprobe und Dropout-Analyse	22
2.2 Operationalisierung	22
2.3 Experimentelles Design	26
2.4 VR-Szenarien	29
2.5 Technische Ausstattung	30
2.6 Durchführung	31
2.7 Datenaufbereitung und Datenanalyse	31
3 Ergebnisse	33
3.1 Altersverteilung	33
3.2 Manipulations-Check	33
3.3 Primäres Outcome-Maß: Objektiver Trainingserfolg	34
3.4 Subjektiver Trainingserfolg	34
3.5 Präsenz	36
3.6 Fragebögen	39

4	Diskussion	42
4.1	Limitationen	42
4.2	Zusammenfassende Bewertung	45
III	Studie 2 – VR - Akzeptanz	46
1	Einleitung	46
2	Methoden	49
2.1	Stichprobe und Dropout-Analyse	49
2.2	Operationalisierung	54
2.3	Experimentelles Design	57
2.4	Durchführung	59
2.5	Datenaufbereitung und Datenanalyse	60
3	Ergebnisse	61
3.1	Angsthierarchie	61
3.2	Häufigkeiten der Videos	61
3.3	Primäres Outcome: Bereitschaft zu Expositionsübungen (0-100)	61
3.4	Ablehnung von Expositionsübungen (0-100)	63
3.5	Präferenz für eine der Modalitäten	64
3.6	Zuversicht die Expositionsübung zu schaffen (0-100)	66
3.7	Angsttoleranz (0-100)	67
3.8	Schadenserwartung (0-100)	68
3.9	Relevanz von Expositionsübungen (0-100)	69
3.10	Bereitschaft zur Exposition am Tag der Untersuchung	69
3.11	Glaubwürdigkeit des Therapierationalals (Credibility-Skala)	71
3.12	Explorative Analyse	71
4	Diskussion	75
4.1	Limitationen	75
4.2	Zusammenfassende Bewertung	78
IV	Diskussion	81
1	Zusammenschau der Ergebnisse	81
2	Limitationen	82
V	Zusammenfassende Bewertung	84
	Literaturverzeichnis	85
	Anhang: Statistische Analysen	97
	Danksagung	101

Zusammenfassung

Angststörungen sind als Gruppe die häufigsten psychischen Erkrankungen in Europa (Wittchen et al., 2011). Obwohl effektive Therapiemethoden verfügbar sind, ist die Behandlungsquote bei Angststörungen gering (Alonso et al., 2018). Als vielversprechender Beitrag zur Schließung dieser Versorgungslücke wird die Expositionstherapie in virtueller Realität (VRET) diskutiert (Diemer & Zwanzger, 2019), welcher ein Akzeptanzvorteil bei Patienten zugeschrieben wird (vs. in vivo, Garcia-Palacios et al., 2007). Dieser Akzeptanzvorteil wurde bislang jedoch nur in begrenztem Umfang und ausschließlich im ambulanten Sektor untersucht. VRET ermöglicht zudem eine automatisierte bzw. therapeutenfreie Anwendung, jedoch fehlen Studien zu den praktischen Aspekten automatisierter VRET.

Diese Arbeit untersucht daher mögliche Effekte von Automatisierung auf wichtige Nutzerprozesse in virtueller Realität (VR), sowie Aspekte der Einstellung zu VR in einer bislang kaum untersuchten (teil-)stationären Patientenklientel.

In der ersten Studie (*VR-Automatisierung*) wurde der Einfluss von Automatisierung auf die zentralen Nutzerprozesse *Präsenz* sowie *Navigations- und Interaktionsverhalten* während eines VR-Trainings untersucht. Analysiert wurden die Daten von $N = 52$ gesunden Probanden. Die Automatisierung des Trainings (vs. individuell instruiertes Training) verschlechterte bei den über 30-Jährigen den objektiven Trainingserfolg in einer anschließenden Navigationsaufgabe. Vergleichbare Einbußen zeigten sich auch beim subjektiven Trainingserfolg und der Präsenz (um mehr als 20 Punkte/100 Punkten). Unsere Ergebnisse zeigen erstmals einen nachteiligen Effekt erhöhter Automatisierung auf zentrale Nutzerprozesse in VR.

In der zweiten Studie (*VR-Akzeptanz*) wurde der vorbeschriebenen Akzeptanzvorteil von VRET auch bei (teil-)stationären Patienten untersucht. Insgesamt wurden $N = 62$ Patienten mit Angststörungen zwei Mal (Prä und Post VR-Training ohne Angstreize) bezüglich ihrer Einstellung zu Expositionstherapie in VR vs. in vivo befragt. Unabhängig von der VR-Erfahrung zeigte sich auch bei (teil-)stationären Patienten ein deutlicher Akzeptanzvorteil von VR vs. in vivo (ca. 20 Punkte/ 100 Punkte). Die Ergebnisse zeigen einen positiven Effekt auch in Bezug auf weitere Aspekte der Einstellung (bspw. Präferenz, Zuversicht, Angsttoleranz, Schadenserwartung, uvm.) für VR vs. in vivo.

Die zentralen Ergebnisse unserer Studien zeigen das vielversprechende Potenzial des Einsatzes von VRET in der (teil-)stationären klinischen Versorgung von Patienten mit Angststörungen. Sie betonen jedoch auch die Notwendigkeit künftiger Forschung zur Optimierung von automatisierten VR-Systemen, damit negative Effekte minimiert und das therapeutische Potenzial dieser Interventionen voll ausgeschöpft werden kann.

Abstract (English)

Anxiety disorders are the most common mental disorders in Europe (Wittchen et al., 2011). Despite the availability of effective treatments, the treatment rate is low (Alonso et al., 2018). Therefore, exposure therapy in virtual reality (VRET) is increasingly discussed as a way to scale up mental health interventions (Diemer & Zwanzger, 2019). Besides, VRET is considered more acceptable to patients than exposure in vivo (Garcia-Palacios et al., 2007). However, the acceptability of VRET (vs. exposure in vivo) has not yet been researched extensively or beyond the outpatient sector. VRET also offers the possibility to provide automated and therapist-free interventions. However, studies on the practical aspects of automated VRET are still missing.

The present study therefore investigates the impact of automation on important user processes in VR, as well as aspects of attitudes towards virtual reality (VR) in an understudied population (inpatients).

In the first study (*VR Automation*), the influence of automation on the central user processes *presence*, *navigation*, and *interaction* during a VR training was investigated. Data of n=52 healthy participants were analyzed. Automation (vs. individually instructed training) reduced objective mastery in the subsequent navigation task for the over 30s. Comparable decreases were also seen in the subjective rating of mastery and presence (reduction of more than 20 points/ 100 points). These results show for the first time a detrimental effect of increased automation on central user processes in VR.

In the second study (*VR Acceptance*) we investigated whether the higher acceptability of VRET is also found in inpatients (vs. in vivo). Before and after a VR training (without fear stimuli), a total of n = 62 inpatients with anxiety disorders were asked twice about their attitude towards exposure therapy in VR vs. in vivo. Independent of the VR experience we found clear evidence that VRET (vs. in vivo) enjoys distinctively higher acceptance (ca. 20 points / 100 points) also in inpatients. In almost all other aspects of attitude assessed (e.g. preference, confidence, fear tolerance, harm expectancy, etc.), VR was rated more favourably than in vivo.

The main results of our studies show the promising potential of VRET in the inpatient clinical care of patients with anxiety disorders. However, our results also emphasize the need for future research to optimize automated VR systems in order to minimize negative effects and maximize the therapeutic potential of these interventions.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fahrsimulationsumgebung CAVE der Universität Würzburg (modifiziert nach Diemer, Pauli & Mühlberger, 2015a aus Mühlberger, 2014)	14
Abbildung 2: VR-Labor mit HMD (kbo-Inn-Salzach-Klinikum)	14
Abbildung 3: (a) Start (Vorgarten) und (b) Ende (innerhalb des Bürogebäudes) des VR-Trainings.	29
Abbildung 4: (a) Start (Beginn des Korridors) und (b) Ende der Navigationsaufgabe (Kriterium)	30
Abbildung 5: Altersverteilung in den beiden Gruppen (live vs. automatisiert)	33
Abbildung 6: Objektiver Trainingserfolg in der Navigationsaufgabe (primäre Outcome-Variable)	34
Abbildung 7: Subjektiver Trainingserfolg während des VR-Trainings	36
Abbildung 8: Präsenzratings während des VR-Trainings	38
Abbildung 9: Präsenzratings während der Navigationsaufgabe	39
Abbildung 10: Ablauf eines Messzeitpunktes (Prä- und Post-VR)	58
Abbildung 11: Ablauf der Studie VR-Akzeptanz	59
Abbildung 12: Bereitschaft zu Expositionsübung in VR bzw. in vivo (0-100)	62
Abbildung 13: Bereitschaft zu Expositionsübungen in VR vs. in vivo (0-100) unter Berücksichtigung des COVID-Zeitraums	63
Abbildung 14: Ablehnung von Expositionsübungen in VR bzw. in vivo (0-100)	64
Abbildung 15: Geschätzte Zuversicht eine Expositionsübung in VR vs. in vivo zu schaffen	67
Abbildung 16: Erwartete Angsttoleranz in VR vs. in vivo (0-100)	67
Abbildung 17: Schadenserwartung einer Expositionsübung in VR vs. in vivo (0-100)	68
Abbildung 18: Relevanz von Expositionsübungen in VR vs. in vivo	69
Abbildung 19: Bereitschaft zu Expositionsübung in VR vs. in vivo am Tag der Untersuchung (ja vs. nein in %)	70
Abbildung 20: Glaubwürdigkeit des Therapierationalen (C-Skala)	71
Abbildung 21: Berücksichtigung der COVID-Pandemie bezüglich der Auswertung der Präferenz für eine der Expositionsmodalitäten VR vs. in vivo	97
Abbildung 22: Berücksichtigung des COVID-Zeitraums bezüglich der Bereitschaft am Untersuchungstag eine Expositionsübung in VR vs. in vivo durchzuführen (Zeitraum Prä COVID)	98
Abbildung 23: Berücksichtigung des COVID-Zeitraums bezüglich der. Bereitschaft am Untersuchungstag eine Expositionsübung in. VR vs. in vivo durchzuführen (Zeitraum während COVID)	98

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: <i>Baseline-Charakteristika der Stichprobe (N = 52)</i>	23
Tabelle 2: <i>Abhängige Variablen</i>	25
Tabelle 3: <i>Lernziele und deren Umsetzung im VR-Training</i>	27
Tabelle 4: <i>Vergleich der beiden experimentellen Bedingungen</i>	28
Tabelle 5: <i>Mittelwerte und Standardabweichungen der IPQ-Skalen</i>	40
Tabelle 6: <i>Mittelwerte und Standardabweichungen der SSQ-Skalen</i>	41
Tabelle 7: <i>Deskriptive Daten zur Stichprobenbeschreibung</i>	50
Tabelle 8: <i>Psychometrische Eigenschaften der Stichprobe</i>	52
Tabelle 9: <i>Sekundäre Outcome-Variablen zur Einstellung der Patienten ggü. Exposition in VR vs. in vivo</i>	56
Tabelle 10: <i>Erwartete Angstaktivierung</i>	61
Tabelle 11: <i>Präferenz für Exposition in VR vs. in vivo Prä VR und Post VR</i>	64
Tabelle 12: <i>Gründe für die Präferenz von Exposition in VR, aufgeschlüsselt nach post-hoc gebildeten inhaltlichen Kategorien</i>	65
Tabelle 13: <i>Gründe für die Präferenz von Exposition in vivo; aufgeschlüsselt nach post-hoc gebildeten inhaltlichen Kategorien</i>	66
Tabelle 14: <i>Befürchtungen der Patienten bezüglich Exposition in VR und in vivo</i>	68
Tabelle 15: <i>Bereitschaft am Tag der Untersuchung eine Expositionsübung durchzuführen in VR vs. in vivo vor dem Kennenlernen der VR (Zeitpunkt Prä VR)</i>	70
Tabelle 16: <i>Bereitschaft zur Expositionsübung heute VR vs. in vivo nach dem Kennenlernen der VR (Zeitpunkt Post VR)</i>	70
Tabelle 17: <i>Korrelationsanalysen zum Zeitpunkt Prä-VR für die Variablen der Einstellung zu Expositionsübungen in VR</i>	72
Tabelle 18: <i>Korrelationsanalysen zum Zeitpunkt Prä-VR für die Variablen der Einstellung zu Expositionsübungen in vivo</i>	73
Tabelle 19: <i>Korrelationsanalysen zu den Variablen der Einstellung zu Expositionsübungen in VR (Post)</i>	99
Tabelle 20: <i>Korrelationsanalysen zu den Variablen der Einstellung zu Expositionsübungen in vivo (Post)</i>	100

Abkürzungsverzeichnis

BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CAVE	Cave Automatic Virtual Environment
CRF	Case Report Form
DiGA	Digitale Gesundheitsanwendung
EVElyn	Effizienzsteigerung und Versorgungsoptimierung in der ambulanten Psychotherapie von Angststörungen: Entwicklung einer Methodik zum Einsatz von Virtual Reality zur Durchführung von Expositionsübungen
HMD	Head Mounted Display
FSJ	Freiwilliges soziales Jahr
KVT	kognitive Verhaltenstherapie
PS	Panikstörung
Psych-PV	Psychiatrie Personalverordnung
SCID-5-CV	Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-5-Störungen – Klinische Version
VR	Virtuelle Realität
VRET	Expositionstherapie in virtueller Realität

I Einleitung¹

1 Angststörungen und ihre Behandlung

Angststörungen stellen als Gruppe die häufigsten psychischen Erkrankungen in Europa dar (Wittchen et al., 2011). In Deutschland, wo eine 1-Jahres-Prävalenz von 15,3 % beschrieben (Jacobi et al., 2014) wird, beliefen sich die Krankheitskosten aufgrund von Angststörungen im Jahr 2015 auf 1 653 Millionen Euro (Statistisches Bundesamt). 2010 verursachten Angststörungen in Europa (insg. 30 Länder Europas) Kosten in Höhe von 74,4 Milliarden Euro (Gustavsson et al., 2011). Unbehandelt weisen Angststörungen eine Tendenz zur Chronifizierung auf bei gleichzeitig sehr geringer Quote an Spontanremissionen (Wittchen, Jacobi, Klose, & Ryl, 2010; Colman, Ploubidis, Wadsworth, Jones, & Croudace, 2007). Sie sind mit einer hohen Komorbiditätsrate assoziiert. Sekundär entstehen häufig affektive Störungen oder Störungen im Zusammenhang mit Substanzmissbrauch und/oder -abhängigkeit (Beesdo et al., 2007; Wittchen et al., 2010). Doch trotz der Verfügbarkeit effektiver Therapiemethoden ist die Behandlungsquote alarmierend gering (Wittchen et al., 2010; Alonso et al., 2018; Pittig & Hoyer, 2017). Etwa 44 % der Betroffenen mit diagnostizierter Angsterkrankung haben noch keine therapeutische Versorgung in Anspruch genommen (Wittchen et al., 2010). Alonso et al. (2018) berichten, dass in ihrer Studie lediglich ein Viertel der Patienten mit einer relevanten Angststörung in Behandlung waren.

Die kognitive Verhaltenstherapie (KVT) gilt als das effektivste psychotherapeutische Verfahren zur Behandlung von Angststörungen (S3-Leitlinie Behandlung von Angststörungen; Bandelow et al., 2021). Innerhalb der KVT wird insbesondere die Expositionstherapie als Goldstandard zur Behandlung von Angststörungen angesehen (Kindt, 2014; Bandelow et al., 2021; Hoffmann & Smits, 2008). Aufgrund intensiver Angstsymptomatik verweigern jedoch ca. 25 % der Patienten eine Expositionstherapie in vivo oder brechen diese ab (Marks, 1987).

¹ Zur besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Dissertationsschrift das generische Maskulinum verwendet. Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

Eine innovative Form stellt die Expositionstherapie in virtueller Realität (VRET) dar (Zwanzger et al., 2013), der viele Vorteile zugeschrieben werden. Der Einsatz von VR als Modalität für die Expositionstherapie könnte zum einen personelle Ressourcen schonen (Diemer & Zwanzger, 2019) und wird zum anderen von Patienten gegenüber Exposition in vivo bevorzugt (Garcia-Palacios et al., 2007). Darüber hinaus können spezifische Situationen in VR (wie z. B. das Starten und Landen in Flug-Szenarien) beliebig oft wiederholt werden (Mühlberger & Pauli, 2011), VRET ist besser zu planen und für den Therapeuten einfacher umzusetzen (Opris et al., 2011; Diemer & Zwanzger, 2019).

Die Wirksamkeit von VRET besonders für spezifische Phobien ist in zahlreichen Studien belegt (Wechsler, Kümpers, & Mühlberger, 2019; Diemer, Lohkamp, Mühlberger, & Zwanzger, 2016; Diemer et al., 2013; Diemer & Zwanzger, 2019; Fodor et al., 2018; Carl et al., 2019). Der Transfer der erreichten Reduktion der Angstsymptomatik aus VR in die Realität gilt ebenfalls als erwiesen (Morina, Ijntema, Meyerbröker, & Emmelkamp, 2015; Opris et al., 2012). Auch gibt es eine erste Studie, die die Hypothese bestätigt, dass VRET die Hemmschwelle auf Seiten der Patienten zur Expositionstherapie in vivo senken könnte (sog. „Lowered Threshold Hypothesis;“ Lindner, Dafgard, Miloff, Andersson, Reuterskiöld, Hamilton, & Carlbring, 2021). VRET könnte demnach als Einstieg in die Expositionstherapie dienen und Patienten im Verlauf auch für Expositionstherapie in vivo motivieren.

Aufgrund dieser Vorteile wird VRET als eine Möglichkeit diskutiert, die zur Schließung der Versorgungslücke in der Behandlung von Angststörungen beitragen könnte (Diemer & Zwanzger, 2019).

2 VR als Simulationsverfahren

VR als Medium der Expositionstherapie wird seit mehr als 20 Jahren untersucht. Begonnen bei einfachen Höhenszenarien, haben sich die virtuellen Welten zu immer komplexeren und ausdifferenzierteren Szenarien entwickelt. Die Zahl an Publikationen stieg über die letzten beiden Dekaden enorm an (Diemer & Zwanzger, 2019). In VR bewegen sich die Anwender in einem dreidimensionalen Raum. Das unterscheidet VR von anderen Anwendungen vor PC-Bildschirmen, wie Video oder Internet. Durch die Generierung eines virtuellen Raumes erzeugt VR die Illusion, den Nutzer um 360° zu umgeben (Mühlberger & Pauli, 2011). Diese Illusion in einer virtuellen Umgebung anwesend zu sein, wird als Präsenz bezeichnet.

Wie sie technisch erzeugt wird, kann sich unterscheiden. Um eine VR-Umwelt zu erschaffen, werden verschiedene Sinnesmodalitäten des Nutzers (v.a. visuell und auditiv) mit künstlichen Stimuli belegt. So wird der Nutzer von der realen Außenwelt separiert und die Illusion erzeugt, dass er sich in einer virtuellen Umgebung befindet. Die technische Herstellung dieser Illusion wird Immersion genannt (Slater & Wilbur, 1997). Für Immersion in VR gibt es sehr unterschiedliche Methoden: sehr aufwendige Hardware-Aufbauten wie bspw. die Cave (**Cave Automatic Virtual Environment**, vgl. Abbildung 1), oder ressourcenschonendere Modelle durch den Einsatz von Head-Mounted-Displays (HMDs, vgl. Abbildung 2). Für die klinische Versorgung kommen demnach vor allem VR-Systeme mit HMD in Frage.



Abbildung 1: *Fahrsimulationsumgebung CAVE der Universität Würzburg (modifiziert nach Diemer, Pauli & Mühlberger, 2015a aus Mühlberger, 2014)*

Abbildung 2: *VR-Labor mit HMD (kbo-Inn-Salzach-Klinikum)*

Der Umgang mit VR ist für die meisten Menschen neu und nicht für jeden selbsterklärend. Daher steht am Beginn einer VRET eine kurze Eingewöhnungsphase, um den VR-Nutzer mit der jeweiligen VR-Umwelt vertraut zu machen und ihm den Umgang mit der VR-Technik (Interaktionsmöglichkeiten) zu vermitteln. Diese Eingewöhnung wird bislang vor allem im klinischen Kontext eher intuitiv gestaltet und kaum protokolliert (z. B. Diemer et al., 2016/2013; Peperkorn et al., 2016). Wie die Eingewöhnungsphase konzeptualisiert werden sollte, um das Erlernen des Umgangs mit dem jeweiligen VR-Setup optimal zu gestalten, ist noch nicht untersucht.

3 Relevante Nutzerprozesse in VRET

Als ein zentraler Nutzerprozess gilt das Präsenzerleben während VRET (Diemer, Alpers, Peperkorn, Shibani, & Mühlberger, 2015b; Parsons & Rizzo, 2008; Price, Mehta, Tone, & Anderson, 2011). Präsenz bezeichnet den subjektiven Eindruck bzw. die Illusion, in der virtuellen Umgebung anwesend zu sein trotz des Wissens, dass die Umgebung virtuell erzeugt wurde (Slater, & Wilbur, 1997). Während VRET ist Präsenz von zentraler Bedeutung (Diemer, Alpers, Peperkorn, Shibani, & Mühlberger, 2015b; Parsons, & Rizzo, 2008; Price, Mehta, Tone, & Anderson, 2011), denn es scheint einen bidirektionalen Zusammenhang zwischen emotionaler Aktivierung und Präsenzerleben in VR zu geben (Peperkorn, Diemer, & Mühlberger, 2015; Price & Anderson, 2007; Robillard, Bouchard, Fournier, & Renaud, 2003). Ein hohes Präsenzniveau gilt demnach als essenziell für die emotionale Beteiligung der Patienten während VRET. Manche Autoren gehen sogar davon aus, dass das Präsenzerleben sowohl das Therapie-Outcome signifikant beeinflusst (Botella, Fernandez-Alvarez, Guillen, Garcia-Palacios, & Banos, 2017) als auch einen Einfluss auf die Dropout-Rate während VRET hat (Krijn, Emmelkamp, Olafsson, & Biemond, 2004). Krijn und Kollegen konnten zeigen, dass höhere Dropout-Raten mit geringerem Präsenzerleben und geringerer emotionaler Aktivierung zusammenhängen, d.h. Patienten, die eine VRET abgebrochen hatten, gaben geringere Präsenz- und Angststratigings an (Krijn et al., 2004).

Aus einer Metaanalyse von Benbow & Anderson (2019) geht hervor, dass nicht nur das Präsenzerleben entscheidend für Dropouts während VRET zu sein scheint, sondern auch das Phänomen der Cybersickness (Benbow & Anderson, 2019). Als Cybersickness werden unerwünschte psychophysiologische Nebenwirkungen von VR, vor allem Übelkeit und/oder Schwindel, bezeichnet (Davis, Nesbitt, & Nalivaiko, 2014), die die Probanden bzw. Patienten in der Regel sehr schnell wahrnehmen und die über den Sitzungsverlauf häufig deutlich abnehmen (Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal 1993). Lediglich ein geringer Anteil ca. 5% der VR-Nutzer können nicht an das Erleben in VR adaptieren (Barrett, 2004).

Es ist also entscheidend, die Interaktion mit dem VR-System für die Nutzer so zu gestalten, dass möglichst hohe Präsenzlevel (Ling, Brinkman, Nefs, Qu, & Heynderickx, 2012) und möglichst geringe Ausprägungen an Cybersickness erreicht werden (Benbow & Anderson, 2019).

4 Automatisierung im Zusammenhang mit VR

Wie bereits erläutert, kommen für die klinische Versorgung vor allem VR-Systeme mit HMD in Frage (vergl. Abb. 2). VRET wird vor allem in der Einzeltherapie eingesetzt und derzeit überwiegend im einzeltherapeutischen Kontext erforscht. Dabei werden zunehmend therapeutenfreie VR-Systeme diskutiert, bei denen sämtliche Instruktionen und Interventionen für den Patienten automatisiert vom VR-System übernommen werden (z.B. Freeman et al., 2019; Miloff et al., 2019).

Die wissenschaftliche Forschung zu automatisierter VRET befindet sich noch in einer sehr frühen Phase. Die bisherigen Studien zu therapeutenfreien Anwendungen zur Behandlung von Angststörungen untersuchen primär die Wirksamkeit bei spezifischen Phobien (Diemer, 2021). Es gibt beispielsweise Untersuchungen zur Wirksamkeit bei Arachnophobie (Miloff et al., 2019), bei Akrophobie (Bentz et al., 2021; Freeman et al., 2018), und bei Vortragsangst, einem Subtyp der sozialen Phobie (Lindner et al., 2019). Es sind uns jedoch keine Untersuchungen bekannt, wie sich eine Automatisierung von VR - also therapeutenfreie VR-Systeme – auf den zentralen Nutzerprozess Präsenz und auf Cybersickness auswirkt. Es sind demnach noch keine Aussagen darüber möglich, für welche Patientenklientel automatisierte VRET zu empfehlen ist (Diemer, 2021).

Zudem ist unklar, wie sich Automatisierung auf das Erlernen der Interaktion mit dem jeweiligen VR-System auswirkt. Beispielsweise ist noch nicht untersucht, ob Patienten in einem hoch automatisierten VR-Szenario genauso souverän interagieren und navigieren wie in einem VR-Szenario, bei dem sie von einem real anwesenden Therapeuten bzw. Versuchsleiter instruiert werden.

5 Teilprojekte

Wie eingangs dargestellt, ist VRET – trotz ihrer Wirksamkeit und ihres Potenzials – als Methode in der klinischen Versorgung noch nicht verbreitet. Deshalb förderte das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) das Verbundprojekt EVElyn² mit einer Laufzeit von gut 3 Jahren (10/2016 – 12/2019). Dieses Projekt hatte zum Ziel, ein VRET-System zu entwickeln, das sich für Expositionsübungen in der klinischen Versorgung einsetzen lässt, um so die Lücke zwischen Forschung und Versorgung zu schließen.

Die Studie 1 (*VR-Automatisierung*) wurde im Rahmen des Verbundprojekts EVElyn durchgeführt, Studie 2 (*VR-Akzeptanz*) als Folgeprojekt von EVElyn.

Ziel der ersten Studie war es, die Auswirkung der Automatisierung von VR auf den Trainingserfolg (Interaktions- und Navigationsfähigkeit), auf den zentralen Nutzerprozess Präsenz und auf Cybersickness experimentell zu untersuchen.

Ziel der zweiten Studie war es, die Einstellung von Patienten zu VRET im (teil-)stationären Setting zu untersuchen, um damit die Frage zu beantworten, ob VRET auch im (teil-)stationären Setting einen Akzeptanzvorteil (gegenüber Exposition in vivo) genießt und so zur Schließung der Versorgungslücke beitragen könnte.

Deshalb wurden die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

- Studie 1: *VR-Automatisierung*: Welche Auswirkungen der Automatisierung zeigen sich
 - auf den Trainingserfolg hinsichtlich der Navigations- und Interaktionsfähigkeit in VR
 - auf den zentralen Nutzerprozess Präsenz, und
 - auf Cybersickness?

- Studie 2: *VR-Akzeptanz*. Wie bewerten schwerer erkrankte, d.h. (teil)stationäre Patienten mit Angststörungen VRET?
 - Weckt VRET überhaupt Interesse, und
 - zeigt sich ein Akzeptanzvorteil für VRET (vs. in vivo)?
 - Bildet sich eine Präferenz für VRET (vs. in vivo) ab?

² Vollständiger Projekttitel: **Effizienzsteigerung und Versorgungsoptimierung in der ambulanten Psychotherapie von Angststörungen: Entwicklung einer Methodik zum Einsatz von Virtual Reality zur Durchführung von Expositionsübungen**

Diese Arbeit untersucht somit wichtige Aspekte jenseits der Wirksamkeit, nämlich die Bedeutung von Automatisierung für die Interaktion von VR und VR-Nutzern und für die zentralen Nutzerprozesse in VR, sowie Aspekte der Einstellung zu VR in einer bislang kaum untersuchten Patientenpopulation (Patienten mit schwereren Angststörungen in (teil-)stationärer Behandlung).

Diese Arbeit trägt folglich dazu bei, zu verstehen, welches Potenzial VR auch für die (teil-)stationäre klinische Versorgung besitzt und wie sich emotionale Hemmschwellen auf Seiten der Patienten minimieren lassen, um durch VR mehr Patienten und auch schwerer erkrankten Patienten eine suffiziente Behandlung ihrer Angststörung zu ermöglichen.

II Studie 1 – Automatisierung von VR

1 Einleitung

Wie eingangs dargestellt, ist Präsenz ein bereits gut erforschter Nutzerprozess in VR. Die subjektive Illusion, in einer VR-Umgebung anwesend zu sein (Slater & Wilbur, 1997; Schubert, Friedmann & Regenbrecht, 2001) gilt als zentrale Prozessvariable für VR-Anwendungen (Diemer et al., 2015b; Parsons & Rizzo, 2008; Price & Anderson, 2007; Price et al., 2011; Peperkorn et al., 2016), denn die Korrelation von Präsenz und emotionaler Aktivierung in VR ist für VRET von entscheidender Bedeutung. Speziell emotionale Prozesse stehen im Zentrum psychotherapeutischer Interventionen. Einige Autoren gehen davon aus, dass Präsenz sogar das Therapieergebnis beeinflussen könnte (Botella et al., 2017). Gerade deshalb sollte VR so gestaltet sein, dass ein möglichst hoher Präsenzgrad erreicht wird (Ling et al., 2012).

Eine besondere Herausforderung in diesem Bereich stellt – wie oben beschrieben – die Neuheit von VR für die Nutzer dar. Jeder VR-Nutzer muss zunächst lernen, mit dem VR-Equipment umzugehen, d.h. er muss sich an Navigation und Interaktion im jeweiligen VR-Setting gewöhnen, weshalb in der gängigen Forschungspraxis zu Beginn der meisten VR-Experimente eine kurze Trainingsphase durchgeführt wird. Dabei handelt es sich jedoch in der Regel um keine standardisierte Vorgehensweise (z. B. Diemer et al., 2016/2013; Peperkorn et al., 2016).

Je größer die Fähigkeiten eines Nutzers in der Interaktion mit bestimmten Systemen sind, desto leichter fällt es ihm, sein Wissen auf andere Systeme zu übertragen. Umgekehrt gilt, je weniger bekannt neuartige Technologien für die Anwender sind, desto weniger gut gelingt die Transferleistung (Franke et al., 2018). Man geht davon aus, dass Nutzer ein mentales Modell einer VR-Umgebung erstellen, basierend auf den möglichen Aktionen, die sie darin ausführen können, und dass dieses mentale Modell mit dem Gefühl der Präsenz zusammenhängt (Schubert et al., 2001). Unter diesem Gesichtspunkt sollte ein erfolgreiches Erlernen von Navigation und Interaktion in VR auch die Präsenz erhöhen. Bisher ist jedoch noch wenig über die Gestaltung eines einführenden VR-Trainings, das die wichtigsten Aspekte der VR-Navigation und -Interaktion abdeckt, bekannt.

Die heute üblichen VR-Simulationen mit Head Mounted Displays (HMDs) wurden vor mehr als 20 Jahren populär, gewannen jedoch erst mit dem Durchbruch der Oculus Rift (erstes erschwingliches VR-System mit HMD der früheren Firma Oculus, heute Meta

Platforms) im Jahr 2012 an Bedeutung (Rizzo & König, 2017). Daher ist die VR-Technologie für die meisten Menschen noch relativ neu. Es ist bekannt, dass ältere Menschen innovative Technologien weniger nutzen als jüngere Generationen (Charness, Fox & Mitchum, 2010). Außerdem ist gut dokumentiert, dass ältere Menschen mehr Zeit als jüngere Menschen benötigen, um einen sicheren Umgang mit neuen Technologien zu erwerben (Czaja et al., 2006; Olson, O'Brien, Rogers & Charness, 2011). Dies könnte, wie oben dargestellt, zu einer Reduzierung ihrer Präsenz in einer neuen VR-Umgebung führen (Schubert et al., 2001).

In den letzten Jahren wurde VRET zunehmend als therapeutenfreies System untersucht, bei dem alle Instruktionen an die Patienten automatisch vom VR-System bereitgestellt werden (Freeman et al., 2019; Miloff et al., 2019). Therapeutenfreie oder hochautomatisierte VR-Systeme werden zusammen mit mobilen Interventionen als mögliche Lösungen für die Skalierung psychosozialer Interventionen diskutiert (Lindner et al., 2020; Freeman, 2018). Vor allem automatisierte Interventionen, die auch für den Einsatz im häuslichen Setting geeignet sind, könnten eine wichtige Versorgungslücke füllen (Alonso et al., 2018; Alonso, Angermeyer, & Lepine, 2004). Obwohl erste Therapiestudien mit hochautomatisierter VRET gute Ergebnisse gezeigt haben (z. B. Freeman et al., 2018; Donker et al. 2019; Campos et al., 2019), fehlen Untersuchungen zum Einfluss der zunehmenden Automatisierung auf die Präsenz oder das Nutzerverhalten.

Garcia-Palacios und Kollegen spekulieren, dass der Dialog mit dem anwesenden Versuchsleiter/Therapeuten die Präsenz während VRET stören könnte (Garcia-Palacios et al., 2002). Pelissolo und Kollegen (2012) gehen hingegen davon aus, dass ein anwesender Therapeut, der die Übungen anleitet, die Präsenz während VRET erhöht. Obwohl Präsenz eine zentrale Prozessvariable in VRET ist, fehlen experimentelle Untersuchungen von live vs. automatisierter Instruktion hinsichtlich der Nutzerpräsenz. Ebenso könnte sich die Automatisierung auf die Art und Weise auswirken, wie VR-Nutzer lernen, in der VR zu navigieren. Feedback fördert das Lernen (Gibbs & Taylor, 2016) und ist zentral für den Lernfortschritt (Kulhavy, 1977). Je individualisierter das Feedback, desto mehr wird es von Anwendern geschätzt (Crisostomo & Chauhan, 2019; Gibbs & Taylor, 2016). Da Live-Instruktionen individualisierteres Feedback zulassen, könnten automatisierte Instruktionen nachteilig sein. Dies wurde jedoch bislang nicht erforscht.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl die Präsenz als auch die Navigations- und Interaktionsfähigkeit zentrale Variablen in VR sind. Die Auswirkungen der Automatisierung auf diese Prozesse sind jedoch unseres Wissens nach weitgehend unbekannt.

Campbell et al. (2000) empfehlen für die Evaluierung neuer Technologien ein stufenweises Vorgehen, bei dem eine erste Untersuchung mit gesunden Probanden erfolgen sollte (Campbell et al., 2000). Erst nach der Analyse dieser Ergebnisse sollten Pilotstudien und anschließend größere Versuche mit der entsprechenden Patientenklientel durchgeführt werden (Doherty et al., 2010). Daher wurde auch die vorliegende Studie mit gesunden Teilnehmern durchgeführt.

Ziel dieser Studie war es, den Effekt von Automatisierung auf die Präsenz und das Navigations- und Interaktionsverhalten (Trainingserfolg) in VR zu untersuchen. Nachdem, wie oben aufgeführt, individualisiertes Feedback das Lernen verbessert (Crisostomo & Chauhan, 2019; Gibbs & Taylor, 2016) stellten wir die Hypothese auf, dass unabhängig vom Alter Live-Instruktionen im Training die Navigations- und Interaktionsleistung in VR erhöhen. Da ältere Menschen neue Technologien langsamer adaptieren (z. B. Czaja et al., 2006; Olson et al., 2011), formulierten wir die Hypothese, dass ältere Teilnehmer unabhängig von der Art des Trainings einen geringeren Lernerfolg bezüglich der Navigation/Interaktion der VR (Trainingserfolg subjektiv und Trainingserfolg objektiv) zeigen und niedrigere Präsenzzratings in VR angeben. Die Teilnehmer wurden randomisiert entweder einem vollautomatisierten VR-Training oder einem VR-Training mit Live-Instruktionen durch die Experimentalleiterin zugewiesen. Um den Trainingserfolg in VR zu operationalisieren, absolvierten die Teilnehmer nach dem VR-Training eine VR-Navigationsaufgabe. Die Zeit bis zum Erreichen eines definierten Kriteriums bestimmte den objektiven Trainingserfolg. Außerdem wurden subjektive Bewertungen (Präsenz, subjektiver Trainingserfolg) erhoben.

Da Cybersickness zu den häufigsten Gründen für Dropouts während VRET gehört (Benbow & Anderson, 2019), wurde die Auswirkung der Automatisierung auf Cybersickness ebenfalls untersucht. Da es zu dieser Fragestellung noch keine standardisierten Untersuchungen gibt, stellten wir keine gerichteten Hypothesen auf, sondern verglichen die Bedingungen live vs. automatisiert experimentell im Hinblick auf Cybersickness unter zusätzlicher Berücksichtigung des Alters.

2 Methoden

2.1 Stichprobe und Dropout-Analyse

An dieser Studie nahmen 66 gesunde Teilnehmer (Alter: 18-62 Jahre; 43 Frauen und 23 Männer) teil. Per E-Mail wurden die Mitarbeiter einer großen deutschen psychiatrischen Versorgungsklinik rekrutiert. Die Einschlusskriterien waren ein Alter zwischen 18 und 70 Jahren und das Fehlen relevanter psychischer oder somatischer Störungen nach Selbstauskunft.

Die Daten von $n = 14$ Teilnehmer mussten von der Analyse ausgeschlossen werden. Gründe hierfür waren: Abbruch der VR aufgrund von Cybersickness ($n = 6$), technische Probleme ($n = 4$) und Missverständnisse der Instruktionen bei der Navigationsaufgabe ($n = 4$). Daher wurden die Daten von $N = 52$ Teilnehmern für alle Analysen verwendet.

Die Studie wurde im Einklang mit der Deklaration von Helsinki durchgeführt und ein positives Ethikvotum der zuständigen Ethik-Kommission lag vor. Alle Teilnehmer gaben nach ausführlicher schriftlicher und mündlicher Aufklärung vor ihrer Teilnahme an der Studie eine schriftliche Einverständniserklärung ab.

2.2 Operationalisierung

2.2.1 Stichprobenbeschreibung

Für die Erhebung der Baseline-Charakteristika wurde ein demographischer Fragebogen verwendet. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf das Alter ($T < 1$; *n.s.*), die Geschlechterverteilung (Fisher's-Exakt-Test; $p = .157$), den Familienstand ($X^2 = 1.328$; $df = 3$; $p = .722$) oder die Schulbildung ($T < 1$; *n.s.*). Die Baseline-Charakteristika sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: *Baseline-Charakteristika der Stichprobe (N = 52)*

	Live (<i>n</i> = 27)					Automatisiert (<i>n</i> = 25)				
	<i>Md</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Md</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Alter Jahre	32	37.07	12.56	20	59	30	37.04	14.22	18	62
			<i>n</i>		%			<i>n</i>		%
Geschlecht										
weiblich			19		70.4 %			12		48.0 %
männlich			8		29.6 %			13		52.0 %
Familienstand										
ledig			18		66.7 %			14		56.0 %
verheiratet			8		29.6 %			8		32.0 %
geschieden			1		3.7 %			1		4.0 %
verwitwet			0		0.0 %			1		4.0 %
fehlend			0		0.0 %			1		4.0 %
Schulabschluss										
Mittelschule (9 J.)			3		11.1 %			2		8.0 %
Mittlere Reife (10 J.)			7		25.9 %			7		28.0 %
Fachabitur (12 J.)			3		11.1 %			5		20.0 %
Abitur (13 J.)			14		51.9 %			10		40.0 %
fehlend			0		0.0 %			1		4.0 %
<i>Md</i> = Median; <i>M</i> = Mittelwert; <i>SD</i> = Standardabweichung; <i>n</i> = Stichprobengröße										

2.2.2 Abhängige Variablen

Die abhängigen Variablen wurden während des Trainings, der Navigationsaufgabe und in einer Nachbefragung erhoben (siehe Tabelle 2).

2.2.3 Primäre Outcome-Variable

Die primäre Outcome-Variable war die benötigte Zeit (in Sekunden), um ein bestimmtes Kriterium in der Navigationsaufgabe zu erreichen. Die Aufgabe fand in einem für alle

Teilnehmer neuen VR-Szenario statt und bestand darin, einen Aktenordner zu finden und ihn aufzunehmen (siehe Abschnitt 2.4.2). Dieses Zeitkriterium wurde gewählt, um den Trainingserfolg objektiv messbar zu machen. Je schneller, desto größer war der (objektive) Trainingserfolg.

2.2.4 Sekundäre Outcome-Variablen

Während des VR-Trainings wurden viermal Präsenzratings abgefragt ("Wie präsent fühlen Sie sich jetzt in dieser Situation?"); zu Beginn des Trainings und nach jedem Schritt des Trainings (Orientierung, Navigation, Interaktion; siehe Abschnitt 2.3 und Tabelle 3). Die Präsenz wurde auf einer subjektiven Skala von 0 (= gar nicht präsent) bis 100 (= vollständig präsent) angegeben.

Um zusätzlich zum objektiven Trainingserfolg auch den subjektiven Trainingserfolg zu erfassen, wurden die Teilnehmer zu vier Zeitpunkten unmittelbar nach jeder Präsenzbewertung (außer der ersten) während des Trainings gebeten, ihre Sicherheit im Umgang mit der VR zu bewerten ("Wie leicht fällt es Ihnen, sich in der VR zu orientieren/ in der VR zu navigieren/ in der VR zu interagieren/ die VR insgesamt zu nutzen?"). Auch hierzu diente eine Skala von 0 (= gar nicht leicht) bis 100 (= sehr leicht).

Die Präsenz während der Navigationsaufgabe wurde zu drei Zeitpunkten abgefragt: Das erste Mal 10 Sekunden nach dem Start, dann etwa nach der Hälfte der Navigationsaufgabe (nach dem Durchschreiten der Glastür am Ende des Korridors im VR-Szenario; siehe Abschnitt 2.4.2) und das dritte Mal nach dem Erreichen des Kriteriums. Der subjektive Trainingserfolg blieb während der Navigationsaufgabe ungefragt.

Die folgenden Variablen (Präsenz, Cybersickness, sowie Aspekte der Usability) wurden im Anschluss an die Navigationsaufgabe erhoben (Post-Assessment):

Der deutsche Igroup Presence Questionnaire (IPQ; Schubert et al., 2001) enthält 14 Items und wird zur retrospektiven Erfassung der Präsenz während der VR eingesetzt. Er besteht aus den folgenden drei Skalen: Spatial Presence (5 Items), Involvement (4 Items) und Experienced Realism (4 Items). Zusätzlich wird die General Presence mit einem einzigen Item gemessen. Die Items werden auf einer sieben stufigen Likert-Skala (0 - 6) beantwortet und für jede Skala werden Mittelwerte berechnet. Die Autoren berichten von einer guten internen Konsistenz (Cronbachs $\alpha = .85 - .87$) (Igroup.org Project Consortium, 2020).

Cybersickness (auch sog. Simulator Sickness) als Nebenwirkung von VR wurde mit der deutschen Version des Simulator Sickness Questionnaire (SSQ; Kennedy et al., 1993)

erfasst. Der SSQ hat drei Subskalen (Oculomotor, Disorientation, Nausea) und einen Gesamtscore: 16 Items mit einer vier stufigen Likert-Antwortskala. In einer unabhängigen Studie wurde eine gute interne Konsistenz gefunden (Cronbachs $\alpha = .87$), jedoch konnte die ursprüngliche Faktorenstruktur nicht reproduziert werden (Bouchard, St-Jacques, Robillard, & Renaud, 2007). Wir folgten der Anleitung zur Berechnung der Subskalen und des Gesamtscores wie von Kennedy et al. (1993) skizziert. Für jede Skala werden Mittelwert und Standardabweichung angegeben.

Für Aspekte der Usability füllten die Teilnehmer weitere Fragebögen aus, die Teil einer anderen Untersuchung waren und daher nicht weiter berücksichtigt werden. Dazu gehörte der deutsche User Experience Questionnaire (UEQ; Laugwitz, Held & Schrepp, 2008) und der Questionnaire of Intuitive Use (QUESI; Hurtienne & Naumann, 2010). Für den UEQ fanden die Autoren eine gute interne Konsistenz für die Subskalen "Attractiveness" (Cronbachs $\alpha = .89$), "Perspicuity" (Cronbachs $\alpha = .82$) und "Novelty" (Cronbachs $\alpha = .82$), sowie eine akzeptable interne Konsistenz für die Subskalen "Efficiency" (Cronbachs $\alpha = .73$) und "Stimulation" (Cronbachs $\alpha = .76$) und eine fragliche interne Konsistenz für die Subskala "Dependability" (Cronbachs $\alpha = .65$) (Laugwitz et al., 2008).

Der QUESI umfasst insgesamt 14 Items und misst folgende Faktoren: Kognitive Beanspruchung, Zielerreichung, Lernaufwand, Vertrautheit und Fehlerrate. Die Autoren fanden insgesamt eine zufriedenstellende interne Konsistenz für den Gesamtfragebogen (Cronbachs $\alpha > .90$) und für die Subskalen lag Cronbachs α zwischen .78 und .92 (Naumann & Hurtienne, 2010).

Tabelle 2: *Abhängige Variablen*

Training	Navigationsaufgabe	Post Assessment
Präsenz (0-100) 4 Ratings	Präsenz (0-100) 3 Ratings	Präsenz IPQ
Subjektiver Trainingserfolg (0-100) 3 Ratings	Objektiver Trainingserfolg (Sekunden) Zeit bis zum Erreichen des Kriteriums	Usability UEQ QUESI

2.2.5 Experimentelles Design

Die Teilnehmer wurden randomisiert einer von zwei Bedingungen zugewiesen: (1) Training mit Live-Instruktion (Live-Bedingung) oder (2) Training mit automatisierter Instruktion (automatisierte Bedingung). In beiden Trainings lernten die Teilnehmer, sich in der VR zu orientieren, zu navigieren und zu interagieren. Das Training mit Live-Instruktion orientierte sich an der gängigen Praxis: Die Studienleiterin erklärte die einzelnen Funktionen und Anforderungen, während die Teilnehmer sich in einem neutralen VR-Szenario befanden. Alle Instruktionen und Fragen (Abfrage der Online-Ratings) wurden von der Versuchsleiterin live gestellt. Im automatisierten Training wurden alle Instruktionen und Fragen (Abfrage der Online-Ratings) an die Teilnehmer automatisiert vom VR-System abgespielt (vorab aufgezeichnete Audiodateien). Um die Vergleichbarkeit der beiden Bedingungen zu gewährleisten, wurde für beide Trainings dasselbe VR-Szenario verwendet und die einzelnen Lernaufgaben und Instruktionen wurden in der gleichen Reihenfolge gegeben (siehe Tabellen 3 und 4). In beiden Bedingungen hatten die Teilnehmer nach Abschluss jeder Lernaufgabe die Möglichkeit die einzelnen Lernaufgaben zu wiederholen. Am Ende des Trainings wurden sie gefragt, ob sie das gesamte Training wiederholen wollten. Nach Erreichen des jeweiligen Lernziels wurden die Teilnehmer verbal von der Versuchsleiterin (live) oder per Audiodatei (automatisiert) verstärkt. Die Randomisierungsliste wurde mit dem Online-Tool Research Randomizer (Urbaniak & Plous, 2011) vor Beginn der Studie von der Leiterin des Studienteams, welche nicht an der Datenerhebung selbst beteiligt war, erstellt. Die Zuordnungen (live vs. automatisiert) befanden sich einzeln in verschlossenen Umschlägen, die von der Versuchsleiterin erst unmittelbar vor dem Start des jeweiligen VR-Szenarios geöffnet wurden. Die Gruppen unterschieden sich nur in der Art der Instruktion während des Trainings (Live-Bedingung vs. automatisierte Bedingung). Aus Sicherheitsgründen war die Versuchsleiterin in beiden Bedingungen im Untersuchungsraum anwesend.

Tabelle 3: Lernziele und deren Umsetzung im VR-Training

Lernziel	Umsetzung	Aufgaben
Orientierung	Kopfbewegung	<i>Ort:</i> Vorgarten <i>Instruktion:</i> Stehen bleiben und sich umschaun
Navigation	Bewegung des Controllerhebels	<i>Ort:</i> Vorgarten <i>Instruktion:</i> Alle Richtungen erkunden
Interaktion	Knopfdruck auf dem Controller	<i>Startpunkt:</i> Vor der Haustür <i>Instruktionen:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Öffnen Sie die Tür • Schalten Sie das Licht an • Entnehmen Sie der Kasse den 100-Euro-Schein

2.2.6 Live-Bedingung

In der Live-Bedingung erklärte die Studienleiterin, wie man sich in der VR orientiert, navigiert und interagiert, und sie fragte die subjektiven Ratings ab (Präsenz und subjektiver Trainingserfolg). Die Studienleiterin überwachte den Fortschritt der Teilnehmer und entschied, wann eine Aufgabe als erfüllt galt.

2.2.7 Automatisierte Bedingung

In der automatisierten Bedingung wurden die Instruktionen für die Training-Aufgaben und die Ratings als Audio-Instruktionen vorab aufgezeichnet. Grüne Pfeile auf dem Boden zeigten die Bewegungsrichtung an (siehe Abbildung 3). Das System selbst registrierte den Abschluss jeder Lernaufgabe und fuhr entsprechend fort. Um sicherzustellen, dass die Präsenzratings und die Ratings des subjektiven Trainingserfolgs nicht übersehen wurden, wurden die Fragen und Antwortskalen über zwei Modalitäten angezeigt: auditiv und visuell als weißer Text, der in die VR-Szene eingeblendet wurde. Für die Abfrage des subjektiven Trainingserfolgs wurde die VR-Umgebung ausgeblendet und die Frage mit weißer Schrift auf schwarzem Hintergrund angezeigt.

Tabelle 4: *Vergleich der beiden experimentellen Bedingungen*

Eigenschaften	Live-Bedingung	Automatisierte Bedingung
Entscheidung ob Lernkriterium erreicht wurde	Registrierung und Entscheidung durch Studienleiterin	von Sensoren des VR-Systems erkannt und mit Sollwert abgeglichen
Reihenfolge der Lernaufgabe (Orientierung, Navigation, Interaktion)	1. Orientierung 2. Navigation 3. Interaktion	1. Orientierung 2. Navigation 3. Interaktion
Bewegungsrichtung	Von Studienleiterin überwacht und ggf. verbal korrigiert	Durch grüne Pfeile auf dem Boden angezeigt
Möglichkeit zur Wiederholung	Von der Studienleiterin abgefragt und dann gestartet, wenn vom Teilnehmer gewünscht	Abfrage über Audiodatei, dann auf Wunsch Start durch den Teilnehmer per Tastendruck

2.2.8 Manipulations-Check

Da beide Versuchsleiterinnen weiblich waren (Versuchsleiterin 1 und Versuchsleiterin 2), wurde – um Geschlechtseffekte auszuschließen - für die automatisierte Bedingung ebenfalls eine weibliche Stimme verwendet. Um sicherzustellen, dass die Teilnehmer in der automatisierten Bedingung bemerkten, dass die Instruktionen nicht live, sondern vom System automatisiert gestellt wurden, wurden die Audio-Instruktionen für diese Bedingung von einer anderen weiblichen Person (Stimme automatisierte Bedingung) aufgenommen.

Um auszuschließen, dass gefundene Effekte auf qualitative Merkmale der Stimmen zurückzuführen sind, wurden die Stimmen in einer kurzen Online-Befragung mit dem Tool Lime Survey verglichen (Between-Subjects-Design). Den Studenten einer Fachhochschule wurde der Link zu einer anonymen Befragung zugeschickt ($N = 692$). Insgesamt klickten $N = 74$ der Studenten auf den Link, und $N = 41$ nahmen an der Befragung teil. Sie wurden gebeten, sich kurze Beispielsätze anzuhören, die von einer der Stimmen gesprochen wurden, und die Qualität der Stimme auf fünf positiven (beruhigend, sympathisch, angenehm, wohlwollend, professionell) und fünf negativen Dimensionen (nicht einladend, nervig, böse, bedrohlich, beleidigend) auf einer Skala von 1 = "trifft überhaupt nicht zu" bis 100 = "trifft zu 100 % zu" zu bewerten.

2.3 VR-Szenarien

2.3.1 VR-Training

Das Szenario des VR-Trainings bestand aus einem Vorgarten und einem Bürogebäude. Die Teilnehmer starteten in der Mitte des Gartens. Beendet wurde das Szenario im Bürogebäude (siehe Abbildung 3).



(a) Start

(b) Ende

Abbildung 3: (a) Start (Vorgarten) und (b) Ende (innerhalb des Bürogebäudes) des VR-Trainings.

Der Vorgarten enthielt verschiedene Objekte, die von den Teilnehmer erkundet werden konnten. Es gab einen Taubenschlag, einen Unterstand, einen Kanaldeckel und ein Windrad. Diese Objekte dienten als Ziele, auf die sich die Teilnehmer in der Orientierungsphase konzentrieren sollten. In der Navigationsphase bewegten sich die Teilnehmer auf einige dieser Ziele zu. Das Bürogebäude bestand aus einem Flur und einem Großraumbüro. Die Eingangstür, der Lichtschalter und die Geldkassette im Bürogebäude dienten als Übungsobjekte, um die Interaktion in VR zu erlernen.

2.3.2 Navigationsaufgabe

Die Navigationsaufgabe war für beide Bedingungen identisch und wurde zur Messung der primären Outcome-Variable (objektiver Trainingserfolg: Zeit bis zum Erreichen des Kriteriums) verwendet. Die Instruktionen waren automatisiert und wurden über zwei Modalitäten angezeigt: vorab aufgezeichnete Audio-Instruktionen und weißer Text, der in die VR-Umgebung eingeblendet wurde.

Das VR-Szenario bestand aus einem langen Korridor in einem Bürokomplex. Die Navigationsaufgabe begann an einem Ende des Korridors und endete, wenn die Teilnehmer das Kriterium (Lokalisierung eines Ordners mit rotem Rückenetikett) im letzten Büro der Etage erreicht hatten (Abbildung 2). Die Teilnehmer wurden angewiesen, den Ordner zu suchen, und wurden darüber informiert, dass dieser in einem Büro zu finden sei, indem sich zwei Kollegen befänden. Die Teilnehmer mussten frei navigieren und interagieren. Nach dem Aufnehmen des Ordners wurde eine verstärkende Nachricht angezeigt, und die Aufgabe wurde beendet.



(a) Start

(b) Ende

Abbildung 4: (a) Start (Beginn des Korridors) und (b) Ende der Navigationsaufgabe (Kriterium)

2.4 Technische Ausstattung

Das vorliegende Experiment wurde mit einem VT+Lab-Labora Aufbau durchgeführt. Die VR wurde dafür auf einem EN 60601-1-konformen Virtual-Reality-System gerendert und auf einem Head Mounted Display (HMD, HTC-Vive Business Edition) angezeigt. Die Aktualisierungsfrequenz des HMD betrug 90 Hz. Ein Tracking-Sensor im HMD wertete die Kopfbewegungen aus und aktualisierte das Sichtfeld des HMDs. Zusätzlich wurde das Tracking-System "Vive Base Stations", auch bekannt als Lighthouse-Tracking-System, verwendet. Es besteht aus zwei schwarzen Boxen, die einen virtuellen 360-Grad-Raum erzeugen, der freie Bewegungen in einem Raum von 1,6 m x 3,4 m erlaubt. Die Basisstationen senden Infrarotimpulse mit 60 Impulsen pro Sekunde aus, die dann vom Headset mit Sub-Millimeter-Präzision aufgenommen werden. Gesteuert wurde das Experiment mit der VR-Software CyberSession (CS 5.6, VTplus GmbH, Würzburg, Deutschland; siehe www.cybersession.info), die auf einem HMD-Bildgenerator und einem Remote Terminal (Apple iPad) lief. Kopfhörer (Vive Deluxe Audio Strap HS600) lieferten die Hintergrundgeräusche und die Audioinstruktionen.

2.5 Durchführung

Nach der schriftlichen Einverständniserklärung füllten die Teilnehmer die Baseline-Fragebögen aus. Die Versuchsleiterin unterstützte die Teilnehmer beim Aufsetzen des HMDs und gab den Teilnehmern den Controller in die Hand. Erst daraufhin öffnete die Versuchsleiterin den Umschlag mit der randomisierten Zuordnung und startete das vorgegebene VR-Training (live oder automatisiert). Im Anschluss an das VR-Training begann die Navigationsaufgabe. Nachdem die Teilnehmer das Kriterium erreicht hatten, wurde die Immersion in VR beendet, und die Versuchsleiterin half den Teilnehmern, das HMD abzunehmen. Anschließend füllten die Teilnehmer das Post-Assessment aus und beantworteten die Fragen des Interviews. Die Teilnehmer erhielten Süßigkeiten als Aufwandsentschädigung und hatten die Möglichkeit, offene Fragen zu klären (Debriefing). Insgesamt dauerte die Sitzung zwischen 60 und 90 Minuten.

2.6 Datenaufbereitung und Datenanalyse

Um mögliche Baseline-Unterschiede zwischen den Gruppen (live vs. automatisiert) auszuschließen, wurden für die Variablen Alter und Schulabschluss t-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt. Unterschiede im Hinblick auf die Geschlechterverteilung wurden mit dem exakten Test nach Fisher und im Hinblick auf den Familienstand mit Pearsons X^2 -Test untersucht (vgl. Tabelle 1).

Um den Einfluss des Alters zu analysieren, wurde ein Median-Split über alle Teilnehmer durchgeführt und das Alter als Between-Subjects-Faktor in die ANOVA aufgenommen.

Das primäre Outcome *objektiver Trainingserfolg* (Zeit bis zum Erreichen des Kriteriums in der Navigationsaufgabe) wurde mit einer ANOVA mit den beiden Between-Subjects-Faktoren Gruppe (live vs. automatisiert) und Alter (älter vs. jünger) ausgewertet.

Die sekundären Outcome-Variablen *Präsenz-Ratings* und *subjektiver Trainingserfolg* während des VR-Trainings wurden mit gemischten ANOVAs mit Messwiederholung (4 Messzeitpunkte) und den beiden Between-Subjects-Faktoren Gruppe (live vs. automatisiert) und Alter (älter vs. jünger) ausgewertet. Wenn das Ergebnis des Mauchly-Tests zeigte, dass eine Verletzung der Sphärizität vorlag, wurde das Korrekturverfahren nach Greenhouse-Geisser angewendet.

Die Daten des Manipulations-Checks wurden mit univariaten ANOVAs ausgewertet.

Zur Auswertung der Fragebögen (IPQ, SSQ) wurden univariate Varianzanalysen mit den Faktoren Gruppe (live vs. automatisiert) und Alter (jünger vs. älter) durchgeführt.

Für alle Analysen wurde SPSS Statistics 25 (IBM Corp, USA) verwendet. Dabei wurde der Konvention entsprechend das Signifikanzniveau auf $\alpha = .05$ gesetzt, und die Effektgrößen für die ANOVA wurden wie von Tabachnik und Fidell (2007) empfohlen als partielle η^2 -Werte angegeben. Für spezifische Post-hoc-Vergleiche wurden t-Tests berechnet, und Alpha wurde nach Bonferoni-Holm adjustiert.

3 Ergebnisse

3.1 Altersverteilung

Der Altersmedian der vorliegenden Stichprobe betrug 30 Jahre. Durch einen Median-Split wurden zwei Gruppen gebildet: eine jüngere Gruppe, die alle Teilnehmer bis einschließlich 30 Jahre umfasste, und eine ältere Gruppe ab 31 Jahren. Abbildung 5 gibt einen Überblick über die Altersverteilung in den beiden Gruppen (live vs. automatisiert).

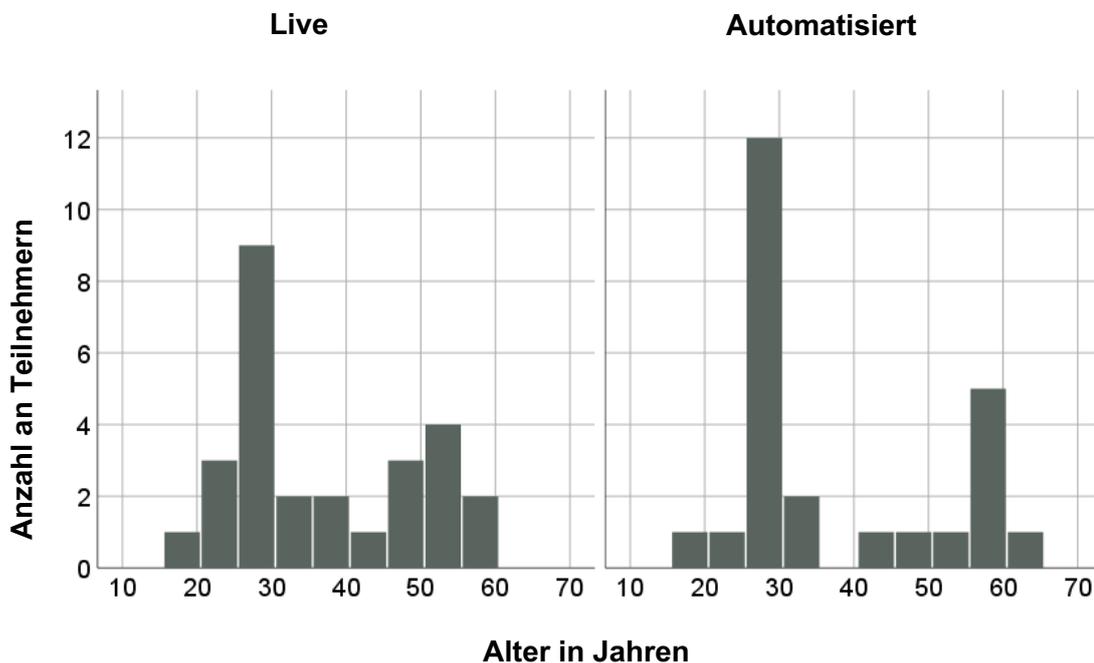


Abbildung 5: Altersverteilung in den beiden Gruppen (live vs. automatisiert)

3.2 Manipulations-Check

Insgesamt beantworteten $N = 41$ Teilnehmer den Online-Fragebogen, $n = 15$ bewerteten die Stimme der ersten Versuchsleiterin (Versuchsleiterin 1), $n = 14$ bewerteten die Stimme der zweiten Versuchsleiterin (Versuchsleiterin 2) und $n = 12$ bewerteten die Stimme der vorab aufgezeichneten Instruktionen (Stimme der Audioinstruktionen, gesprochen von einer realen weiblichen Person). Die Bewertung der Stimmen unterschied sich in keiner Eigenschaft, weder bei den positiven Items: beruhigend ($F = 1.932$; $p = .159$; $\eta^2 = .092$), sympathisch ($F < 1$; $n.s.$), angenehm ($F < 1$; $n.s.$), wohlwollend ($F = 1.639$; $p = .208$; $\eta^2 = .079$), professionell ($F < 1$; $n.s.$), noch in Bezug auf die negativen Items: nicht einladend ($F < 1$; $n.s.$), nervig ($F < 1$; $n.s.$), fies ($F < 1$; $n.s.$), bedrohlich ($F < 1$; $n.s.$), beleidigend ($F < 1$; $n.s.$).

3.3 Primäres Outcome-Maß: Objektiver Trainingserfolg

Die ANOVA zur Auswertung des objektiven Trainingserfolgs mit den beiden Between-Subjects-Faktoren Gruppe und Alter zeigte einen signifikanten Haupteffekt des Faktors Gruppe ($F_{1,48} = 6.835$; $p = .012$; $\eta^2 = .125$). Der Haupteffekt des Alters zeigte einen Trend ($F_{1,48} = 3.482$; $p = .068$; $\eta^2 = .068$). Der Interaktionseffekt Gruppe x Alter war nicht signifikant ($F_{1,48} = 2.450$; $p = .124$; $\eta^2 = .049$). Diese Analyse zeigte den Erwartungen entsprechend, dass der objektive Trainingserfolg in der Live-Gruppe größer war. Sie erreichte das Kriterium schneller. Die Darstellung der Gruppenmittelwerte nach Alter (siehe Abbildung 6) legt nahe, dass es sich um einen Interaktionseffekt handeln könnte. Wahrscheinlich aufgrund der geringen Power (Power = 33,50 %) erreichte der Interaktionseffekt Gruppe x Alter jedoch keine Signifikanz.

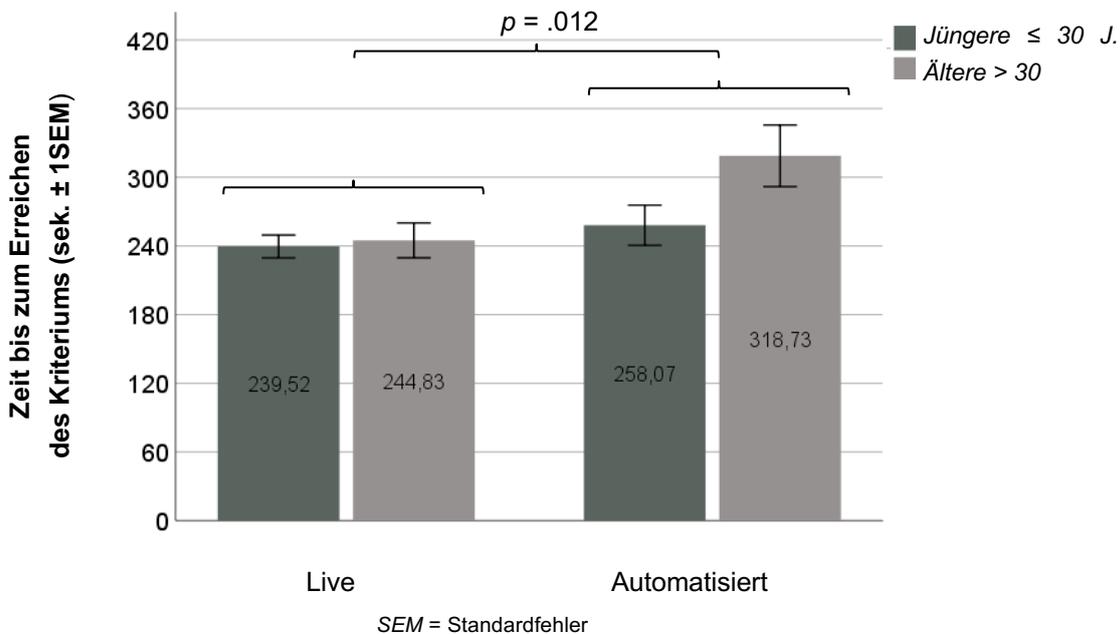


Abbildung 6: Objektiver Trainingserfolg in der Navigationsaufgabe (primäre Outcome-Variable)

3.4 Subjektiver Trainingserfolg

Die ANOVA zur Prüfung von Unterschieden in Bezug auf den subjektiven Trainingserfolg zeigte für die Haupteffekte von Zeit ($F_{1,48} = 3.478$, $p = .018$, $\eta^2 = .068$) und Gruppe ($F_{1,48} = 3.517$, $p = .009$, $\eta^2 = .134$) statistische Relevanz, sowie einen Trend bezüglich des Haupteffekts des Alters ($F_{1,48} = 3.517$, $p = .067$, $\eta^2 = .068$). Weder der Interaktionseffekt von Zeit x Gruppe ($F_{1,48} < 1$, *n.s.*), noch Zeit x Alter ($F_{1,48} = 1.304$, $p = .275$, $\eta^2 = .026$), noch Zeit x Gruppe x Alter ($F_{1,48} < 1$, *n.s.*) erreichten statistische Signifikanz.

Der Interaktionseffekt von Gruppe x Alter ($F_{1,48} = 12.368$, $p < .001$, $\eta^2 = .205$) zeigte sich statistisch hoch signifikant.

Anschließende t-Tests zeigten, dass sich nur der erste Messzeitpunkt *Orientierung* von den anderen unterschied (*Orientierung* vs. *Navigation*: $T = 2.438$; $df = 51$; $p = .018$; *Orientierung* vs. *Interaktion*: $T = 1,846$; $df = 51$; $p = .071$; *Orientierung* vs. *insgesamt*: $T = 2,406$; $df = 51$; $p = .020$). Alle anderen Messzeitpunkte unterschieden sich nicht statistisch signifikant (*Navigation* vs. *Interaktion*: $T < 1$; $df = 51$; *n.s.*; *Navigation* vs. *insgesamt*: $T < 1$; $df = 51$; *n.s.*; *Interaktion* vs. *insgesamt*: $T < 1$; $df = 51$; *n.s.*). Auch hier deutet der Plot (siehe Abb. 5) darauf hin, dass es einen Interaktionseffekt von Zeit x Gruppe x Alter geben könnte, aber auch hier erreichte der Interaktionseffekt Zeit x Gruppe x Alter wahrscheinlich aufgrund der geringen Power ($Power = 11,20\%$) keine statistische Signifikanz.

Für die Analyse des Interaktionseffektes Gruppe x Alter wurden für jede Altersgruppe zwei separate ANOVAs berechnet. Bei der jüngeren Gruppe waren weder der Haupteffekt der Zeit ($F_{1,25} < 1$, *n.s.*), noch der Haupteffekt der Gruppe ($F_{1,25} < 1$, *n.s.*), noch der Interaktionseffekt Zeit x Gruppe ($F_{1,25} < 1$, *n.s.*) signifikant. Bei den älteren Teilnehmern erreichte der Haupteffekt der Zeit ($F_{1,21} = 2.927$, $p = .040$, $\eta^2 = .113$) statistische Signifikanz. Auch der Haupteffekt der Gruppe war signifikant ($F_{1,21} = 16.231$, $p < .001$, $\eta^2 = .414$). Der Interaktionseffekt von Zeit x Gruppe erreichte keine Signifikanz ($F_{1,21} = 1.025$, $p = .322$, $\eta^2 = .043$). Die Post-hoc-Analysen zeigten also, dass ältere Teilnehmer in der Live-Gruppe (vs. automatisierte Gruppe) höhere Bewertungen ihres subjektiven Trainingserfolgs (*Orientierung*, *Navigation*, *Interaktion* und *insgesamt*) abgaben (vgl. Abbildung 7).

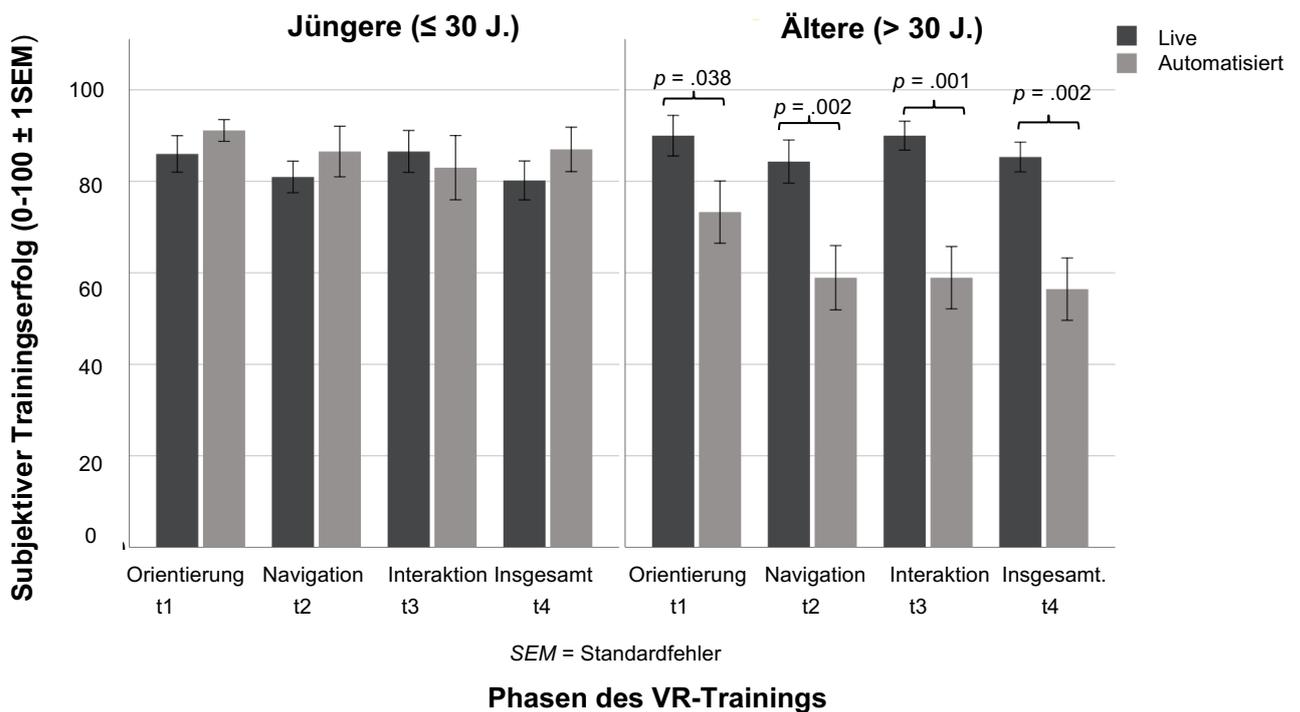


Abbildung 7: Subjektiver Trainingserfolg während des VR-Trainings

3.5 Präsenz

3.5.1 Präsenz während des VR-Trainings

Die ANOVA der Präsenzratings während des Trainings wies einen signifikanten Haupteffekt des Faktors Zeit ($F_{3,48} = 8.156$, $p < .001$, $\eta^2 = .145$) auf. Die Teilnehmer fühlten sich umso präsenter, je länger die Immersion in VR andauerte. Weder der Haupteffekt des Faktors Gruppe ($F_{1,48} = 2.785$, $p = .102$, $\eta^2 = .055$), noch der Haupteffekt des Faktors Alter ($F_{1,48} < 1$; *n.s.*) erreichten statistische Signifikanz. Allerdings zeigte sich ein hochsignifikanter Interaktionseffekt von Gruppe x Alter ($F_{1,48} = 16.507$, $p < .001$, $\eta^2 = .256$). Darüber hinaus erreichte kein Interaktionseffekt statistische Relevanz: weder Zeit x Gruppe ($F_{1,48} < 1$; *n.s.*), noch Zeit x Alter ($F_{1,48} < 1$; *n.s.*) oder Zeit x Alter x Gruppe ($F_{1,48} < 1$; *n.s.*). Für die Post-Hoc-Analyse des Interaktionseffekts von Gruppe x Alter wurden für jede Altersgruppe separate ANOVAs berechnet.

Für die jüngeren Teilnehmer ergab sich ein statistisch signifikanter Haupteffekt der Zeit ($F_{1,25} = 27.802$, $p < .001$, $\eta^2 = .527$). Der Faktor Gruppe hatte keinen signifikanten Einfluss ($F_{1,25} = 2.571$, $p = .121$, $\eta^2 = .093$). Der Interaktionseffekt von Zeit x Gruppe war signifikant ($F_{1,25} = 4.507$, $p = .012$, $\eta^2 = .153$). Anschließende t-Tests zeigten, dass nur zum Start des VR-Trainings jüngere Teilnehmer in der automatisierten Gruppe höhere

Präsenzratings angegeben hatten als jüngere Teilnehmer in der Live-Gruppe (Start: $T = -2,116$; $df = 25$; $p = .044$). Dieser Effekt veränderte sich über die Zeit hinweg: In der Orientierungsphase war er nur noch auf Trendniveau beobachtbar (Orientierung: $T = -1,931$; $df = 25$; $p = .067$) und verschwand nach der Navigation und der Interaktionsphase vollständig (Navigation: $T < 1$; n.s.; Interaktion: $T = -1,443$; $df = 25$; $p = .161$) (siehe Abbildung 6).

Für die älteren Teilnehmer hatte der Faktor Zeit keinen signifikanten Einfluss auf die Präsenz während des VR-Trainings ($F_{1,23} = 1.372$, $p = .258$, $\eta^2 = .056$), aber der Haupteffekt des Faktors Gruppe war hochsignifikant ($F_{1,23} = 19.213$, $p < .001$, $\eta^2 = .455$). Die Post-Hoc-Analyse zeigte, dass ältere Teilnehmer in der automatisierten Gruppe geringere Präsenz berichteten als ältere Teilnehmer in der Live-Gruppe (Baseline: $T = 2.332$; $df = 12.181$; $p = .038$; Orientierung: $T = 2.346$; $df = 11.122$; $p = .039$; Navigation: $T = 3.460$; $df = 13.678$; $p = .004$; Interaktion: $T = 2.676$; $df = 13.479$; $p = .019$; siehe Abbildung 8). Der Interaktionseffekt von Zeit x Gruppe zeigte keinen statistisch relevanten Unterschied ($F_{1,23} < 1$; n.s.).

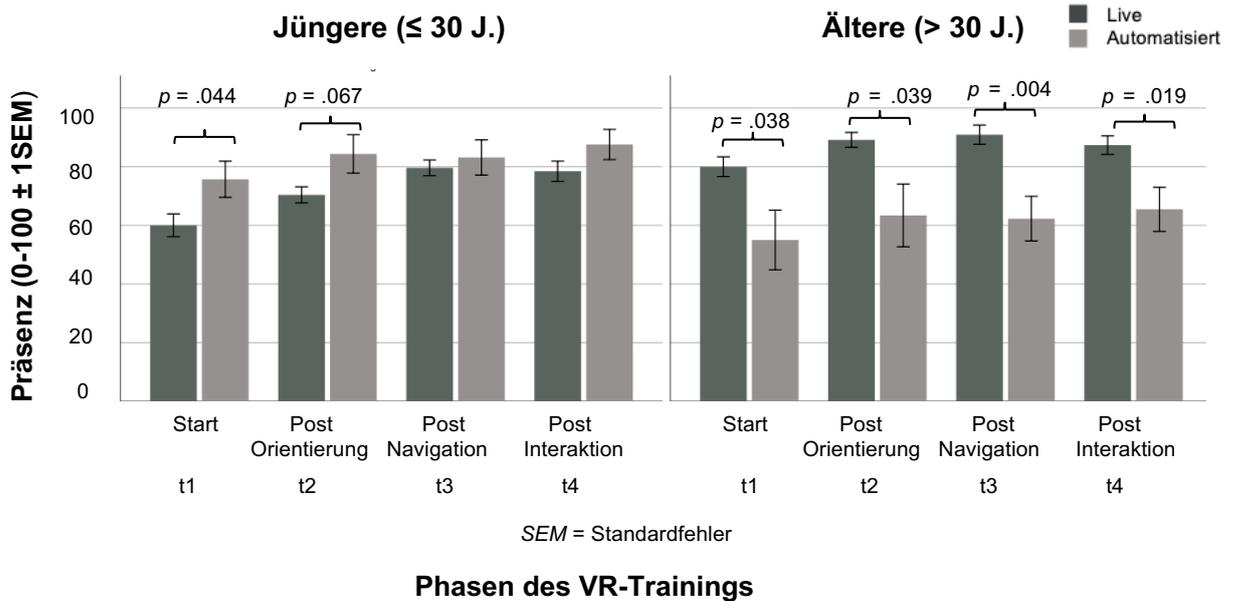


Abbildung 8: Präsenzratings während des VR-Trainings

3.5.2 Präsenz während der Navigationsaufgabe

Die ANOVA der Präsenzratings während der Navigationsaufgabe wies statistisch signifikante Haupteffekte des Faktors Zeit ($F_{1,1.334} = 4.892$, $p = .021$, $\eta^2 = .096$) und des Faktors Gruppe ($F_{1,48} = 6.275$, $p = .016$, $\eta^2 = .120$) auf. Je länger die Immersion der Teilnehmer andauerte, desto höhere Präsenzratings wurden angegeben. Der Haupteffekt des Alters erreichte keine statistische Signifikanz ($F_{1,48} = 2.374$, $p = .130$, $\eta^2 = .049$). Auch jegliche Interaktionseffekte mit dem Faktor Zeit wiesen keine statistische Relevanz auf: Weder Zeit x Gruppe ($F_{1,1.334} < 1$, *n.s.*), noch Zeit x Alter ($F_{1,1.334} = 3.076$, $p = .073$, $\eta^2 = .003$), noch Zeit x Alter x Gruppe ($F_{1,1.334} = 1.277$, $p = .275$, $\eta^2 = .027$). Die ANOVA zeigte jedoch einen signifikanten Interaktionseffekt von Gruppe x Alter ($F_{1,48} = 7.979$, $p = .007$, $\eta^2 = .148$). Für die Analyse dieses Interaktionseffekts wurden für jede Altersgruppe separate ANOVAs berechnet. In der jüngeren Gruppe erreichte der Haupteffekt der Zeit Signifikanz ($F_{1,24} = 6.924$, $p = .002$, $\eta^2 = .224$). Weder der Haupteffekt des Faktors Gruppe ($F_{1,24} < 1$; *n.s.*), noch der Interaktionseffekt von Zeit x Gruppe ($F_{1,24} = 1.124$, $p = .333$, $\eta^2 = .045$) erreichte statistische Signifikanz. In der Gruppe der älteren Teilnehmer erreichte der Haupteffekt der Zeit ($F_{1,24} < 1$; *n.s.*) keine statistische Relevanz, jedoch wies der Haupteffekt der Gruppe (live vs. automatisiert) ein hoch signifikantes Ergebnis auf ($F_{1,22} = 10.969$, $p = .003$, $\eta^2 = .333$). Der Interaktionseffekt von Zeit x Gruppe war nicht signifikant ($F_{1,22} < 1$; *n.s.*). Anschließende t-Tests zeigten, dass die älteren Teilnehmer in der automatisierten Gruppe im Vergleich zur Live-Gruppe während der gesamten Navigationsaufgabe signifikant niedrigere Präsenzwerte angaben (siehe Abbildung 9).

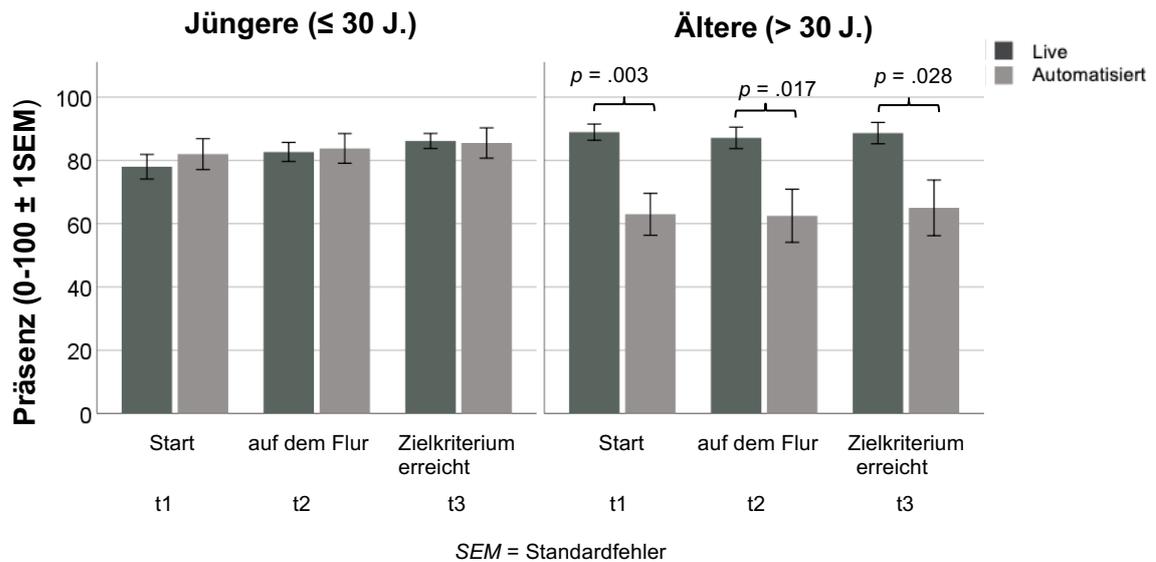


Abbildung 9: Präsenzzratings während der Navigationsaufgabe

3.6 Fragebögen

3.6.1 IPQ (IGroup Presence Questionnaire)

Die univariate ANOVA ergab signifikant höhere Werte für die Live-Gruppe in Bezug auf die General Presence ($F_{1,48} = 10.700$; $p = .002$; $\eta^2 = .182$). Die Teilnehmer in der Live-Bedingung gaben eine höhere Bewertung ihrer General Presence an als die der automatisierten Gruppe. Das Alter hatte keinen signifikanten Einfluss auf die General Presence ($F_{1,48} < 1$, *n.s.*). Es gab keinen Interaktionseffekt von Gruppe x Alter für die General Presence ($F_{1,48} < 1$, *n.s.*).

Für die anderen drei IPQ-Subskalen zeigten die univariaten ANOVAs keine signifikanten Haupteffekte, weder für den Faktor Gruppe (Spatial Presence: $F_{1,48} < 1$, *n.s.*; Involvement: $F_{1,48} < 1$, *n.s.*; Experienced Realism: $F_{1,48} < 1$, *n.s.*), noch den Faktor Alter (Spatial Presence: $F_{1,48} < 1$, *n.s.*, Involvement: $F_{1,48} < 1$, *n.s.* und Experienced Realism: $F_{1,48} < 1$, *n.s.*). Die Interaktion von Gruppe x Alter zeigte nur einen statistischen Trend auf der Skala der Spatial Presence: $F_{1,48} = 2.853$; $p = .098$; $\eta^2 = .055$; (Involvement: $F_{1,48} < 1$, *n.s.*; Experienced Realism: $F_{1,48} < 1$, *n.s.*). Die Mittelwerte und Standardabweichungen aufgeteilt nach Gruppe und Alter sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Mittelwerte und Standardabweichungen der IPQ-Skalen

IPQ	Live				Automatisiert			
	Jüngere		Ältere		Jüngere		Ältere	
	<i>n</i> = 13		<i>n</i> = 14		<i>n</i> = 14		<i>n</i> = 11	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
General presence	4.923	0.494	5.429	0.852	3.933	1.831	4.000	1.633 (<i>n</i> = 10)
Spatial Presence	3.046	0.745	2.743	0.447	2.933	0.318	3.127	0.568
Involve- ment	3.577	0.680	3.554	1.106	3.633	0.839	3.682	0.845
Expe- rienced Realism	3.442	0.469	3.357	0.698	3.333	0.943	3.182	0.513

IPQ = IGroup Presence Questionnaire; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung

3.6.2 SSQ (Simulator Sickness Questionnaire)

Die ANOVA ergab keine signifikanten Haupteffekte für eine der vier Skalen (SSQ-Gesamtscore: Gruppe $F_{1,47} = 2.826$; $p = .099$; $\eta^2 = .056$, Alter $F_{1,47} < 1$; *n.s.*; *Oculomotor*: Gruppe $F_{1,47} = 3.556$; $p = .065$; $\eta^2 = .069$, Alter $F_{1,47} < 1$; *n.s.*; *Nausea*: Gruppe $F_{1,47} < 1$; *n.s.*, Alter: $F_{1,47} = 1.117$; $p = .296$; $\eta^2 = .023$; *Disorientation*: Gruppe $F_{1,47} = 2.059$; $p = .154$; $\eta^2 = .042$, Alter $F_{1,47} < 1$; *n.s.*). Es gab signifikante Interaktionseffekte von Gruppe x Alter auf den SSQ-Gesamtscore ($F_{1,47} = 4.494$; $p = .039$; $\eta^2 = .086$) und der Skala *Disorientation* ($F_{1,47} = 4.640$; $p = .036$; $\eta^2 = .088$). Darüber hinaus zeigte der Interaktionseffekt von Gruppe x Alter auf der Skala *Oculomotor* einen statistischen Trend ($F_{1,47} = 3.203$; $p = .080$; $\eta^2 = .063$). Für die Skala *Nausea* ergab sich kein signifikanter Interaktionseffekt ($F_{1,47} = 1.073$; $p = .314$; $\eta^2 = .021$).

Post-hoc t-Tests zeigten, dass ältere Teilnehmer in der automatisierten Gruppe auf 3 von 4 Skalen signifikant stärkere Symptome von Simulator Sickness erlebten als ältere Teilnehmer in der Live-Gruppe (siehe Tabelle 6). Bei den jüngeren Teilnehmern gab es

keine Unterschiede bezüglich der Symptome des SSQ zwischen den Gruppen live vs. automatisiert.

Tabelle 6: Mittelwerte und Standardabweichungen der SSQ-Skalen

SSQ	Live				Automatisiert			
	Jüngere		Ältere		Jüngere		Ältere	
	<i>n</i> = 13		<i>n</i> = 14		<i>n</i> = 14		<i>n</i> = 11	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Oculomotor	28.571	30.502	16.514	10.257	29.237	23.944	42.035	31.320
Nausea	20.548	14.492	20.784	26.033	17.717	21.120	30.355	24.066
Disorientation	70.671	68.066	38.777	27.935	60.651	46.202	89.847	55.485
Total	41.140	32.712	26.714	17.161	37.667	28.764	56.780	33.528

SSQ = Simulator Sickness Questionnaire; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung

4 Diskussion

Die vorliegende Studie betrachtet als eine der ersten überhaupt systematisch die Effekte von automatisierter vs. Live-Instruktion auf die Navigations- und Interaktionsfähigkeit (objektiv und subjektiv erfasster Trainingserfolg) und auf das Präsenzerleben der Teilnehmer in einer zuvor unbekanntem VR-Umgebung. Das zentrale Ergebnis besteht darin, dass automatisierte Instruktion verglichen mit Live-Instruktion die Leistung unabhängig vom Alter während eines VR-Trainings in einer anschließenden Navigationsaufgabe (objektiver Trainingsfolg) signifikant verschlechtert.

Bei den subjektiven Ergebnismaßen (subjektiver Trainingserfolg, Präsenz) hatte die Automatisierung nur bei den älteren Teilnehmern (31 - 65 Jahre) einen stark negativen Einfluss, mit Verlusten von mehr als 20 Punkten auf einer 100-Punkte-Skala. Interessanterweise wurden diese Effekte bei Teilnehmern unter 31 Jahren nicht beobachtet. Der Effekt der Automatisierung auch auf den objektiven Trainingserfolg könnte tatsächlich auf die ältere Altersgruppe beschränkt sein, doch erreichte der zugehörige Interaktionseffekt in der Varianzanalyse nicht die Signifikanzschwelle. Für dessen Nachweis fehlte unserer Studie die statistische Power.

Unsere Ergebnisse deuten somit auf einen bisher nicht dokumentierten, starken und nachteiligen Effekt von erhöhter Automatisierung auf zentrale Nutzerprozesse in VR hin, insbesondere bei Teilnehmern über 30 Jahren. Bei hochautomatisierten VR-Setups, die in letzter Zeit für KVT-Anwendungen vorgestellt wurden, erscheint dies relevant (z.B. Donker et al., 2019; Freeman et al., 2018; Miloff et al., 2019). Die im Online-Präsenz-Rating beobachteten Effekte zeigen sich nicht in den IPQ-Ergebnissen. Allerdings gehen wir davon aus, dass die Online-Ratings einen höheren Validitätsgrad erreichten, da sie unmittelbar während der Immersion in der VR abgegeben wurden, folglich für Erinnerungsfehler nicht anfällig waren.

Frühere Studien zu hochautomatisierter VR für die Expositionstherapie berichteten von grundsätzlich hohen Präsenzlevels. Keine dieser Studien untersuchte jedoch verschiedene Automatisierungsgrade (Hartanto et al., 2015; Lindner et al., 2020). Eine Studie (Miloff et al., 2019) verglich bspw. automatisierte VR mit einer Behandlung in vivo. Hartanto und Kollegen untersuchten eine automatisierte VR-Home-Anwendung, jedoch mit zusätzlichem Telefonkontakt zu einem realen Therapeuten (Hartanto et al. 2015). Eine vergleichende Bewertung der Präsenz und anderer Aspekte der Nutzererfahrung während verschiedener Formen von VR (z.B. vollautomatisiert, teilautomatisiert, mit vs. ohne Unterstützung durch einen realen Therapeuten) scheint jedoch unerlässlich, um

die Auswirkungen einer zunehmenden Automatisierung in verschiedenen Populationen beurteilen zu können. Der Vergleich verschiedener VR-Setups in Bezug auf die Präsenz entspricht der gängigen Forschungspraxis (z. B. Freeman, Lessiter, Pugh & Keogh, 2005; Gorini, Capideville, De Leo, Mantovani & Riva, 2011; Juan und Perez, 2009; Ling et al., 2012; siehe auch Diemer et al., 2015b) und sollte weiter verfolgt werden.

Interessanterweise zeigen unsere Daten stärkere Unterschiede zwischen hoher vs. niedriger Automatisierung in der älteren Altersgruppe, was die Frage aufwirft, warum automatisierte Instruktion einen negativen Effekt auf Präsenz und Leistung hat oder umgekehrt – warum profitieren ältere Erwachsene mehr von Live-Instruktion? Es ist gut belegt, dass ältere Erwachsene mehr Zeit brauchen als jüngere Menschen, um sich an neue Technologien zu gewöhnen (Czaja et al., 2006; Olson et al., 2011). Neben allgemeinen altersabhängigen neuropsychologischen Prozessen (Czaja & Lee, 2009; Peleg-Adler, Lanir & Korman, 2018) werden auch emotionale Hindernisse diskutiert, wie geringe Selbstwirksamkeit, Angst oder Feindseligkeit (Czaja et al., 2006; Mitzner et al., 2010) oder auch mangelndes Interesse an neuen, unbekanntem Technologien (Leonardi, Menecozzi, Not, Pianesi & Zancanaro, 2008). Möglicherweise können solche emotionalen Barrieren durch Live-Instruktionen kompensiert werden. Emotionale Variablen (z.B. Stimmung, Zuversicht, Selbstwirksamkeit) wurden in unserer Studie nicht erhoben. Ein möglicher - wenn auch etwas spekulativer - Indikator für eine höhere emotionale Belastung bei den älteren Teilnehmern könnten deren höhere SSQ-Werte sein. In einer früheren Studie fanden Diemer und Kollegen (2016) höhere SSQ-Werte in einer phobischen Stichprobe im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe während einer VR-Höhen-Challenge, was auf eine Korrelation zwischen Angst/emotionaler Belastung und SSQ-Werten hinweist.

Eine detaillierte Analyse des Nutzer-Erlebens während der von uns verglichenen experimentellen Bedingungen könnte weitere Anhaltspunkte für die Erklärung der gefundenen Unterschiede liefern. Das Training bestand aus einer Reihe von Aufgaben mit jeweils einem relevanten Zielverhalten, welches die Teilnehmer ausführen mussten, um zum nächsten Schritt zu gelangen. Ein wichtiger Aspekt könnte darin bestehen, wie die Zielerreichung bewertet wurde. Im Live-Training entschied die Versuchsleiterin, im automatisierten Training waren die Sollwerte für die Kriterien voreingestellt und wurden mit den Sensordaten automatisch verglichen. Im automatisierten Training kam es unter Umständen dazu, dass ein Teilnehmer das Zielverhalten zwar ausführte, aber den Sollwert des Kriteriums nicht vollständig erreichte. Die Versuchsleiterinnen beobachteten, dass jüngere Personen in diesen Situationen eher versuchten, ihre Bewegungen anzupassen,

um die im VR-System vordefinierten Kriterien zu erfüllen, während ältere Teilnehmer weniger bereit schienen, diesen "Trial-and-Error"-Ansatz anzuwenden, sondern eher die Versuchsleiterin um Unterstützung baten. Vermutlich haben jüngere Menschen ein anderes Transferverhalten aufgrund ihrer Vorerfahrung mit modernen Technologien. Weitere Beobachtungen der Versuchsleiterinnen lassen die Annahme zu, dass das Live-Training eine spielerische, experimentelle Haltung bei den Teilnehmern förderte. Der Grund hierfür könnte in dem Bewusstsein liegen, mit einer real anwesenden Person zu interagieren, die ihnen bei Schwierigkeiten weiterhelfen konnte. Das automatisierte Training hingegen könnte das Verhalten in Richtung kleiner, klar definierter Schritte gelenkt und so die freie Exploration erschwert haben. Experimentell oder spielerisch heranzugehen half bei der Navigationsaufgabe ohne detaillierten Anweisungen. Zusammengekommen könnten die Unterschiede in der Art der Instruktion unterschiedliche Formen des Lernens erzeugt haben, indem sie verschiedene Strategien zur Exploration von VR-Welten (spielerisch vs. vorsichtig) verstärkten. Unsere Daten unterstreichen die kritische Bedeutung solcher Designmerkmale insbesondere für Teilnehmer über 30 Jahre.

4.1 Limitationen

Bei der Interpretation unserer Ergebnisse ist es angezeigt, mehrere Einschränkungen zu berücksichtigen. Erstens ist es wichtig zu beachten, dass sich das Live-Training und das automatisierte Training - abgesehen von der Art und Weise, wie die Anweisungen gegeben wurden – zusätzlich hinsichtlich einiger weniger Details unterschieden. Im automatisierten Training wurde die VR-Umgebung für die subjektiven Ratings des individuellen Lernfortschrittes ausgeblendet und diese mit weißer Schrift auf schwarzem Hintergrund dargestellt. Auf diese Weise übersahen zwar die Teilnehmer die Ratings nicht, doch könnte das Ausblenden der VR-Umgebung vor allem die Präsenzratings beeinflusst haben. Da jedoch die Navigationsaufgabe für beide Gruppen identisch war, sind die Ergebnisse dieser Aufgabe robust und repräsentieren valide Unterschiede im Lernen zwischen den beiden Gruppen. Aufgrund der spezifischen Designmerkmale unseres VR-Trainings sind keine allgemeinen Schlussfolgerungen über Automatisierung von VR möglich. Sie unterstreichen jedoch deutlich die Notwendigkeit, den Einfluss und die Auswirkungen von Designfeatures genau zu untersuchen und nicht zu unterschätzen. Darüber hinaus repräsentiert die Stichprobe der Studie zwar eine große Altersspanne, schloss aber nur gesunde Teilnehmer ein. Schlussfolgerungen bezüglich Präsenz und Interaktions- sowie Navigationsfähigkeit während VR-Anwendungen in klinischen Populationen, z.B. bei Expositionstherapie zur Behandlung von Angststörungen, lassen sich

nicht ziehen. Da jedoch bekannt ist, dass Präsenz mit Emotionen korreliert (Diemer et al., 2015b), gibt es Grund zur Annahme, dass Unterschiede in der Präsenz mit Unterschieden in der emotionalen Erregung einhergehen.

4.2 Zusammenfassende Bewertung

Die vorliegende Studie untersucht als eine der ersten in einem kontrolliert randomisierten Design den Einfluss von Automatisierung (live vs. automatisierte Instruktion) auf das Präsenzerleben und den Trainingserfolg während eines VR-Trainings. Besonders bei Teilnehmern über 30 Jahren zeigte sich ein signifikanter negativer Effekt von höherer Automatisierung auf wichtige Prozessvariablen in der VR. Diese Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit weiterer Forschung zur Automatisierung von VR, um Aufschlüsse über die Prozesse, die Präsenz und Lernen formen, zu gewinnen und wie der Grad der Automatisierung diese fördern oder beeinträchtigen kann. Designmerkmale und Verstärker-Kontingenzen sollten für den klinischen Einsatz so optimiert sein, dass die Nutzer die passenden Verhaltensstrategien für ihre Interaktion mit der VR-Umgebung entwickeln können. In den letzten Jahren stieg die Zahl an Publikationen, die automatisierte VR-Systeme für die Psychotherapie beschreiben, beträchtlich, weshalb es notwendig ist, die Auswirkungen der Automatisierung auch auf die emotionale Verarbeitung bei Patienten zu untersuchen. Während die zunehmende Automatisierung von VR-Anwendungen vielversprechend – vor allem für den Einsatz im häuslichen Umfeld – erscheint, mahnen unsere Ergebnisse eher zur Vorsicht. Sie weisen darauf hin, dass automatisierte moderne VR-Lösungen die Präsenz und auch andere Prozesse der Nutzer beeinträchtigen können. Das heißt, neuartige VR-Ansätze sind kritisch zu entwickeln, zu evaluieren und zu optimieren. Künftige Studien sollten sich besonders bei VR-Interventionen im psychotherapeutischen Kontext detailliert mit der Optimierung von Automatisierung befassen, sodass Nutzerprozesse gefördert werden. Solche Forschung wird es dem Feld letztendlich ermöglichen, die bestmögliche Passung zwischen Technologie, Patient und Therapeut zu entwickeln.

III Studie 2 – VR - Akzeptanz

1 Einleitung

Wie eingangs dargestellt, wird VRET als eine mögliche Lösung für die Versorgungslücken bei Angststörungen diskutiert (z. B. Wechsler et al., 2019; Opris et al., 2012; Fodor et al., 2018; Carl et al., 2019; Zwanzger, Sich & Diemer, 2021). In diesem Zusammenhang gilt es herauszufinden, wie Patienten VRET in ihrer Versorgungspraxis bewerten. Abbruch und Ablehnung von Expositionstherapie in vivo stellen unter anderem zwei Gründe für die Mangelversorgung dar (Pittig & Hoyer, 2017). Im vorherigen Kapitel wurde anhand eines Experiments untersucht, wie VR bei neuen Nutzern am besten angeleitet werden kann. Im Folgenden soll die zweite Forschungsfrage untersucht werden: Stimmt es, dass Patienten eher zu einer Expositionstherapie bereit sind, wenn diese in VR statt in vivo angeboten wird? Bislang gibt es dazu erstaunlich wenig Erkenntnisse.

Lediglich die Forschergruppe um Garcia-Palacios et al. (2007) führte zu genau diesen Aspekten eine Fragebogenstudie durch. Sie fanden heraus, dass 67 % ihrer Studienteilnehmer Expositionsübungen in VR Expositionsübungen in vivo vorziehen würden. Letztere wurden von 27 % abgelehnt, wohingegen nur 3 % Expositionsübungen in VR verweigerten. Befragt wurden insgesamt $N = 150$ Patienten mit spezifischer Phobie ($n = 97$) bzw. sozialer Phobie (Subtyp: Vortragsangst, $n = 53$). $N = 73$ Patienten erfüllten die Diagnosekriterien einer spezifischen Phobie in der Kategorie Tierphobien (Spinnen, Kakerlaken oder Ratten), 18 Patienten die der Klaustrophobie, 6 Patienten die der Akrophobie. Jedoch fallen bei dieser Studie von Garcia-Palacios et al. (2007) methodische Schwächen auf, die es zu diskutieren gilt. Alle Patienten nahmen nach der Befragung ambulant an klinischen Studien zur Wirksamkeit von VRET teil (Garcia-Palacios, 2007). Das bedeutet, bei allen Studienteilnehmern war geplant, dass sie im Anschluss an die Befragung zu ihrer Behandlungspräferenz an einer VRET oder einer Expositionstherapie in vivo zur Behandlung der jeweiligen Angststörung teilnehmen sollten.

Insofern kann man annehmen, dass die Studienteilnehmer sich bereits vor Beginn der Untersuchung im Zusammenhang mit Aufklärung und Einwilligung bewusst für eine Expositionstherapie entschieden hatten. Daher liegt es nahe, dass ein Selektionseffekt die Validität der Ergebnisse beeinträchtigt. Auch kontrollierten die Autoren nicht, ob die Patienten bei ihrer Wahl die zu dem Zeitpunkt noch viel weniger verbreitete Technologie der VR kannten und somit einschätzen konnten, welche emotionalen Effekte während VRET zu erwarten sind.

Unserer klinischen Erfahrung nach unterschätzen Patienten in der Regel das Ausmaß der eigenen emotionalen Reaktion in VR. Somit könnte der Vorteil von VRET gegenüber der Expositionstherapie in vivo bei der Studie von Garcia-Palacios et al. (2007) überschätzt sein. Alle Studienteilnehmer wurden im ambulanten Sektor rekrutiert und erfüllten die Diagnosekriterien einer spezifischen Phobie oder des Subtyps „Vortragsangst“ der sozialen Phobie. Uns ist keine Untersuchung zu Unterschieden bezüglich der Präferenz einer der beiden Modalitäten (VR vs. in vivo) im stationären Setting bekannt. Etwas mehr als 10 % der Menschen mit Angststörungen begeben sich jedoch in stationäre Therapie (Wittchen et al., 2010). Eine psychiatrische Behandlung ist dann erforderlich, wenn eine medikamentöse Therapie oder eine stationäre Aufnahme notwendig ist (Bandelow et al., 2021). Es ist deshalb davon auszugehen, dass in der stationären psychiatrischen Versorgung stärker beeinträchtigte Patienten anzutreffen sind als im ambulanten Sektor (Bandelow et al., 2016). Doch gerade im stationär psychiatrischen/ psychosomatischen Setting ist VRET interessant, weil sie ressourcenschonend ist (Zwanzger & Diemer, 2019). Denn gerade für eine evidenzbasierte psychosomatische/psychiatrische stationäre Behandlung von Patienten mit Angststörungen ist der zeitliche Aufwand deutlich höher als in der Psych-PV vorgesehen (Bandelow et al., 2016). Bislang ist allerdings noch nicht untersucht, ob die in der Regel im Vergleich zur ambulanten Patientenklientel stärker beeinträchtigten Patienten in der stationären Versorgung ebenfalls einer Expositionstherapie in VR eher zustimmen würden als einer Expositionstherapie in vivo. Sollte dies der Fall sein, könnte VRET eine Möglichkeit sein, um auch stationäre Patienten mit Angststörungen leichter für eine effektive verhaltenstherapeutische Methode zu motivieren.

Die vorliegende Untersuchung zu VR-Akzeptanz untersuchte die Einstellung von Patienten, die im Rahmen der Regelversorgung an einer großen psychiatrischen Versorgungsklinik (teil-)stationär behandelt wurden in einem Within-Subjects-Design. Um Selektionseffekte wie bei Garcia-Palacios et al. (2007) auszuschließen, erfolgte die Rekrutierung unabhängig von der Therapieplanung. Nach der (teil-)stationären Aufnahme nahmen die Patienten an der Studie teil, bevor im Rahmen der aktuellen (teil-)stationären Behandlung erste Expositionsübungen durchgeführt wurden. Mögliche Expositionserfahrungen während früherer Behandlungen wurden detailliert erfasst. Während der Studie selbst nahmen die Patienten an keiner Exposition teil. Damit alle Patienten sich vorstellen konnten, wie eine Expositionsübung in VR oder in vivo aussehen könnte, wurden den Patienten kurze Videosequenzen von Expositionsszenarien in VR und in vivo gezeigt, bevor sie zu ihrer Einstellung zu Expositionstherapie in vivo und in VR befragt

wurden. Auch die Kenntnis von VR wurde kontrolliert. Alle Patienten durchliefen ein neutrales VR Szenario (ohne Angstreize; Ergebnisse aus dieser VR-Studie werden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht berichtet). Auf diese Weise konnte sichergestellt werden, dass die Patienten Expositionstherapie in VR bewerten konnten, da alle VR als Medium erlebt hatten. Darüber hinausgehende Vorerfahrung mit VR auf Seiten der Patienten wurden detailliert erfasst. So kann überprüft werden, ob die Kenntnis von VR die Einstellung der Patienten zu Expositionstherapie in vivo vs. in VR veränderte.

Wir erwarteten, dass wie in der Stichprobe von Garcia-Palacios et al. (2007) auch bei (teil-)stationären Patienten die Akzeptanz von Expositionsübungen in VR höher ist als von Expositionsübungen in vivo. Das bedeutet, wir gingen davon aus, dass die Bereitschaft zu Expositionsübungen in VR höher ist, als zu Expositionsübungen in vivo, dass auch (teil-)stationäre Patienten deutlich Expositionsübungen in VR vs. in vivo vorziehen würden, und dass die Ablehnung von Expositionsübungen in VR geringer ist als von Expositionsübungen in vivo. Diesen Vorteil von Expositionsübungen in VR vs. in vivo erwarteten wir auch in Bezug auf die Variablen: Angsttoleranz, Zuversicht, Befürchtungen, Schadenserwartung, Bereitschaft zu Expositionsübungen zum Untersuchungszeitpunkt, sowie Relevanz von Expositionsübungen.

Der klinischen Erfahrung nach unterschätzen Patienten i.d.R. das Ausmaß der eigenen emotionalen Aktivierung in VR im Vorfeld. Daher erwarteten wir, dass die Akzeptanz von Exposition in VR auf allen Variablen nach der Teilnahme an der VR-Studie etwas abnimmt, aber immer noch größer ist als die Akzeptanz von Exposition in vivo.

2 Methoden

2.1 Stichprobe und Dropout-Analyse

An der Studie nahmen 70 Patienten mit einer primären oder sekundären Angststörung teil. Die Rekrutierung erfolgte am kbo-Inn-Salzach-Klinikum im Fachbereich Allgemeinpsychiatrie und Psychosomatik. Eingeschlossen wurden Patienten, die mindestens 18 Jahre alt waren und bei denen mindestens eine primäre oder sekundäre Angststörung vorlag, d.h. Agoraphobie mit und ohne Panikstörung, Panikstörung, soziale Phobie, spezifische Phobie, generalisierte Angststörung oder klinisch relevante Angstsymptomatik im Rahmen einer anderen psychischen Störung. Ausschlusskriterien waren akute Suizidalität, klinisch relevante Persönlichkeitsakzentuierung oder -Störung, sofern diese zum Zeitpunkt der Datenerhebung im Vordergrund stand, psychotische Erkrankung (aktuell oder in der Vorgeschichte), Posttraumatische Belastungsstörung, Epilepsie oder andere ZNS-Erkrankung, bei Frauen eine bestehende Schwangerschaft (überprüft durch das Aufnahmelabor), Vorliegen einer schweren somatischen Erkrankung oder bereits durchgeführte, therapeutisch angeleitete Exposition im Rahmen der aktuellen Angstbehandlung.

Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden durch das strukturierte klinische Interview für DSM-5 Störungen (klinische Version, SCID-5-CV) und in Rücksprache mit der zuständigen Studienärztin überprüft.

Die Daten von $n = 8$ Patienten konnten für die vorliegende Studie nicht in die Datenanalyse eingehen. Die Gründe waren: $n = 1$ wegen Fehleinschlusses, $n = 2$ wegen Abbruch der Patienten beim Aufsetzen des HMDs, $n = 1$ wegen Abbruch des Patienten kurz nach dem Start des VR-Trainings, $n = 4$ wegen Abbruch der VR-Simulation aufgrund von Cybersickness. Von den 7 Drop-Outs liegen keine vollständigen Datensätze vor, weshalb es nicht möglich war, ihre Daten mit denen der Gesamtstichprobe zu vergleichen. Der Vergleich der Präwerte (Bereitschaft, Ablehnung) ergab keine Hinweise auf systematische Unterschiede zwischen den Drop-Outs und dem Rest der Stichprobe (Wilcoxon-Test).

Daher wurden für alle folgenden Analysen die Daten von $N = 62$ Teilnehmern verwendet.

2.1.1 Stichprobenbeschreibung

Die deskriptiven Daten zur Stichprobenbeschreibung sind Tabelle 7 zu entnehmen.

Tabelle 7: Deskriptive Daten zur Stichprobenbeschreibung

	<i>N</i>	<i>Md</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Alter (in Jahren)	62	42	42.145	14.280	19	65
Affinity towards technology Skala (ATI, 1-6)	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	
	61	3.543	1.297	1.22	5.78	
Vor SARS-COV2	<i>N</i>				%	
ja	20				32.3 %	
während	42				67.7 %	
Geschlecht	<i>N</i>				%	
weiblich	37				59.7 %	
männlich	25				40.3 %	
VR - Vorerfahrung	<i>N</i>				%	
ja	5				8.1 %	
keine	54				87.1 %	
fehlend	3				4.8 %	
Familienstand	<i>N</i>				%	
ledig	27				43.5 %	
verheiratet	24				38.7 %	
geschieden	6				9.7 %	
verwitwet	3				4.8 %	
fehlend	1				1.6 %	
Muttersprache	<i>N</i>				%	
deutsch	54				86.94 %	

Schulbildung	N	%
kein Schulabschluss	1	1.61 %
Förderzentrum	1	1.61 %
Mittelschulabschluss	22	35.42 %
Mittlere Reife	17	27.37 %
(Fach-) Abitur	16	25.76 %
unbekannt/unklar	5	8.05 %
Berufsausbildung	N	%
keine bzw. Nur angelernt	17	27.37 %
Lehre abgeschlossen	32	51.52 %
Fach-/Meisterschule	2	3.22 %
Fach-/Hochschule	6	9.66 %
unbekannt/unklar	4	6.44 %
Beruflicher Status	N	%
erwerbstätig (Voll- und Teilzeit)	33	38.7 %
erwerbstätig (gelegentlich)	1	1.61 %
arbeitssuchend	10	16.1 %
Sozialhilfeempfänger	1	1.61 %
Altersrente	1	1.61 %
frühzeitig berentet	5	8.05 %
Umschulung/ Ausbildung	3	4.83 %
FSJ/ Wehrdienst	2	3.22 %
vorwiegend im Haushalt tätig	1	1.61 %
unbekannt/unklar	5	8.05 %

In der folgenden Tabelle 8 sind die psychometrischen Eigenschaften der Stichprobe dargestellt. Bei 90.3 % der Stichprobe lagen zusätzlich zur Angststörung Komorbiditäten vor. Die häufigste Komorbidität war eine depressive Störung (rezidivierende depressive Störung: aktuell leichtgradig $n = 4$; aktuell mittelgradig $n = 18$; aktuell schwergradig

$n = 11$; erste depressive Episode: aktuell leichtgradig $n = 1$, aktuell mittelgradig $n = 8$, aktuell schwergradig $n = 10$).

Tabelle 8: *Psychometrische Eigenschaften der Stichprobe*

Patientenstatus	N	%
teilstationär	3	4.8 %
stationär	59	95.2 %
Anzahl an SCID-5-Diagnosen	N	%
1	6	9.7 %
2	39	62.9 %
3	14	22.6 %
4	2	3.2 %
5	1	1.6 %
Art der Angststörung	N	%
Spezifische Phobie (F40.2)	27	43.6 %
Soziale Angststörung (F40.1)	9	14.5 %
Panikstörung (PS; F41.0)	15	24.2 %
Agoraphobie (mit/ohne PS; F40.0)	11	17.7 %
Generalisierte Angststörung (F41.1)	8	12.9 %
Hypochondrische Störung (F45.2)	1	1.6 %
Mehr als eine Angststörung	9	14.5 %
Krankheitsbeginn (aktuelle Episode)	N	%
≤ 1 Woche	4	6.44 %
Bis 4 Wochen	7	11.27 %
Bis 3 Monate	12	19.32 %
Bis 6 Monate	6	9.66 %
Bis 1 Jahr	12	19.32 %
> 1 Jahr	16	25.76 %
unbekannt/ unklar	5	8.05 %

Alter der ersten psychischen Auffälligkeit	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
	22	24.636	15.389	7	61

Suizidversuche in der Vergangenheit	<i>N</i>	<i>%</i>
0	50	80.65 %
1	7	11.29 %
3	2	3.22 %
5	1	1.61 %
unbekannt/unklar	2	3.22 %

Exposition (Lebenszeit)	<i>N</i>	<i>%</i>
ja	6	9.7 %

Global assessment of functioning GAF-Score (0-100)	<i>N</i>	<i>Md</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
	62	53	54.290	3.032	50	61

Angstsensitivitäts- Index – 3 (ASI-3)	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Bedenken somatisch (BSM; 0-24)	61	8.879	6.057	0	22
Bedenken sozial (BSZ; 0-24)	61	11.492	6.090	0	24
Bedenken kognitiv (BKO; 0-24)	61	8.639	6.588	0	23
Gesamtwert der Summen (GAS; 0-72)	61	29.001	16.037	1	65

State-Trait-Angstinventar (STAI)	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
State-Angstskala (20-100)	61	41.049	12.006	22	70
Trait-Angstskala (20-100)	61	42.853	9.279	25	67

Mobility Inventory (MI)	N	M	SD	Min	Max
Vermeidung alleine					
27 relevante Situationen (alle)	54	2.202	1.017	1.11	5.00
26 relevante Situationen	4	1.837	0.935	1.23	3.23
25 relevante Situationen	1	3.56			
23 relevante Situationen	1	4.217			
15 relevante Situationen	1	3.267			
Gesamt (alleine)	61	2.251	1.039	1.11	5.00
Vermeidung in Begleitung					
26 relevante Situationen (alle)	58	1.700	0.698	1.00	3.62
24 relevante Situationen	2	2.854	0.206	2.71	3.00
16 relevante Situationen	1	1.25			
Gesamt (in Begleitung)	61	1.731	0.715	1.00	3.62

Anmerkungen: *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *Min* = Minimum; *Max* = Maximum

2.2 Operationalisierung

2.2.1 Kontrollvariablen

Um auszuschließen, dass die Art des Trainings (live vs. automatisiert) einen Einfluss auf die Ergebnisse der Studie VR-Akzeptanz hat, wurden alle Analysen mit dem Between-Subjects-Faktor „Art des Trainings“ berechnet. In keiner der Analysen hatte dieser Faktor einen Einfluss, weshalb er im folgenden Ergebnisteil nicht mehr berücksichtigt wird.

Um sicherzustellen, dass vorangegangene Expositionsübungen im Rahmen der aktuellen Behandlung die Ergebnisse der vorliegenden Studie nicht beeinflussen, erfolgte die Datenerhebung für alle Patienten vor der ersten Expositionsübung, d.h. keiner der Patienten hatte im Rahmen der aktuellen Behandlung bereits eine Expositionsübung absolviert. $N = 6$ Patienten der Stichprobe haben im Laufe ihres Lebens bereits Expositionsübungen absolviert. Alle Analysen wurden mit und ohne dieser Patientenpopulation berechnet. Der Ausschluss dieser $n = 6$ Patienten veränderte die Ergebnisse nicht, weshalb für eine größere Teststärke alle Analysen über die Gesamtpopulation berechnet wurden.

Die Auswirkungen der COVID-Pandemie auf die Studiendurchführung wurden ebenfalls kontrolliert. Die Rekrutierung wurde für 3 Monate unterbrochen und im Anschluss mit einem Hygienekonzept wieder aufgenommen. Sowohl die Versuchsleiterin als auch die Patienten trugen während der gesamten Datenerhebung einen Mundnasenschutz, es wurde regelmäßig gelüftet und die Kugelschreiber, das Gamepad sowie das Head Mounted Display (HMD) vor und nach jedem Patienten wischdesinfiziert. Unter dem HMD trugen die Patienten ein Einweg-Hygienesheet sowie eine Einweg-OP-Haube. Außerdem wurden im Rahmen des Hygienekonzepts nur noch stationäre Patienten, also keine Patienten aus der Tagesklinik mehr, rekrutiert. Um einen möglichen Einfluss dieser Maßnahmen zu kontrollieren, wurde erfasst, welche Daten vor und nach der Einführung dieser Maßnahmen erhoben wurden. In den Analysen in denen der COVID-Zeitraum einen Einfluss auf die Ergebnisse hatte, wird dieser Effekt zusätzlich berücksichtigt, sowie im Anschluss kritisch diskutiert. Da jedoch nonparametrische Testverfahren deutlich weniger teststark und die Gruppengrößen unter Einbezug der Kontrollvariable COVID-Zeitraum deutlich geringer sind, was die Teststärke zusätzlich vermindert (Field, 2013) und die Ergebnisse dadurch kaum aussagekräftig und interpretierbar wären, wird dieser Faktor nicht für die Präferenz und die Bereitschaft am Untersuchungstag eine Expositionsübung durchzuführen berücksichtigt. Die Ergebnisse dieser Analysen sind jedoch zur Vollständigkeit im Anhang enthalten (vgl. Anhang 1. und 2.).

Auch wurde kontrolliert, ob Vorerfahrung mit VR die Ergebnisse beeinflusst. Der Faktor VR-Vorerfahrung hatte in keiner der Analysen einen signifikanten Einfluss, weshalb er bei der Darstellung der Ergebnisse nicht mehr berücksichtigt wird.

2.2.2 Abhängige Variablen

Die Daten wurden vor (Zeitpunkt Prä VR-Studie) und nach der Teilnahme an der VR-Studie (Zeitpunkt Post VR-Studie) erhoben.

2.2.3 Primäre Outcome-Variable

Die Haupt-Outcome-Variable war die Bereitschaft zur Exposition in VR vs. in vivo („Wie groß ist Ihre Bereitschaft im Verlauf der jetzigen Behandlung, diese Expositionsübung in VR/ in vivo durchzuführen?“; 0-100 %). Diese wurde vor und nach der Teilnahme an der VR-Studie abgefragt. Untersucht wurde, ob sich die Bereitschaft zur Exposition zwischen den Modalitäten in VR vs. in vivo unterscheidet, und ob sie sich über die Zeit (Prä-VR Studie vs. Post-VR Studie) verändert.

2.2.4 Sekundäre Outcome-Variablen

Als sekundäre Outcome-Variablen wurden weitere Variablen zur Einstellung der Patienten zu Exposition in VR vs. in vivo zu zwei Messzeitpunkten (Prä-VR: VR vs. in vivo und Post-VR: VR vs. in vivo) untersucht. Jede Frage wurde jeweils für VR und für in vivo gestellt. Die einzige Ausnahme bildete die Frage nach der Präferenz der Expositionsübung. Diese wurde gestellt, nachdem die Patienten beide Videos (VR und in vivo) gesehen hatten. Zur Abbildung etwaiger Ambivalenz bezüglich der Bereitschaft zu Expositionsübungen wurde auch die Ablehnung von Expositionsübungen in VR vs. in vivo abgefragt. Darüber hinaus wurden die Angsttoleranz, die Zuversicht, die Befürchtungen, die Schadenserwartung, die Bereitschaft zu Expositionsübungen zum Untersuchungszeitpunkt, sowie die Relevanz von Expositionsübungen erhoben (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 9: *Sekundäre Outcome-Variablen zur Einstellung der Patienten ggü. Exposition in VR vs. in vivo*

Variablen zur Erfassung der Einstellung ggü. Expositionsübungen in VR vs. in vivo	Items und Antwortskala
Ablehnung der Expositionsübung	<i>Wie stark würden Sie die Teilnahme an dieser Expositionsübung in VR/in vivo im Verlauf Ihrer jetzigen Behandlung ablehnen? (0-100 %)</i>
Angsttoleranz	<i>Wie sehr wären Sie bereit, Ihre Angst während dieser Expositionsübung in VR/ in vivo auszuhalten? (0-100 %)</i>
Zuversicht	<i>Wie zuversichtlich sind Sie, dass Sie diese Expositionsübung in VR/ in vivo im Verlauf Ihrer jetzigen Behandlung schaffen würden? (0-100 %)</i>
Befürchtung	<i>Was befürchten Sie, könnte schlimmstenfalls passieren, wenn Sie diese Expositionsübung im Verlauf Ihrer jetzigen Behandlung durchführen würden? (Freitext)</i>
Schadenserwartung	<i>Für wie wahrscheinlich halten Sie es, dass diese Befürchtung während dieser Expositionsübung eintreten würde? (0-100 %)</i>

Bereitschaft zum Zeitpunkt der Untersuchung	<i>Wenn Ihr Therapeut vorschlagen würde, heute diese Expositionsübung in VR/ in vivo durchzuführen, würden Sie diese Übung durchführen? (ja vs. nein)</i>
Relevanz von Expositionsübungen	<i>Wie wichtig ist es Ihnen Expositionsübungen zur Behandlung Ihrer Angst im Verlauf der jetzigen Behandlung durchzuführen? (0-100 %)</i>

Zusätzlich dazu wurde zur Untersuchung der Glaubwürdigkeit des Therapierationalen Exposition in VR vs. in vivo die Credibility Skala (C-Skala) zu den oben genannten zwei Messzeitpunkten eingesetzt. Die Versuchsleiterin fragte die Präferenz für eine Modalität (VR vs. in vivo) zu zwei Zeitpunkten ab (Prä-VR und Post-VR) und erhob zudem explorativ die Gründe für diese Entscheidung.

2.2.5 Explorative Analyse

Explorativ wurde mit Hilfe von Korrelationsanalysen untersucht, wie die einzelnen Variablen (Bereitschaft, Ablehnung, Angsttoleranz, Zuversicht, Schadenserwartung und Relevanz) zusammenhängen. Herausgearbeitet wurde vor allem wie die Bereitschaft zu Expositionsübungen in VR/ in vivo mit den anderen Variablen der Einstellung zusammenhängt. Diese Auswertung soll Hinweise darauf geben, wie die Bereitschaft zu Expositionsübungen für den therapeutischen Kontext gesteigert werden könnten, z.B. durch Förderung von Zuversicht die Expositionsübung auch zu schaffen oder durch Psychoedukation zur Steigerung der Bereitschaft der Patienten die Angst zuzulassen (Angsttoleranz).

2.3 Experimentelles Design

Alle Patienten nahmen an zwei Studien teil (vgl. Abbildung 11). Die Studie VR-Akzeptanz umfasste zwei Messzeitpunkte: vor (Prä-VR) und nach der VR-Studie (Post-VR). Die Studie VR-Akzeptanz begann mit der Erstellung einer individuellen Angsthierarchie. Die Patienten bewerteten zunächst folgende Situationen bezüglich ihrer erwarteten Angstaktivierung auf einer Skala von 0 (= keine Angstaktivierung) bis 100 (= maximale Angstaktivierung): *Autofahren, mit einem Aufzug fahren, mit einem Glasaufzug fahren, Spinnen-Situation, einen Vortrag halten, Einkaufen gehen und mit einem Flugzeug fliegen*. Im Anschluss daran erstellte jeder Patient gemeinsam mit der jeweiligen Studienleiterin

eine individuelle Angsthierarchie. Die einzelnen Messzeitpunkte der Studie VR-Akzeptanz bestanden darin, dass die Patienten zunächst ein Beispielvideo einer Expositionsübung ansahen. Das Beispielvideo wurde so ausgewählt, dass die dargestellte Situation mit mehr als 30 % Angst Aktivierung assoziiert war und den ersten Platz auf der Angsthierarchie erreichte (mit der am höchsten erwarteten Angstaktivierung). Im Anschluss füllten sie den Fragebogen zur Erhebung der Einstellung zu Expositionsübungen in der jeweiligen Modalität (VR oder in vivo) aus. Dann folgte das zweite Beispielvideo in der jeweils anderen Modalität (VR oder in vivo), sowie der zugehörige Fragebogen zur Erfassung der Einstellung zu der Expositionsübungen in der jeweiligen Modalität. Nach dem zweiten Video fragte die Studienleiterin die Präferenz für eine der beiden Modalitäten ab (VR vs. in vivo), sowie die Gründe für die Wahl (vgl. Abbildung 10).

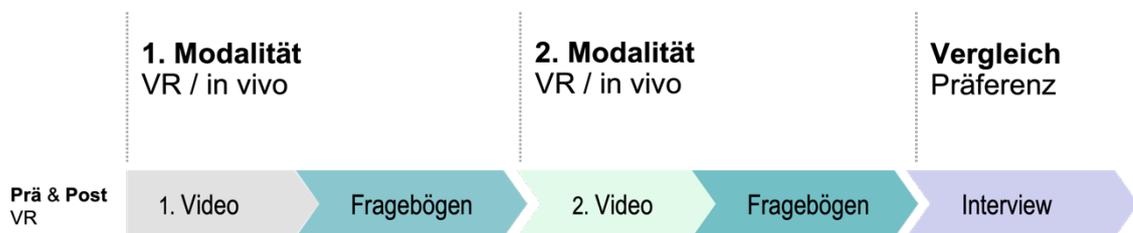


Abbildung 10: Ablauf eines Messzeitpunktes (Prä- und Post-VR)

Nach dem ersten Messzeitpunkt (Prä-VR) folgte die Teilnahme der Patienten an der VR-Studie. Die Patienten wurden randomisiert einer von zwei Bedingungen zugewiesen: (1) Training mit Live-Instruktion (Live-Bedingung) oder (2) Training mit automatisierter Instruktion (automatisierte Bedingung). Die Patienten lernten wie sie sich in der VR orientieren, navigieren und interagieren. Es folgte eine Navigationsaufgabe mit automatisierter Instruktion, die den Trainingserfolg der Patienten messen sollte. Die Ergebnisse der VR-Studie sind nicht Teil der vorliegenden Untersuchung und werden daher im Folgenden nicht berichtet.

Anschließend erfolgte der zweite Abschnitt der Datenerhebung (Post VR), der analog zum ersten Messzeitpunkt (Prä VR) ablief.

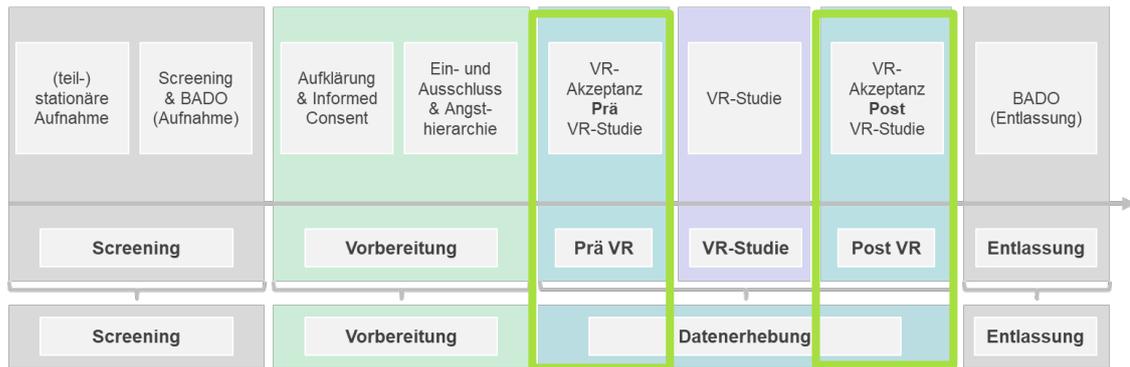


Abbildung 11: Ablauf der Studie VR-Akzeptanz

Das vorliegende Studiendesign basiert auf einem Messwiederholungsdesign (2 Messzeitpunkte). Vor Beginn der Studie erstellte ein Mitglied des Studienteams, das nicht in die Rekrutierung der Patienten einbezogen war, mit Hilfe des Online-Tools Research Randomizer (Urbaniak & Plous, 2011) eine Randomisierungsliste, welches Video mit welcher Modalität (VR vs. in vivo) Prä und Post VR-Studie zuerst gezeigt wurde. So konnten Reihenfolgeeffekte ausgeschlossen werden.

2.4 Durchführung

Nach der Aufklärung und schriftlichen Einverständniserklärung des jeweiligen Patienten führte die Studienleiterin ein SCID-5-CV Interview zur Prüfung der Ein- und Ausschlusskriterien durch. Durch die Studienärztin wurden somatische Kontraindikationen ausgeschlossen. Im Anschluss an das SCID-5-CV Interview füllten die Patienten die psychometrischen und soziodemographischen Fragebögen aus und erstellten gemeinsam mit der Studienleiterin die individuelle Angsthierarchie. Jeder Patient nahm an zwei Studien teil: VR-Akzeptanz und der VR-Studie (s.o., Abschnitt 3.2.3). Die Datenerhebung bestand demnach aus 3 Blöcken: Erster Videoblock (Beispielvideos von Expositionsübungen in VR und in vivo mit anschließender Erfassung der Einstellung), VR-Studie, und zweiter Videoblock (Beispielvideos von Expositionsübungen in VR und in vivo mit anschließender Erfassung der Einstellung).

Jede Sitzung (SCID-5-CV-Interview und Datenerhebung) dauerte zwischen 60 und 90 Minuten. In der Nachbesprechung hatten die Teilnehmer die Gelegenheit Fragen zu stellen (im Sinne eines Debriefings).

2.5 Datenaufbereitung und Datenanalyse

Die Haupt-Outcome-Variable *Bereitschaft zu Expositionsübung in VR vs. in vivo (0-100)* wurde mit einer Messwiederholungs-ANOVA (2 Messzeitpunkte) mit den beiden within-subjects-Faktoren „Modalität“ (VR vs. in vivo) und „Prä vs. Post VR-Training“ ausgewertet. Die sekundären Outcome-Variablen *Ablehnung (0-100)*, *Toleranz (0-100)*, *Relevanz (0-100)*, *Zuversicht (0-100)*, *Schadenserwartung (0-100)* und *Glaubwürdigkeit des Therapierationalen (C-Skala)* wurden ebenfalls mit einer Messwiederholungs-ANOVA (2 Messzeitpunkte) mit den 2 within-subjects-Faktoren „Modalität“ (VR vs. in vivo) und „Prä vs. Post VR-Training“ untersucht. Für spezifische Post-hoc-Vergleiche wurden t-Tests berechnet, und das Alpha-Niveau wurde nach Bonferoni-Holm adjustiert.

Ob sich das sekundäre Outcome-Maß der Präferenz von Expositionsübungen in VR vs. in vivo zu den Zeitpunkten Prä vs. Post VR-Training unterscheidet, wurde mit dem McNemar-Test untersucht. Ob sich die Präferenz von Expositionsübungen zwischen den Modalitäten VR vs. in vivo unterscheidet, wurde in zwei Binomialtests zu den zwei Messzeitpunkten Prä vs. Post VR-Training untersucht.

Ob sich das sekundäre Outcome-Maß der Bereitschaft, am Tag der Untersuchung eine Expositionsübung durchzuführen, zwischen den Modalitäten (VR vs. in vivo), unterscheidet, wurde nonparametrisch durch 2 McNemar-Tests untersucht: Zum Zeitpunkt Prä VR-Training und zum Messzeitpunkt Post VR-Training. Ob das Kennenlernen der VR die Bereitschaft heute zu Expositionsübungen in VR veränderte, wurde ebenfalls nonparametrisch mit einem McNemar-Test überprüft: Bereitschaft heute zu Expositionsübungen in VR Prä vs. Bereitschaft heute zu Expositionsübungen Post.

Die Gründe für die Präferenz sowie die Befürchtungen, die mit einer Expositionsübung in VR vs. in vivo verbunden sind, wurden qualitativ ausgewertet.

Alle Analysen wurden mit SPSS Statistics 25 (IBM Corp, USA) durchgeführt. Für alle Analysen wurde das Konfidenzniveau auf $\alpha = .05$ gesetzt, und die Effektgrößen für die Varianzanalysen (ANOVA) werden wie von Tabachnick und Fidell (2007) empfohlen als partielle η^2 -Werte angegeben.

3 Ergebnisse

3.1 Angsthierarchie

In der folgenden Tabelle 10 ist die erwartete Angstaktivierung (0-100) der Patienten in den einzelnen Situationen abgebildet. Zwei Patienten besaßen keinen Führerschein, weshalb sie keine Angabe zum Autofahren machen konnten.

Tabelle 10: *Erwartete Angstaktivierung*

Situation	N	M	SD	Min	Max
Vortrag halten	62	47.742	34.744	0	100
Mit einem Glasaufzug fahren	62	46.129	35.775	0	100
Mit einem Flugzeug fliegen	62	30.583	30.583	0	100
Spinnen-Szenario	62	29.548	33.287	0	100
Mit einem Aufzug fahren	62	28.871	30.681	0	100
Einkaufen in einem Supermarkt	62	20.968	27.324	0	90
Autofahren	60	18.728	25.131	0	100

Anmerkungen: *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *Min* = Minimum; *Max* = Maximum

3.2 Häufigkeiten der Videos

Die Beispielvideos der einzelnen Expositionsszenarien wurden entsprechend der individuell relevantesten Angstsituation unterschiedlich häufig gezeigt: Einen Vortrag halten ($n = 18$), Fahren mit einem Glasaufzug ($n = 17$), mit einem Flugzeug fliegen ($n = 9$), Spinnen-Szenario ($n = 6$), Fahren mit einem Aufzug ($n = 5$), Autofahren ($n = 4$) und Einkaufen in einem Supermarkt ($n = 3$).

3.3 Primäres Outcome: Bereitschaft zu Expositionsübungen (0-100)

Die Messwiederholungs-ANOVA mit den 2 Within-Subjects-Faktoren Zeitpunkt (Prä VR vs. Post VR) und Modalität (VR vs. in vivo) zeigte einen signifikanten Haupteffekt des Faktors Modalität ($F_{1,61} = 26.463$; $p < .001$; $\eta^2 = .303$), mit höherer Bereitschaft zu VR-Exposition als zu Exposition in vivo. Die Post-hoc Analyse wies hoch signifikante Unterschiede hinsichtlich der Modalität zu beiden Messzeitpunkten auf (Prä: $T = 5.326$;

$df = 61$; $p < .001$ und Post: $T = 3.801$; $df = 61$; $p < .001$). Der Haupteffekt Zeitpunkt ($F_{1,61} < 1$; *n.s.*) sowie der Interaktionseffekt Zeitpunkt x Modalität ($F_{1,61} = 2.587$; $p = .113$; $\eta^2 = .041$) wiesen keine statistische Signifikanz auf (vgl. Abbildung 12).

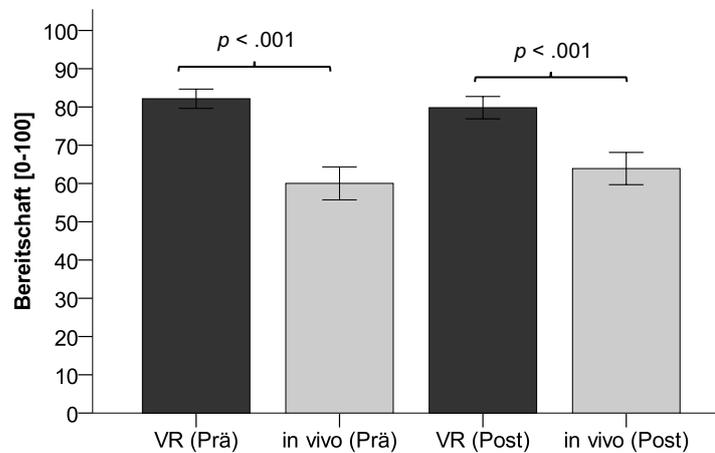


Abbildung 12: *Bereitschaft zu Expositionsübung in VR bzw. in vivo (0-100)*

Bei der Auswertung der Bereitschaft zu Expositionsübungen fiel ein Effekt des Between-Subjects-Faktors COVID-Zeitraum auf ($F_{1,60} = 5.301$; $p = .025$; $\eta^2 = .081$; Post-Hoc Analyse vgl. Abbildung 13). Die Bereitschaft zu Expositionsübungen während der Corona Pandemie ist höher als vor deren Beginn. Der Haupteffekt der Modalität wies weiterhin statistische Signifikanz auf ($F_{1,61} = 26.369$; $p < .001$; $\eta^2 = .305$; vgl. Abbildung 13). Wie bei der oben berichteten Messwiederholungs-ANOVA weisen auch bei der gemischten ANOVA unter der Berücksichtigung des COVID-Zeitraums alle anderen Haupt- und Interaktionseffekte keine statistische Relevanz auf (Haupteffekt Zeitpunkt: $F_{1,61} < 1$; *n.s.*; Modalität x COVID-Zeitraum: $F_{1,61} < 1$; *n.s.*; Zeitpunkt x COVID-Zeitraum: $F_{1,61} < 1$; *n.s.*; Modalität x Zeitpunkt: $F_{1,61} = 3.074$; $p = .085$; $\eta^2 = .049$; Modalität x Zeitpunkt x COVID-Zeitraum: $F_{1,61} < 1$; *n.s.*).

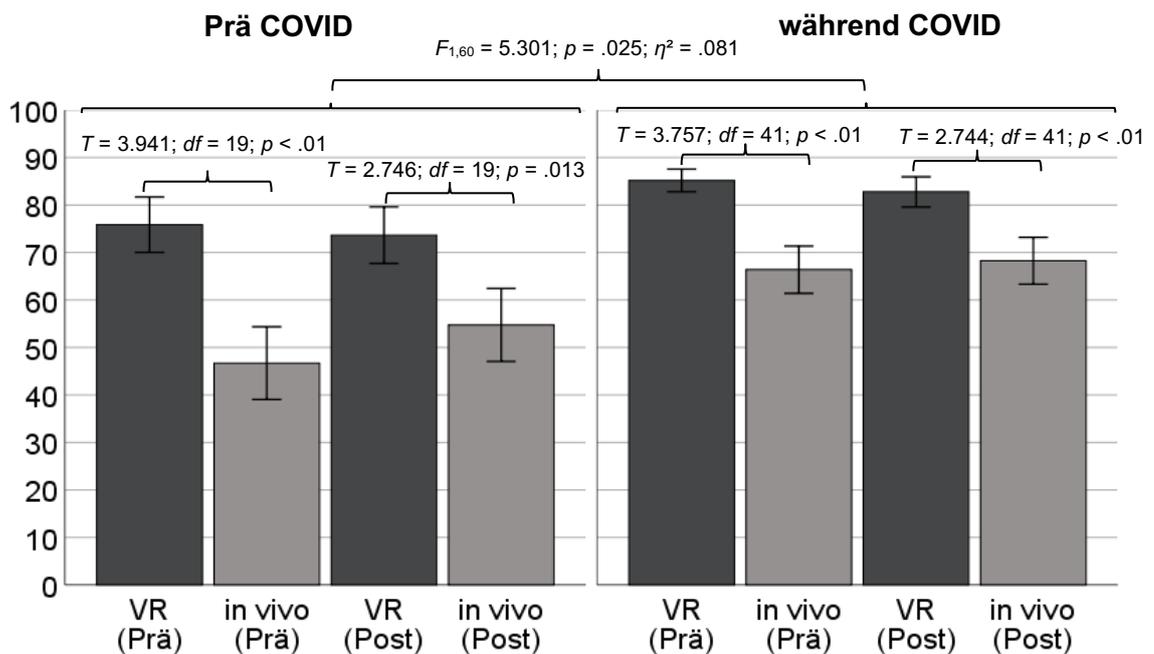


Abbildung 13: Bereitschaft zu Expositionsübungen in VR vs. in vivo (0-100) unter Berücksichtigung des COVID-Zeitraums

3.4 Ablehnung von Expositionsübungen (0-100)

ANOVA zur Untersuchung der Ablehnung von Expositionsübungen wies einen signifikanten Haupteffekt der Modalität auf ($F_{1,61} = 17.967; p < .001; \eta^2 = .228$). Die Ablehnung von Expositionsübungen in vivo ist stärker als von Expositionsübungen in VR. Weder der Haupteffekt des Zeitpunkts ($F_{1,61} < 1; n.s.$) noch der Interaktionseffekt Zeitpunkt x Modalität ($F_{1,61} < 1; n.s.$) zeigten einen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Ablehnung von Expositionsübungen. Die Post-hoc Analysen zeigten hoch signifikante Unterschiede zwischen den Modalitäten zu beiden Messzeitpunkten (Prä: $T = -4.208; df = 61; p < .001$ und Post: $T = -3.275; df = 61; p = .002$, vgl. Abbildung 14).

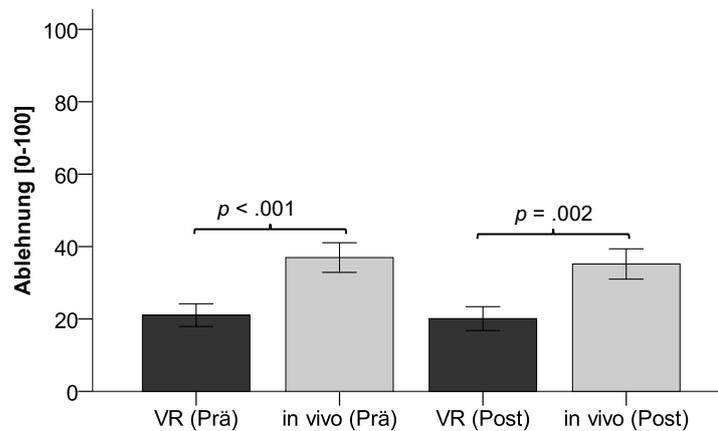


Abbildung 14: Ablehnung von Expositionsübungen in VR bzw. in vivo (0-100)

3.5 Präferenz für eine der Modalitäten

Der McNemar-Test zur Überprüfung, ob sich die Präferenz für eine der beiden Modalitäten (VR vs. In vivo) durch das Kennenlernen der VR (Prä vs. Post) unterscheidet, wies keinen signifikanten Haupteffekt für den Zeitpunkt auf ($p = .824$).

Deskriptiv fällt dabei auf, dass 20 der 62 Patienten nach dem Kennenlernen der VR ihre Präferenz veränderten: $n = 11$ von VR zu in vivo und $n = 9$ von in vivo zu VR. Insgesamt veränderte sich jedoch die Anzahl der Präferenzen für VR vs. in vivo nach dem Kennenlernen der VR nicht signifikant (vgl. Tabelle 11).

Tabelle 11: Präferenz für Exposition in VR vs. in vivo Prä VR und Post VR

		Präferenz Post		
		VR	In vivo	Gesamt
Präferenz (Prä)	VR	29	11	40
	In vivo	9	13	22
	Gesamt	38	24	62

Der Binomialtest zur Überprüfung, ob sich die Präferenz (VR vs. in vivo) signifikant unterscheidet, wies einen statistisch signifikanten Unterschied vor dem Kennenlernen der VR auf (Zeitpunkt Prä VR; $p = .030$). Nach dem Kennenlernen der VR (Zeitpunkt Post VR) zeigte sich noch ein statistisch relevanter Effekt auf Trendniveau ($p = .098$). Die Gründe, warum die Patienten VR bzw. in vivo präferieren, sind in den Tabelle 12 und

Tabelle 13 dargestellt. Diese wurden post-hoc kategorisiert und den post-hoc gebildeten Überbegriffen *Vermeidungsmotivation*, *Vorteile von in vivo*, *Vorteile von VR* und *Nachteile von VR* inhaltlich zugeordnet.

Tabelle 12: *Gründe für die Präferenz von Exposition in VR, aufgeschlüsselt nach post-hoc gebildeten inhaltlichen Kategorien*

Grund	Prä (N)	Post (N)
Vermeidungsmotivation		
Weniger Angst	29	26
Mehr Kontrolle	14	14
Zu viel Angst für Exposition in vivo	7	11
Abbruch jederzeit möglich	5	4
Als Vorbereitung auf in vivo	4	4
Vorteile von VR		
VR ist attraktiv und innovativ	4	7
Mehr Privatsphäre	2	5
Planbarer		1
Wirksamer in VR	3	4
Mehr Wiederholungen möglich		2

Tabelle 13: Gründe für die Präferenz von Exposition in vivo; aufgeschlüsselt nach post-hoc gebildeten inhaltlichen Kategorien

Grund	Prä (N)	Post (N)
Vermeidungsmotivation		
Weil ich in vivo weniger Angst hätte		1
Vorteile von in vivo		
Für die Behandlung meiner Angststörung brauche ich die Realität	21	24
Bessere Kontrollierbarkeit und Planbarkeit der Übung	3	
Ablehnung von VR		
Nicht realistisch genug		8
Neue Technologien verunsichern mich	1	4
Unerwünschte körperliche Nebenwirkungen	3	

3.6 Zuversicht, die Expositionsübung zu schaffen (0-100)

Die Messwiederholungs-ANOVA mit den zwei Within-Subjects-Faktoren Zeitpunkt und Modalität zur Überprüfung der statistischen Signifikanz hinsichtlich der Zuversicht, die Expositionsübung zu schaffen, wies zwei signifikante Haupteffekte auf (vgl. Abbildung 15). Sowohl der Haupteffekt der Zeit (Prä VR vs. Post VR) erreichte statistische Signifikanz ($F_{1,61} = 6.454$; $p = .014$; $\eta^2 = .096$), als auch der Haupteffekt der Modalität (VR vs. in vivo; $F_{1,61} = 17.371$; $p < .001$; $\eta^2 = .222$). Nach dem Erleben der VR waren die Patienten zuversichtlicher die Expositionsübung zu schaffen als vor dem VR-Training. Die Zuversicht unterschied sich zwischen den Modalitäten. Die Zuversicht Expositionsübungen in VR zu schaffen ist höher als Expositionsübungen in vivo erfolgreich zu bewältigen und das zu beiden Messzeitpunkten (Post-hoc Analyse: Prä: $T = 3.702$; $df = 61$; $p < .001$ und Post: $T = -3.275$; $df = 61$; $p = .002$). Der Interaktionseffekt Zeitpunkt x Modalität wies keinen statistisch signifikanten Unterschied auf ($F_{1,61} < 1$; *n.s.*).

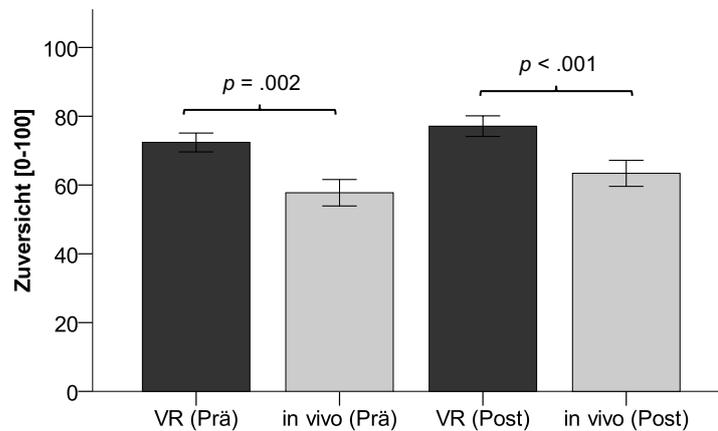


Abbildung 15: Geschätzte Zuversicht eine Expositionsübung in VR vs. in vivo zu schaffen

3.7 Angsttoleranz (0-100)

Die ANOVA zur Überprüfung der Unterschiede in Bezug auf die Angsttoleranz (die Bereitschaft Angst während der Expositionsübung zuzulassen) konnte einen statistisch signifikanten Unterschied feststellen, und zwar den Haupteffekt der Modalität (VR vs. In vivo; $F_{1,61} = 39.225$; $p < .001$; $\eta^2 = .391$). Die Patienten schätzten ihre Bereitschaft ihre Angst zuzulassen während einer Expositionsübung in VR höher ein als in vivo, und das zu beiden Erhebungszeitpunkten (Post-hoc Analyse: Prä: $T = 4.848$; $df = 61$; $p < .001$ und Post: $T = 4.810$; $df = 61$; $p < .001$). Weder der Haupteffekt des Zeitpunkts (Prä VR vs. Post VR; $F_{1,61} < 1$; *n.s.*), noch der Interaktionseffekt Zeitpunkt x Modalität ($F_{1,61} < 1$; *n.s.*) erreichten statistische Signifikanz (vgl. Abbildung 16).

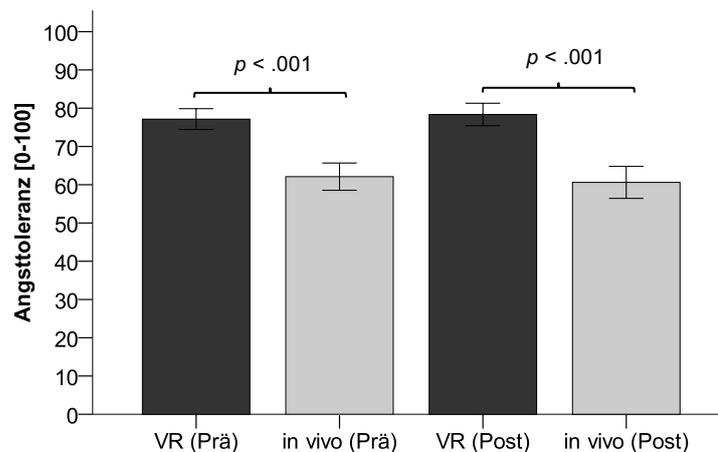


Abbildung 16: Erwartete Angsttoleranz in VR vs. in vivo (0-100)

3.8 Schadenserwartung (0-100)

Die ANOVA zur Überprüfung der Schadenserwartung wies einen statistisch signifikanten Haupteffekt der Modalität auf (VR vs. in vivo; $F_{1,60} = 5.321$; $p = .025$; $\eta^2 = .081$) auf (Post-hoc Analyse: Prä: $T = -2.165$; $df = 60$; $p = .034$ und Post: $T = -1.616$; $df = 61$; $p = .111$). Die Patienten schätzen die Befürchtungserwartung bei einer Expositionsübung in VR geringer ein als in vivo. Der Haupteffekt des Zeitpunkts (Prä VR vs. Post VR; $F_{1,60} < 1$; $n.s.$), sowie der Interaktionseffekt Zeitpunkt x Modalität ($F_{1,60} < 1$; $n.s.$) erreichten keine statistische Relevanz (vgl. Abbildung 17).

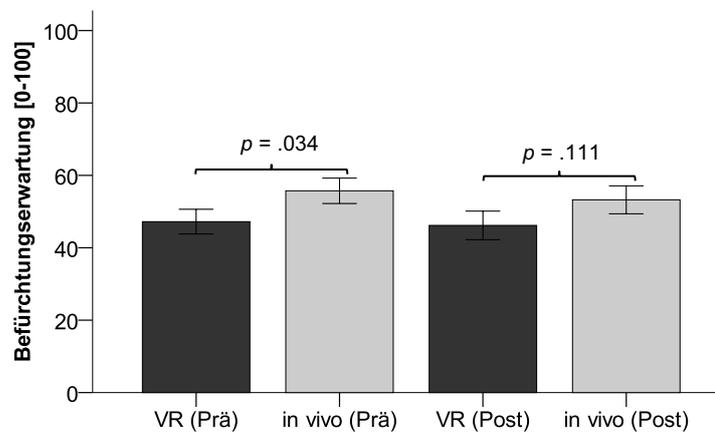


Abbildung 17: Schadenserwartung einer Expositionsübung in VR vs. in vivo (0-100)

Die häufigsten Befürchtungen der Patienten bezüglich Exposition in VR und in vivo sind in folgender Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14: Befürchtungen der Patienten bezüglich Exposition in VR und in vivo

Befürchtungen	Prä		Post	
	in vivo (N)	VR (N)	in vivo (N)	VR(N)
Angst vor der Angst				
Angst vor körperlichen Symptomen	17	17	15	18
Dass man Angst hätte	9	9	12	9
Panikattacke	8	6	5	4
Abbruch wegen zu großer Angst	2	5	3	--

Wirksamkeit				
Nicht wirksam	5	5	2	3
Verschlimmerung der Symptome	5	4	5	3
Keine Angstaktivierung	--	2	--	1
Blamieren/ Versagen	5	3	7	4
Cybersickness	--	--	--	2

3.9 Relevanz von Expositionsübungen (0-100)

Bezüglich der Relevanz, Expositionsübungen im Rahmen der aktuellen Behandlung durchzuführen, konnte kein Effekt das Signifikanzniveau erreichen. Lediglich der Haupteffekt der Modalität zeigte ein Ergebnis auf Trendniveau (VR vs. in vivo; $F_{1,60} = 3.277$; $p = .075$; $\eta^2 = .052$). Der Haupteffekt der Zeit (Prä VR vs. Post VR; $F_{1,60} < 1$; *n.s.*), wie auch der Interaktionseffekt Zeit x Modalität ($F_{1,60} < 1$; *n.s.*) wiesen keinen statistisch signifikanten Einfluss auf (vgl. Abbildung 18).

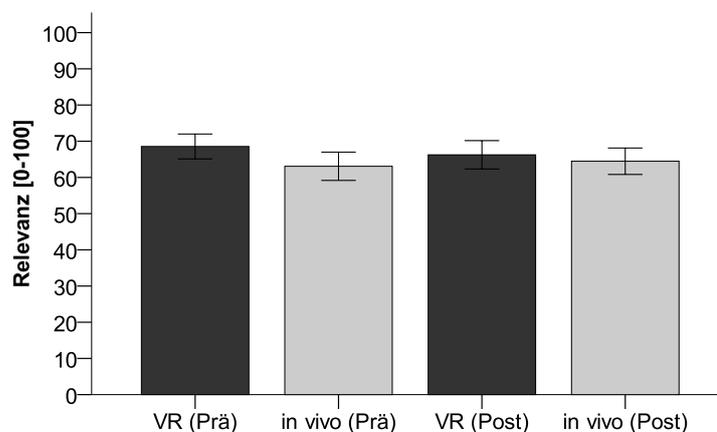


Abbildung 18: Relevanz von Expositionsübungen in VR vs. in vivo

3.10 Bereitschaft zur Exposition am Tag der Untersuchung

Die Bereitschaft, am Tag der Untersuchung eine Expositionsübung durchzuführen, unterscheidet sich signifikant zwischen der Modalität (VR vs. in vivo) sowohl vor dem Kennenlernen der VR (Zeitpunkt Prä VR: Modalität VR: $X^2 = 4.250$; $df = 1$; $p = .022$; vgl. Tabelle 15), als auch nach dem Kennenlernen der VR (Zeitpunkt Post VR: Modalität VR: $X^2 = 5.558$; $df = 1$; $p = .049$; vgl. Abbildung 19; Tabelle 16). Die Patienten wären, sowohl vor als auch nach der Durchführung des Trainings, eher zu einer Expositionsübung in

VR als zu einer Expositionsübung in vivo am Untersuchungstag bereit (vgl. Abbildung 19).

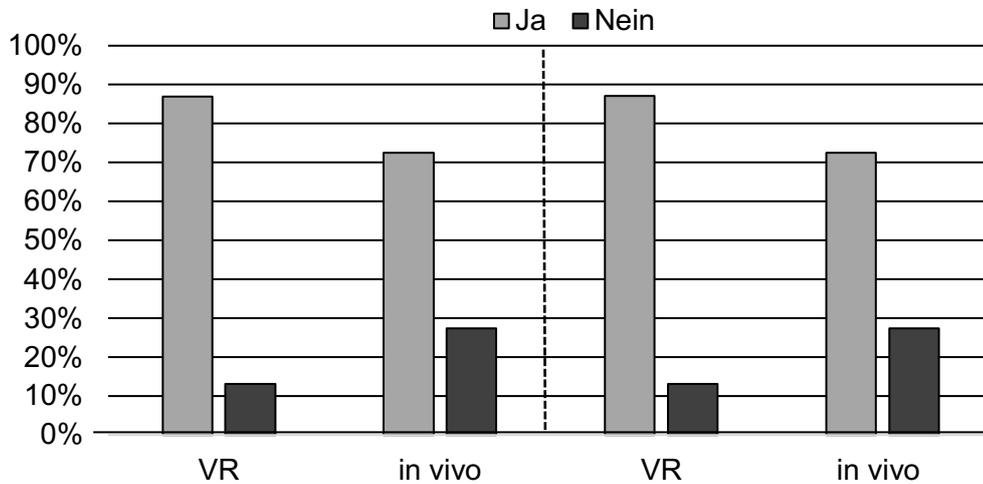


Abbildung 19: Bereitschaft zur Exposition in VR vs. in vivo am Tag der Untersuchung (ja vs. nein in %)

Tabelle 15: Bereitschaft zur Exposition in VR vs. in vivo am Tag der Untersuchung in VR vs. in vivo vor dem Kennenlernen der VR (Zeitpunkt Prä VR)

		Prä Bereitschaft in vivo		
		Nein	Ja	Gesamt
Prä Bereit- schaft VR	Nein	6	2	8
	Ja	11	42	53
	Gesamt	17	44	61

Tabelle 16: Bereitschaft zur Exposition am Tag der Untersuchung VR vs. in vivo nach dem Kennenlernen der VR (Zeitpunkt Post VR)

		Post Bereitschaft in vivo		
		Nein	Ja	Gesamt
Post Bereit- schaft VR	Nein	4	4	8
	Ja	13	41	54
	Gesamt	17	45	62

3.11 Glaubwürdigkeit des Therapierationalen (Credibility-Skala)

Die ANOVA zur Glaubwürdigkeit des Therapierationalen unterschied sich signifikant zwischen den Zeitpunkten (Haupteffekt Zeitpunkt: Prä vs. Post VR; $F_{1,59} = 5.857$; $p = .019$; $\eta^2 = .090$). Nach dem Kennenlernen der VR schätzen die Patienten die Glaubwürdigkeit des Therapierationalen höher ein als vorher. Der Haupteffekt der Modalität (VR vs. in vivo; $F_{1,59} < 1$; *n.s.*), sowie der Interaktionseffekt Zeitpunkt x Modalität ($F_{1,59} = 1.996$; $p = .163$; $\eta^2 = .033$) erreichen keine statistische Relevanz (vgl. Abbildung 20).

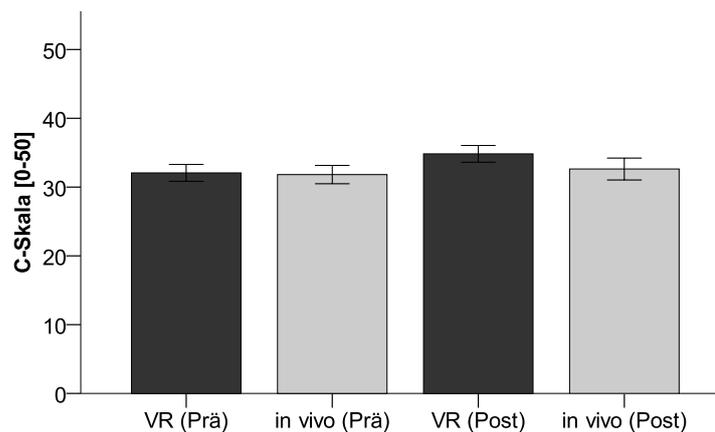


Abbildung 20: Glaubwürdigkeit des Therapierationalen (C-Skala)

3.12 Explorative Analyse

3.12.1 Explorative Analyse der Erwartungen zu Expositionsübungen in VR

Die Korrelationsanalysen zeigen, dass die Bereitschaft zu Expositionsübungen in VR zum Zeitpunkt Prä VR vor allem mit den Variablen Ablehnung, Zuversicht, Angsttoleranz und Schadenserwartung zusammenhängt. Diese Korrelationen zeigen mittlere bis starke Effekte und sind hoch signifikant, auffallend ist hierbei, dass die Relevanz von Expositionsübungen in VR nur im Zusammenhang mit der Angsttoleranz, d.h. die Bereitschaft die Angst während einer Expositionsübung auch zuzulassen, zusammenhängt, nicht jedoch mit den anderen Variablen (vgl. Tabelle 17).

Tabelle 17: Korrelationsanalysen zum Zeitpunkt Prä-VR für die Variablen der Einstellung zu Expositionsübungen in VR

N = 62	Bereit- schaft (0-100)	Ableh- nung (0-100)	Zuver- sicht (0-100)	Angstto- leranz (0-100)	Scha- denser- wartung (0-100)	Relevanz (0-100)
Bereit- schaft (0-100)	1	-.805**	.703**	.419**	-.359**	.244
Ableh- nung (0-100)		1	-.517**	-.357**	.291*	-.252
Zuver- sicht (0-100)			1	.310*	-.288*	.121
Angstto- leranz (0-100)				1	-.200*	.350**
Scha- denser- wartung (0-100)					1	.053
Relevanz (0-100)						1

** $p < .01$; * $p < .05$

Diese Ergebnisse unterschieden sich im Wesentlichen zum Post-VR-Zeitpunkt nur in Bezug auf die Relevanz von Expositionsübungen, die zum Zeitpunkt Post signifikant korreliert mit der Bereitschaft zu Expositionsübungen ($r = .407, p < .001$), mit der Zuversicht die Expositionsübung zu schaffen ($r = .603, p < .001$) und, wie schon zum Prä Zeitpunkt, mit der Angsttoleranz ($r = .314, p = .013$). Für die vollständige Korrelationsanalyse zu den Erwartungen bezüglich Expositionsübungen in VR zum Zeitpunkt Post siehe Anhang.

3.12.2 Explorative Analyse der Erwartungen bezüglich Expositionsübungen in vivo

Bei der Korrelationsanalyse zum Prä-VR-Zeitpunkt bezüglich der Erwartungen zu Expositionsübungen in vivo fällt auf, dass alle Variablen signifikant miteinander korrelieren, nicht aber bei Relevanz und Schadenserwartung. Die Korrelationen sind alle mittel bis stark ausgeprägt. Die Bereitschaft zu Expositionsübungen in vivo hängt demnach signifikant mit der Ablehnung von Expositionsübungen, der Zuversicht die Expositionsübung zu schaffen, der Bereitschaft die Angst zu zulassen, der Schadenserwartung und der Relevanz zusammen (vgl. Tabelle 18).

Tabelle 18: Korrelationsanalysen zum Zeitpunkt Prä-VR für die Variablen der Einstellung zu Expositionsübungen in vivo

<i>N</i> = 62	Bereit- schaft (0-100)	Ableh- nung (0-100)	Zuver- sicht (0-100)	Angstto- leranz (0-100)	Scha- denser- wartung (0-100)	Relevanz (0-100)
Bereit- schaft (0-100)	1	-.823**	.831**	.558**	-.335**	.415**
Ableh- nung (0-100)		1	-.699**	-.567**	.359**	-.392**
Zuver- sicht (0-100)			1	.557**	-.348*	.367**
Angstto- leranz (0-100)				1	-.277*	.432**
Scha- denser- wartung (0-100)					1	.039
Relevanz (0-100)						1

***p* < .01; **p* < .05

Die Korrelationsanalysen zur Untersuchung der Einstellung von Patienten bezüglich Expositionsübungen in vivo zum Zeitpunkt Post-VR unterscheiden sich nicht maßgeblich vom Zeitpunkt Prä-VR. Die ausführliche Korrelationstabelle für den Post-VR-Zeitpunkt ist im Anhang zu finden.

4 Diskussion

Dies ist die erste Studie seit 2007, die die Präferenz von Patienten in Bezug auf die Expositionsmodalität in vivo vs. in VR untersucht und zudem die Kenntnis des Mediums VR kontrolliert. Es ist auch die erste Studie, die inhaltlich deutlich über García-Palacios et al. (2007) hinausgeht, indem auch Aspekte der Einstellung bzw. der Erwartungen sowie Befürchtungen bezüglich Expositionstherapie von Patienten mit Angststörungen untersucht wurden. Auch die Patientenklientel unterschied sich von dem von García-Palacios et al. (2007): Wir untersuchten (teil)stationäre Patienten, von denen vorher nicht bekannt war, ob sie sich grundsätzlich für eine Expositionstherapie entscheiden würden. Im Gegensatz dazu werteten García-Palacios et al. (2007) nur Daten von ambulanten Patienten aus, die sich bereits zu einer Expositionstherapie (sowohl in vivo als auch in VR) im Rahmen von anderen Studien bereit erklärt hatten. Somit konnten wir den Selektionsbias weitgehend ausschließen und die Einstellung zu Expositionstherapie auch von den Patienten erfassen, die eine Expositionstherapie prinzipiell verweigern würden.

Die wichtigsten Ergebnisse sind, dass auch (teil)stationäre Patienten ihre Bereitschaft zu Expositionsübungen in VR deutlich höher einschätzten als zu entsprechenden Übungen in vivo. Die Bereitschaft zu Expositionsübungen in VR war in unserer Studie um rund 20 Punkte (auf einer Skala von 0-100) größer als zu Expositionsübungen in vivo. Das heißt, die Patienten gaben ihre Bereitschaft zu Expositionsübungen um ein Drittel höher an, wenn sie in VR anstatt in vivo angeboten würden. Auch die Ablehnung von Expositionsübungen in vivo (ca. 40 Punkte) war rund doppelt so hoch wie bei VR (ca. 20 Punkte). Hierbei wird deutlich, dass kaum Ambivalenz bezüglich der Expositionsübungen – weder in vivo noch in VR – sichtbar wurde. Die Bereitschaft zu Expositionsübungen und die Ablehnung von Expositionsübungen zeigten sich vielmehr eindimensional. Eindrücklich ist hier, dass die Corona-Pandemie einen deutlichen Einfluss auf die Bereitschaft zu Expositionsübungen hatte, unabhängig von der jeweiligen Modalität. Patienten schätzten ihre Bereitschaft zu Expositionsübungen während der Corona-Pandemie höher ein (um ca. 10-20 Punkte.) als vor der Corona-Pandemie. Bendau und Kollegen (2020) konnten zeigen, dass die Gesamtbevölkerung in den ersten 3 Monaten der Corona-Pandemie an Angst habituierte (Bendau et al., 2020). Dies könnte ebenfalls auf Patienten mit Angststörungen zutreffen. Es ist durchaus vorstellbar, dass unsere Patienten während der Pandemie eher bereit waren, sich ihrer Angst zu stellen, weil sie bereits Bewältigungserfahrungen mit den durch die Corona-Pandemie ausgelösten Ängsten gemacht hatten. Auch Bendau et al. (2020) stellen einen stetigen Rückgang der subjektiven Risikowahr-

nehmung fest. Dieses Phänomen konnte auch schon während vorangegangener Ausbrüche hochriskanter Infektionskrankheiten beschrieben werden (Bell & Wade, 2020; Leung et al., 2005).

Interessanterweise ist für unsere Stichprobe zu erwähnen, dass die Corona-Pandemie nur mit der Bereitschaft der Patienten, Expositionsübungen zu machen, zusammenhängt, jedoch keinen Einfluss auf andere Variablen (Angsttoleranz, Schadenserwartung, Zuversicht, etc.) zeigt. In der explorativen Analyse der Zusammenhänge dieser Variablen fanden wir jedoch, dass alle untersuchten Variablen – außer Relevanz –, die die Einstellung der Patienten zu Expositionstherapie in unserer Untersuchung abbilden, zum Messzeitpunkt Prä-VR moderat bis stark mit der Bereitschaft zu Expositionsübungen korrelierten. Erst zum Post-Zeitpunkt korrelierte auch die Wichtigkeit, Expositionsübungen in VR zu machen, mit der Bereitschaft zu Expositionsübungen in VR. Das ist interessant, weil die Wichtigkeit ein zentraler Aspekt der Motivationspsychologie ist (Miller & Rollnick, 2015). Dies könnte daran liegen, dass die Patienten vor der eigenen VR-Erfahrung durchaus bereit zu Expositionsübungen in VR waren, es ihnen jedoch nicht so wichtig war, Expositionsübungen in VR zu machen. Durch die Erfahrung, wie VR wirkt, also das Erleben der Präsenz in VR, korrelieren auch die Wichtigkeit von VR Übungen und der Bereitschaft zu VRET. Auch ist die Glaubwürdigkeit des Therapierationalen (C-Skala) nach der eigenen Erfahrung der VR tendenziell höher als vorher.

Dieses Muster findet sich nicht bei der Relevanz von Expositionsübungen in vivo und der Bereitschaft zu Expositionsübungen in vivo. Diese wiesen vor und nach der VR-Erfahrung einen Zusammenhang auf.

Der Vorteil für VR (vs. in vivo) zeigt sich auch bei den sekundären Outcome-Variablen: *Bereitschaft, am Tag der Untersuchung selbst eine Expositionsübung zu machen* (86% vs. 72%), *Präferenz* (60% für VR), *Zuversicht* (20 Punkte mehr in VR als in vivo), *Angsttoleranz* (15 Punkte mehr in VR als in vivo), sowie der *Schadenserwartung* (VR: 50/100 Punkten vs. in vivo: 60/100 Punkten). Lediglich die *Wichtigkeit, Expositionsübungen in VR (vs. in vivo) zu machen*, sowie die *Glaubwürdigkeit des Therapierationalen* unterschieden sich nicht zwischen den Modalitäten. Deutlich wurde hierbei jedoch, dass die VR-Erfahrung Einfluss auf diese beiden Variablen hatte.

Drei Aspekte bei der Auswertung der sekundären Outcome-Variablen sind besonders interessant. Im Vergleich zur Studie von Garcia-Palacios et al. (2007) ist der in dieser Studie gefundene Vorteil in Bezug auf die Präferenz der Patienten deutlich geringer (60% der (teil-) stationären Patienten vs. 76% der ambulanten Patienten von Garcia-Palacios et al.). Bei dieser Variable sind vor allem die Hauptgründe für die Entscheidung

pro VR (vs. in vivo) erwähnenswert, die therapeutisch im Zusammenhang mit der Zuversicht, die Expositionsübung zu schaffen, gesehen werden könnten, denn Zuversicht ist ein zentraler Bestandteil von Motivation (Messner, 2016; Miller & Rollnick, 2015; Bandura, 1997). Die Patienten gaben an, sich für VR entschieden zu haben, weil sie davon ausgingen, in VR weniger Angst zu erleben, mehr Kontrolle zu haben, jederzeit die Übung abbrechen zu können oder auch zu viel Angst für eine Exposition in vivo zu haben. Diese Gründe im Zusammenhang mit Motivationstheorien lassen die Schlussfolgerung zu, dass der Zuversichtsvorteil von VRET zugunsten einer Entscheidung pro Exposition, also einer effektiven Behandlungsmethode, beitragen könnte. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund aktueller VR-Forschung als höchst relevant zu bezeichnen, denn derzeit gewinnt eine Hypothese in der klinischen VR-Forschung zunehmend an Aufmerksamkeit. Die sog. „Lowered Threshold Hypothesis“ besagt, dass die Bereitschaft zu Expositionsübungen in vivo durch vorgeschaltete VRET gesteigert werden kann. Lindner und Kollegen konnten (2020) dies auch empirisch zeigen. Dies deckt sich auch mit unseren Ergebnissen. $N = 11$ Patienten gaben an, zu viel Angst für eine Expositionsübung in vivo zu haben und deshalb lieber VRET machen zu wollen, $N = 4$ Patienten entschieden sich für VRET, um sich auf Expositionsübungen in vivo vorzubereiten.

Der zweite bemerkenswerte Aspekt betrifft die Angsttoleranz und die Schadenserwartung, denn diese beiden Variablen gelten als zentral für erfolgreiche Lernerfahrungen bei Expositionsübungen (Craske et al., 2008). Aktuelle Theorien der Expositionstherapie gehen davon aus, dass, je stärker die tatsächliche Erfahrung während einer Expositionsübung von der Erwartung differiert, desto besser die Lernerfahrung während der Expositionstherapie. Die individuellen Befürchtungen und die Schadenserwartung bzw. deren Widerlegung wären demnach durchaus entscheidend für das Therapie-Outcome (Craske, Hermans & Vervliet, 2018; Brown, LeBeau, Chat & Craske, 2016). Das bedeutet, hier bietet Expositionstherapie in vivo einen Vorteil, denn die Schadenserwartung ist höher, was bedeuten könnte, dass in vivo die Diskrepanz mit der tatsächlichen Erfahrung ebenfalls höher sein könnte. VRET liegt jedoch im Vorteil bezüglich der Bereitschaft zur Exposition und Angsttoleranz. D.h. die Unterschiede zwischen den Bewertungen der beiden Modalitäten legen nahe, dass mit VR durch die höhere Bereitschaft zu Expositionsübungen tatsächlich mehr Patienten erreicht werden könnten.

Einschränkend muss hier erwähnt werden, dass nicht alle Befürchtungen während VRET gleich gut überprüft werden können, für einige ist eine Expositionstherapie in vivo nötig. Am Beispiel der Vortragsangst wird dies deutlich. Es können Befürchtungen bezüglich der eigenen Reaktionen während eines Vortrags, wie „kein Wort herausbringen“,

„stottern“ etc. sehr gut in VR getestet werden, wohingegen Befürchtungen, die die Reaktion des Publikums betreffen, wie „ich werde negativ bewertet“ oder „keiner wird mir zuhören“, in VR deutlich schlechter zu überprüfen sind (Scheveneels, Boddez, Van Daele & Hermans, 2019). In unserer Stichprobe zählten zu den häufigsten Befürchtungen bei beiden Modalitäten Aspekte von Angst vor der Angst: Die Patienten befürchteten während der Expositionsübung so große Angst zu haben, dass sie die Übung abbrechen müssten, körperliche Symptome erfahren würden, die Angst machen, oder dass sie eine Panikattacke erleben würden. Diese Befürchtungen können sehr gut in VRET überprüft werden.

Der dritte interessante Aspekt ist, dass die VR-Erfahrung (VR-Training ohne Angstreize) selbst lediglich einen Einfluss auf die *Wichtigkeit, Expositionsübungen zu machen* und auf die *Glaubwürdigkeit des Therapierational* hatte. Die Wichtigkeit, Expositionsübungen zu machen, schätzten die Patienten unabhängig von der Modalität insgesamt als hoch ein (knapp 70 Punkte), was gut zu der hohen Glaubwürdigkeit des Expositionsrationals passt (> 30 bewertet auf der C-Skala von 0-50). Interessant ist hierbei, dass die Patienten das Therapierational bei Expositionstherapie in VR nach eigener VR-Erfahrung höher einschätzten (vs. vor der VR-Erfahrung). Dies bestätigt unseren klinischen Eindruck, dass Patienten in der Regel die Wirkung von VR unterschätzen und möglicherweise erst die eigene Erfahrung der Präsenzillusion in VR die Patienten davon überzeugt, dass VRET wirkt. Deshalb ist es äußerst relevant, dass bei der Bewertung von VRET sichergestellt wird, dass den bewertenden Patienten eigene Erfahrungen in VR ermöglicht werden.

4.1 Limitationen

Bei der Interpretation unserer Ergebnisse sind mehrere Einschränkungen zu berücksichtigen. Die Wahl der Expositionsmodalität sowie ihre Bewertung hatten keine direkte Konsequenz für die einzelnen Patienten, da im Zusammenhang mit der Studie keine Expositionsübungen durchgeführt wurden. Wir haben uns dafür entschieden, um die Einstellung zu Expositionstherapie in VR vs. in vivo der gesamten (teil-)stationären Patientenklientel untersuchen zu können, für das eine Expositionstherapie zur Behandlung ihrer Angststörung indiziert war. Das heißt, wir wollten nicht nur diejenigen Patienten in unsere Studie mit aufnehmen, die sich ohnehin schon für eine Expositionstherapie im Vorfeld entschieden hatten und daher bereit zu Expositionsübungen waren.

Auch konnte nicht überprüft werden, ob die Patienten tatsächlich mehr Angsttoleranz in VR aufweisen als in vivo, also ob sie in VR tatsächlich ihre Angst stärker zulassen und

aushalten würden, denn erfasst wurden lediglich die subjektiven Erwartungen der Patienten, nicht ihr tatsächliches Erleben und Verhalten während Expositionsübungen.

Ziel der Studie war es zudem auch, die Akzeptanz und die Einstellung zur Expositionstherapie bei einer stationären klinischen Population, die in der Regel schwerer betroffen ist, zu untersuchen. In der Stichprobe fällt auf, dass die Patienten sehr nahe beieinander liegende GAF-Scores aufweisen ($Min = 50$, $Max = 61$, $SD = 3.032$), was die externe Validität in Bezug auf die Übertragbarkeit auf schwerer betroffene oder weniger schwer betroffene Patienten beeinträchtigen könnte. Andererseits gibt der GAF-Score das generelle Funktionsniveau der Patienten an, nicht jedoch die Schwere der Angststörungen. Somit ist davon auszugehen, dass unsere Stichprobe nicht repräsentativ für alle Patienten mit Angststörungen war, insgesamt jedoch repräsentativ für die Gruppe der stärker betroffenen (teil-)stationären Patienten mit Angststörungen, für die im stationären Rahmen Expositionsübungen zur Behandlung der jeweiligen Angststörung indiziert wäre.

4.2 Zusammenfassende Bewertung

Diese Studie untersucht erstmalig den Akzeptanzvorteil von Expositionsübungen in VR vs. in vivo bei Patienten in einem (teil-)stationären Setting und stellt gleichzeitig bei allen Patienten sicher, dass sie VR durch eigene Erfahrung einschätzen können. Die Kenntnis des Mediums VR wurde zum ersten Mal systematisch kontrolliert. Wir konnten einen deutlichen Akzeptanzvorteil von VR vs. in vivo finden, und das bei schwerer erkrankten Patienten im stationären Sektor. Dies gibt einen klaren Hinweis darauf, dass der Einsatz von VR für den stationären Bereich lohnenswert wäre, weil mehr Patienten zu Expositionsübungen bereit sind, wenn sie in VR angeboten werden. Dadurch können auch im (teil-)stationären Setting mehr Patienten von einer indizierten, störungsspezifischen Therapie profitieren. Diese Daten bestätigen also den Akzeptanzvorteil, von dem viele Autoren bereits intuitiv ausgehen (z.B. Wechsler et al. 2019; Diemer & Zwanzger, 2019; Zwanzger et al. 2021; Pittig & Hoyer, 2017). VR könnte als Medium in der Psychotherapie dazu beitragen, die bestehende Versorgungslücke bei Patienten mit Angststörungen zu schließen. Die Ergebnisse weisen demnach eindrücklich darauf hin, welche Chance VR gerade auch im stationären Bereich bietet. Unsere Daten legen nahe, dass VR das Potenzial besitzt, zum Einen mehr Patienten für die Expositionstherapie zu gewinnen und zum Anderen, ggf. durch die höhere Bereitschaft der Patienten ihre Angst zuzulassen und auszuhalten, sogar die Wirksamkeit einzelner Expositionsübungen im Sinne der Theorie des inhibitorischen Lernens zu steigern (Craske et al., 2008).

Folgestudien sollten daher untersuchen, ob durch die Verfügbarkeit von VR als Therapietool sowohl im ambulanten als auch im stationären Setting mehr Expositionsübungen durchgeführt werden und so das Potenzial von VR zum Abbau von Hemmschwellen gegenüber Expositionsübungen auf Seiten der Patienten auch ausgeschöpft werden kann. Da, wie beschrieben, nicht alle Befürchtungen in VRET überprüft werden können und für die Übertragung des Gelernten in die Realität auch Expositionsübungen in vivo notwendig sind, sollte die weitere Forschung VR nicht als Stand-alone-Treatment untersuchen, sondern ebenfalls VR als Add-on-Therapie gerade vor dem Hintergrund der *Lowered Threshold Hypothesis* beispielsweise vorgeschaltet zu Expositionsübungen in vivo berücksichtigen. Auch sollte sich die aktuelle VR-Therapieforschung nicht allein auf Wirksamkeitsnachweise fokussieren, sondern auch Studien zu den praktischen Aspekten in der klinischen Versorgung (z.B. Durchführbarkeit im Stationsalltag, etc.) durchführen.

IV Diskussion

1 Zusammenschau der Ergebnisse

Die Detailspekte unserer Studien mit Bezug zum derzeitigen Stand der Forschung sind in den einzelnen Studien-Diskussionen ausführlich beschrieben, weshalb wir uns im Folgenden darauf konzentrieren, den Forschungsbedarf für zukünftige VR-Forschung darzustellen und herauszuarbeiten, welchen Beitrag unsere Studien bereits leisten konnten.

Wir konnten zwei zentrale Ergebnisse zeigen: Zum einen, dass der erwartete Akzeptanzvorteil von VRET auch im (teil-)stationären Kontext besteht, und zum anderen, dass eine automatisierte Instruktion in VR-Anwendungen zu negativen Effekten auf die Präsenz und den Trainingserfolg bei den älteren Teilnehmern führte.

VRET wird als eine Lösung zur Schließung der Versorgungslücke in der Behandlung von Patienten mit Angststörungen diskutiert (Diemer & Zwanzger, 2019). Unsere Ergebnisse zeigen deutlich, dass durch die Zunahme von VR im (teil-)stationären Setting eine höhere Bereitschaft zur Expositionstherapie erreicht werden kann. Gerade vor dem Hintergrund der *Lowered Threshold Hypothesis* kann dies äußerst vielversprechend für die klinische Versorgung sein. Ob sich VR in (teil-)stationäre Behandlungspfade integrieren lässt, und ob sich durch die Hinzunahme von VR die Effizienz messbar verändert, lässt sich noch nicht bewerten. Hier fehlen Untersuchungen, die genau diese Aspekte der (teil-)stationären klinischen Versorgung beleuchten. Unsere Studie ist die erste und einzige im (teil-)stationären Kontext, die eine Hinzunahme von VR für die Expositionstherapie überhaupt untersucht hat.

Auch in Bezug auf die Automatisierung von VR fallen große Forschungslücken auf. Forschung zu VR hat in den letzten Jahren enorm zugenommen (Diemer & Zwanzger, 2019) und gewinnt im Zuge der Digitalisierung des Gesundheitswesens an Relevanz. Beispielsweise ermöglicht das Digitale-Versorgungs-Gesetz seit dem 19.12.2019 die „App“ auf Rezept (§§ 33a und 139e, SGB V). Diese Apps werden als „digitale Gesundheitsanwendungen“ (DiGAs) bezeichnet. Derzeit stehen vor allem DiGAs zur Behandlung psychischer Störungen im Mittelpunkt (Gerlinger, Mangiapane, & Sander, 2021). Durch die Einführung von DiGAs wird unter anderem versucht, die Versorgungslücke bei der Behandlung psychischer Störungen zu schließen. Zur Behandlung von Angststörungen sind aktuell (Stand: August 2023) 6 DiGAs gelistet (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte). Grundsätzlich sind diese Anwendungen für die Behandlung zuhause

ausgelegt (Diemer, 2021; Steubl & Baumeister, 2022). Eine davon, die DiGA „Invirto“, arbeitet bereits mit dem Einsatz automatisierter und therapeutenfreier VR als Expositionsverfahren. Sie ist jedoch in ein ambulantes Behandlungskonzept eingebunden und wird nicht als Stand-alone-Treatment angewendet (Gerlinger, Mangiapane, & Sander, 2021).

Sowohl die Forschung zu DiGAs als auch der überwiegende Teil der klinischen VR-Forschung konzentriert sich auf Wirksamkeitsstudien von VRET (vs. in vivo oder vs. Wartekontrollgruppen). Unseres Wissens nach ist unsere Studie die erste und einzige Studie, die nicht auf die Wirksamkeit von VRET fokussiert oder einen Wirksamkeitsvergleich zwischen VRET vs. in vivo anstellt, sondern die Auswirkung von Automatisierung auf den zentralen Nutzerprozess *Präsenz* in VR untersucht. Wir stellten fest, dass durch Automatisierung negative Effekte auf die Präsenz auftreten können.

Die zentralen Ergebnisse unserer Studien zeigen das vielversprechende Potenzial des Einsatzes von VRET in der (teil-)stationären klinischen Versorgung von Patienten mit Angststörungen. Sie betonen jedoch auch die Notwendigkeit künftiger Forschung zur Optimierung von automatisierten VR-Systemen, damit negative Effekte minimiert und das therapeutische Potenzial dieser Interventionen voll ausgeschöpft werden kann.

2 Limitationen

Diese Arbeit zeigt deutlich den innovativen Charakter unserer Fragestellungen. Neben den bereits diskutierten Limitationen können wir vor allem feststellen, dass es kaum Vergleichsstudien gibt, sodass wir keine abschließenden, evidenzbasierten Aussagen zur Automatisierung von VR oder zur besseren Versorgung von Angstpatienten durch VRET treffen können. Unsere Studien weisen auf die Forschungslücken in diesen Bereichen hin.

Das liegt auch an der Originalität der Fragestellung unserer ersten Studie *VR-Automatisierung* und an dem gewählten, empfohlenen sequentiellen Vorgehen (Campbell et al., 2000). Unsere Daten lassen noch keine allgemeingültigen Schlussfolgerungen zur Optimierung von Automatisierung von VR zu. Im Rahmen unseres Projektes war es noch nicht möglich, die Auswirkungen der Automatisierung auf den zentralen Nutzerprozess *Präsenz* und den Trainingserfolg bei Patienten mit Angststörungen zu untersuchen. Mit dieser Patientenklientel fehlen noch Replikationsstudien. Unsere Untersuchung kann schon verdeutlichen, wie relevant diese Forschungsfragen jenseits der Wirksamkeit für automatisierte/therapeutenfreie VR-Anwendungen sind. Wir konnten zeigen, dass eine

Automatisierung von VR auch negative Effekte haben kann. Deshalb sollte künftige VR-Forschung nicht nur die Wirksamkeit von VR-Anwendungen, sondern auch besonders relevante Nutzerprozesse in VRET in den Forschungsfokus nehmen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der aktuelle Stand der Forschung keine ausreichende Beurteilung der Automatisierung von VRET zulässt, weder für die Heim-Anwendung noch für die klinische, (teil-)stationäre oder ambulante Versorgung. Bis hier klare, evidenzbasierte Aussagen getroffen werden können, ist weitere Forschung nötig (Diemer, 2021).

Unabdingbar ist auch eine Replikation und eine Erweiterung der Studie *VR-Akzeptanz*. Die Wahl der präferierten Expositionsmodalität hatte für unsere Patienten keine Konsequenz. Ob sich die Präferenz und die höhere Bereitschaft der Patienten zugunsten von VRET tatsächlich in einer höheren Anzahl an Expositionsübungen in der (teil-)stationären psychotherapeutischen Behandlung niederschlagen, konnten wir im Rahmen unseres Projektes nicht untersuchen. Auch bleibt unklar, ob durch die Hinzunahme von VR in der (teil-)stationären klinischen Versorgung mehr Expositionstherapie angeboten werden könnte. Aktuell deckt die Psych-PV die Kosten für eine expositionsbasierte stationäre Behandlung von Patienten mit Angststörungen nicht ab (Bandelow et al., 2016). Ob diese durch die Psych-PV bereitgestellten, knappen Ressourcen durch VRET so eingesetzt werden könnten, dass eine expositionsbasierte, bedarfsgerechte Psychotherapie von Patienten mit Angststörungen im (teil-)stationären Setting möglich wird, konnten wir im Rahmen dieses Projektes nicht untersuchen.

V Zusammenfassende Bewertung

Unsere Ergebnisse weisen erstmals den beschriebenen Akzeptanzvorteil von VRET vs. Exposition in vivo im (teil-)stationären Setting nach. Gleichzeitig zeigen unsere Daten bislang undokumentierte negative Effekte von Automatisierung auf zentrale VR-Nutzerprozesse wie Präsenz.

Künftige Forschung sollte vor allem die Optimierung therapeutenfreier/automatisierter VR-Interventionen in den Mittelpunkt stellen, um die in unserer Studie gefundenen Beeinträchtigungen von Nutzerprozessen in automatisierten VR-Anwendungen zu vermeiden. Bei der Implementierung von VRET zur Verbesserung der (teil-)stationären Versorgung von Patienten mit Angststörungen fehlen zunächst vor allem Umsetzbarkeits- und Machbarkeitsstudien. Dann erst können größere pragmatische Effektivitätsstudien folgen.

Insgesamt lassen unsere Studienergebnisse ein positives Fazit zu. Der Einsatz von VR als Modalität zur Expositionstherapie scheint Hemmschwellen auf Seiten der Patienten zu reduzieren und somit die Versorgung von Patienten mit Angststörungen auch im (teil-)stationären Setting verbessern zu können. VRET hat somit das Potenzial, die bekannte Versorgungslücke bei Patienten mit Angststörungen zu verringern.

Weitere Forschung sollte zu optimierten automatisierten VR-Interventionen führen und dabei die Effektivität von VRET unter (teil-)stationären Routinebedingungen untersuchen.

Literaturverzeichnis

- Alonso, J., Angermeyer, M. C., & Lépine, J. P. (2004). The European Study of the Epidemiology of Mental Disorders (ESEMeD) project: An epidemiological basis for informing mental health policies in Europe. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 109(Suppl420), 5–7.
- Alonso, J., Liu, Z., Evans-Lacko, S., Sadikova, E., Sampson, N., Chatterji, S., Abdullalik, J., Aguilar-Gaxiola, S., Al-Hamazawai, A., Andrade, L.H., Bruffaerts, R., Cardoso, G., Cia, A., Florescu, S., de Girolamo, G., Gureje, O., Haro, J. M., He, Y., de Jonge, P., Karam, E. G., Kawakami, N., Kovess-Masfety, V., Lee, S., Levinson, D., Medina-Mora, M. E., Navarro-Mateu, F., Penell, B.-E., Piazza, M., Posada-Villa, J., ten Hare, M., Zarkov, Z., Kessler, R.C., & Thornicroft, G. (2018). Treatment gap for anxiety disorders is global: Results of the World Mental Health Surveys in 21 countries. *Depression and anxiety*, 35(3), 195-208.
- Ängsten, K., Sommer, V. S., & Cox, B. J. (2003). Fragebögen zu angstbezogenen Kognitionen ACQ, Mobilitätsinventar MI. 7 Fragebögen und Ratingskalen zur Agoraphobie und Panikstörung. *Angstdiagnostik: Grundlagen und Testverfahren*, 177.
- Bandelow, B., Aden, I., Alpers, G. W., Benecke, A., Benecke, C., Deckert, J., Domschke, K., Eckhardt-Henn, A., Geiser, F., Gerlach, A. L., Harfst, T., Hau, S., Hoffmann, S., Hoyer, J., Hunger-Schoppe, C., Kellner, M., Köllner, V., Kopp, I. B., Langs, G., Liebeck, H., Matzat, J., Ohly, M., Rüdchel, H. P., Rudolf, S., Scheufele, E., Simon, R., Staats, H., Ströhle, A., Waldherr, B., Wedekind, D., Werner, A. M., Wiltink, J., Wolters, J. P, Zwanzger, P., ... & Beutel, M. E. (2021). *Deutsche S3-Leitlinie Behandlung von Angststörungen, Version 2*. www.awmf.org/leitlinien/de-tail/II/051-028.html
- Bandelow, B., Lueken, U., Wolff, J., Godemann, F., Menzler, C. W., Deckert, J., Ströhle, A., Beutel, M., Wiltink, J. Domschke, K., & Berger, M. (2016). Leitliniengerechte stationäre psychiatrisch-psychotherapeutische/psychosomatische Behandlung von Angsterkrankungen. *Der Nervenarzt*, 87(3), 302-310.
- Bandura, A. (1997): *Self-efficacy: The exercise of control*. Freeman & Company, New York.
- Barrett, J. (2004). *Side effects of virtual environments: A review of the literature*. DSTO Information Sciences Laboratory. Canberra (Australia).

- Beesdo, K., Bittner, A., Pine, D. S., Stein, M. B., Höfler, M., Lieb, R., & Wittchen, H.-U. (2007). Incidence of social anxiety disorder and the consistent risk for secondary depression in the first three decades of life. *Archives of General Psychiatry*, *64*, 903. doi:10.1001/archpsyc.64.8.903
- Bell, V., & Wade, D. (2020). Mental health of clinical staff working in high-risk epidemic and pandemic health emergencies: A rapid review of the evidence and meta-analysis. *Preprint at medRxiv*: 2020.04.28.20082669. Advance online publication. <https://doi.org/10.1101/2020.04.28.20082669>
- Benbow, A. A., & Anderson, P. L. (2019). A meta-analytic examination of attrition in virtual reality exposure therapy for anxiety disorders. *Journal of Anxiety Disorders*, *61*, 18-26.
- Bendau, A., Plag, J., Kunas, S., Wyka, S., Ströhle, A., & Petzold, M. B. (2021). Longitudinal changes in anxiety and psychological distress, and associated risk and protective factors during the first three months of the COVID-19 pandemic in Germany. *Brain and behavior*, *11*(2), e01964.
- Bentz, D., Wang, N., Ibach, M. K., Schicktanz, N.S., Zimmer, A., Papassotiropoulos, A., & de Quervain, D. J. F. (2021) Effectiveness of a stand-alone, smartphone-based virtual reality exposure app to reduce fear of heights in real-life: a randomized trial. *NPJ Digital Medicine*, *4*(1):16.
- Botella, C., Fernández-Álvarez, J., Guillén, V., Garcia-Palacios, A., & Baños, R. (2017). Recent progress in virtual reality exposure therapy for phobias: a systematic review. *Current psychiatry reports*, *19*(7), 42.
- Bouchard, S., St-Jacques, J., Robillard, G., & Renaud, P. (2008). Anxiety increases the feeling of presence in virtual reality. *Presence-Teleoperators and Virtual Environments*, *17*(4), 376–391. <http://dx.doi.org/10.1162/pres.17.4.376>.
- Brown, L. A., LeBeau, R. T., Chat, K. Y., & Craske, M.G. (2016). Associative learning versus fear habituation as predictors of long-term extinction retention. *Cognition and Emotion*, *31*, 687– 698.
- Bundesamt für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). Abgerufen am 23.08.2023; verfügbar unter: <https://diga.bfarm.de/de>
- Campbell, M., Fitzpatrick, R., Haines, A., Kinmonth, A.L., Sandercock, P., & Tyrer, P. (2000). Framework for design and evaluation of complex interventions to improve health. *British Medical Journal*, *321*, 694–696.

- Campos, D., Bretón-López, J., Botella, C., Mira, A., Castilla, D., Mor, S., Banos, R., & Quero, S. (2019). Efficacy of an internet-based exposure treatment for flying phobia (NO-FEAR Airlines) with and without therapist guidance: a randomized controlled trial. *BMC psychiatry*, *19*(1), 86.
- Carl, E., Stein, A. T., Levihn-Coon, A., Pogue, J. R., Rothbaum, B., Emmelkamp, P., Asmundson, G. J. G., Carlbring, P., & Powers, M. B. (2019). Virtual reality exposure therapy for anxiety and related disorders: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of anxiety disorders*, *61*, 27-36.
- Cesa, G. L., Manzoni, G. M., Bacchetta, M., Castelnuovo, G., Conti, S., Gaggioli, A., ... & Riva, G. (2013). Virtual reality for enhancing the cognitive behavioral treatment of obesity with binge eating disorder: randomized controlled study with one-year follow-up. *Journal of medical Internet research*, *15*(6), 113.
- Chan, C. L., Ngai, E. K., Leung, P. K., & Wong, S. (2010). Effect of the adapted virtual reality cognitive training program among Chinese older adults with chronic schizophrenia: a pilot study. *International Journal of Geriatric Psychiatry: A journal of the psychiatry of late life and allied sciences*, *25*(6), 643-649.
- Charness, N., Fox, M. C., & Mitchum, A. L. (2010). Lifespan cognition and information technology. In K. Fingerma, C. Berg, T. Antonucci, & J. Smith (Eds.), *Handbook of lifespan psychology*. New York: Springer. Accepted for publication.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Auflage). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Colman, I., Ploubidis, G. B., Wadsworth, M. E. J., Jones, P. B., & Croudace, T. J. (2007). A Longitudinal Typology of Symptoms of Depression and Anxiety Over the Life Course. *Biological Psychiatry*, *62*, 1265–1271. doi:10.1016/j.biopsych.2007.05.012
- Craske, M. G., Hermans, D., & Vervliet, B. (2018). State-of-the-art and future directions for extinction as a translational model for fear and anxiety. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *373*(1742), 20170025.
- Craske, M. G., Kircanski, K., Zelikowsky, M., Mystkowski, J., Chowdhury, N., & Baker, A. (2008). Optimizing inhibitory learning during exposure therapy. *Behaviour research and therapy*, *46*(1), 5-27.
- Crisostomo, M. E., & Chauhan, R. S. (2019). Individualized Student Feedback: Are Templates the Solution?. *Management Teaching Review*, *4*(4), 371-382.

- Czaja, S. J., Charness, N., Fisk, A. D., Hertzog, C., Nair, S. N., Rogers, W. A., & Sharit, J. (2006). Factors predicting the use of technology: Findings from the center for research and education on aging and technology enhancement (CREATE). *Psychology and aging, 21*(2), 333.
- Czaja, S. J., & Lee, C. C. (2009). Information technology and older adults. In A. Sears, & J. A., Jacko (Eds.), *Human-Computer Interaction. Designing for diverse users and domains* (pp. 35-50). Abingdon: CRC Press.
- Davis, S., Nesbitt, K., & Nalivaiko, E. (2014). A systematic review of cybersickness. In *Proceedings of the 2014 Conference on Interactive Entertainment* (pp. 1-9). ACM.
- Diemer, J. (2021). VR-Expositionstherapie: Aktuelle Entwicklungen im Kontext von E-Mental-Health. *Verhaltenstherapie & psychosoziale Praxis 53*(4), 831-843.
- Diemer, J., Domschke, K., Mühlberger, A., Winter, B., Zavorotnyy, M., Notzon, S., Silling, K., Arolt, V., & Zwanzger, P. (2013). Acute anxiolytic effects of quetiapine during virtual reality exposure—A double-blind placebo-controlled trial in patients with specific phobia. *European Neuropsychopharmacology, 23*(11), 1551-1560.
- Diemer, J., Pauli, P., & Mühlberger, A. (2015a). Virtual reality in psychotherapy. In: James D. Wright (editor-in-chief), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 2nd edition*, vol. 25. Oxford: Elsevier. pp. 138-146.
- Diemer, J., Alpers, G. W., Peperkorn, H. M., Shiban, Y., & Mühlberger, A. (2015b). The impact of perception and presence on emotional reactions: a review of research in virtual reality. *Frontiers in psychology, 6*, 26.
- Diemer, J., Lohkamp, N., Mühlberger, A., & Zwanzger, P. (2016). Fear and physiological arousal during a virtual height challenge—effects in patients with acrophobia and healthy controls. *Journal of Anxiety Disorders, 37*, 30-39.
- Diemer, J., & Zwanzger, P. (2019). Die Entwicklung virtueller Realität als Expositionsverfahren. *Der Nervenarzt, 90*(7), 715-723.
- Doherty, G., Coyle, D., & Matthews, M. (2010). Design and evaluation guidelines for mental health technologies. *Interacting with computers, 22*(4), 243-252.
- Donker, T., Cornelisz, I., Van Klaveren, C., Van Straten, A., Carlbring, P., Cuijpers, P., & Van Gelder, J. L. (2019). Effectiveness of self-guided app-based virtual reality cognitive behavior therapy for acrophobia: a randomized clinical trial. *JAMA psychiatry, 76*(7), 682-690.

- Ferrer-Garcia, M., & Gutiérrez-Maldonado, J. (2012). The use of virtual reality in the study, assessment, and treatment of body image in eating disorders and nonclinical samples: a review of the literature. *Body image*, 9(1), 1-11.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. sage.
- Fodor, L. A., Cotet, C. D., Cuijpers, P., Szamoskozi, S., David, D., & Cristea, I. A. (2018). The effectiveness of virtual reality based interventions for symptoms of anxiety and depression: A meta-analysis. *Scientific Reports*, 8(1):10323.
- Franke, T., Attig, C., & Wessel, D. (2018). A personal resource for technology interaction: Development and validation of the Affinity for Technology Interaction (ATI) scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(6), 1-12.
- Freeman, D., Lister, R., Waite, F., Yu, L. M., Slater, M., Dunn, G., & Clark, D. (2019). Automated psychological therapy using virtual reality (VR) for patients with persecutory delusions: study protocol for a single-blind parallel-group randomised controlled trial (THRIVE). *Trials*, 20(1), 87. doi:10.1186/s13063-019-3198-6.
- Freeman, D., Haselton, P., Freeman, J., Spanlang, B., Kishore, S., Albery, E., Denne, M., Brown, P., Slater, M., & Nickless, A. (2018). Automated psychological therapy using immersive virtual reality for treatment of fear of heights: a single-blind, parallel-group, randomized controlled trial. *The Lancet Psychiatry*, 5(8), 625-632.
- Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B., & Slater, M. (2017). Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. *Psychological medicine*, 47(14), 2393-2400.
- Freeman, J., Lessiter, J., Pugh, K., & Keogh, E. (2005). When presence and emotion are related, and when they are not. In *Proceedings of the 8th annual international workshop on presence (PRESENCE 2005)* (pp. 213-219). International Society for Presence Research.
- Garcia-Palacios, A., Hoffman, H., Carlin, A., Furness III, T. A., & Botella, C. (2002). Virtual reality in the treatment of spider phobia: a controlled study. *Behaviour research and therapy*, 40(9), 983-993.
- Garcia-Palacios, A., Botella, C., Hoffmann, H., & Fabregat, S. (2007). Comparing acceptance and refusal rates of virtual reality exposure vs. In vivo exposure by patients with specific phobias. *Cyberpsychology and Behavior*, 10(5), 466-471.
- Gerlinger, G., Mangiapane, N., & Sander, J. (2021). Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) in der ärztlichen und psychotherapeutischen Versorgung. Chancen und

- Herausforderungen aus Sicht der Leistungserbringer. *Bundesgesundheitsblatt*, 64, 1213–1219.
- Gibbs, J. C., & Taylor, J. D. (2016). Comparing student self-assessment to individualized instructor feedback. *Active Learning in Higher Education*, 17(2), 111-123.
- Gorini, A., Capideville, C. S., De Leo, G., Mantovani, F., & Riva, G. (2011). The role of immersion and narrative in mediated presence: the virtual hospital experience. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14(3), 99-105.
- Gustavsson, A., Svensson, M., Jacobi, F., Allgulander, C., Alonso, J., Beghi, E., Dodel, R., Ekman, M., Faravel, C. Fratigliioni, L., Gannon, B. H, Jones, D.H., Jennum, P., Jordanova, A., Jönsson, L., Karampampa, K., Knapp, M., Kobelt, G., Olesen J., ... & CDBE2010 Study Group. (2011). Cost of disorders of the brain in Europe 2010. *European neuropsychopharmacology*, 21(10), 718-779.
- Hartanto, D., Brinkman, W.P., Kampmann, I.L., Morina, N., Emmelkamp, P.G., & Neerincx, M.A.: Home-based virtual reality exposure therapy with virtual health agent support. In: *International Symposium on Pervasive Computing Paradigms for Mental Health*. pp. 85–98. Springer (2015).
- Hoffman, S. G., & Smits, J. A. (2008). Cognitive behavioral therapy for adult anxiety disorders: a meta-analysis of randomized placebo-controlled trials. *Journal of Clinical Psychiatry*, 69, 621-623.
- Hurtienne, J., & Naumann, A. (2010). QUESTI—A questionnaire for measuring the subjective consequences of intuitive use. *Interdisciplinary College*, 536.
- Jacobi, F., Höfler, M., Siegert, J., Mack, S., Gerschler, A., Scholl, L., Busch, M. A., Hapke, U., Maske, U., Seiffert, I., Gaebel, W., Maier, W., Wagner, M., Zielasek, J., & Wittchen, H. U. (2014). Twelve-month prevalence, comorbidity and correlates of mental disorders in Germany: the Mental Health Module of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1-MH). *International journal of methods in psychiatric research*, 23(3), 304-319.
- Juan, M.C., & Pérez, D. (2009). Comparison of the levels of presence and anxiety in an acrophobic environment viewed via HMD or CAVE. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 18 (3), 232-248.
- Kemper, C. J., Ziegler, M., & Taylor, S. (2009). Überprüfung der psychometrischen Qualität der deutschen Version des Angstsensitivitätsindex-3. *Diagnostica*, 55(4), 223-233.

- Kennedy, R. S., Lane, N. B., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulatorsickness questionnaire: an enhanced method for quantifying simulatorsickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203–220.
- Kindt, M. (2014). A behavioural neuroscience perspective on the aetiology and treatment of anxiety disorders. *Behaviour Research and Therapy*, 62, 24–36. doi:10.1016/j.brat.2014.08.012
- Krijn, M., Emmelkamp, P. M. G., Olafsson, R. P., & Biemond, R. (2004). Virtual reality exposure therapy of anxiety disorders: A review. *Clinical Psychology Review*, 24(3), 259–281.
- Kulhavy, R. W. (1977). Feedback in written instruction. *Review of educational research*, 47(2), 211-232.
- Laugwitz, B., Held, T., & Schrepp, M. (2008). Construction and evaluation of a user experience questionnaire. In *Symposium of the Austrian HCI and Usability Engineering Group* (pp. 63-76). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P., & Spielberger, C. D. (1981). Das State-Trait-Angstinventar (Testmappe mit Handanweisung, Fragebogen STAI-G Form X1 und Fragebogen STAI-G Form X2).
- Leonardi, C., Mennecozzi, C., Not, E., Pianesi, F., & Zancanaro, M. (2008). Designing a familiar technology for elderly people. In *6th International Conference of the International Society for Gerontechnology, ISG08* (pp. 67-72).
- Leung, G. M., Ho, L.-M., Chan, S. K. K., Ho, S.-Y., Bacon-Shone, J., Choy, R. Y. L., Hedley, A. J., Lam, T.-H., & Fielding, R. (2005). Longitudinal Assessment of Community Psychobehavioral Responses during and after the 2003 outbreak of severe acute respiratory syndrome in Hong Kong. *Clinical infectious diseases*, 40(12), 1713-1720.
- Lindner, P., Rozental, A., Jurell, A., Reuterskiöld, L., Andersson, G., Hamilton, W., Miloff, A., & Carlbring, P. (2020) Experiences of Gamified and Automated Virtual Reality Exposure Therapy for Spider Phobia: Qualitative Study. *JMIR Serious Games* 8(2):e17807.
- Lindner, P., Dafgård, P., Miloff, A., Andersson, G., Reuterskiöld, L., Hamilton, W., & Carlbring, P. (2021). Is Continued Improvement After Automated Virtual Reality Exposure Therapy for Spider Phobia Explained by Subsequent in-vivo Exposure? A

- First Test of the Lowered Threshold Hypothesis. *Frontiers in Psychiatry*, 20, 645273.
- Ling, Y., Brinkman, W.-P., Nefs, H. T., Qu, C., & Heynderickx, I. (2012). Effects of stereoscopic viewing on presence, anxiety and cybersickness in a virtual reality environment for public speaking. *Presence-Teleoperators and Virtual Environments*, 21(3), 254-267.
- Marks, I.M. (1987). *Fear, phobias, and rituals: Panic, anxiety, and their disorders*. New York: Oxford University Press.
- McLay, R. N., Wood, D. P., Webb-Murphy, J. A., Spira, J. L., Wiederhold, M. D., Pyne, J. M., & Wiederhold, B. K. (2011). A randomized, controlled trial of virtual reality-graded exposure therapy for post-traumatic stress disorder in active duty service members with combat-related post-traumatic stress disorder. *Cyberpsychology, behavior, and social networking*, 14(4), 223-229.
- Messner, T. (2016). Motivational Interviewing: An Approach to Strengthen the Self-motivation in the Nutritional Advice. *Ernährungsumschau*, 63(2), 94-104.
- Miller, W. R., & Rollnick, S. (2015). *Motivierende Gesprächsführung: Motivational interviewing; 3. Auflage des Standardwerks in Deutsch*. Lambertus-Verlag.
- Miyahira, S. D., Folen, R. A., Hoffman, H. G., Garcia-Palacios, A., Spira, J. L., & Kawasaki, M. (2012). The effectiveness of VR exposure therapy for PTSD in returning warfighters. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine*, 181, 128-132.
- Miloff, A., Lindner, P., Dafgård, P., Deak, S., Garke, M., Hamilton, W., Heinsoo, J., Kristoffersson, G., Rafi, J., Sindemark, K., Sjölund, J., Zenger, M., Reuterskiöld, L., Andersson, G., & Carlbring, P. (2019). Automated virtual reality exposure therapy for spider phobia vs. in-vivo one-session treatment: A randomized non-inferiority trial. *Behaviour Research and Therapy*, 118, 130-140.
- Mitzner, T. L., Boron, J. B., Fausset, C. B., Adams, A. E., Charness, N., Czaja, S. J., Dijkstra, K., Fisk, A. D., Rogers, W. A., & Sharit, J. (2010). Older adults talk technology: Technology usage and attitudes. *Computers in human behavior*, 26(6), 1710-1721.
- Morina, N., Ijntema, H., Meyerbröker, K., & Emmelkamp, P.M.G. (2015). Can virtual reality exposure therapy gains be generalized to real-life? A meta-analysis of studies applying behavioral assessments. *Behaviour Research and Therapy*, 74, 18-24.

- Mühlberger, A., & Pauli, P. (2011). Virtuelle Realität in der Psychotherapie. *Psychotherapie im Dialog*, 12(02), 143-147.
- Mühlberger, A. (2014). Virtuelle Realität in der Klinischen Emotions- und Psychotherapieforschung. In: Jeschke, S., Kobbelt, L., & Dröege, A. (Eds.), *Exploring Virtuality*, (S. 149-161), Berlin/Heidelberg: Springer.
- Naumann, A., & Hurtienne, J. (2010). Benchmarks for intuitive interaction with mobile devices. In *Proceedings of the 12th international conference on human computer interaction with mobile devices and services* (pp. 401-402).
- Olson, K. E., O'Brien, M. A., Rogers, W. A., & Charness, N. (2011). Diffusion of technology: frequency of use for younger and older adults. *Ageing international*, 36(1), 123-145.
- Opris, D., Pinte, S., Garcia-Palacios, A., Botella, C., Szamoskozi, S., & David, D. (2012). Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: A quantitative meta-analysis. *Depression and anxiety*, 29(2), 85-93.
- Park, K. M., Ku, J., Choi, S. H., Jang, H. J., Park, J. Y., Kim, S. I., & Kim, J. J. (2011). A virtual reality application in role-plays of social skills training for schizophrenia: a randomized, controlled trial. *Psychiatry research*, 189(2), 166-172.
- Park, S. Y., Kim, S. M., Roh, S., Soh, M. A., Lee, S. H., Kim, H., & Han, D. H. (2016). The effects of a virtual reality treatment program for online gaming addiction. *Computer methods and programs in biomedicine*, 129, 99-108.
- Parsons, T. D., & Rizzo, A. A. (2008). Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: A meta-analysis. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 39(3), 250-261.
- Peleg-Adler, R., Lanir, J., & Korman, M. (2018). The effects of aging on the use of handheld augmented reality in a route planning task. *Computers in Human Behavior*, 81, 52-62.
- Pelissolo, A., Zaoui, M., Aguayo, G., Yao, S. N., Roche, S., Ecochard, R., Gueyffier, F., Pull, C., Berthoz, A., Jouvent, R., & Cottraux, J. (2012). Virtual reality exposure therapy versus cognitive behavior therapy for panic disorder with agoraphobia: a randomized comparison study. *Journal of Cybertherapy and Rehabilitation*, 5(1), 35-43.

- Peperkorn, H. M., Diemer, J., & Mühlberger, A. (2015). Temporal dynamics in the relation between presence and fear in virtual reality. *Computers in Human Behavior, 48*, 542-547.
- Peperkorn, H. M., Diemer, J. E., Alpers, G. W., & Mühlberger, A. (2016). Representation of patients' hand modulates fear reactions of patients with spider phobia in virtual reality. *Frontiers in psychology, 7*, 268.
- Pittig, A., Kotter, R., & Hoyer, J. (2019). The struggle of behavioral therapists with exposure: self-reported practicability, negative beliefs, and therapist distress about exposure-based interventions. *Behavior therapy, 50*, 353-366.
- Pittig, A., & Hoyer, J. (2017). Exposition aus Sicht niedergelassener Verhaltenstherapeutinnen und Verhaltenstherapeuten. Anwendung und systemische Barrieren. *Zeitschrift für klinische Psychologie und Psychotherapie, 46*, 223-235.
- Price, M., & Anderson, P. (2007). The role of presence in virtual reality exposure therapy. *Journal of Anxiety Disorders, 21*, 742-751.
- Price, M., Mehta, N., Tone, E.B., & Anderson, P.L. (2011). Does engagement with exposure yield better outcomes? Components of presence as a predictor of treatment response for virtual reality exposure therapy for social phobia. *Journal of Anxiety Disorders, 25*, 763-770.
- Price, M., Yuen, E. K., Goetter, E. M., Herbert, J. D., Forman, E. M., Acierno, R., & Ruggiero, K. J. (2014). mHealth: a mechanism to deliver more accessible, more effective mental health care. *Clinical psychology & psychotherapy, 21*(5), 427-436.
- Reger, G. M., Koenen-Woods, P., Zetocha, K., Smolenski, D. J., Holloway, K. M., Rothbaum, B. O., Difede, J., Rizzo, A. A., Edwards-Stewart, A., Skopp, N. A., Mishkind, M., Reger, M. A., & Mishkind, M. (2016). Randomized controlled trial of prolonged exposure using imaginal exposure vs. virtual reality exposure in active duty soldiers with deployment-related posttraumatic stress disorder (PTSD). *Journal of consulting and clinical psychology, 84*(11), 946.
- Rizzo, A., & Koenig, S. T. (2017). Is clinical virtual reality ready for primetime? *Neuropsychology, 31*(8), 877.
- Robillard, G., Bouchard, S., Fournier, T., & Renaud, P. (2003). Anxiety and presence during VR immersion: a comparative study of the reactions of phobic and non-phobic participants in therapeutic virtual environments derived from computer games. *Cyberpsychology and Behavior, 6*, 467-476.

- Rothbaum, B.O., Hodges, L.F., Kooper. R., Opdyke, D., Williford, J.S., & North, M. (1995) Effectiveness of computer-generated (virtual reality) graded exposure in the treatment of acrophobia. *American Journal Psychiatry*, 152(4), 626-8.
- Scheveneels, S., Boddez, Y., Van Daele, T., & Hermans, D. (2019). Virtually unexpected: No role for expectancy violation in virtual reality exposure for public speaking anxiety. *Frontiers in psychology*, 2849.
- Schubert, IGroup.org Project Consortium. IGroup presence questionnaire (IPQ) Factor Analysis. (2020). <http://www.igroup.org/pq/ipq/factor.php> Accessed 25 August 2020.
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The experience of presence: factor analytic insights. *Presence-Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 266–281. <http://dx.doi.org/10.1162/105474601300343603>.
- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(6), 603-616.
- Smith, M. J., Smith, J. D., Fleming, M. F., Jordan, N., Brown, C. H., Humm, L., Olsen, D., & Bell, M. D. (2017). Mechanism of action for obtaining job offers with virtual reality job interview training. *Psychiatric Services*, 68(7), 747-750.
- Son, J. H., Lee, S. H., Seok, J. W., Kee, B. S., Lee, H. W., Kim, H. J., ... & Han, D. H. (2015). Virtual reality therapy for the treatment of alcohol dependence: a preliminary investigation with positron emission tomography/computerized tomography. *Journal of studies on alcohol and drugs*, 76(4), 620-627.
- Statistisches Bundesamt (DESTATIS). Online-Datenbank GENESIS. Abgerufen am 12.03.2022; Verfügbar unter: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=previous&levelindex=2&step=2&titel=Ergebnis&levelid=1647081297884&acceptcookies=false#abreadcrumb>
- Steidtmann, D., Manber, R., Arnow, B. A., Klein, D. N., Markowitz, J. C., Rothbaum, B. O., Thase, M. E., & Kocsis, J. H. (2012). Patient treatment preference as a predictor of response and attrition in treatment for chronic depression. *Depression and anxiety*, 29(10), 896-905.
- Steubl, L., & Baumeister, H. (2022). Digitale Interventionen bei Angststörungen. *PiD-Psychotherapie im Dialog*, 23(03), 75-78.

- Tabachnik, B. G., & Fidell, S. L. (2007). Discriminant analysis. *Using multivariate statistics*. Boston: Pearson Education Inc, 201(3), 377-438.
- Urbaniak, G. C., & Plous, S. (2011). Research randomizer (version 3.0) [Computer Software]. Retrieved on April 22, 2011.
- Wechsler, T. F., Kümpers, F., & Mühlberger, A. (2019). Inferiority or Even Superiority of Virtual Reality Exposure Therapy in Phobias? – A Systematic Review and Quantitative Meta-Analysis on Randomized Controlled Trials Specifically Comparing the Efficacy of Virtual Reality Exposure to Gold Standard in vivo Exposure in Agoraphobia, Specific Phobia, and Social Phobia. *Frontiers in Psychology*, 10, 1758. doi:10.3389/fpsyg.2019.01758.
- Wittchen, H. U., Jacobi, F., Klose, M., & Ryl, L. (2010). Gesundheitsberichterstattung des Bundes Heft 21. *Berlin: Robert Koch-Institut*.
- Wittchen, H.U., Jacobi, F., Rehm, J., Gustavsson, A., Svensson, M., Jonsson, B., Olesen, J., Allgulander, C., Alonso, J., Faravelli, C., Fratiglioni, L., Jennum, P., Lieb, R., Maercker, A., van Os, J., Preisig, M., Salvador-Carulla, L., Simon, R., & Steinhausen, H.C. (2011). The size and burden of mental disorders and other disorders of the brain in Europe 2010. *European Neuropsychopharmacology*, 21(9), 655–679.
- Zwanzger, P., Vennewald, N., Diemer, J., Fallgatter, A., Mühlberger, A., & Ströhle, A. (2013). Experimentelle Behandlungsverfahren bei Angsterkrankungen-Einblick in die Therapieforschung. *Die Psychiatrie-Grundlagen und Perspektiven*, 10(4), 251-255.
- Zwanzger, P., Sich, M., & Diemer, J. (2021). Virtuelle Realität bei Angsterkrankungen – vom experimentellen Tool zur klinischen Praxis. *Fortschritte der Neurologie·Psychiatrie*, 89(12), 617-621.

Anhang: Statistische Analysen

1. Berücksichtigung des COVID-Zeitraums bezüglich der Präferenz von Expositionsübungen in VR vs. in vivo

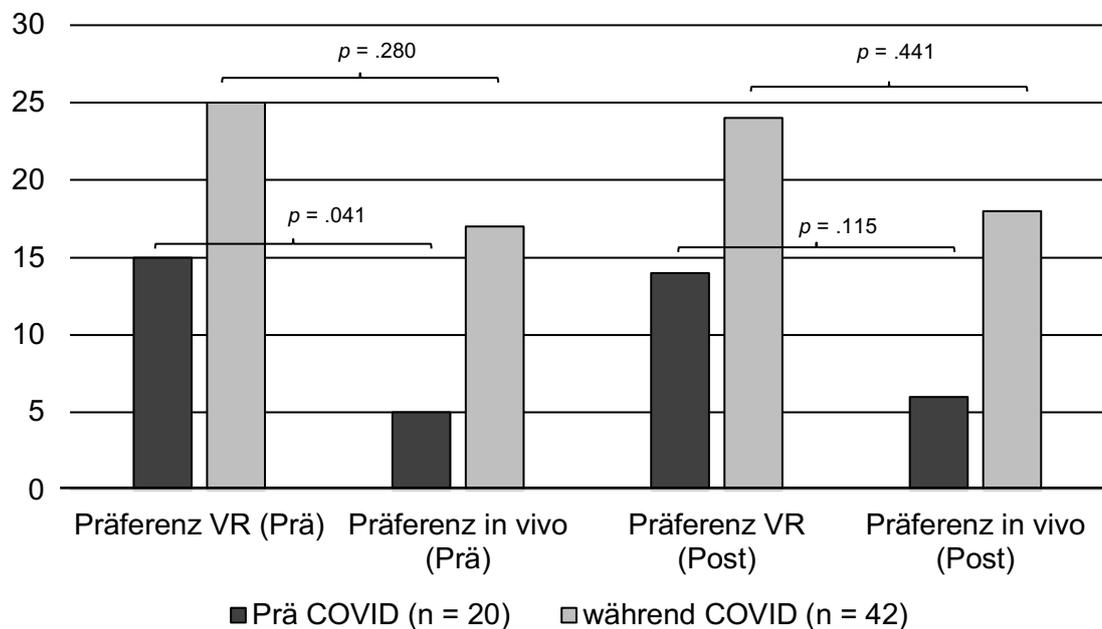


Abbildung 21: Berücksichtigung der COVID-Pandemie bezüglich der Auswertung der Präferenz für eine der Expositionsmodalitäten VR vs. in vivo

Der Binomialtest zur Überprüfung, ob sich die Präferenz (VR vs. in vivo) signifikant unterscheidet in der Gruppe *Prä COVID* ($N = 20$), wies statistische Relevanz zum Prä-VR-Zeitpunkt auf ($p = .041$). Nach der Erfahrung in VR (Post-VR-Zeitpunkt) ist dieser Unterschied nicht mehr signifikant ($p = .115$).

Der Binomialtest zur Überprüfung, ob sich die Präferenz (VR vs. in vivo) in der Gruppe *während COVID* ($N = 42$) unterschied wies keine statistische Relevanz auf, weder zum Zeitpunkt Prä-VR ($p = .280$), noch zum Zeitpunkt Post-VR ($p = .441$).

2. Berücksichtigung des COVID-Zeitraums bezüglich der Bereitschaft zu

Expositionsübungen am Untersuchungstag

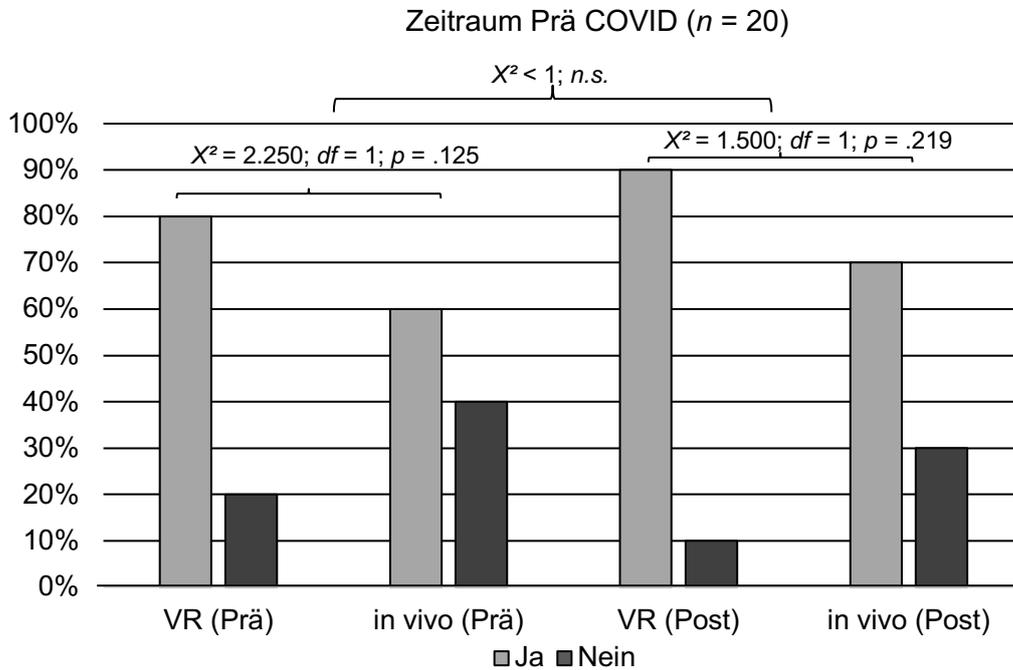


Abbildung 22: Berücksichtigung des COVID-Zeitraums bezüglich der Bereitschaft am Untersuchungstag eine Expositionsübung in VR vs. in vivo durchzuführen (Zeitraum Prä COVID)

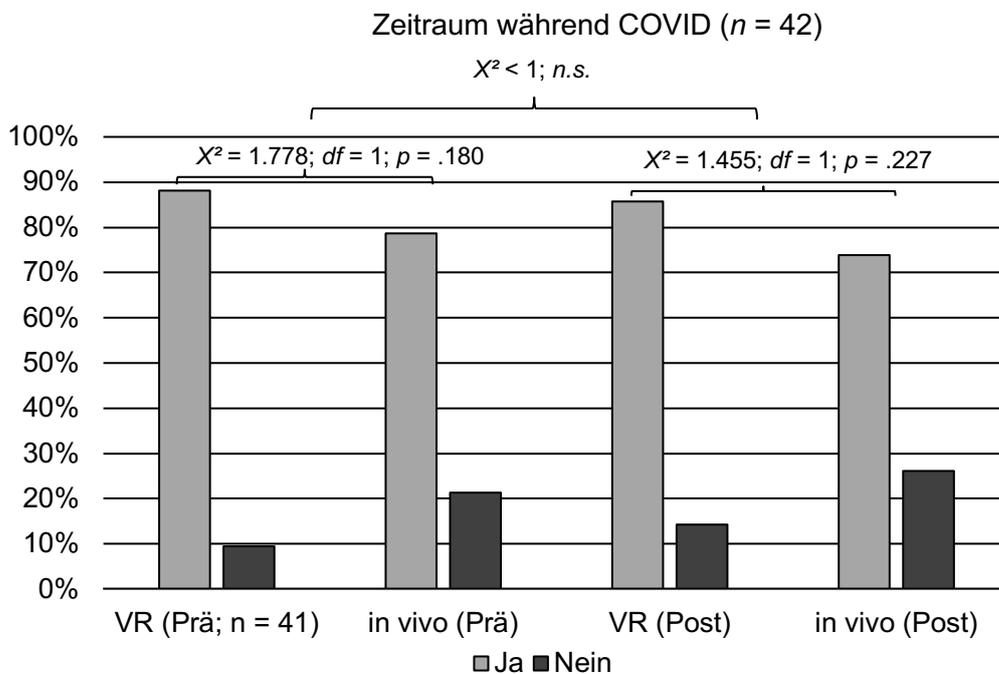


Abbildung 23: Berücksichtigung des COVID-Zeitraums bezüglich der Bereitschaft am Untersuchungstag eine Expositionsübung in VR vs. in vivo durchzuführen (Zeitraum während COVID)

3. Explorative Analysen zum Zeitpunkt Post

Tabelle 19: Korrelationsanalysen zu den Variablen der Einstellung zu Expositionsübungen in VR (Post)

N = 62	Bereit- schaft (0-100)	Ableh- nung (0-100)	Zuver- sicht (0-100)	Angstto- leranz (0-100)	Scha- denser- wartung (0-100)	Relevanz (0-100)
Bereit- schaft (0-100)	1	-.599**	.664**	.642**	-.248	.407**
Ableh- nung (0-100)		1	-.336**	-.419**	.072	-.103
Zuver- sicht (0-100)			1	.600**	-.261*	.603**
Angstto- leranz (0-100)				1	-.387**	.314*
Scha- denser- wartung (0-100)					1	.280
Relevanz (0-100)						1

** $p < .01$; * $p < .05$

Tabelle 20: Korrelationsanalysen zu den Variablen der Einstellung zu Expositionsübungen in vivo (Post)

N = 62	Bereit- schaft (0-100)	Ableh- nung (0-100)	Zuver- sicht (0-100)	Angstto- leranz (0-100)	Scha- denser- wartung (0-100)	Relevanz (0-100)
Bereit- schaft (0-100)	1	-.725**	.874**	.556**	-.452**	.437**
Ableh- nung (0-100)		1	-.609**	-.412**	.252*	-.261*
Zuver- sicht (0-100)			1	.576**	-.480*	.334**
Angstto- leranz (0-100)				1	-.249	.276*
Scha- denser- wartung (0-100)					1	-.028
Relevanz (0-100)						1

** $p < .01$; * $p < .05$

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei all den Menschen bedanken, die zum Gelingen dieser Dissertation beigetragen haben. Ohne den Rückhalt und die Unterstützung in den letzten Jahren – mit all den Höhen und Tiefen – wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

„Es ist ein lobenswerter Brauch:

Wer Gutes bekommt, der bedankt sich auch.“

(Wilhelm Busch, 1832-1908)

Mein herzlicher Dank gilt:

Meinem Doktorvater Professor Dr. med. Peter Zwanzger

Meiner Betreuerin Dr. phil. Julia Diemer

Den Mitgliedern des Prüfungsausschusses

Den Mitarbeiterinnen des Promotionsbüros

Den ProbandInnen und PatientInnen, die an meinen Studien teilgenommen haben

Den MitarbeiterInnen der Tagesklinik, der Abteilung Neuropsychologie vor allem PD. Dr. rer. nat. Alexander Brunbauer und den Stationen PSO1, PSO2 und PSO3

Dem gesamten Projekt-Team EVElyn

Meinem Ehemann Thomas Scheithauer

Meinen Eltern Johanna und Guido Sich

Herrn Harald Plamper

Frau Dr. Katharina Volkening

Frau Elisabeth Geiger

Frau Verena Engert

Meiner Tante Olympia Weber

Frau Claudia Menzel

Den ebenfalls promovierenden Kollegen Marius Koller und Leonhard Zellner

Meinen Freundinnen und Freunden

Meiner Familie